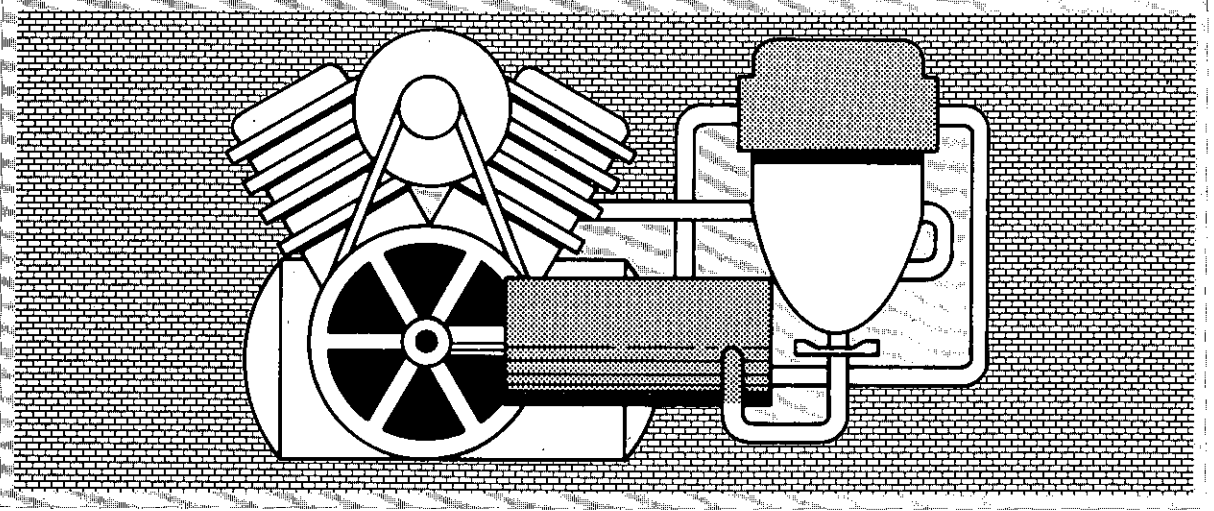


ENDÜSTRİYEL OKULLAR İÇİN

Temel Pnömatik



30 01 97
F.B

2707

68

ENDÜSTRİYEL OKULLAR İÇİN

Temel Pnömatik



Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları : 2707
Yardımcı ve Kaynak Kitaplar Dizisi : 68

ISBN 975 - 11 - 0881 - 0

Hükümetimiz ile Dünya Bankası arasında imzalanan Endüstriyel Okullar Projesi çerçevesinde hazırlanan "Temel Pnömatik" adlı kaynak kitap, Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 3.3.1994 gün ve 002016 sayılı kararı ile 40.000 adet bastırılmıştır.

Tercüme : Üniversal Dil Hizmetleri ve Yayıncılık A.Ş.
Uçak Müh. Sait SİPAHIOĞLU
Editör : Doç. Dr. Muammer NALBANT



KIRMIZI İHTİLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen ay şanlık;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak.
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl...
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
"Medeniyet!" dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş! Yurduma alçakları uğratma, sakın.
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın...
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri "toprak!" diyerek geçme, tanı!
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit olgusun! İcmince, yankur, atanı!
Verme, dünyaları alsan da, bu cennet vatanı.

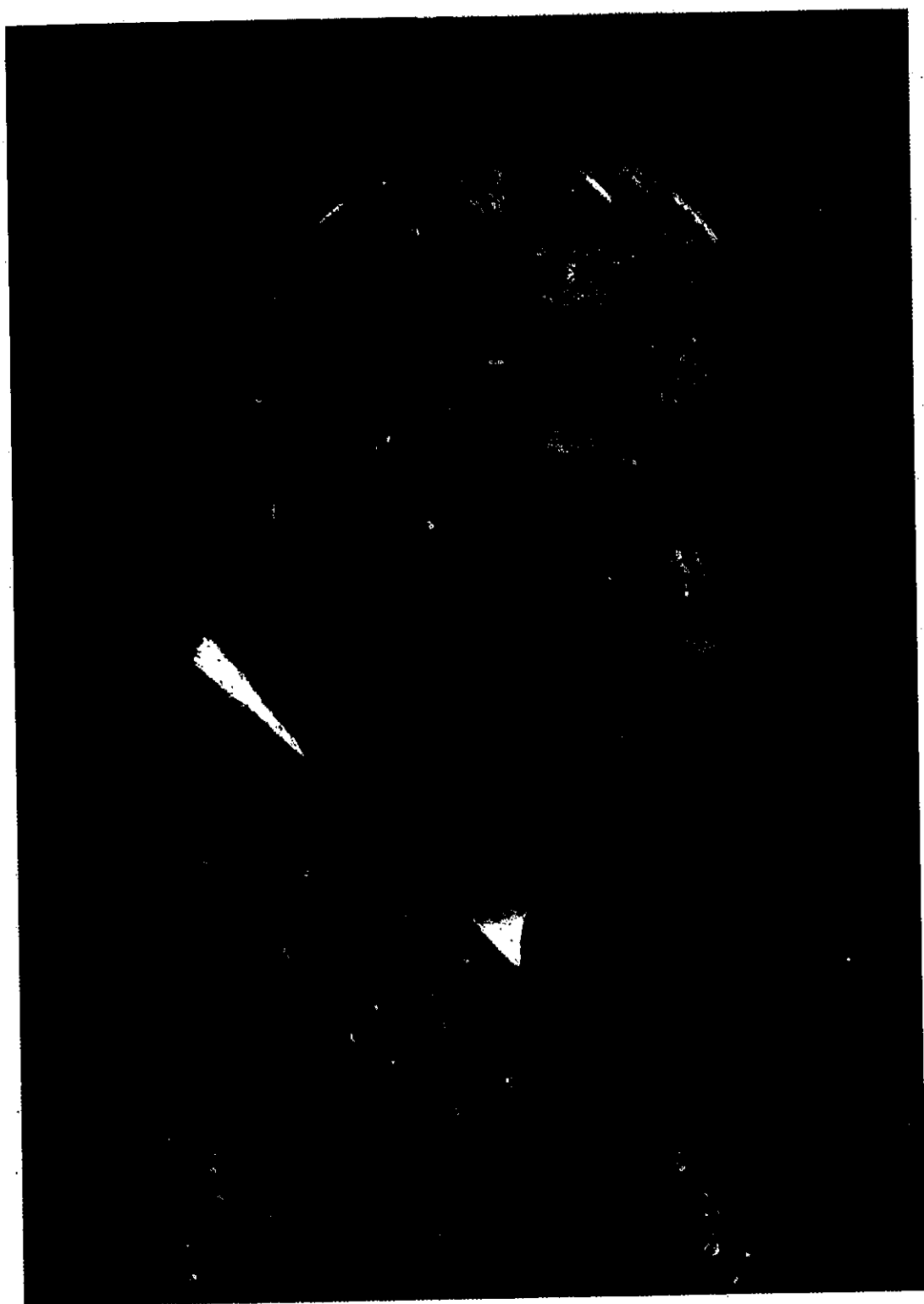
Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki fedâ?
Şühedâ fışkıracak toprağı sıksan, şühedâ!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.

Ruhumun senden, İlahi, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar-ki şahâdetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman veod ile bin secde eder-varsa-taşım,
Her cerhâmdan, İlahi, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerred gibi yerden nâ'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl:
Hakkıdır, hür yaşamış, bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY



ATATÜRK'ÜN GENÇLİĞE HITABESİ

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk cumhuriyetini, ilelebet, muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin, en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni, bu hazineden, mahrum etmek isteyecek, dahilî ve haricî, bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok nâmûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın, bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dahilinde, iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlilerin siyasî emelleriyle tevhid edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi, vazifen; Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır! Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asîl kanda, mevcuttur!



Bilgi çağına girerken bütün ülkelerin üzerinde önemle durdukları ve giderek daha fazla kaynak ayırdıkları sektör eğitimidir. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak eğitimde kaliteyi yükseltmek, gençlerimize ileri sanayi toplumunun gerektirdiği bilgi, beceri ve davranışları kazandırmak Millî Eğitimimizin temel amaçlarından biridir.

Ülkemizde; ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda olduğu gibi, sanayi alanında da önemli gelişmeler olmaktadır. Nitelikli insangücü ihtiyacının giderek arttığı ülkemizde meslekî ve teknik eğitim büyük önem kazanmaktadır.

Bu alandaki ihtiyacı karşılayabilmek için; çağdaş bilim ve teknolojik metodları bilen, yorumlayan, kullanan, geliştiren ve alanındaki yeniliklere uyum sağlayan, üretken teknik insangücünün yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda, teknik öğretim kurumlarımıza büyük iş düşmektedir.

Bu kurumlarımızdaki öğrencilerin iyi yetişmeleri için devletimiz her türlü desteği sağlamakta ve Hükûmetimiz ile Dünya Bankası arasında imzalanan İkraz Anlaşmasıyla yürütülen Endüstriyel Okullar Projesiyle bu okullarımız, çağdaş eğitim imkanlarına kavuşturulmaktadır. Bu okullarımızda çeşitli meslek alanlarında ihtiyaç duyulan 42 adet yabancı teknik ders kitabının tercüme haklarının satın alınması, basım ve dağıtımlarının yapılarak öğrenci ve öğretmenlerimizin istifadesine sunulması, bu proje kapsamında yürütülen faaliyetlerden biridir.

Eğitim ve kültür düzeyleri yüksek, gelişen teknolojiye uyum sağlayabilen toplumlar, geleceğin dünyasının şekillenmesinde önemli rol oynayacaklardır.

Bu ve benzeri çalışmaların ülkemiz için yararlı olmasını diliyorum.

Nevzat AYAZ
Millî Eğitim Bakanı

SUNUŞ

Varlıklarını sürdürmek isteyen toplumlar, kalkınmanın gerektirdiği sayıda nitelikli insangücünü yetiştirmek için eğitime değer vermek ve ona bilimsel ve teknolojik bir nitelik kazandırmak mecburiyetindedirler.

Eğitim, Cumhuriyetin kuruluşundan beri ülkemizde yenileşme aracı olarak görülmüştür. Bugün Eğitim Sistemimiz, bilim çağına girilen dünyamızda, toplumumuzun büyüyen ve çeşitlenen ihtiyaçlarına cevap vermede bir takım problemlerle karşı karşıyadır.

Eğitimle ilgili problemlerin çözümünde, yeni yöntemler, teknikler ve araçlar geliştirmek için araştırmalar yapmak, ayrıca daha önce yapılmış araştırmalar sonucu geliştirilen bilgi ve teknolojiyi ülkemize getirmek zorundayız.

Eğitime ayrılacak finansman kaynaklarının sınırlı olması, ülkemizi, genel bütçe dışındaki imkanlardan faydalanmaya zorlamaktadır. Devletimiz bu imkanları araştırmış, mesleki ve teknik öğretim kurumlarımızın bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmelere paralel olarak modernleştirilmesi için Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (Dünya Bankası - IBRD) ile yapılan ikraz Anlaşmasıyla Endüstriyel Okullar Projesi uygulamaya konulmuştur.

Bu projenin amaçları; Endüstriyel Okulların yeni teknoloji ürünü makina ve teçhizatla donatılarak yenilenmesi, çeşitli meslek alanlarında müfredat programlarının geliştirilmesi, burslar ve yurt dışından danışman temin edilmesi yoluyla öğretmenlerimizin eğitilmesi ve çeşitli meslek alanlarında ders kitaplarının tercüme ve yayın haklarının satın alınarak Eğitim Sistemimize kazandırılmasıdır.

Proje ile belirlenen hedeflere büyük ölçüde ulaşılmıştır. Projenin amaçlarından biri olan çeşitli meslek alanlarında (Hidrolik - Pnömatik, Soğutma ve İklimlendirme, CNC, Döküm, Elektronik, Bilgisayar, PLC ve Metal İşleri) teknik ders kitapları, uzmanlardan kurulu komisyonlarca seçilmiş ve tercüme edilerek yayımlanmıştır.

Büyük kaynak ve emek harcayarak Eğitim Sistemimize kazandırdığımız kitapların öğretmen ve öğrencilerimize faydalı olmasını dilerim.

Salih ÇELİK
Projeler Koordinasyon
Kurulu Başkanı

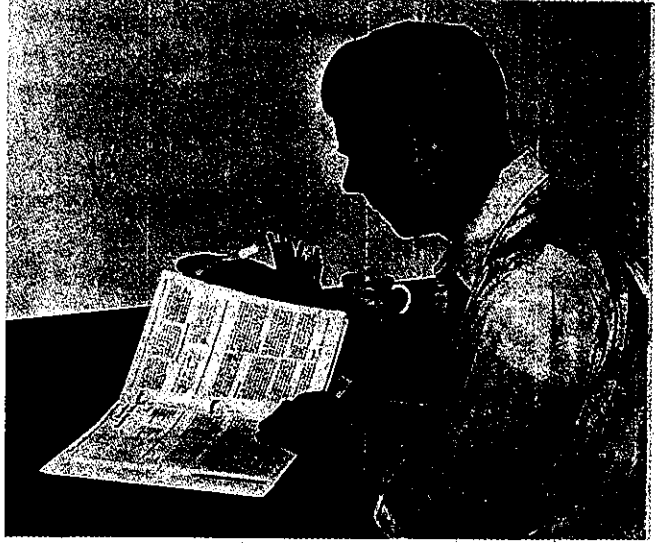
Bu el kitabı nasıl kullanılır ?

Kendi Kendine öğrenme

Bu el kitabı kendi kendinize öğrenmeniz içindir. Kurs materyalini, zamanın izin verdiği yer ve anda, temponuza uygun olarak çalışabilirsiniz.

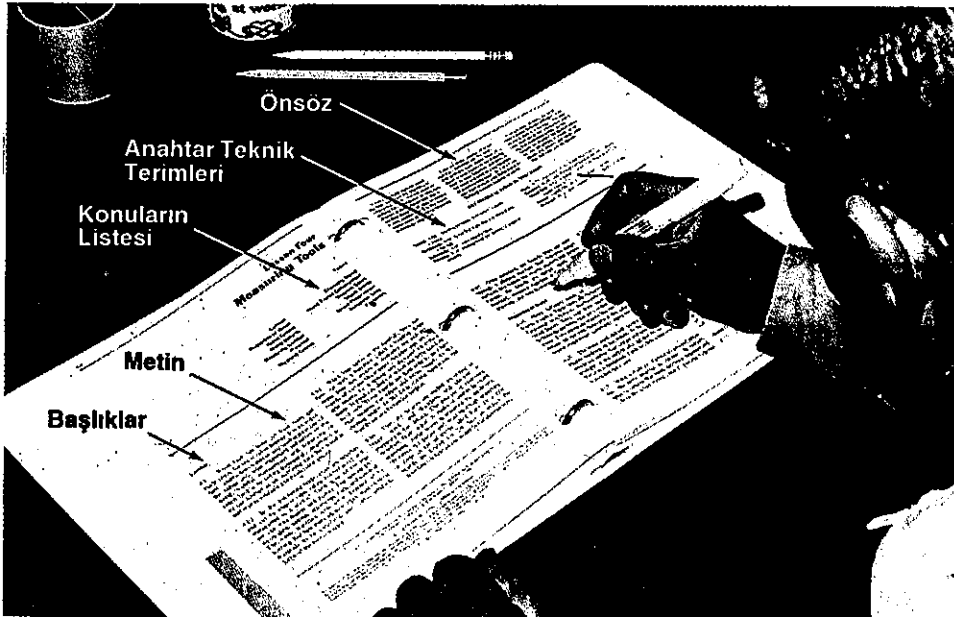
Bir bölümün, sizin için ne kadar kolay veya zor olduğuna bağlı olarak gidebildiğiniz kadar hızlı veya gerektiği kadar yavaş ilerleyebilirsiniz. İhtiyaç duyduğunuz herhangi bir anda bir bölümü tekrar okuyabilir, yapabilecekseniz daha ileriye atlayabilirsiniz. Adımlarınızı bir diğer öğrenci ile uydurmanıza gerek yoktur.

Bu el kitabı, sizin bütün eğitim programınızın sadece bir parçasıdır. Bu el kitabını çalışmanıza ek olarak, fabrikada denemelerinizle öğreneceksiniz. Daha tecrübeli işçiler ile eğitim konularınızı tartışmayı planlayın ve onların işlerini nasıl yaptıklarını izleyin.



Organizasyon

Öğrenmekte olduğunuz kurs elinizdeki gibi üç halkalı, birbirine bağlı bir seri bakım kitabından oluşmaktadır. Her el kitabı bir ünite dir. Her ünite derslere bölünmüş ve her ders kısımlardan



oluşturmuştur. Aşağıdaki paragraflar bu kısımları açıklayacak, nasıl kullanacağınızı gösterecektir.

Konuların listesi. Bir dersteki ana başlıkların tam bir listesi, her dersin ikinci sayfasının üst kısmında verilmektedir. Çalışmaya başlamadan önce bu listeyi okuyun. Liste size dersteki ana konulara çabuk bir göz atmanızı sağlar.

Önsöz. Her dersteki üçüncü sayfanın üst kısmındaki önsöz, çalışmanızın "basamak sırası"dır. Önsöz, size o dersin neden önemli olduğunu, kitaptaki diğer konularla nasıl bağlantılı olduğunu anlatır.

Anahtar Teknik Terimler. Her dersin üçüncü sayfasında, önsözün altında derste kullanılan en önemli teknik terimlerin bir listesini bulacaksınız. Her terimin sonunda, terimin ilk defa geçtiği ve kısa bir tarifinin yapıldığı bir paragraf numarası verilmiştir.

Metin. Bu el kitabındaki metinler konuyu kolayca anlamanıza yardım edecek şekilde düzenlenmiştir. Metin, basit düşüncelerden daha karmaşık düşüncelere ve bildiklerinizden bilmediklerinize doğru gelişir. Paragrafların sırayla numaralandığına dikkat edin. İlk sayı ders numarasına karşılıktır. Sayılar, sınav sorularının ve alıştırmaların açıklamalarını bulmanıza yardımcı olacaktır.

Bu el kitabı sizindir. Kitap bitirildikten sonra sizin kişisel başvuru kaynağınız olacaktır. Bu nedenle, önemli noktaların altını çizmekte, kenarlara notlar yazmakta kendinizi serbest hissetmelisiniz. Değişik noktaları bu yolla vurgulamak, kitabın, size sonraları daha faydalı olmasını sağlayacaktır.

Başlıklar. Metin özel başlıklarla, bölümlere ve alt bölümlere ayrılmıştır. Bazı başlıklar paragraflar arasında tek başınadır. Bunlar dersin ikinci sayfasındaki başlıklar listesine denktir. Diğer başlıklar, bazı paragrafların ilk satırında koyu harflerle veya italik harflerle gösterilmişlerdir.

Şekiller. Derslerde birçok fotoğraf ve çizimler vardır. Metinde hepsi "şekil" olarak isimlendirilir. Metin, şekilde neyi aramanız gerektiğini açıklar. Her şekil, kitaptaki anlatımla aynı olacak şekilde numaralanmıştır.

Şekiller, yazılı metinden anladıklarınız ne oranda önemliyse o kadar öneme sahiptir. Bazı şekiller metinden daha önemlidir. Küçük bir alanda bir hayli bilgiyi verirler. Şekilleri metne gösterdiğiniz dikkatle okuyunuz. Şekillerdeki üstü yazılı olan kısımlara özel dikkat gösteriniz.

Tablolar. Birçok ders tabloları içerir. Tablodaki bilgi metinde olabileceğinden daha açık düzenlenmiştir. Bilgiyi, bir tabloda, metinden daha çabuk ayırabilirsiniz. Tabloları iki amaçla kullanabilirsiniz. Çok sayıdaki verinin benzerliklerini ve eğitimi görebilir ve işinizde ihtiyaç duyduğunuz- da bilgiye kolayca ulaşabilirsiniz.

Problemler. Bazı dersler, dersi çalışırken çözülecek örnek problemlere sahiptir. Bu problemler, size metinde açıklanan yöntemlerin uygulamasını yapma veya kendi yönteminizi kullanma olanağını verir.

Problemlerin cevapları dersin içinde başka yerdedir. Bazı derslerde cevaplar dersin özetini takibeden son sayfadadır. Diğer bazı derslerde ise problemi takip eden paragrafların birinde veya dersin sonuna

yakın özel bir sayfada bulunur.

Programlı Alıştırmalar. Bu kursun anahtar yapılarından biri, her derste görülen programlı alıştırmalardır. Her ders iki veya üç bölüme ayrılmıştır ve her dersi bir programlı alıştırma dizisi takip eder. Genellikle her dizide sekiz alıştırma vardır.

Programlı Alıştırmalara cevap verirken yazmanız, sizin için önemlidir. Yazma, öğrenme sürecinin önemli bir parçasıdır. Bu size derste ki bütün konuları düşünmenize ve aklınızdaki düşüncelerin netleşmesine yardımcı olur. Bir düşüncüyü yazıyla ifade ederken kendi kelimelerinizi kullanın, daha iyi anlarsınız.

Tablo 9-4. Soğutma yardımcı elemanların sembolleri

Hava atıcı	
Genleşme kısmı	
Soğutucu filtre	
Titreşim amortisörü	
Yağ ayırıcı	
Soğutucu süzgeci	
Kurutucu	
Isı değiştirici	

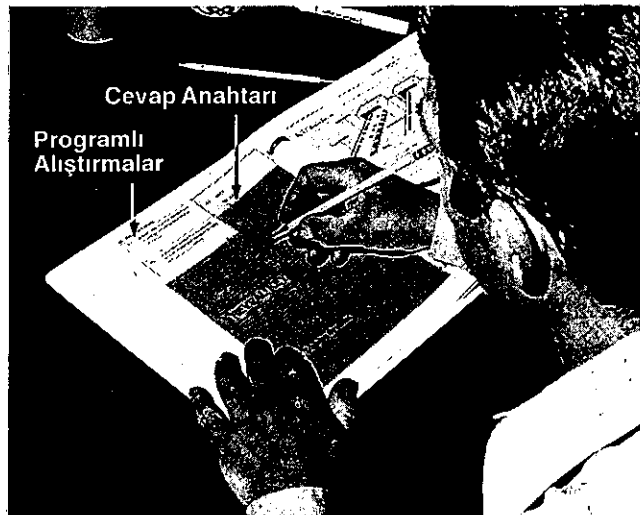
Kitap içinde özel bir cevap kartı vardır. Kartın nasıl kullanılacağı ön yüzünde yazılmıştır. Kart kendi cevabınızı yazarken, doğru cevabın üzerini kapatır. Böylece, bir dahaki alıştırmaya geçmeden önce kartı aşağı kaydırıp doğru cevabı bulabilirsiniz.

Bir alıştırmada yanlış bir cevap yazmışsanız, silin ve doğru cevabı yazın. Cevabın neden yanlış olduğunu anlamadıysanız, doğru cevabın altındaki göndermeye bakın. Gönderme, paragraf, şekil veya cevabı tamamen açıklayan tabloyu ortaya koyar.

Kendi Kendini Kontrol Testi. Her dersin sonunda on tane çok seçenekli kısa sınav soruları bulacaksınız. Bu sınavdaki sorular, Ünite Test'indeki sorulara benzerdir. Kendi Kendini Kontrol Testi derste tartışılan konuları ne kadar iyi anladığınızı bir yoklamasıdır.

Sınavın cevapları dersin son sayfasındadır. Sınavı bitirdikten sonra cevaplarınızı, dikkatlice kontrol edin. Bir sorunun cevabını isabet ettiremediyseniz ve nedenini anlayamadıysanız, göndermedeki paragraf, şekil veya tabloda tam bir açıklamasını bulabilirsiniz.

Ders Özeti. Her dersin son sayfasının



üst kısmında, derste verilen bilgilerin kısa bir özetini bulacaksınız. Bu özet bütün temel noktaları kapsar. Amacı dersin içindekileri yeniden gözden geçirmenize yardımcı olmaktır. Özet, dersin yerine değil, ona ek olarak tasarlanmıştır. Ünite testine başlamadan önce bütün derslerin özetlerine tekrar göz atın.

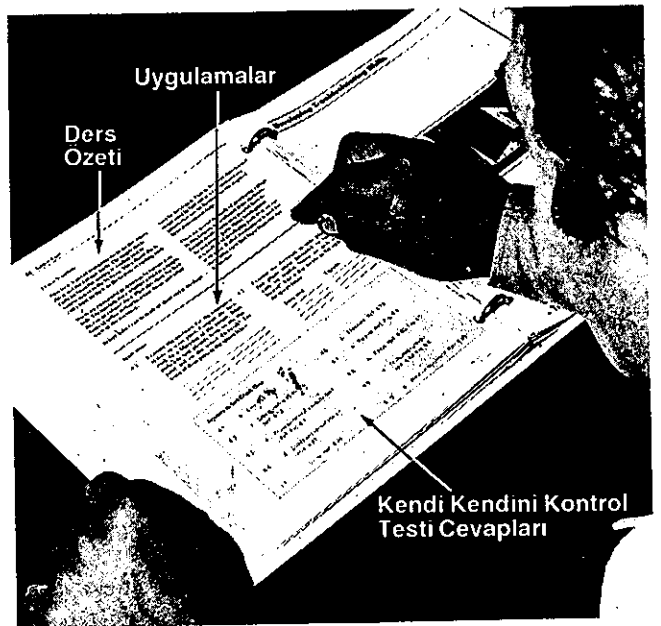
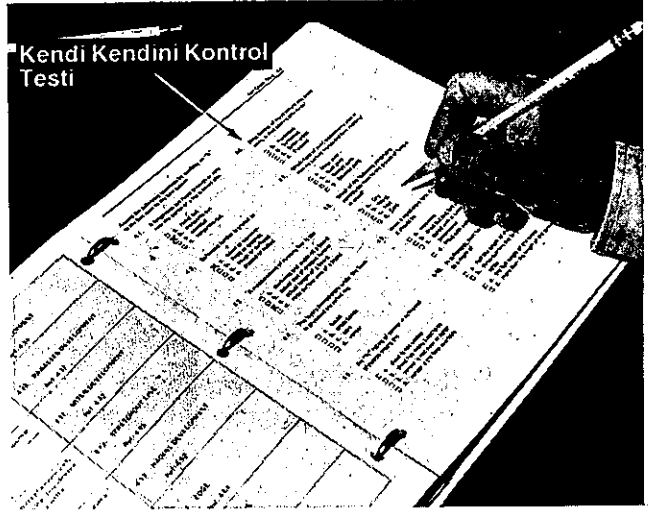
Uygulama. Her bölüm, yeni bilgilerinizi işte uygulamayı öğretmede size yardımcı olabilmelidir. Derste anlatılanlar ile tesisinizdeki örnekler arasında bağlantı kurabilmeniz önemli bir adımdır. Bu örnekleri saptayabilmeniz için her dersin son sayfasına konulan iki veya daha fazla "uygulama" size yardımcı olabilir. Uygulamalar Ders Özeti'nin altındadır.

Uygulama, derste açıklanan fikirlerin örneklerini çalıştığınız tesiste aramanıza yönelik bir öneridir. Sizden belirli bir teçhizatı kullanmanız ya da genel bir mekanizmayı söküp-takmanız istenebilir. Bazı derslerde sadece gözlemler yapmanız ve sorular sormanız istenebilir. Genellikle bulduğunuz her şeyin kaydedilmesi istenilecektir.

Öntest ve Ünite Testi. Kurs yöneticiniz her ünite öncesinde ve sonrasında size test yapma keyfiyetine sahiptir. Öntest, kurs yöneticinizin, bir üniteye başlamadan önce sizin seviyenizi değerlendirmesine yardımcı olur. Kaydettiğiniz ilerlemeyi değerlendirmede bir dayanak sağlar.

Öntest, belli bir ünite'deki konuları bildiğinizi gösterdiği takdirde, kurs yöneticiniz üniteyi atlamanıza karar verebilir. Diğer yandan, öntest ünite kapsamını anlamadığınızı gösterdiği takdirde, o ünite eğitim programınıza dahil edilebilir.

Ünite testi, bir ünite bitirildikten sonra verilir. Test, danışmanınıza çalışmanızın sonucunda ne kadar şey öğrendiğinizi anlatır. Kurs yöneticiniz, testin sonuçlarının ne şekilde kullanılacağını açıklayacaktır.



İndeks

- Akışkan güç sistemleri, 2**
Ayırıcılar, nem 66
Ayırıcılar, yağ, 67
Basınç 4,
 kontrolü, 132
 düşüş ve kayıp, 96
 ayarlayıcılar, 136
 hava tahliyesi, 133
Basınç ayarlayıcılar, 136
 Değişik 139
Bernouilli Kanunu, 15
Boru Tesisatı, 98,
 hava akışı, 14, 94,
 uygulamaları, 100, 102
 ihtiyaçları, 94
Borularda hava akışı, 14-94
Boyle Kanunu, 10
Charles Kanunu, 10
Çabuk bağlama/ayırma kaplinleri, 107
Çiğlenme noktası, 65
Difüzyon ve Dispersiyon, 8
Döner hareketlendiriciler (Pnömatik motorlara bkz.)
Döner vidalı kompresörler, 42
Emniyet valfleri, 133
Filtre
 sınıflandırılması ve verimleri, 79
 ortam tipleri, 82
Filtreleme (Hava Arıtma, ön'e bkz.)
Filtreler
 emme (adsorpsiyon) tipi, 87
 tutma (adsorpsiyon) tipi, 87
 derinlik, 83
 yüzey, 82
Gazların ve sıvıların ayrılması, 9
Hava,
 yükselticiler, 179
 kurutucular, 68
 yağlama, 87
 özellikler, 13
 tanklar, 70
 viskozite, 14
Hava arıtma, ikincil, 76
 Emme (adsorpsiyon) tipi filtreler, 87
 Tutma (adsorpsiyon) tipi filtreler, 87
 Havanın yağlanması, 87
 Kirlletici filtreleme, 78
 kirlletici ayırma, 76
 derinlik filtreleri, 83
 Filtrelerin sınıflandırılması ve verimleri, 79
 Filtre ortamı, tipleri, 82
 Yöntemler, 79
 yüzey filtreleri, 82
Hava arıtma, ön, 58
 hava kurutucular, 68
 çiğlenme noktası, 65
 nem etkileri, 63
 nem ayırıcıları, 67
 Ön Filtrasyon, 58
 Suyun giderilmesi, 62
Hava kurutucular
 soğurma (adsorpsiyon) 69,
 nem emici, 68
Hortum (lar) 107,
 bağlantı elemanları tesisatı, 108
İdeal Gaz Kanunu, 10
İş ve Enerji, 5
Kanatlı kompresörler, 40
Kompresör
 aksesuarlar, 33-53
 kapasite, 51
 kapasite kontrolü, 51
 Sınıflandırma, 22-40
 yapısı, 27
 kontrollar, 31
 yağlama, 30
 çalıştırma, 22
 seçim, 50
Kompresörler
 eksenel akışlı, 50
 Santrifüj, 48
 diyafram, 45
 dinamik, 45
 düşük basınç, yüksek hacim, 44
 yağlamasız, 31
 paket tipi, 53
 pozitif yer değiştirmeli, 23
 pistonlu, 23
 tek ve çift etkili, 25
 kanatlı, 40
Kurutucular, hava, 68
Kuvvet, ağırlık ve kütle, 3
Manivela, pnömatik, 13
Motorlar (Pnömatik motorlar'a bkz.)
Ön hava arıtma, 58
Pascal Kanunu, 9

Pistonlu kompresörler, 23,
üstünlükleri, 34

Pnömatik manivela, 13

Pnömatik motorlar, 166

havalı yükselticiler, 179

sınıflandırma, 167

yapısı, 174

piston tipi, 176

taşınabilir havalı aletler, 178

Anma değerleri ve seçim

faktörleri, 167-172

döner hareketlendiriciler, 177

Pnömatik Silindirler

yapısı, 153

yastıklama, 160

montaj, 154

kol yatağı, 153

kol dayanımı, 160

seçimi 157

Pnömatik Silindirler, 148

çift etkili, 149

tek etkili, 150

çift pistonlu, 151

Pnömatik Sistemler, 2

Pnömatik Sistemler, 2

kapasite ihtiyacı, 50

elemanları, 15

Pnömatiğin kanunları, 9

Pozitif yer değiştirmeli kompresörler

Sıkıştırılabilirlik, 9

Soğutma gücü ihtiyacı, 27-29

Tahliye valfleri, 133

yapısı, 134

Tek ve çift etkili kompresörler, 27

Tüp-tipi boru tesisatı, bükme, 103

bağlantı elemanları, 104

döşenmesi, 104

metal, 102

metal olmayan, 105

Valf,

aksesuarlar 126

kontrol elemanları 119-120

Valfler,

otomatik kumandalı, 116

kontrol, 114

beş yollu, 126

dört yollu, 123

el kumandalı, 114

tahliye ve emniyet, 133

üç yollu, 122

iki yollu, 120

Yağlama

hava, 87

kompresör, 30

Hedefler

Bu üniteadaki dersler çalışıldıktan sonra, öğrenci;

Birinci Ders Pnömatik

- Bir pnömatik sistemde kuvvetin nasıl iletildiğini açıklayabilmelidir.
- Kuvvet ve işi hesaplayabilmelidir.
- Basınç hesaplarının neticisini etkileyen iki etkeni sıralayabilmelidir.
- Hapsedilmiş bir gazın davranışlarını etkileyen fizik kanunlarını kısaca açıklayabilmelidir.

İkinci Ders Pistonlu Kompresörler

- Pozitif yer değiştirmeli ve dinamik kompresörleri ayırd edebilmelidir.
- Pistonlu kompresörün çalışmasını anlatabilmelidir.
- Çok kademeli bir kompresör kullanmanın üstünlüğünü söyleyebilmelidir.
- Pistonlu kompresörlerin soğutma düzenlerini belirleyebilmelidir.
- Büyük ve küçük ünitelerde kompresör kontrollerinin çalışmasını mukayese edebilmelidir.

Ders Üç Döner Kompresörler

- Tek-kademeli ile iki-kademeli kanatlı kompresörlerin güç çıkışlarını mukayese edebilmelidir.
- Döner pozitif yer değiştirmeli kompresörlerin ana tiplerini tarif edebilmelidir.
- Dinamik kompresörlerin her iki tipinin olumlu ve olumsuz yönlerini açıklayabilmelidir.
- Santrifüj kompresör çıkış kontrolünün dört metodunu tanımlayabilmelidir.
- Döner vidalı kompresörlerde düşük hızın nasıl dengeleneceğini anlatabilmelidir.

Dördüncü Ders Hava Ön Arıtması

- Kompresör filtrelerini uygun temizleme yöntemlerini açıklayabilmelidir.
- Çiğlenme noktasını ve bağıl nemi tarif edebilmelidir.
- Havanın nem tutabilmesinde basınç ve sıcaklığını etkilerini açıklayabilmelidir.
- Son soğutma işlemini tarif edebilmelidir.
- Kurutucuların, yağ tutucuların ve ayırıcıların görevlerini açıklayabilmelidir.

Beşinci Ders Hava İkincil (Hassas) Arıtılması

- Kirletici ayırmanın iki ana metodunu tarif edebilmelidir.
- Filtrelerin nasıl sınıflandırıldıklarını açıklayabilmelidir.
- Filtrelerde toplanan kirletici parçacıkların kategorilerini ve boyutlarını sıralayabilmelidir.
- En yaygın filtre ortam tiplerinin uygulamalarını sıralayabilmelidir.
- Yağlama cihazı bağlanması için sistem yerleştirmesini belirleyebilmelidir.

Altıncı Ders Boru Tesisatı, Hortumlar ve Bağlantı Elemanları

- Laminer akışın önemini belirtebilmelidir.
- Bir boruda basınç kaybı miktarını etkileyen faktörleri sıralayabilmelidir.
- Kompresörden çıkan boruların yönünü ve eğim miktarını belirleyebilmelidir.
- Boru, tüp-tipi boru ve hortum döşeme yöntemlerini tartışabilmelidir.

**Yedinci Ders
Yön Kontrol Valfleri**

- Kontrol valflerini belirlemenin dört metodunu tarif edebilmelidir.
- Elle kumandalı, iki yollu valflerin temel tiplerini sıralayabilmelidir.
- İki konumlu, doğrudan etkili, normalde kapalı solenoid valfin çalışmasını tarif edebilmelidir.
- Dört-yollu valf kullanmanın temel üstünlüğünü açıklayabilmelidir.
- Üç-yollu valfin yapısını tarif edebilmelidir.

**Sekizinci Ders
Basınç Kontrol Valfleri**

- Bir valfle kompresör çıkış basıncını kontrol etmenin iki yolunu sıralayabilmelidir.
- Basınç-tahliye valflerinin iki temel tipinin yapısını tarif edebilmelidir.
- Bir basınç ayarlayıcı ile basınç tahliye valfini ayırdedebilmelidir.

**Dokuzuncu Ders
Pnömatik Silindirler**

- Pnömatik ve hidrolik silindirler arasındaki farkı belirtebilmelidir.
- Tek-etkili bir silindirin yapısını ve çalışmasını tarif edebilmelidir.
- Egzos akış ölçüm kontrol valfinin amacını belirtebilmelidir.
- Mıyılı silindirin hareketini tarif edebilmelidir.
- Silindir ağzı ile valf ağzı arasındaki boyut bağıntısını açıklayabilmelidir.

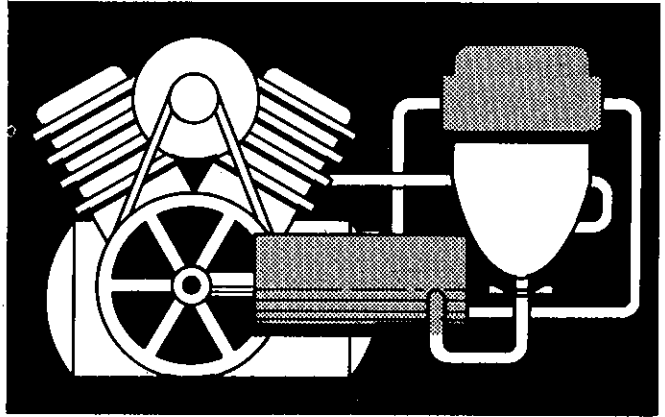
**Onuncu Ders
Motorlar**

- Pnömatik motorların sınıflandırılmasını açıklayabilmelidir.
- Torku tarif edebilmelidir.
- Pnömatik motorun yapısını tarif edebilmelidir.
- Hızı ve torku verilen bir motorun gücünü hesap edebilmelidir.
- Bir pnömatik motor ile döner hareketlendirici arasındaki farkı ayırdedebilmelidir.

Temel Pnömatik

Birinci Ders

Pnömatik Prensipier



Birinci Ders

Pnömatik Prensipler

Konular

Akışkanlı Güç Sistemleri
Pnömatik Sistemler
Kuvvet, Ağırlık ve Kütle
Basınç
İş ve Enerji
Difüzyon ve Dispersiyon
Gazların ve Sıvıların Ayrılması
Sıkıştırılabilirlik

Pnömatik Kanunları
Pnömatik Akışkan Gücünün İletimi
Pnömatik Manivela Sistemi
Havanın Özellikleri
Borularda Hava Akışı
Hava'nın Viskozitesi
Bernoulli Kanunu
Pnömatik Güç Sistemlerinin Elemanları

Akışkanlı Güç Sistemleri:

1.01 Tüm Endüstriyel tesisler herhangi bir tip akışkan ihtiva eden bir güç sistemi kullanır. Bu sistemde iş, basınç altında bulunan bir akışkan vasıtasıyla sağlanır. Bir akışkanlı güç sistemi, ısıtma veya soğutma gibi, bir işlemin sürecinin parçası olarak işlev yapabilir; veya basınçlı hava gibi, yardımcı hizmet sistemi olarak kullanılabilir. Bir akışkan, yağ veya su gibi bir sıvı ya da bir gaz olabilir. Endüstriyel uygulamalarda en çok kullanılan bir gaz olan basınçlı hava ile birlikte, azot ve karbondioksit de kullanılır. Kuvvet iletimi amacıyla bir sıvının kullanıldığı akışkanlı güç sistemine "Hidrolik Sistem" adı verilir. Bu sistem, Ünite 7'de incelenmişti. Kuvvet iletimini bir gaz kullanmak suretiyle sağlayan sisteme ise "Pnömatik Sistem" denir. "Pnömatik" kelimesi, görünmeyen gaz anlamına gelen Yunanca bir kelimeden türetilmiştir. Önceleri, "Pnömatik" kelimesi yalnızca, hava akışını ifade etmek için kullanılırdı. Günümüzde ise bu kelime, basınçlı bir sistemdeki herhangi bir gazın akışı için kullanılmaktadır.

Pnömatik Sistemler

1.02 Pnömatik sistemlerin iş yapma biçimlerinden bazıları; havalı el aletlerinin, doğrusal hareket cihazlarının, kapı açma sistemlerinin ve döner hareketli cihazların çalıştırılmasını içerir. Pnömatik kaldırma cihazı birçok ağır sanayi tesislerinde bulunabilir; pnömatik konveyörler ise ham maddelerin işlenmesi için kullanılırlar. Pnömatik sistemler, kimyasal işlem cihazında ve büyük kapasiteli iklimlendirme (klima) sistemlerinde mevcut akış valflerinin kontrolünde da kullanılır. Daha gelişmiş sistemlerde ise, sıralama kontrol valflerini çalıştırmak için pnömatikten, elektrik rölelerinde olduğu biçimde yararlanılır.

1.03 Bir sanayi tesisinde bulunan bir pnömatik sistemde, genellikle basınçlı hava kullanılır. Bu basınçlı hava vasıtasıyla; matkap, sıkma anahtarı, talaş kaldırma aletleri gibi havalı el aletleri ile birlikte mengene, torna aynası ve diğer sıkma aparatları çalıştırılır; mesafe stop'ları hareket ettirilir, basınçlı hava, sıcak metal kalıplı döküm ve plastik kalıplama makinalarının çalıştırılması ve ayrıca, imalat işlemlerinde kullanılan havanın temini için de kullanılır. Yukarıda sayılan pnömatik cihazların parçaları birbirinden farklı olmakla birlikte, hepsi de basınçlı havayı işe dönüştürür. Pnömatik

Özel pnömatik parçalar yapı ve görünüş olarak birbirinden farklı olmalarına ve çok sayıda değişik uygulamalar için kullanılmalarına rağmen bir pnömatik sistemin çalışmasını ve hareketini belirleyen ana çalışma prensipleri aynıdır. Bu ders, bu çalışma prensiplerinden bazılarının ana hatlarını açıklamaktadır.

Bir pnömatik ekipmanın çalışmasının ardında yatan prensiplere olan aşinalığınız, bir cihazın size ne ölçüde fayda sağlayacağını bilmenize yardımcı olacaktır. Pnömatik sistemin çalışma prensiplerinin iyi anlaşılması, çalışma esnasında ortaya çıkan işletme sorunlarını halletmeniz açısından da yarar sağlayacaktır. Aynı anlayış herhangi bir arıza ortaya çıkmadan veya sistemi arıza nedeniyle devreden çıkarma mecburiyeti doğmadan önce, söz konusu arızayı gidermek için gerekli tedbirleri alabilmenizi sağlayacaktır.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Pnömatik sistem	1.01: Kuvvet iletimi için bir gaz kullanılan sistem.
Kuvvet	1.04: Bir cismin konumunu veya hareketini değiştirmek için, o cisim üzerine etki eden itme veya çekme.
Yoğunluk	1.08: Bir cismin, özgül hacminin veya birim hacminin ağırlığı.
Basınç	1.10: Bir cismin veya bir maddenin üzerine etki eden kuvvet miktarının, bu kuvvetin etki ettiği alana bölünmesi ile bulunan bir değerdir.
Düzgün (laminar) akış	1.38: Hava tabakalarının, birbirine hemen hemen paralel olan çizgiler halinde hareketi.
Dinamik Viskozite	1.42: Hava moleküllerinin viskozitesi; havanın akışa karşı gösterdiği direnç.

sistemlere ve bunların çalışma prensiplerine geçmeden önce bazı kuvvet ve hareket kanunlarını, bu kanunların pnömatik prensipleri ile ilişkilerini, nasıl kullanıldıklarını gözden geçirelim.

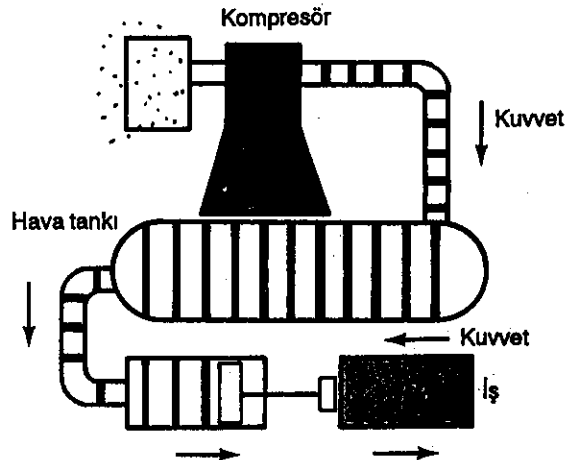
Kuvvet, Ağırlık ve Kütle

1.04 Kuvvet, bir cismin konumunu veya hareketini değiştirmek amacıyla, o cismin üzerine tatbik edilen bir itme veya bir çekme etkisidir. Bu etki; bir hareketi başlatmayı, durdurmayı ya da hareketin hızını veya yönünü değiştirmeyi kapsar. Bir pnömatik sistemin işlevini sürdürebilmesi için, sistemde devamlı olarak bir kuvvetin mevcut olması gerekir. Bu kuvveti de basınçlı hava sağlar.

1.05 Şekil 1.1'de görüldüğü gibi, bir kompresör havayı atmosfer basıncında emer, sıkıştırır ve bir tankın içine depolar. Tank içinde bulunan bu basınçlı hava ise, tanktan pnömatik donanıma giden hava borularına akar. Sistem elemanlarının ve kompresör çıkış valflerinin direnci nedeniyle basınç meydana gelir. Sistemde cihaz çalışmakta iken, yüksek basınçlı hava kuvvetinin, boru tesisatında oluşan akış direncini yenebilecek ve sistemin işini yapan ekipmanı çalıştıracak bir değerde olması gerekir. Sistemin iş yükü ne kadar büyükse, o kadar fazla kuvvete ihtiyaç vardır.

1.06 Bir cismin veya bir maddenin, cisim üzerine etki eden yerçekimi kuvveti veya çekim nedeniyle bir Ağırlığı mevcuttur. bir pnömatik sistemde; kompresörün, hava tankının, boru hatlarının, tüm sistem aksamının ve sistem içindeki havanın bile belli bir ağırlığı vardır. İster hava tankın içinde olsun, ister sistem içinde hareket etsin, bu böyledir.

Şekil 1.1 Bir Pnömatik sistemde kuvvet.



1.07 Bütün cisimlerin ve maddelerin bir "kütle"si vardır. Kütle, bir cismin bünyesindeki madde miktarını ve ataletini; yani, hareket etmeye karşı olan direncini belirtir. Bir cismin kütlesi, o cismin yerküre üzerindeki veya başka herhangi bir yerçekimi alanındaki ağırlığını belirler. Bir cismin "ataleti" ise, o cismi kaldırmak ya da hareket ettirmek veya hızını ya da hareket yönünü değiştirmek için ne kadar kuvvet gerektiğini belirtir.

1.08 Bir cismin "yoğunluğu", o cismin özgül hacminin veya birim hacminin ağırlığıdır. 1 m^3 "kuru" havanın, atmosfer basıncında ve 15.5°C sıcaklıktaki yoğunluğu $1.217 \text{ kg}'\text{dir}$. Bu, daha genel olarak, 1.217 kg/m^3 şeklinde ifade edilir. %100 bağıl nem ihtiva eden havanın, atmosfer basıncında ve 15.5°C sıcaklıktaki yoğunluğu ise 1.201 kg/m^3 'tür. Nemli havanın yoğunluğu kuru havanınkinden daha düşüktür; çünkü havanın içinde bulunan su buharı havanın fazla sıkışabilmesine izin vermez. Bunun sonucu olarak nemli havanın ağırlığı daha azdır. Yoğunluğu 1.217 kg/m^3 olan havanın 1 kg . ağırlık değerinde olabilmesi için, yaklaşık 0.821 m^3 hacminde olması gerekir.

1.09 Bildiğiniz gibi hava; su veya bir hidrolik akışkana kıyasla çok daha hafiftir. Havanın nispeten düşük yoğunlukta olması havayı, uzun mesafeli ve yüksek hız gerektiren uygulamalar için, elverişli kılar. Ayrıca, havanın ağırlığı ve ataletinin düşük olmasından dolayı, hidrolik sistemlerde bir valfin ani olarak kapanması halinde hidrolik akışkanın meydana getirdiği darbelere, pnömatik sistemde rastlanmaz.

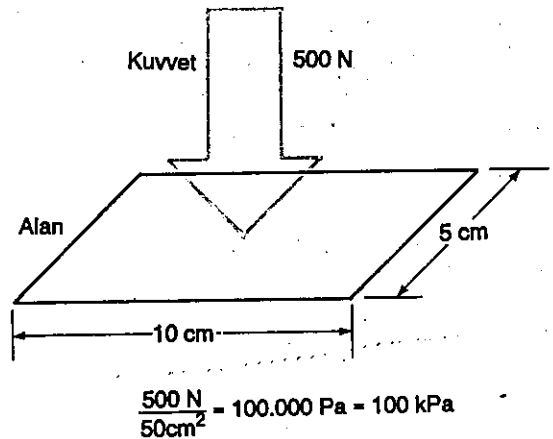
Basınç

1.10 Basınç; bir cisim üzerine etki eden kuvvet miktarının (Newton olarak), bu kuvvetin etkilendiği alana (metrekare olarak) bölünmesidir. Basınç, birçok şekilde ve birim cinsinden ölçülerek belirtilmekle birlikte; en yaygın kullanılan basınç birimi, bir metrekare alana etki eden N (Newton) cinsinden kuvvet; yani Pa (Pascal)'dır. Pascal'ın 1000 katı, kPa (kilopascal) ve 100.000 katı ise bar olarak adlandırılır. Eğer 0.005 m^2 'lik bir alan üzerine, 45 N .lik bir kuvvet etki ederse (Şekil 1.2), bunun sonucunda meydana gelecek basınç 9 Pa 'dır. Eğer belli bir alan (m^2) üzerindeki basınç (Pa) biliniyorsa; bu basıncın meydana getirdiği toplam kuvvet (N), basıncın alan ile çarpımına eşittir.

1.11 Pnömatik sistemlerde üç çeşit basınç değeri kullanılabilir. Bu değerler; atmosfer basıncı, atmosfer basıncının altındaki basınç ve pnömatik sistem basıncıdır. Deniz seviyesinde atmosfer basıncı 101.3 kPa 'dır. Deniz seviyesinden yükseldikçe basınç düşer, deniz seviyesinden daha aşağılara inilmesi halinde ise basınç yükselir. Basınç farkı, havanın kompresör emiş filtresi içinden geçerek silindire dolmasını da sağlar. Bu durum, kompresör emme strokunda iken meydana gelir ve bu esnada silindir içindeki basınç atmosfer basıncının altındadır.

1.12 Bir ortamda havanın (tamen veya kısmen) mevcut olmadığı ve

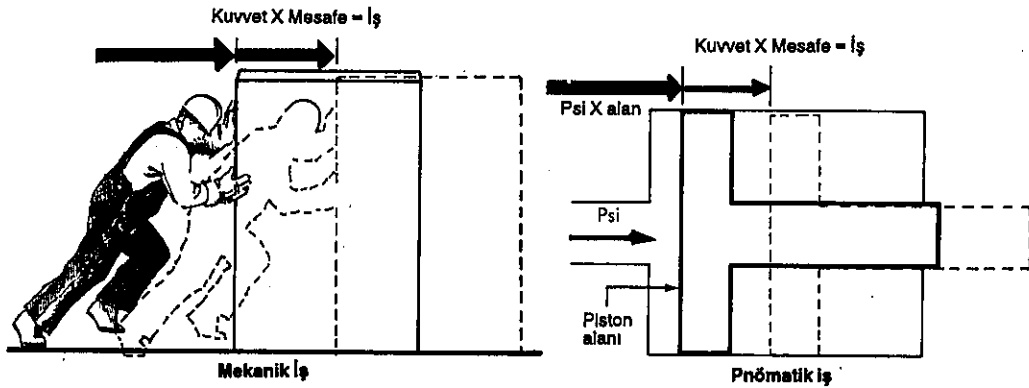
Şekil 1.2. Basıncın belirlenmesi.



basınç değerinin atmosfer basıncının altında olduğu duruma *Vakum* veya *Kısmi Vakum* denir. Bazı uygulamalarda, bu duruma "negatif basınç" veya "emme basıncı" adı da verilir. Vakum, bir civa sütunu vasıtasıyla veya özel ölçü aletleri yardımıyla ölçülür. Civa sütununun üzerinde bulunan havanın tamamı boşaltıldığında, tüpün altındaki civa haznesi üzerine atmosfer basıncı etki eder. Bu basınç, civa sütununu yaklaşık 760 mm'lik bir yüksekliğe çıkarır. Bazı uygulamalarda, vakum basıncı, "Pa" yerine "cm civa sütunu" cinsinden ölçülmekle beraber; bir pnömatik sistem içinde etki eden hava basıncı ekseriyetle "Pa, kPa veya bar" olarak ölçülür.

1.13 Bir pnömatik sistemdeki basınç manometrelerinin çoğu, yalnızca, kendi ortamlarındaki atmosfer basıncının üzerinde olan basıncı ölçer. Bir manometre sistemden ayrılığında, atmosfer basıncının üzerinde sıfır kPa değerini (0 kPa gösterge basıncını) gösterir. Bir pnömatik basınç göstergesinde 250 rakamı okunuyorsa; bu değer, hava basıncının atmosfer basıncı üzerinde 250 kPa olduğunu gösterir. Bu basınç değerine atmosfer basıncını ekleyiniz, bu durumda toplam basınç metre kare başına 351.3 kPa olur ki, bu da *mutlak basınç* adını alır. Sonuç olarak, manometrelerin gösterdiği değerler genellikle "kPa veya bar" cinsinden ifade edilir.

Şekil 1.3 Pnömatik ve mekanik "iş" in karşılaştırılması



İş ve Enerji

1.14 Bir kuvvet ("newton" olarak), belli bir mesafe içinde ("metre" olarak) hareket ettiğinde, bir "iş" yapılmış olur. Yapılan iş miktarı, aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi ifade edilir:

$$\begin{aligned} \text{İş} &= \text{Kuvvet (N)} \times \text{Yol (metre)} \\ &= \text{Joule} \end{aligned}$$

1.15 Bir pnömatik sistemde kuvvet Şekil 1,3'de gösterildiği gibi, bir silindir içinde hareket eden bir piston yüzeyine etki eden hava basıncı vasıtasıyla uygulanır. Bu pnömatik kuvvet, piston hareket ettikçe, strok boyunca etki eder. Aşağıdaki eşitlikleri kullanarak, piston tarafından yapılan işi belirleyebilirsiniz:

$$\text{Kuvvet (F)} = \text{Basınç} \times \text{Piston alanı}$$

$$= \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \text{m}^2 = \text{N}$$

İş (W) = Kuvvet X Pistonun katettiği mesafe

$$= N \times m$$

$$= \text{Joule}$$

Bu birimi kilojoule'ye çevirmek için 1000'e bölünüz:

$$\frac{J}{1000} = kJ$$

Bir sonraki sayfada yer alan programlı alıştırmlar, bu bölümdeki konuları ne derece anlamış olduğunuzu belirleyecektir. Alıştırmalara geçmeden önce, Öğrenci Eğitim Kılavuz'undaki ALIŞTIRMA ANAHTARI'nı çıkarınız ve üzerinde yazılı olan talimatları okuyunuz. Programlı Alıştırmalar üzerinde çalışma yaparken, bu talimatlara kesinlikle uyunuz.

1-1. Bir akışkanlı güç sisteminde kullanılan akışkan bir _____ veya _____ olabilir.	1-1. GAZ SIVI Bkz. 1.01
1-2. Basınçlı hava, aletlerin veya makinaların çalıştırılmasında, ya da _____ için kullanılabilir.	1-2. İMALAT PROSESLERİ Bkz. 103
1-3. Bir pnömatik sistemde, iş yapan kuvvet genellikle _____ biçiminde sağlanır.	1-3. BASINÇLI HAVA Bkz. 1.04
1-4. Bir sıkıştırılmış hava sistemindeki basınç, sistem aksamının ve kompresör _____ valflerinin dirençleri nedeniyle meydana gelir.	1-4. �IKIş Bkz. 1.05
1-5. Bir sistemdeki basınç, cihazı çalıştıracak ve hava akışına karşı _____ yenmeye yetecek kadar yüksek değerde olmalıdır.	1-5. DİREN�İ Bkz. 1.05
1-6. Bir cismi hareket ettirmek için gerekli kuvvet miktarı, o cismin _____ ile belirlenir.	1-6. ATALETİ Bkz. 1.07
1-7. Gösterge basıncı atmosfer basıncı _____ basıncını <i>havadaki/altındaki/üstündeki</i> belirtir.	1-7. ÜSTÜNDEKİ Bkz. 1.13
1-8. Piston alanı $0,005 \text{ m}^2$, stroku 30 cm olan ve 30 kPa basınçta çalıştırılan bir silindir tarafından yapılan iş miktarı _____ Joule'dur.	1-8. 45 Bkz. 1.15, şek. 1.3

1.16 Güç, verilen bir zaman süreci içinde (saniye), yapılan iş (Newton X metre) olup, Newton X metre/saniye, şeklinde tanımlanır. Güç miktarı, aşağıdaki eşitlik vasıtasıyla bulunabilir.

$$\text{Güç (P)} = \frac{\text{iş}}{\text{zaman}}$$

$$\frac{\text{Joule}}{\text{Saniye}} = \frac{\text{Newton X metre}}{\text{Saniye}}$$

1.17 Hesaplanan güç değerinin bir anlam ifade edebilmesi için, bir ölçü birimiyle karşılaştırılması gerekir. Güç ölçülmesinde kullanılan birim *Watt* (w) olup, aşağıdaki gibi hesaplanır :

$$\text{Watt} = \frac{\text{Newton X metre}}{\text{saniye}}$$

veya

$$\text{kW} = \frac{\text{kN . metre}}{\text{saniye}}$$

1.18 Güç kullanarak bir iş yapılabilmesi için, enerji sarfetmek şarttır. Enerjinin Korunumu Kanunu'na göre: "Enerji yoktan var edilemez veya yok edilemez, sadece şekli değiştirilebilir." Bu bakımdan, biz bir çeşit enerji kullanarak başka çeşit enerjiler elde ederiz. Bu enerjinin bir kısmı, faydalı iş yapar. Diğer bir kısmı ise, sadece sürtünme kuvvetini yenmek için harcanır. Sürtünmeyi yenen bu enerji kaybolmayıp, ısı enerjisine dönüşür.

1.19 Pnömatik sistemlerde kullanılan enerji tipleri, genellikle aşağıda belirtildiği gibidir:

- Kompresör tarafından meydana getirilen pnömatik enerji
- Basınçlı hava vasıtasıyla bir cisim kaldırıldığı veya hareket ettirildiği zaman hasıl olan kinetik enerji
- Kaldırılan veya hareket ettirilen cismin o andaki konumunda sahip olduğu potansiyel enerji
- Kompresör motorunda, kompresörde, hareket halindeki havada ve hareketli pistonda sürtünme nedeniyle meydana gelen ısı enerjisi

Difüzyon ve Dispersiyon

1.20 *Difüzyon*, bir gazın moleküllerinin başka bir gazın molekülleri ile çabuk bir biçimde karışarak çevreye yayılması olarak tarif edilebilir. Bu, bir sıvının gaz haline dönüşmesi olan "buharlaşıma" ile karıştırılmamalıdır. Sıkıştırılmış gazların çabuk bir biçimde ortam havasına karışmalarını önlemek için, söz konusu gazların kapalı tanklar içinde depolanmaları şarttır.

1.21 *Dispersiyon*, sıvı parçacıklarının bir gaz ile geçici olarak karışması şeklinde tarif edilebilir. Hava sıkıştırıldığında, kompresör yağlama yağı, kompresörün içinde hareket halinde olan hava tarafından sürüklenir ve havanın içinde bir süre asılı kalan ince parçacıklara karışarak dağılır. Eğer kompresörde yeterli miktarda ısı açığa çıkmış ise, yağın bir kısmı buharlaşarak çabuk bir biçimde havanın içine karışır. Basınçlı havanın içine dağılmış olan büyük yağ zerrecikleri; hava keskin köşeler etrafından geçerken veya düz bir plâkaya çarptığında, yahut bir süzgeçten geçerken, ya da tankın içinde hareketsiz hale geldiğinde; havadan ayrılarak düşerler. Havanın içine yayılmış olan ince yağ zerreciklerinin ve yağ veya su buharının havadan ayrıştırılması çok daha zordur.

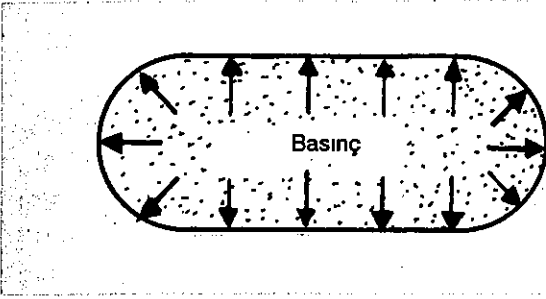
Gazların ve Sıvıların Birbirlerinden Ayrılması

1.22 Difüzyon ve dispersiyon olayının en az düzeyde tutulması gerekli olmasına rağmen, sıvılar (özellikle su) devamlı olarak buharlaşarak çevrelerinde bulunan gazların içine karışır. Sıvılar, gazlara kıyasla daha ağır oldukları için, gazlarla hemen karışmazlar. Bu nedenle, hava ve asılı durumdaki su ve yağ aynı tank içine konduğunda veya aynı hava hattının içinden geçirildiğinde su veya yağ aşağı çökerek, en alt noktalara doğru akacaktır. Dik konumdaki bir hava borusunun tabanında genellikle su birikmesinin nedeni budur. Biriken bu su, boru tabanında bulunan bir boşaltma vanası vasıtasıyla dışarı atılır.

Sıkıştırılabilirlik

1.23. Fiilen sıkıştırılmaz özellikte olan sıvıların aksine, hava kolayca sıkıştırılabilir ve nispeten küçük hacimli kaplar içinde büyük miktarlarda depo edilebilir. Hava ne kadar çok sıkıştırılırsa, basıncı da o oranda artar. Bir depolama tankının içindeki basınç ne kadar yüksekse, tankın da o nispette sağlam olması şarttır.

Şekil 1.4. Bir kapalı Kap İçindeki Basıncı Havanın Hareketi



Pnömatik Kanunları

1.24 Pnömatik sistemlerin durumu kontrol eden ve en fazla bilinen fizik kanunlarından biri Paskal Kanunu'dur. Paskal Kanununa göre; bir gaz kapalı bir kap içinde ve basınç altında tutulduğunda, basınç, gaz tarafından her yönde eşit olarak iletilir. Bu durum Şekil 1.4'de gösterilmiştir. Eğer kap esnek bir malzemeden yapılmışsa, küresel (balon biçiminde) bir şekil alır.

Basıncı gaz tanklarının çoğu uzun silindir şeklinde olup, baş tarafları basıncı daha etkili bir biçimde tutabilmek amacıyla, yarım küre şeklindedir. Bu tasarım kullanılarak basıncı bir kap, iş emniyetinden fedakârlık etmeden, daha ince çelik sac plâkalardan imal edilebilir.

1.25 Bir gazın basıncı ile hacmi arasındaki ana bağıntı Boyle Kanunu'nda verilmiştir. Bu kanuna göre, "Kapalı bir kap içinde ve sabit sıcaklıkta bulunan belli miktardaki bir gazın mutlak basıncı, gazın hacmi ile ters orantılı olarak değişir." Bunun anlamı; örneğin 101.3 kPa mutlak basınçta ve 10 dm³ hacmindeki hava 1 dm³ hacme kadar sıkıştırıldığı takdirde; hava sıcaklığının sabit kalması şartıyla, basınç 1013 kPa değerine çıkacaktır. Şekil 1.5, aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanabilen bu ilişkiyi göstermektedir.

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

Bu eşitlikte; P_1 ve P_2 sıkıştırma işleminden önceki ve sonraki basınçlar, V_1 ve V_2 ise sıkıştırmadan önceki ve sonraki hacimlerdir. Yukarıdaki eşitlik şu şekilde de ifade edilebilir:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \text{ veya } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Atmosfer basıncının etkilerini de dikkate alabilmek amacıyla; problemi çözmeden önce, basınç

değerini gösterge basıncından mutlak basınca, problemi çözdükten sonra da, sonucu tekrar gösterge basıncına çevirmeyi unutmayınız. Mutlak basınç (P_m) ve gösterge basıncı (P_g) arasındaki ilişki:

$$P_m = P_g + 101.3 \text{ kPa}$$

ve

$$P_g = P_m - 101.3 \text{ kPa}$$

eşitlikleri ile ifade edilir.

1.26 Yukarıdaki gibi bir sıkıştırma problemi, genellikle şu şekilde karşınıza çıkar: 198.7 kPa basınçta ve 0.3 m³ hacimdeki hava 0.15 m³ hacme sıkıştırıldığında gösterge basıncı ne olur? Bu problem şu şekilde çözülür:

$$198.7 \text{ kPa} + 101.3 \text{ kPa} = 300 \text{ kPa}$$

$$P_2 = P_1 \times \frac{V_1}{V_2} = 300 \times \frac{0.3}{0.15} = 600 \text{ kPa (mutlak basınç)}$$

$$P_{sig} = P_{sia} - 101.3 \text{ kPa}$$

$$= (600 \text{ kPa}) - (101.3 \text{ kPa}) = 498.7 \text{ kPa (gösterge basıncı)}$$

Basınç değerlerinin daima, gösterge basıncı yerine, mutlak basınç cinsinden hesaplanması gerektiğini unutmayınız. Aksi takdirde, çok farklı ve yanlış bir cevap elde etmiş olursunuz.

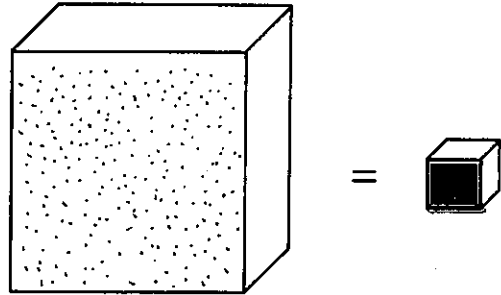
1.27 Isı ile ilgili diğer bir fizik kanunu da Charles Kanunu'dur. bu kanuna göre; "Kapalı bir kap içinde bulunan belli miktardaki bir gazın hacmi sabit kaldığı takdirde gaz basıncındaki değişme, gazın mutlak sıcaklığının (T) değişmesi ile doğru orantılıdır." Bu, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1}$$

1.28 Charles Kanunu, ayrıca, şunu da ifade eder; "Eğer kapalı bir kap içinde bulunan belli miktardaki bir gazın basıncı sabit kalırsa, gazın hacmindeki (V) değişme, gazın sıcaklık değişimi ile doğru orantılıdır." Bu, aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

$$V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1}$$

Şekil 1-5 Boyle Kanunu



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

$$101.3 \text{ kPa} \times 10 \text{ dm}^3 = 1013 \text{ kPa} \times 1 \text{ dm}^3$$

1.29 Yukarıdaki eşitliklerin her iki-

sinde de sıcaklık, mutlak sıcaklık olarak belirtilmiştir. Charles Kanununun uygulanmasında mutlak sıcaklık değerinin kullanılmasının nedeni, Santigrad sıcaklık derecelerinin kullanılmasından dolayı ortaya çıkabilecek karışıklığı önlemektir. Mutlak Sıcaklık, mutlak sıfır noktası olan - 273.16 °C veya 0 K (sıfır derece Kelvin)'de başlar. Bu esasa göre: 0°C sıcaklık 273.16 K mutlak sıcaklık değerine, 20°C sıcaklık ise 293.16 K (273.16 + 20) değerine eşittir.

1.30 Sıcaklığını değiştirmeksizin havanın sıkıştırılması imkansız olduğundan, gerçek bir pnöma-

tik sistemde Boyle ve Charles kanunları birbirinden ayrı olarak uygulanamaz. Bu kanunların her ikisi de, aşağıdaki eşitlikle ifade edilen İdeal Gaz Kanunu'na uygun olarak, birlikte kullanılabilir:

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

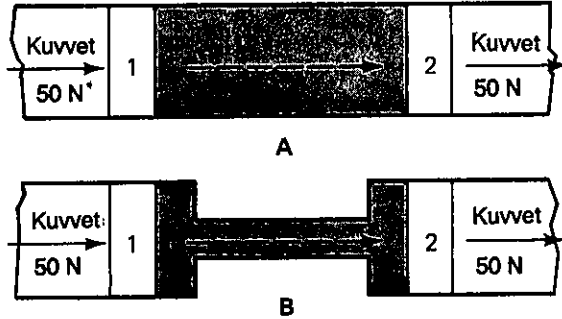
Bu eşitliğe göre yapılacak hesaplamalarda, mutlak basınç kPa veya bar ve mutlak sıcaklık (K) değerlerinin kullanılması gerektiğine dikkat ediniz. Bu eşitlik, bir gazın ikinci haldeki basıncının, hacminin ve sıcaklığının, gazın ilk haldeki basınç, hacim ve sıcaklık değerlerine eşit olduğunu da göstermektedir. Bununla beraber, gerçek uygulamalarda; rutubet, sürtünme ısısı ve verim kayıpları gibi diğer faktörler gazın durumunu etkiler fakat, İdeal Gaz Kanunu, projelendirme hesaplarında yine de önemli bir eşitlik olarak kullanılmaktadır.

Pnömatik Akışkan Gücünün İletilmesi

1.31 Sıkıştırılmış havanın, bir iş yapılması için kullanılması, buraya kadar açıklanmış olan tüm konuların uygulanmasını gerektirir. Şekil 1-6A'da gösterildiği gibi, 1 no.'lu pistonu 50 N'lik bir kuvvet tatbik edildiği takdirde, bu kuvvet silindir içindeki hava vasıtasıyla 2 no.lu pistonu iletir. Pascal Kanuna göre, kapalı bir kap içinde bulunan bir gazın hasıl ettiği basınç, gazın temas ettiği her noktada eşittir. Bu nedenle, 1 no.lu pistonun meydana getirdiği iç hava basıncı 2 no.lu pistonu ileriye iter. Eğer her iki pistonun yüzey alanı birbirine eşitse, 2 no.lu piston yüzeyinde meydana gelen kuvvet, 1 no.lu pistonu uygulanan kuvvet ile aynıdır (sürtünme kayıplarının dikkate alınmaması şartıyla).

1.32 Şekil 1.6'daki tek silindir yerine, Şekil 1-6B'de birbirinden ayrı iki silindir yer almaktadır. Her iki silindir aynı çapa sahip olup, uygun bir hava hattı ile birbirine bağlanmıştır. Pnömatik sistem aynı olduğundan, Şekil 1-6 A'daki şartlar aynen geçerlidir. 1 no.lu pistonu uygulanan kuvvet, akışkan (gaz) vasıtasıyla 2 no.lu pistonu iletilmektedir.

Şekil 1-6. Kuvvetin İletilmesi



12 Programlı Alıştırmalar

1-9. Güç, yapılan iş miktarının ile bölünmesiyle hesaplanır.	1-9. ZAMAN (İŞİN YAPILMASI İÇİN GEÇEN SÜRE) Bkz. 1.16
1-10. Basınçlı hava sistemindeki pnömatik enerji, bir tarafından sağlanır.	1-10. KOMPRESÖR Bkz. 1.19
1-11. Bir gazın moleküllerinin başka bir gazla çabuk biçimde karışmasına denir.	1-11. DİFÜZYON Bkz. 1.20
1-12. Bir kapalı kap içindeki gazın kabın civarlarına yaptığı basınç, tüm yönlerde dir.	1-12. EŞİT Bkz. 1.24, Şek. 1-4
1-13. $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ eşitliği; bir gazın basıncı ve hacmi değiştiği halde, bunların çarpımının her zaman olduğunu ifade eder.	1-13. EŞİT veya AYNI Bkz. 1.25, Şek. 1-5
1-14. Basınç ve hacim değişimlerinin doğru olarak hesaplanabilmesi için, bu değerlerin daima basınç esasına göre kullanılması gerekir.	1-14. MUTLAK Bkz. 1.26
1-15. Charles Kanununa göre; eğer bir gazın hacmi sabit kalırsa, gazın basıncı, bağı olarak değişir.	1-15. SICAKLIĞINA ($P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1}$) Bkz. 1.27
1-16. Eşit ebattaki iki pistondan birine 100 N'luk bir kuvvet etki ettiği takdirde, ikinci piston N'luk bir kuvvet meydana getirecektir.	1-16. 100 Bkz. 1.31, Şek. 1-6

Pnömatik Manivela Sistemi

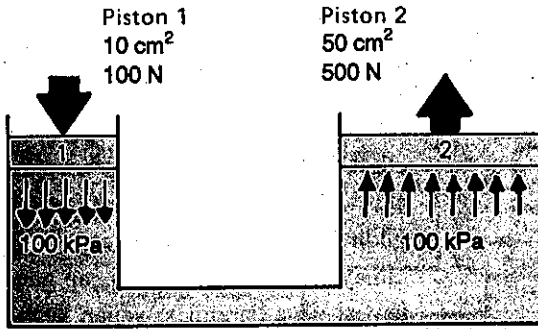
1.33 Şekil 1.6'dakine benzer biçimde, bir hava borusu vasıtasıyla birbirine bağlanmış çift pistonlu bir düzen Şekil 1-7'de gösterilmiştir. Ancak, burada pistonlar dik konumda yerleştirilmiş olup, ebatları da birbirinden farklıdır. 1 no.lu pistona 100 N'luk bir kuvvet etki ettiği takdirde, bu kuvvet 10 cm^2 'lik bir alana dağılmaktadır. 1 no.lu pistonun altında ve 2 no.lu pistonun alt yüzeyindeki 50 cm^2 'lik alan dahil olmak üzere, sistemin tamamında 100 kPa'lık bir pnömatik basınç meydana gelir. Bu 100 kPa'lık pnömatik basınç 2 no.lu piston üzerinde maksimum 500 N'luk bir kuvvet meydana getirir. Bu kuvvet artışı, bir *Pnömatik Manivela Sistemi* olup, benzer uygulamalarda görülebilir.

1.34 Eğer 2 no.lu pistona 500 N'luk bir kuvvet uygulanırsa, 1 no.lu piston üzerinde meydana gelecek kuvvet sadece 100 N'dur. Hesap işlemi aynıdır:

$$500 \text{ N} \div \frac{50 \text{ cm}^2}{10.000} = 100.000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

$$100 \text{ kPa} \times 10 \text{ cm}^2 = 100.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{10000} = 100 \text{ N}$$

Şekil 1-7. Eşit Olmayan Piston Alanları



Bu durumda, pnömatik manivela kuvveti (veya pnömatik kuvvet) azalmıştır.

1.35 Hatırlanması gereken bir başka kaldırma prensibi de, her kuvvet artışında, buna tekabül eden hareket miktarının azalmasıdır. Şekil 1-7'deki 1.no.lu piston 5 cm hareket ettiğinde, silindirin altında 50 cm^3 ($5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^3$) hacmindeki bir hava kütlelerinin yer değiştirmesini sağlar. Bu 50 cm^3 'lük hava kütlesi sistem vasıtasıyla 2 no.lu pistona iletilir. 50 cm^3 hacmin-

deki hava, 50 cm^2 'lik 2 no.lu piston alanı üzerine etki ederek, pistonun 1 cm'lik bir mesafe kadar hareket etmesine neden olur ($50 \text{ cm}^3 \div 50 \text{ cm}^2 = 1 \text{ cm}$).

1.36 Şekil 1-7'deki örnek, 5'e (5/1) oranında bir basınç artışına karşılık, bununla tamamen ters orantılı (1/5) bir hareket azalması olduğunu göstermektedir. Herhangi bir manivela sistemi için, bu ters orantı geçerlidir. Eğer ilk kuvvet küçük piston yerine büyük pistona uygulanırsa, küçük piston üzerine etki eden kuvvet azalır, fakat hareket mesafesi artar.

Havanın Özellikleri

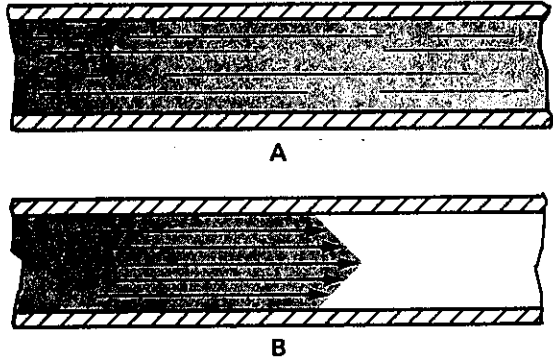
1.37 Buraya kadar, havanın sıvılardan daha hafif (yoğunluğunun daha az) olduğunu ve başka bir gazın içinde difüzyon özelliği gösterdiğini; su ve yağ buharlarının havanın içine difüzyon yolu ile yayılabileceğini ve yağ zerreciklerinin hava içerisinde asılı kalabileceğini inceledik. Ayrıca havanın sıkıştırılabilir olduğunu ve kapalı bir kap içinde bulunan belli miktardaki bir hava kütlelerinin basınç, hacim ve sıcaklık değerleri arasındaki ilişkileri de öğrenmiş bulunuyoruz. Havanın kuvvet ve hareketi ne ölçüde iyi ve ne çabuklukta iletebileceğini anlamak için, hava ve hava akışı ile ilgili bazı

hususları bilmeniz gerekir.

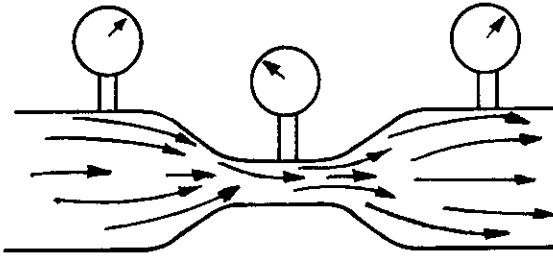
Borularda Hava Akışı

1.38 Bir pnömatik sistemde *düzgün* ya da *laminar* akış, hava akımının en ideal şeklidir; çünkü, bu tip akışta hava tabakaları hemen hemen birbirine paralel çizgiler halinde hareket ederler (Şekil 1-8A). Diğer bütün akışkanlarda olduğu gibi, borunun iç yüzeyine en yakın olan hava tabakası en yavaş hareket eder. Bunun nedeni, akışkan ile boru arasındaki sürtünmedir. Hareket halindeki akışkanın (havanın) bu en dış tabakaya en yakın olan tabakası biraz daha hızlı hareket eder ve bu şekilde, diğer tabakaların hızı akış eksenine doğru, gittikçe artar. Şekil 1-8B, en yüksek akış hızının bir boru eksenine en yakın konumda meydana geldiğini göstermektedir.

Şekil 1-8 Düzgün (Laminar) Akış



Şekil 1-9. Bernoulli Kanunu'nun Açıklanması



1.39 Türbülanslı Akış şartları, genel olarak akış kesitinin istenilen hava akış hızı için gereken kesit alanına kıyasla çok küçük olması nedeniyle meydana gelir. Havanın yoğunluğu ve viskozitesi de türbülanslı akış üzerinde etkili olmakla birlikte; bunların etkisi, akış kesiti ve akış hızı kadar fazla değildir. Pürüzlü cidarlı ve düzgün şekilli olmayan boru kesitleri, ani çap genişlemesi veya daralması yapan kesitler

ve akış yönünün birdenbire değişmesi gibi etkenlerin tümünden kaçınılmalıdır. Havanın daha küçük ebatlı bir kesit içinden geçmesi gerektiğinde çap daralması (redüksiyon), düzgün ve tedrici bir biçimde olmalıdır.

1.40 Türbülanslı akış havayı ısıtır, daha yüksek hava basıncı gerektirdiği için güç kaybına neden olur, pnömatik ekipmanın hava giriş ve çıkış ağzlarında ve akış kesitlerinde hasar meydana getirebilir.

Havanın Viskozitesi

1.41 Havanın *viskozitesi* havanın içindeki sürtünmenin bir ölçüsü olduğu için, akışa karşı bir direnç olarak tanımlanabilir. Daha açık bir ifade ile, bir akış kesitinde laminar akım halinde, yani birbirini üzerinde kayarak hareket etmekte olan üst üste iki hava tabakası arasındaki direnç değeridir.

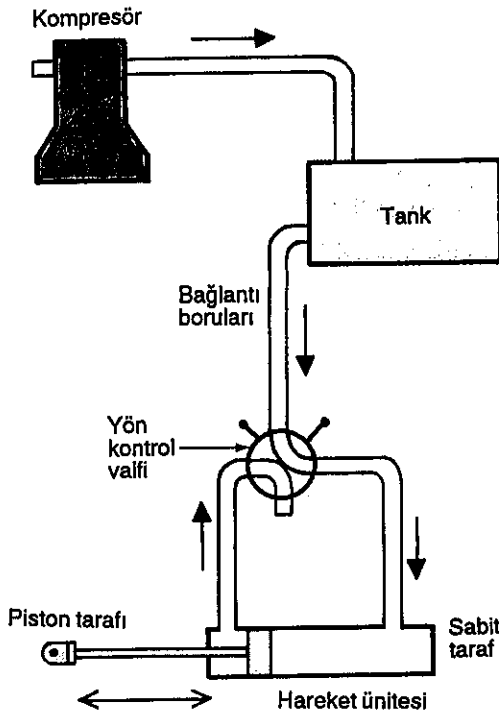
1.42 Havanın viskozitesi, *dinamik viskozite* olarak bilinir. Bu, hava moleküllerinin sıcaklık artışı ile birlikte etkinlik durumunu belirten bir ölçüdür. Sıcaklık arttıkça, moleküller hareket halinde iken çok daha sık olarak birbirlerine çarparlar. Bu durum, moleküllerin daha büyük değerlerde bir akış direncine ve keza daha yüksek bir dinamik viskoziteye sahip olacağını ifade eder.

Bernouilli Kanunu

1.43 Bir pnömatik sistem içindeki basınçlı hava; "kinetik" ve *potansiyel* enerji olmak üzere iki tip enerjiye sahiptir. Kinetik enerji, hava hareket halinde iken mevcuttur. Potansiyel enerji ise hava basıncının bir sonucu olarak meydana gelir. Bernouilli Kanunu'nun belirttiği üzere; eğer havanın hızı artarsa havanın kinetik enerjisi de artar; fakat havanın sahip olduğu toplam enerji (potansiyel enerji + kinetik enerji) sabit kalır. Toplam enerji sabit kalmakla beraber; kinetik enerji arttığı takdirde,

çapı düşürülmüş bir kesit içinden akmakta olan havanın potansiyel enerjisi azalır. Potansiyel enerjinin azalması halinde ise, Şekil 1-9'da gösterildiği gibi, havanın basıncı da düşer.

Şekil 1-10 Bir Pnömatik Sistemin Ana Elemanları



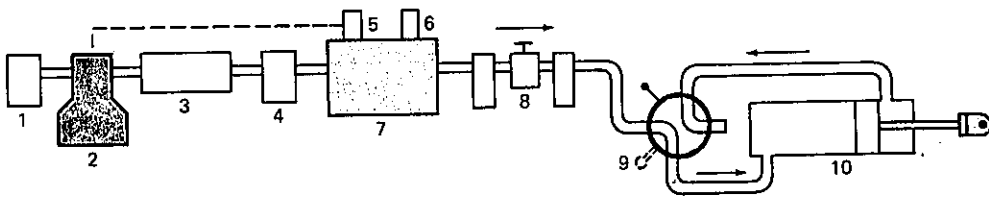
Pnömatik Güç Sistemlerinin Elemanları

1.44 Sanayi tesislerinde çok çeşitli pnömatik sistemler kullanılır. Pnömatik sistem, iş yapmak için gerekli kuvvet iletimini sağlamak amacıyla, içinde kontrollü basınç altında hava kullanılan bir boru tesisatı devresidir. Bu sisteme, atmosfer basıncındaki havayı emmesi ve iş yapıldıktan sonra da havayı tekrar atmosfere atması nedeniyle, *açık sistem* adı verilir.

1.45 Şekil 1-10'da ana elemanları gösterilen bir pnömatik sistem, genellikle daha büyük kapasiteli bir iş performansı sağlayabilecek ve sistemin daha güvenilir biçimde işlev yapabilmesini temin edebilecek diğer eleman-

ların ilave edilmesiyle geliştirilerek tadil edilebilir. Şekil 1-11'de gösterilen ve aşağıda belirtilen elemanlar, bir ana pnömatik sistemin tadil edilerek geliştirilmiş şeklini oluşturur:

Şekil 1-11 Bir ana pnömatik sistemin tadil edilmiş şekli



- Sistem tarafından kullanılan havayı temizlemek için kullanılan bir giriş filtresi ve susturucu (1)
- Ortam havasını sıkıştırmak ve basınç altında ilgili cihaza sevk etmek için, bir kompresör(2)
- Basınçlı hava için bir son soğutucu (3)
- Havadan ayırmak için, bir ayırıcı (4)
- Kompresörü gerektiği gibi çalıştırmak ve durdurmak için, bir basınç şalteri (5)
- Basınç şalteri arıza yaptığı takdirde devreye giren bir basınç tahliye valfi (emniyet valfi) (6)
- Basınçlı havayı depolamak için, bir tank (7)
- Havanın kullanım için gerekli özelliklere sahip olacak şekilde hazırlanması için; bir filtre, basınç ayarlayıcı ve yağlama grubu (8)
- Gerekli emniyet tertibatı ile komple bir yön kontrol valfi (9)
- Gereğine uygun olarak her bir iş istasyonuna yerleştirilmiş birer hareket ünitesi. Bu ünite; bir silindir, motor veya hava kumandalı pompa olabilir.
- Basınçlı havanın sistem içinden doğru iletilmesini sağlamak için boru tesisatı. Bu boru tesisatı, damlama kollarını ve boruların içinde çökelmiş olan pisliklerin dışarı atılmasını sağlayan vanalarıyla birlikte pislik tutucularını da içerir.

Aşağıdaki Bölümlerde, bu sistem elemanları daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

1-17. Farklı ebatta iki piston ihtiva eden bir sistemde meydana gelen kuvvet artışına _____ adı verilir.	1-17. PNÖMATİK MANİVELA TERTİBATI Bkz. 1.33
1-18. Alanı 10 cm^2 olan bir pistona uygulanan 50 N'luk bir kuvvet 75 cm^2 'lik bir alana sahip olan bir başka pistona iletildiği takdirde, ne kadarlık bir kuvvet elde edilir?	1-18. 375 N. Bkz. 1.33, Şekil 1-7
1-19. Bir pnömatik sistemde ne zaman bir pnömatik kuvvet artışı meydana gelse, hareket mesafesinde bir _____ olur.	1-19. AZALMA Bkz. 1.35, Şekil 1-7
1-20. Bir pnömatik sistemde, basınç artışı ve hareket mesafesinde azalmadan oluşan manivela oranı daima _____ yönde etki eder.	1-20. TERS Bkz. 1.36
1-21. Bir pnömatik sistemdeki ideal hava akışına _____ hava akışı denir.	1-21. DÜZGÜN (LAMİNAR) Bkz. 1.38, Şekil 1-8
1-22. Bir pnömatik sistemdeki turbulanslı akış, güç _____ neden olur.	1-22. KAYBINA Bkz. 1.40
1-23. Havanın viskozitesi, havadaki _____ nin bir ölçüsüdür.	1-23. DAHİLİ SÜRTÜNME Bkz. 1.41
1-24. Bir basınçlı hava sisteminde, toplam enerji (kinetik ve potansiyel enerji toplamı) daima _____ kalır.	1-24. SABİT Bkz. 1.43, Şekil 1-9

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 1-1 Bir pnömatik sistemde, kompresör havası, aşağıdaki amaçların hangisi için kuvvet sağlar?
- ☐ a) Kompresörü soğutmak
☐ b) İş yapmak
☐ c) Çiğ noktasını kontrol etmek
☐ d) Cihaz ve aletleri yağlamak
- 1-2 Bir cismin ataletini, aşağıdakilerden hangisi ifade eder?
- ☐ a) Hız
☐ b) Yoğunluk
☐ c) Özgül ağırlık
☐ d) Harekete karşı direnç
- 1-3 Pa, neyin kısaltılmış şeklidir?
- ☐ a) Metre kare başına düşen Newton kuvvet (gösterge basıncı)
☐ b) Metre kare başına düşen basınç (gösterge basıncı)
☐ c) Basınç ikaz göstergesi değeri
☐ d) Newton cinsinden kuvvet ikaz göstergesi değeri
- 1-4 Bir pnömatik silindir tarafından yapılan iş miktarı, aşağıdaki değerlerden hangisi ile kuvvetin çarpımına eşittir?
- ☐ a) Basınç
☐ b) Zaman
☐ c) Piston alanı
☐ d) Piston hareket mesafesi
- 1-5 Bir hava kompresörü tarafından üretilen enerji tipi aşağıdakilerden hangisidir?
- ☐ a) Elektrik
☐ b) Kinetik
☐ c) Pnömatik
☐ d) Dinamik
- 1-6 $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ eşitliğini kullanarak; $P_1 = 500$ (kPa), $V_1 = 100$, $V_2 = 10$ ise P_2 'yi bulunuz. (tüm hesaplamaları 'mutlak basınç' cinsinden yapmayı unutmayınız)
- ☐ a) 500 kPa
☐ b) 5000 kPa
☐ c) 6013 kPa
☐ d) 60130 kPa
- 1-7 Bir silindir içindeki gaza ısı tatbik edildiğinde ne olur?
- ☐ a) Basınç artar
☐ b) Hacim artar
☐ c) Silindir genişler
☐ d) Kütle azalır
- 1-8 Küçük miktarda basınç oluşturmak suretiyle büyük bir cismin hareket ettirilebilmesini sağlayan kuvvete ne denir?
- ☐ a) Diferansiyel güç
☐ b) Güç oranı
☐ c) Pnömatik manivela kuvveti
☐ d) Pnömatik güç
- 1-9 Bir pnömatik sistemde bulunan ve 2,5/1 değerindeki bir manivela oranına (manivela kuvveti artış oranına) sahip olan küçük bir piston 5 cm hareket ettiği takdirde, büyük piston ne kadar hareket eder?
- ☐ a) 12,5 cm
☐ b) 5 cm
☐ c) 2,5 cm
☐ d) 2 cm
- 1-10 Bernouilli prensibine göre, bir pnömatik sistem içinde bulunan bir gazın toplam enerjisi (potansiyel + kinetik) daima
- ☐ a) dalgalanır
☐ b) artar
☐ c) azalır
☐ d) sabit kalır

Bölüm Özeti

Pnömatik sistemlerde kuvvet ile iletimi için, basınç altında tutulan bir gazdan (örneğin sıkıştırılmış hava) yararlanılır. Kuvvet, bir cismin konumunu veya hareketini değiştirmek için söz konusu cisme tatbik edilen bir itme veya çekme etkisidir. Sistem ne kadar fazla iş yaparsa, etki eden kuvvet de o nispette büyük demektir.

Bir pnömatik sistemdeki kuvvet, basınç ile piston alanının çarpımına eşittir. Piston tarafından yapılan iş de, uygulanan kuvvet ile pistonun hareket mesafesinin çarpımıdır. İş miktarının işin yapılması için geçen süreye bölünmesiyle bulunan değer ise sistemin gücüdür. Güç, genellikle Watt veya kilowatt cinsinden ölçülür.

Bir pnömatik sistem içinde bulunan bir gazın göstereceği özellikler, çok iyi bilinen birkaç fizik kanunu ile tanımlanır. Bu kanunlara göre, bir kapalı kap içinde basınç altında tutulan bir gaz, şu karakteristik özelliklere sahiptir; 1) Basıncı her yöne eşit olarak iletir. 2) Sabit sıcaklıkta, gazın basıncı ve hacmi birbiriyle ters orantılı olarak değişir. 3) Sabit hacimdeki gazın basıncı, sıcaklığı ile doğru orantılı olarak değişir. 4) Sabit basınçtaki gazın hacmi, sıcaklığı ile doğru orantılı olarak değişir. Bu derste verilen eşitliklerden yararlanarak hesap yaparken, daima mutlak sıcaklık ve mutlak basınç değerlerini kullanınız ve diğer faktörlerin de gazın özelliklerini etkileyebileceğini unutmayınız.

Uygulamalar

- 1-1. Bulunduğunuz tesiste, hangi sistem veya makinalar pnömatik olarak çalışmaktadır? Cevaplarınızı, aşağıdaki boş yerlere yazınız.

- 1-2. Bulunduğunuz tesiste, pnömatik olarak çalışan sistem veya ekipman kullanılmasının sağladığı avantajlardan bazıları nelerdir? Cevaplarınızı aşağıya yazınız.

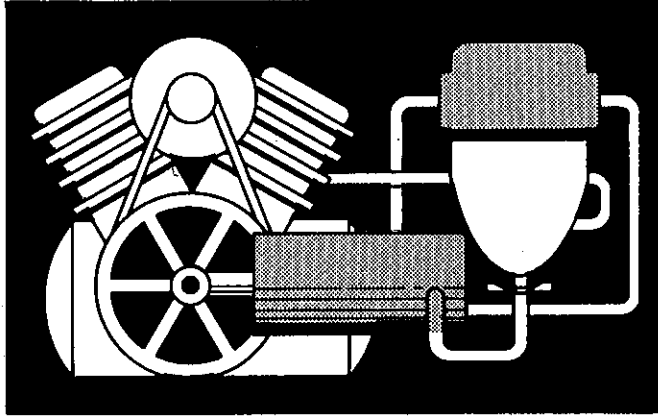
Kendini Kontrol Sınav Cevapları

- | | |
|--|--|
| 1-1. b. İş yapmak (Bkz. 1.01) | 1-6. b. 6013 kPa
Bkz. 1.25, Şekil 1-5 |
| 1-2. d. Harekete karşı direnç
(Bkz. 1.07) | 1-7. a. Basınç artar
Bkz. 1.127 |
| 1-3. a. İnç kare başına düşen libre kuvvet
(gösterge basıncı)
Bkz. 1.13) | 1-8. c. Pnömatik manivela kuvveti
Bkz.1.33, Şekil 1-7 |
| 1-4. d. Piston hareket mesafesi
Bkz. 1.15, Şekil 1-3) | 1-9. d. 2 cm
Bkz. 1.35, Şekil 1-36 |
| 1-5. c. Pnömatik Bkz. 1.19 | 1-10. d. Sabit kalır
Bkz.1.43,Şekil 1-9 |

Temel Pnömatik

İkinci Ders

Pistonlu kompresörler



İkinci Ders

Pistonlu Kompresörler

Konular

Kompresörün Çalışma Prensibi
Kompresörlerin Sınıflandırılması
Pozitif Yerdeğiştirmeli Kompresörler
Pistonlu Kompresörün Çalışma Prensibi
Tek ve Çift Etkili Kompresörler
Kompresörün Yapısı

Soğutma Gücü ihtiyacı
Kompresör Yağlama Sistemi
Yağlamasız Tip Kompresörler
Kompresör Kontrol Sistemleri
Kompresör Aksesuarları
Pistonlu Kompresörlerin Avantajları

Kompresörün Çalışma Prensibi

2.01 Bir kompresör, hava emme ağzında kısmi bir vakum yaratarak iş görür. Bu vakum, atmosfer basıncındaki havanın giriş filtresi içinden geçerek kompresörün içine emilmesini sağlar. Kompresör, emilen havayı sıkıştırarak hacmini azaltır ve böylece basıncını artırır. Basıncı hava da, kompresör çıkış valfleri içinden geçerek bir depolama tankına gider. Kompresör, yalnızca depolama tankındaki basınç düşük değerde olduğu zaman çalışır. Tank içindeki basınç önceden ayarlanmış bir değere ulaştığında, kompresörün çalışması durur. Çıkıştaki boşaltma valfleri vasıtasıyla, havanın tanktan geriye doğru akarak tekrar kompresörün içine girmesi önlenir.

2.02 Hava boruları, depolama tankını basıncı havanın kullanıldığı kısımlara irtibatlandırır. Boru hattı basıncı tank basıncından daha düşük olduğu takdirde, tanktan boru hattının içine doğru hava akımı meydana gelir. Boru hattı ile tank arasındaki basıncın eşitlenmesi (denge durumuna gelmesi) halinde ise, boru hattı içine artık hiç hava akışı olmayacaktır. İşte bu noktada sistem tamamen "yükli" durumdadır.

2.03 Gereksiz çalışmayı ortadan kaldırmak için, daima sistemin basınç ihtiyacından biraz daha büyük kapasiteli bir kompresör seçilir. Bu şekilde kompresörün, basınç düştüğü zaman veya sistemin devreye alınması sırasında yalnızca kısa süreler halinde çalışması sağlanmış olur. Kompresörün sisteme sevk etmekte olduğu hava miktarına kıyasla daha fazla hava kullanıldığı takdirde; sistem basıncı, ayar basıncının altına düşebilir. Bu süre içinde kompresör sistem besleme basıncını gereken değere yükseltmek yerine sisteme gerekli miktar kadar daha fazla debide hava gönderir.

Kompresörlerin Sınıflandırılması

2.04 Kompresörler; *pozitif yer değiştirmeli* ve dinamik olmak üzere, iki ayrı tip halinde sınıflandırılabilir. Bu iki tip, temel çalışma prensibi bakımından birbirinden farklılık gösterir. "Pozitif Yerdeğiştirmeli" kompresörler, havayı tamamen kapalı bir bölme içinde sınırlandırır ve bu bölmenin hacmini azaltmak suretiyle içindeki havanın sıkıştırılmasını sağlar. Bunun karşılığı olarak "dinamik" kompresörler ise, rotor kanatçıklarını hızlı bir şekilde döndürmek suretiyle hava parçacıklarına ivme kazandırır ve hava akış hızındaki bu artış da hava basıncının hafifçe yükselmesine neden olur. Her

Bir pnömatik sistemde iş yapmak için gerekli havanın kullanılabilmesi için, öncelikle basınçlandırmak suretiyle bir potansiyel enerji kazandırılması şarttır. Kompresör, atmosfer basıncında emdiği havanın hacmini küçülterek basıncının artırılmasını sağlar.

Sanayide, birçok tipte hava kompresörleri kullanılmaktadır. Kompresörler; yapı, basınç ve uygulama bakımından sahip olmaları istenen özelliklere göre sınıflandırılır. Bu bölümde, değişik pistonlu kompresör tipleri ve bunların çalışma prensipleri incelenmektedir. Pistonlu kompresörlerde meydana gelen işletme sorunlarının bazıları, diğer kompresör tiplerinde de görülür. Pistonlu kompresörlerin dışındaki diğer kompresörler bir sonraki bölümde incelenecektir.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Tek etkili kompresör	(2.10) Silindirin yalnızca bir tarafındaki havayı sıkıştıran bir kompresör
Ara soğutma	(2.16): Kompresör kademeleri arasındaki havanın soğutulması
Son soğutma	(2.16): Havanın kompresörden çıktıktan sonra soğutulması
Ters (karşı) akış	(2.24): Soğutma suyu ve hava akışının birbirine ters yönde olduğu, bir ısı eşanjör tasarımı
Paralel akış	(2.24): Soğutma suyu ve hava akışının aynı olduğu, bir ısı eşanjör tasarımı
Boşaltma	(2.32): Kompresör iç basıncının tamamen boşaltılması (tahliyesi).

iki tip kompresör de, sahip oldukları yapı itibariyle birtakım alt sınıflara ayrılabilir.

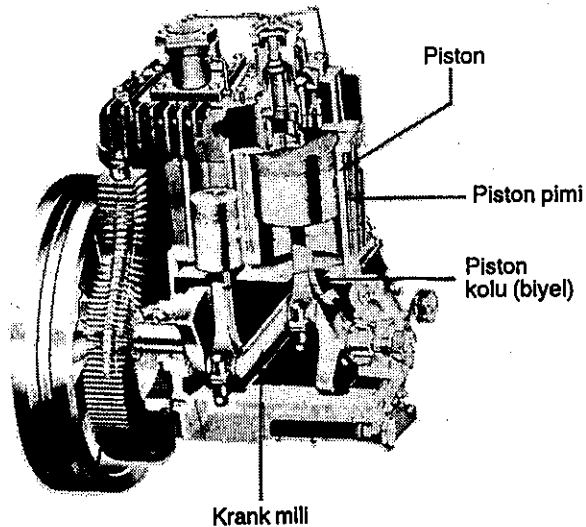
Pozitif Yer Değiştirmeli Kompresörler

2.05 Diğer tiplere kıyasla, havayı daha yüksek basınç değerlerine kadar sıkıştırabilen pozitif yer değiştirmeli kompresörler, pnömatik güç sistemlerinde yaygın olarak kullanılır: Bunlar; ileri-geri hareket edebilen pistonlu tip, döner, sürgülü, paletli tip, helisel vidalı tip, sıvı pistonlu, rotorlu veya diyaframlı tip kompresör olabilir. İleri-geri hareket edebilen pistonlu tip kompresörün haricindeki tüm kompresör tipleri üçüncü bölümde incelenecektir.

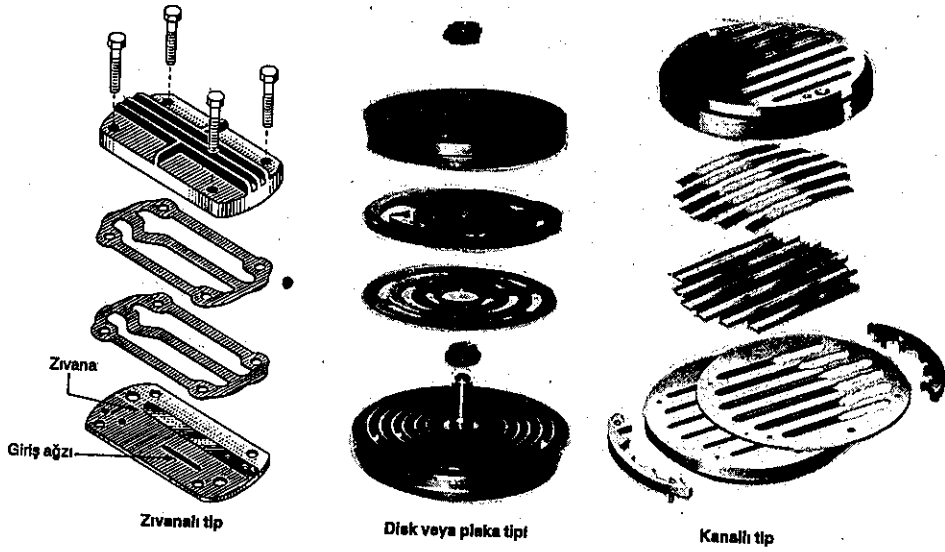
Pistonlu Kompresörün Çalışma Prensibi

2.06 Pistonlu kompresörler birçok çeşitlerde imal edilmekte olup, genellikle elektrik motorları ile tahrik edilir. Motorlar, kompresöre ya direkt olarak ya da V kayışları veya redüktörler vasıtasıyla bağlanabilir. Bazı eski tesisatlarda ise, hareketini bir pistonlu buhar makinasından alarak çalışan kompresörler de mevcuttur. Taşınabilir kompresörler ve birçok büyük kompresör, içten yanmalı motorlar vasıtasıyla tahrik edilir. Çalıştığınız tesiste bulunan kompresörün tipi ne olursa olsun, gerek tahrik ünitesi ve gerekse kompresörün kendisi ile ilgili ayrıntılı teknik özelliklerin ve test verilerinin dosya içinde muhafaza edilmesi çok önemlidir.

Şekil 2-1 Bir pistonlu kompresör.



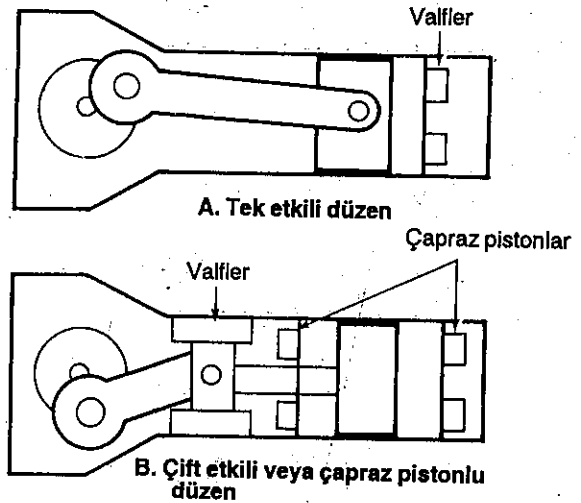
Şekil 2-2 Kompresörlerde kullanılan üç tip hava valfi



2.07 Şekil 2.1'de gösterilmiş olan bir pistonlu kompresör, şöyle çalışır: Kompresörün krank mili, bir elektrik motoru veya diğer bir hareket ünitesi tarafından döndürülür veya tahrik edilir. Krank mili ve piston kolu (biyel), bu dönme hareketini ileri-geri doğrusal harekete dönüştürür. Pistonu piston koluna bağlayan bir pim ise, piston ve piston kolunun bağımsız hareket edebilmesini sağlar. Piston, biyel ve dönen krank mili vasıtasıyla silindir içinde ileri-geri hareket ettirilir. Silindirin piston kolu tarafı açık olup, piston içeri ve dışarı doğru hareket etmekte iken piston kolunun da geriye ve ileriye hareket edebilmesini sağlar. Silindirin piston kafasının bulunduğu tarafı ise kapalı olup, giriş ve çıkış valflerini ihtiva eder.

2.08 Piston geriye doğru (veya krank miline doğru) hareket ederken, atmosfer basıncındaki havanın valfleri açarak genişleme bölgesi içine itilebilmesini sağlamaya yetecek değerde bir negatif basınç meydana getirir. Piston strokunu tamamlayarak geriye doğru harekete geçtiği esnada, giriş valfi kapanır. Pistonun geri hareketi sırasında ise silindirin içindeki hava sıkıştırılır. Piston strokunu tamamlamak üzere iken, havayı, çıkış valflerini açmaya zorlayacak yeterli bir basınç değerine kadar sıkıştırılmıştır. Bu noktada silin-

Şekil 2-3 Tek ve çift etkili kompresör silindiri düzenleri



silindirden dışarı boşaltılan hava basıncı, kompresörün çıkış basıncına eşittir.

2.09 Şekil 2-2'de gösterilen giriş ve çıkış valfleri; *zıvana*, *disk* (veya *plaka*) yahut kanal şeklinde olabilir. Bu üç tipten herbiri, yapı bakımından çok küçük farklılık göstermekle beraber, hepsinin çalışma prensibi birbirine benzer. Valf aksamı; esas itibarıyla bir valf yuvası, hareketli bir supap ile bir muhafaza veya durdurma plakasından oluşur. Hareketli supap, genellikle bir yay vasıtasıyla yuvasına oturtulur. Valf çalışmakta iken; yay, supabın sürekli olarak yuvası ile temas halinde tutulabilmesini sağlar. Silindirin içindeki hava sıkıştırıldıkça basıncı artar ve valfi zorlayarak açmak suretiyle silindirden dışarı çıkar ve alıcı üniteye girer. Pistonun geri hareket stroku sırasında ise, yay ile birlikte çıkış basıncı valfi kapatarak, havanın tekrar silindire geri dönmesini önler.

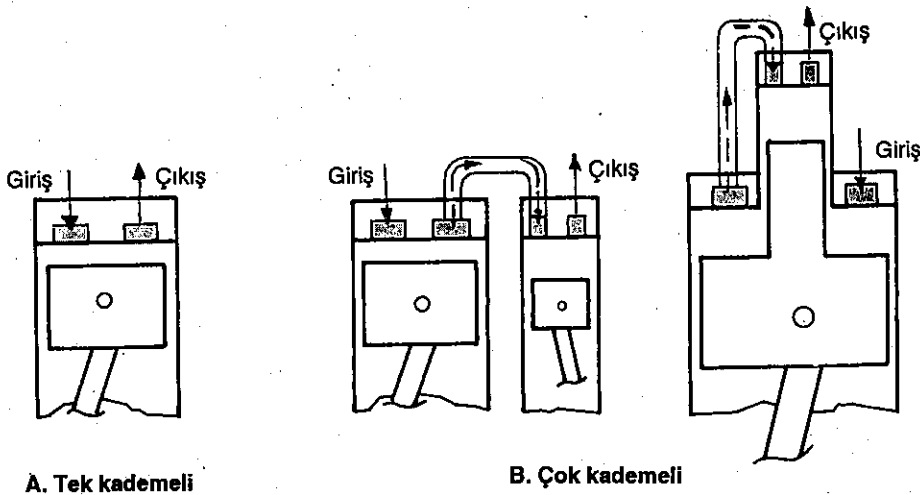
Tek ve Çift Etkili Kompresörler

2.10 Çalışma prensiplerine göre sınıflandırılan kompresörler; tek veya çift etkili ve tek veya çok kademeli tipleri içine alır. Şekil 2-3A'da gösterildiği gibi, silindirin yalnızca bir tarafındaki havayı sıkıştıran kompresöre *tek etkili* kompresör denir. Şekil 2-33'de görüleceği üzere, silindirin her iki tarafındaki havayı sıkıştıran bir kompresöre ise *çift etkili* veya *çapraz pistonlu* kompresör adı verilir.

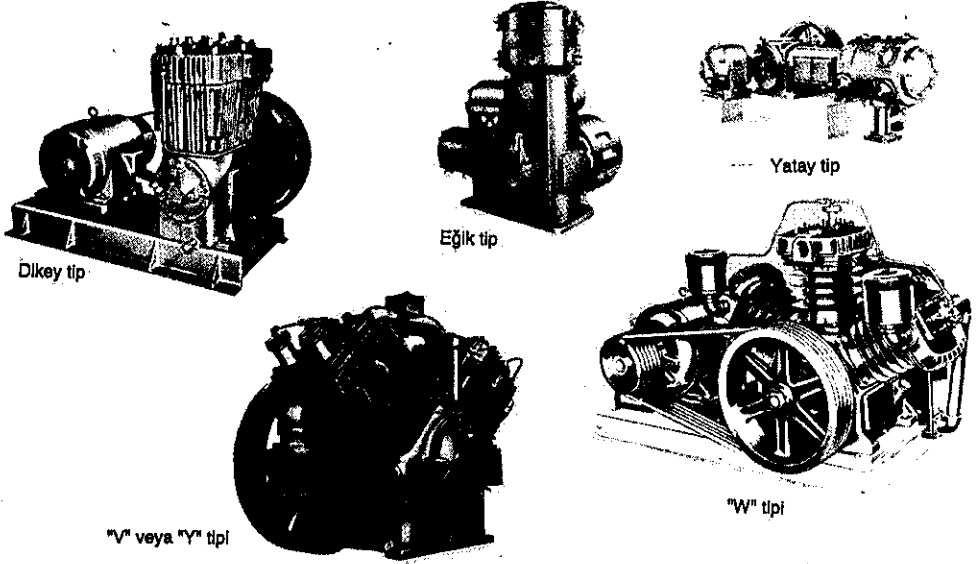
2.11 Çapraz pistonlu tip bir kompresörde piston kolu, karşılıklı iki piston ve piston çubuğu düzeni vasıtasıyla pistona bağlanmıştır. Silindirin piston çubuk tarafı tamamen sızdırmaz bir biçimde kapatılmak suretiyle, pistonun, silindirin her iki tarafındaki havayı sıkıştırabilmesi sağlanabilir. Çapraz piston, piston çubuğuna destek vazifesi görür ve çubuğun, silindir sızdırmazlık elemanı ile merkezlenmesini temin eder. Emme valfleri ve çıkış valfleri, tek etkili kompresörde olduğu gibi silindirin üst yüzeyi yerine, genellikle yan yüzeyine monte edilir.

2.12 *Tek kademeli* ve *çok kademeli* terimleri, bir pistonlu kompresörün havayı nihai basınç değerine sıkıştırabilmesi için gerekli aşama (kademe) sayısını belirtir. Atmosfer basıncındaki havayı emerek, Şekil 2-4A'da gösterildiği gibi, bir strokta nihai basınç değerine sıkıştırabilen bir kompresöre, "tek kademeli kompresör" adı verilir. atmosfer basıncında emdiği havayı iki veya daha fazla sayıda strok hareketi ile nihai basınç değerine sıkıştırabilen bir kompresör ise, "çok kademeli kompresör" adını alır (Şekil 2-4B). Çok kademeli basit bir kompresör, herbiri farklı piston çapına

Şekil 2-4 Tek kademeli ve çok kademeli kompresörler.



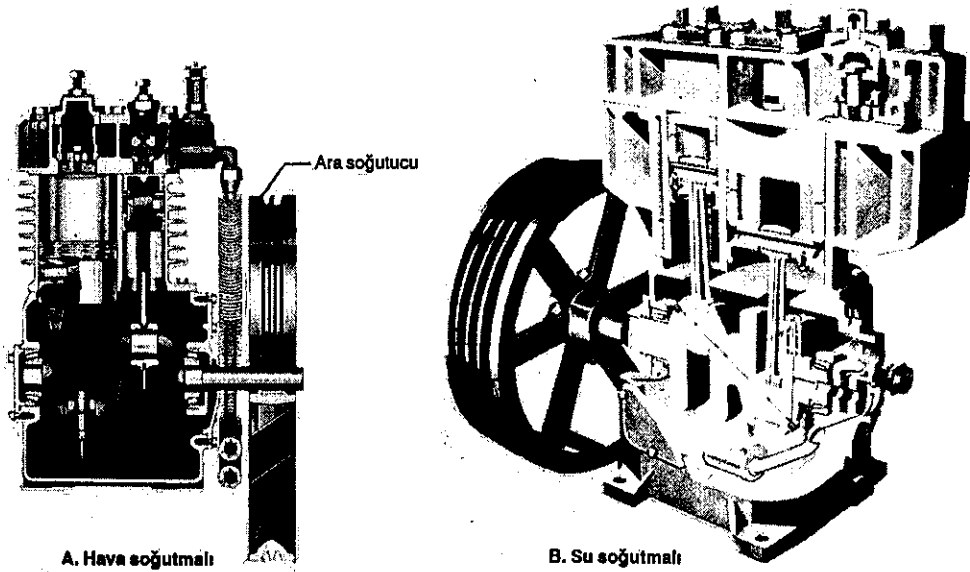
Şekil 2-5 Çeşitli pistonlu kompresör konstrüksiyon tipleri.



sahip iki veya üç silindirden oluşan bir yapıda yapılabilir.

2.13 Tek kademeli kompresörler, 7 bar'ın altındaki basınçlar için daha ekonomik olmakla beraber; kompresörün nominal basıncı 7 bar'dan daha yüksek olduğu taktirde, çok kademeli kompresörlerin kullanılması daha fazla ekonomi sağlar. Kompresörün çalışma süresi de, kesinlikle dikkate alınması gereken bir faktördür. Tek kademeli kompresörler, günde yaklaşık iki saat çalıştırılmaları şartıyla, 8.5 bar'a kadar olan basınç değerlerinde ekonomik olarak kullanılabilir. Günde

Şekil 2-6 İki kademeli hava kompresörü.



Tablo 2-1 2.8 m³/dak hava debisi için gerekli, yaklaşık güç ihtiyacı

	Basınç (bar)	Beygir Gücü (BG)
Tek kademeli	4.0	12
	5.5	15
	7.0	16.5
İki kademeli	4.0	11
	5.5	12.6
	7.0	14
	8.5	15.6

8-10 saat süre ile 5,5-7 bar basınçta ve günde 12-24 saat süre ile 4-5.5 bar basınçta çalışma yapılması halinde ise, çok kademeli kompresörlerin kullanılması tavsiye edilir. Tablo 2-1'de tek kademeli ve çok kademeli kompresörlerin çalışması için gerekli güç ihtiyaçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Kompresörün Yapısı

2.14 Pistonlu kompresörler, Şekil 2-5'de gösterildiği gibi, silindirlerinin düzenleniş yöntemine göre de tanımlanabilir. Bu tür bir sınıf-

landırma; dikey, "V" veya "Y", "W", Yatay, Eğik veya "L" tipi ve Yarı radyal tipleri içine alır. Çift etkili kompresörler, şekilde gösterilen yapı tipinden herhangi birine sahip olabilirse de, tek etkili kompresörler genellikle sadece ilk üç yapıda yapılır.

Soğutma Gücü İhtiyacı

2.15 Birinci Bölüm'de okumuş olduğunuz gibi, hava sıkıştırıldığı zaman sıcaklığı artar. Tablo 2-1; bir silindirli ve tek kademeli bir kompresörde, bir dakika içinde 7 bar basınçta ve 2.8 m³ hacminde sıkıştırılmış hava üretebilmek için 16.5 kW değerinde bir güç gerektiğini göstermektedir. Bu durumda, kompresör içindeki hava sıcaklığı da aynı anda yaklaşık 200 °C'ye yükselecektir. Halbuki aynı miktardaki hava yine bu bir dakikalık süre içinde bir yerine iki kademede sıkıştırılmış olsa ve birinci ve ikinci kademe arasında bulunan bir ara soğutucu vasıtasıyla soğutulsa idi; yalnızca 14 kW değerinde bir güç gerekecekti.

2.16 İki kademeli bir kompresörde; kademeler arasındaki soğutma işlemi, ikinci kademede sıkıştırılacak olan havanın hacmini düşüreceğinden, havanın sıkıştırılması için daha az güç kullanımına ihtiyaç vardır. Esasen, eğer bir kompresörde birden fazla sıkıştırma kademesi varsa, hava, ilk kademedan çıktıktan sonra ve bir sonraki kademede sıkıştırılmadan önce genellikle soğutulur. Bu işleme *ara soğutma* adı verilir. Havanın kompresörü terkettikten sonra soğutulmasını sağlayan bir ünite mevcutsa, buna da *son soğutucu* denir. Bu her iki cihaz da daha sonra incelenecektir.

2.17 Kompresörlerin kendileri de soğutulabilir. Kompresör soğutma işlemi, uygulama yöntemine bağlı olarak, ya su ya da hava vasıtasıyla gerçekleştirilir. Hava soğutmalı sistem, daha az ekipmana ihtiyaç gösterdiği için, ilk yatırım maliyeti bakımından daha az masraflı olmakla beraber; su soğutmalı sistem daha verimli olduğu için işletme maliyeti açısından daha ekonomiktir. Hava soğutmalı sistem genellikle küçük ebatlı kompresörler (25 BG veya 18.6 kW'ın altında) ile sınırlıdır. Daha büyük üniteler için ise, su soğutmalı sistem kullanılır.

2.18 Şekil 2-6A'da, iki kademeli ve hava soğutmalı, tipik bir kompresör gösterilmektedir. Bu kompresörün birinci kademe silindiri büyük, ikinci kademe silindiri ise küçük ebatlı olup; silindir cidarlarında ve kafasında bulunan soğutucu kanatçıklar, kompresör verimini yükseltir. Bu kanatçıklar, silindir ve silindir kafasının elemanlarıdır. Bu yöntemle, silindir içindeki ısı doğrudan doğruya soğutma yüzeylerine iletilir. Sonra da bu kanatçıklar, ısının konveksiyon ve radyasyon yolu ile çevreye iletilmesini sağlar.

2.19 İki kademeli ve su soğutmalı, tipik bir kompresör ise, Şekil 26B'de gösterilmektedir. Bu

2-1. Bir kompresör hava basıncını artırdığı için, havanın _____ de düşürür.	2-1. HACMİNİ Bkz. 2.01
2-2. İstenen basınç değerinden biraz daha yüksek bir basınç sağlayabilecek kapasiteye sahip olan bir kompresörün seçilmesi, gereksiz kompresör _____ azaltır.	2-2. ÇALIŞMASINI Bkz. 2.03
2-3. Hava kompresörlerinin, çalışma prensibi bakımından sınıflandırılabilceği iki ayrı tipin adı nedir?	2-3. POZİTİF YER DEĞİŞTİRMELİ TİP DİNAMİK TİP Bkz. 2.04
2-4. Kompresör tahrik ünitesini kompresöre irtibatlandırmak için kullanılan iki yöntemin adını belirtiniz?	2-4. DİREKT TAHRİK V KAYIŞLI TAHRİK Bkz. 2.06
2-5. Kompresör çıkış valfinin hareketli parçası, bir _____ vasıtasıyla yerine oturtulur.	2-5. YAY Bkz. 2.09, Şekil 2-2
2-6. Silindirin yalnızca bir tarafındaki havayı sıkıştıran bir pistonlu kompresöre, tek _____ kompresör denir.	2-6. ETKİLİ Bkz. 2.10, Şekil 2-3
2-7. Havayı birden çok kademede sıkıştıran bir kompresöre _____ kompresör adı verilir.	2-7. ÇOK KADEMELİ Bkz. 2.12, Şekil 2-4
2-8. Çok kademeli bir kompresörde, kademeler arasında havanın soğutulması, _____ ihtiyacını azaltır.	2-8. GÜÇ Bkz. 2.15, Şekil 2-16

örnekte, kompresör silindirlerinin ve silindir kafalarının içine yekpare olarak dökülmüş su kanallarına dikkat ediniz. Bu iki kademeli kompresör, her iki yanında birer adet büyük ebatlı birinci kademe silindirine, orta kısmında ise biraz daha küçük bir ikinci kademe silindirine sahiptir. Silindirinin içinde meydana gelen ısı, doğrudan doğruya kanallar içinde akan soğutma suyuna iletilir.

2.20 Şekil 2-6'da gösterilen iki kademeli ve su soğutmalı kompresörde, birinci ve ikinci kademe arasında gerekli hava soğutma işleminin sağlanabilmesi için bu iki kademe arasına monte edilmiş bir ara soğutucu da mevcuttur. Kompresörler için birkaç değişik tip ara soğutucu imal edilmekte olup; bu üniteler, kompresörün uygulama şartlarına bağlı olarak hava soğutmalı veya su soğutmalı olabilir.

2.21 Hava soğutmalı tip ara soğutucular, Şekil 2-7'de gösterildiği gibi, kompresörün birinci ve ikinci kademelerini birbirine bağlayan ve genellikle bir veya daha fazla boyda serpantinli boru donanımından oluşur. Boru içinden geçmekte olan basınçlı sıcak hava, taşıdığı ısıyı boruya verir. Sonra da bu ısı, boru yüzeyinden soğutma serpantinlerine iletilir. Serpantinler ısıyı daha geniş bir yüzeye yaydığı için; ısı iletim hızı, serpantinsiz bir borunun küçük yüzey alanı ile elde edilen iletim hızına kıyasla çok daha iyidir.

2.22 Elde edilen soğutma miktarı; sıkıştırılmış havanın miktarına ve sıcaklığına, boru donanımı uzunluğuna, soğutucu kanatçıkların sayısına ve boru donanımı üzerinde hareket etmekte olan soğutucu havanın sıcaklık ve hızına bağlıdır. Serpantinli borulardan ısı iletiminin sağlanmasına yardımcı olmak amacıyla, hava soğutmalı kompresörlerin çoğunda, kompresör krank miline monte edilmiş bir fan bulunur. Bu fan genellikle kompresör volanı ile yekpare bir biçimde dökülmüş olup, kompresör çalışmakta iken, serpantinler üzerinde cebri hava sirkülasyonu sağlar.

2.23 Şekil 2-7'de gösterilen su soğutmalı ara soğutucu, bir gövde içine monte edilmiş boru demetinden ibaret olan kangal borulu tip bir ısı eşanjörüdür. Soğutma suyu bağlantısı, suyun eşanjör gövdesi içinden geçmesini sağlayacak şekilde yapılır. Sıkıştırılmış hava ise, eşanjör borularının içinden akar. Kompresör kademesinden çıkan sıcak hava, ısını borulara ve sonra da suya iletir. Bazı ısı eşanjörleri, suyun borular içinden, havanın ise gövde içinden geçmesini sağlayacak bir tasarımda yapılır.

2.24 Eşanjörde ne tür bir bağlantı düzeni olursa olsun, akışkan ve gaz genellikle birbirine karşı yönlerde akar. Böyle bir sistem, yaygın biçimde *ters akışlı* sistem olarak tanımlanır. Isı eşanjörüne giren hava, eşanjörü terkeden sıvı tarafından soğutulur. Hava, ısı eşanjörü içinden geçerek ilerledikçe, sürekli olarak soğutma suyu ile soğutulmuş olur. Son olarak da hava, ısı eşanjörünü terketmeden hemen önce eşanjöre yeni girmekte olan su tarafından soğutulmaktadır. Bu sistem, su ve hava akışının aynı yönde gerçekleştiği *paralel akışa* kıyasla daha verimli bir ısı transferi sağlayabilen bir yöntemdir.

2.25 Hava soğutmalı sistemde olduğu gibi, bir ısı eşanjörü içinde iletilen ısı miktarı; soğutulan hava miktarına, kullanılan suyun miktarına, havanın ne derecede sıcak ve suyun ne derecede soğuk oluşuna, ve de ısı eşanjörünün büyüklüğüne bağlıdır. Su soğutmalı tip bir ara soğutucuda bazı gerekli tedbirlerin alınması kesinlikle şarttır. Örneğin havanın, içindeki su buharının yoğunlaşabileceği bir sıcaklığa kadar soğutulmaması için mutlaka önlem alınmalıdır. Aksi takdirde, ara soğutucu içinde yoğunlaşma nedeniyle oluşan su, kompresörün yüksek basınç kademesine taşınabilir ve bu kısımda hasara yol açabilir.

2.26 Soğutma suyunun temin edilebileceği uygun bir besleme kaynağı mevcut değilse ve de hava soğutmalı sistemin uygulanabilmesi için elverişli şartlar yoksa; Şekil 2-8'de gösterildiği gibi, bir su soğutmalı ara soğutucu ve hava soğutmalı radyatör birleşimi ile birlikte bir su soğutmalı kompresör

kullanılabilir. Kompresörden gelen soğutma suyu, otomobil motorlarında kullanılan sisteme benzeyen serpantinli bir soğutucu radyatör içinden devridaim ettirilir. Suyun ısını alması için ise, bir fan tarafından radyatörün içine hava üflenir. Kompresör ve ara soğutucuda elde edilen soğutma miktarı, hava soğutmalı radyatörden dışarı atılabilecek ısı miktarına bağlıdır. Sistemden, dışarı atılan ısı miktarı; radyatör ebadına, soğutma suyu ile hava arasındaki sıcaklık farkına, soğutma suyunun debisine ve cebri sirkülasyonla radyatör içinden geçirilen soğutma havasının miktarına bağlıdır.

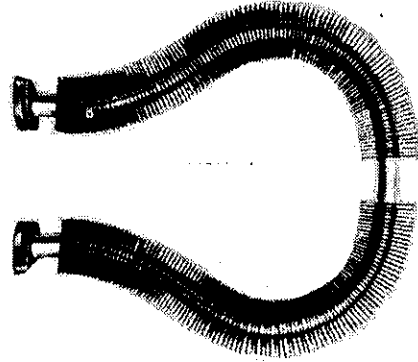
Kompresör Yağlama Sistemi

2.27 Eğer kompresörün verimli bir hizmet ömrüne sahip olması isteniyorsa, uygun bir yağlama sisteminin mevcut olması çok önemlidir. Bir kompresörün çalışması sırasında büyük miktarda ısı açığa çıktığı için, kompresör çalışma yüzeylerinin uygun vasıfta bir yağlama yağı kullanılarak korunması kesinlikle şarttır. Tüm kompresör imalatçıları, kendi kompresörlerinde kullanılmasını tavsiye ettikleri yağın cinsini ve viskozitesini belirtirler. Eğer kullanılan yağ çok ince ise; uygun bir yağlama sağlamayacak ve yağın büyük bir kısmı sıkıştırılmış havaya karışarak, hava ile birlikte kompresörden çıkacaktır. Çok kalın yağ kullanılması halinde ise; yağın istenen akışkanlığa sahip olmaması nedeniyle, kompresörün parçalarının uygun biçimde yağlanması sağlanamayacaktır.

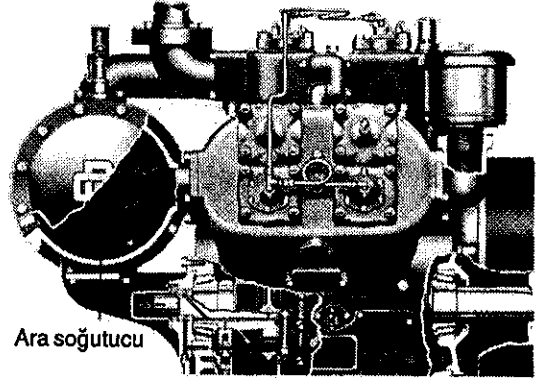
2.28 Kompresör yağlama yağının iki ana işlevi; sürtünmeyi azaltmak ve kompresör içindeki ısı iletiminin daha iyi bir şekilde gerçekleşebilmesini sağlamaktır. İşte bu nedenle pistonlu kompresörlerde, karterden yağlama ve silindir cidarı (veya piston segmanı) yağlaması olmak üzere iki tip yağlama sistemi mevcuttur. Bu iki tip yağlama sisteminin herbiri ayrı bir fonksiyona sahiptir. Şöyle ki; *karterden* yağlama, kompresörün alt kısmında yeralan dönen parçaların tümünü yağlar; *silindir cidarı* yağlaması ise, piston segmanlarının aşınmasını önler ve ısının dışarı atılmasını sağlar.

2.29 Kompresörün yağlanması genellikle çarpmalı veya basınçlı yağlama yöntemleri kullanılarak sağlanır. Birçok kompresörde bu her iki yağlama yöntemi de aynı zamanda uygulanır. En yaygın olarak kullanılan yöntem, *çarpmalı* yağlamadır. Çarpmalı yağlama sistemine sahip olan pistonlu kompresörlerin piston kollarında, karterdeki yağı kepçeleyerek dışarı atan daldırma elemanları mevcuttur. Bu yağ, daha sonra, piston kolları içine delinmiş bulunan yağ kanalları içinden geçerek

Şekil 2-7 Ara soğutucular



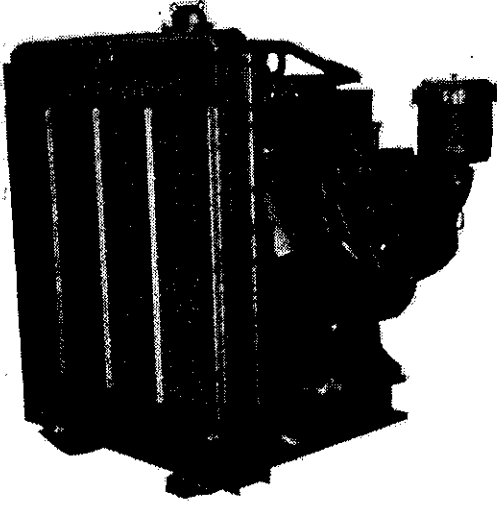
Hava soğutmalı tip



Ara soğutucu

Sıvı soğutmalı tip

Şekil 2-8 Hava soğutmalı ve sıvı akışkanlı radyatör



kapasiteli kompresörlerde, yağ sıcaklığını ölçmek için termometreler ve gerektiğinde yağın soğutulmasını sağlamak için ısı eşanjörleri mevcuttur. Ayrıca, birçok kompresör, düşük yağ basıncında devreye giren otomatik durdurma şalterleri ile donatılmıştır.

Yağlamasız Tip Kompresörler

2.31 Tamamen yağdan arındırılmış havaya ihtiyaç olduğu taktirde, hiçbir yağlama gerektirmeyen veya yalnızca iyi yalıtılmış yatak yağlamasına ihtiyaç gösteren kompresörler kullanılır. Yağlamasız kompresörler, gerek pistonlu ve gerekse döner tip olarak imal edilir. Pistonlu kompresörlerde silindir sızdırmazlığını sağlamak için, grafit veya Teflon kaplamalı piston segmanları bulunur. Küçük kompresörlerde ise segmansız pistonlar kullanılır. Yağlama yağının sıkıştırılmakta olan havanın içine karışmasını önlemek için, yataklara yağ keçeleri konabilir.

Kompresör Kontrol Sistemleri

2.32 Kompresörün devreye alınması sırasında, çeşitli elektrik ve pnömatik kontrol sistemlerinin de çalışır durumda olması şarttır. Kompresör ve pnömatik sistem kapasitesi ne kadar büyükse, kullanılması gereken kontrol tertibatları da o kadar fazla olur. Eğer kompresör tahriki bir elektrik motoru ile sağlanıyorsa; motorun, hiçbir aşırı yüklemeye neden olmaksızın uygun bir elektrik şalteri vasıtasıyla çalıştırılması, ancak kompresör yükünü tamamen boşaltmak (dahili basıncın tümünü tahliye etmek) ve böylece kompresörün havayı sıkıştırmasını önleyerek daha kolay çalışabilmesini sağlamak suretiyle yapılabilir. Kompresör krank mili, yeterli bir devirde dönmekte iken, yük boşaltma kontrolleri devreden çıkarak kompresörün sürekli yük alabilmesini ve böylece havayı sıkıştırabilmesini sağlar. Küçük kompresörlerde, genellikle, silindir yükünün azaltılmasına gerek olmayıp; yalnızca tutucu tip ilk hareket kontrolü ile birlikte ilk hareket momenti yüksek bir motorun bulunması yeterlidir.

2.33 Kompresörün çalıştırılması ve durdurulması için kullanılan elektrikli ve pnömatik kontrol-

kompresör yataklarına gelecek şekilde basılır. Püskürtme ve sisleme ile de silindir cidarlarının ve piston segmanlarının yağlanması sağlanır.

2.30 Büyük kapasiteli veya ağır hizmet tipi kompresörlerde, esas itibarıyla basınçlı yağlama sistemi kullanılır. Basınçlı yağlama sistemlerinde, yağ kanalları içinden yağ yataklara ve pistonlara doğru basan bir dişli pompa vardır. Buna ilaveten, basınçlı yağın bir kısmı da silindir cidarlarına püskürtülür. Basınçlı yağlama sistemi, hem daha olumlu bir yağlama imkanı sağlar ve hem de yağın uygun bir dağılıma sahip olmasını teminen miktarını ayarlayabilir. Yağın istenen özelliklerini koruyabilmek amacıyla birçok büyük

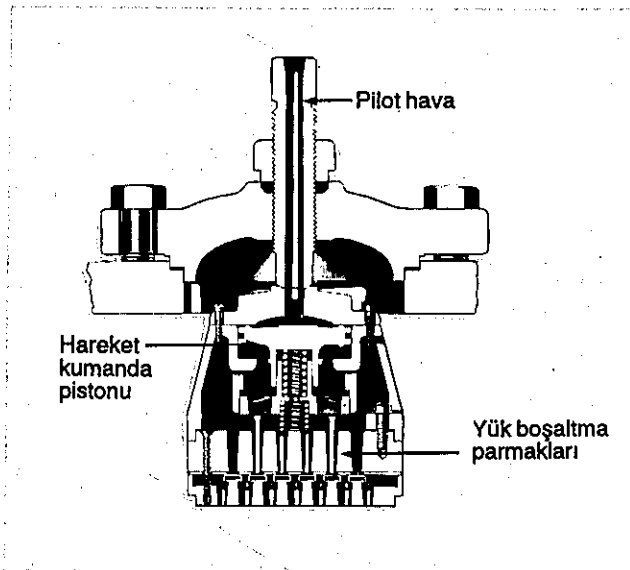
lar, kompresör çıkış basıncını değiştirmek için de kullanılabilir. Sistemde sürekli olarak sabit bir basınç elde edebilecek şekilde kompresör çalışmasını kontrol altında tutabilmek için uygulanan birkaç yöntem mevcut olup, bu yöntemler aşağıdaki paragraflarda açıklanmaktadır.

2.34 18.6 kW'a kadar olan küçük kompresörlerde, sistem basıncının sürekli olarak korunması genellikle sıkıştırmayı başlatmak veya durdurmak suretiyle sağlanır. Sistemin basıncını yükseltmek için havaya ihtiyaç olduğu taktirde, kompresör çalışmaya başlar. Hat basıncı yeteri kadar yüksek bir değere geldiğinde ise, kompresör devreden çıkar. Kompresörün devreye girmesi ve devreden çıkması hava tankındaki basınç önceden ayarlanmış bir devreye alma basıncının altına düştüğünde kompresör motorunu çalıştıran, diyafram veya körük kumandalı bir basınç anahtarı vasıtasıyla sağlanır. Tank basıncı, anahtar üzerinde önceden ayarlanmış bir devre kesme basıncına ulaştığı zaman ise, motor durur. Kumanda anahtarları, kontakların aşırı miktarda aşınmaya karşı korunabilmesi için, genellikle sustalı kontak tipindedir.

2.35 Bir tesiste ihtiyaç olunan hacimdeki havayı temin edebilmek için iki veya daha çok sayıda küçük kompresör kullanılması halinde; sistem basıncının sürekli olarak korunabilmesi amacıyla bu tip kompresörleri devreye alma ve devreden çıkarma işlemlerinin herhangi bir biçimde yapılabilmesi mümkündür. Örneğin, bu kompresörler; ikiden fazla sayıda kullanıldıkları taktirde, dönüşümlü olarak kullanılabilir. Veya, bir tanesi sürekli olarak kullanılabilir, diğerleri ise yalnızca yüksek debiye ihtiyaç olduğu zaman devreye alınabilir. Devreye alma ve devreden çıkarma kumandalarındaki değişiklikler ve uygulama yöntemi hava ihtiyacına göre belirlenir.

2.36 Diğer bir basınç kontrol yöntemi de, emme hattında *yük atma* valflerinin kullanılmasıyla sağlanır. Bu yöntem şu şekilde uygulanır: Yük boşaltıcı pilot valf (Şekil 2-9), sistemin hava tankına ve yük boşaltma tertibatına, şekilde gösterildiği gibi bağlanmıştır. Hava tankındaki basınç, pilot valfin ayar basıncına ulaştığında, pilot açar ve bir yük boşaltma diyaframı veya pistonunun üstünde bulunan hacmin basıncı artar. Bu durumda, yük boşaltma pistonu, çok parmaklı dalgıç, pistonu aşağı iterek emme valfini açar. Emme valfi açık durumda iken, hava kompresör içinde dolaşır fakat sisteme sevkedilmez.

Şekil 2-9 Hava kumandalı yük boşaltma valfi



2.37 Sistemdeki hava basıncı düştüğünde, pilot valf kapanır ve diyafram üzerindeki havayı dışarı atar. Emniyet yayı, yük boşaltıcı diyaframı ve pistonu yukarı kaldırır ve bu durumda, çıkış valfi, kompresörün basınçlı havayı tekrar sisteme sevk edebilmesini sağlar. Devreye alma sırasında kumandalı bir solenoid valf kullanılabilir.

2.38 Bazı pistonlu kompresörlerde, yük boşaltıcı pilot valf, kompresörün giriş valfine etki ederek işlev yapar. Bu yöntemle, kompresörün içine hiçbir şekilde hava girmemesi sağlanır ve basınçlı havanın sisteme sevk önlenmiş olunur. Giriş valflerinin yükünü boşaltma sürecinde, kompresörün karterden sisteme yağlama yağı çekme ihtimali vardır.

2.39 Kompresörler, mekanik bir *santrifüj tip basınç tahliye valfi* ile de donatılabilir. Bu valf, kompresörün çalıştırılmasını ve durdurulmasını sağlayan basınç kumanda anahtarından bağımsız olarak iş görür. Kompresör durduğunda, gerek kompresör içindeki ve gerekse çıkış hattı çek valfinin önünde bulunan tüm boru ve aksesuarlarındaki basınçlı hava tahliye edilir. Devreye alma sırasında ise, basınç tahliye valfi, uygun devir/dakika değeri elde edilene kadar kompresör içindeki havayı boşaltır. Sonra tahliye valfi kapanır ve kompresör sisteme basınçlı hava sevk etmeye başlar.

2.40 Santrifüj tip basınç tahliye valfi yerine, bir hidrolik veya manyetik (elektrikli) tahliye tertibatına sahip yük atma valfinin kullanıldığı diğer kompresör tipleri de mevcuttur. Bir *hidrolik yük atma tertibatı*, yağlama yağı basıncının değerine göre çalışır. Kompresör durduğunda veya devreye alınmakta iken, normalde açık konumda çalışan üç yollu basit bir valf açık kalır ve böylece sistemdeki hava basıncının, çıkış valflerini açık konumda tutabilmesine imkan sağlar. Yeterli yağ basıncı oluştuğu zaman ise, bu üç yollu valf kapanır ve hava basıncının tanka boşaltılması sağlanır.

2.41 *Manyetik* veya "elektrikli" tip bir yük boşaltma tertibatı, bir selenoid valf vasıtasıyla çalışır. Pompalama çevriminin sonunda kompresör motoru durduğunda, selenoid bobini enerjisi kesilerek devreden çıkar. Normalde açık konumda çalışan üç yollu valf açar ve bir önceki paragrafta açıklandığı gibi, sistemdeki hava basıncının kompresör yükünü boşaltmasına imkan sağlar. Kompresör motoru çalıştırıldığı zaman ise, selenoid bobini enerji alarak devreye girer ve üç yollu valf yavaş yavaş yük atma sistemindeki havayı alarak kompresörün yük almasını sağlar.

2.42 Diğer tip bir manyetik yük boşaltma tertibatı, iki yollu bir valfe kumanda ederek valfi devreye sokar ve boru tesisatının, kompresör ile çıkış çek valfi arasında kalan bölümünden hava basıncını tahliye eder. Bu yöntemin uygulanması halinde, kompresör çalışmaya başlarken, çıkış hattındaki yüksek basınca karşı derhal iş yapmak zorunda değildir.

2.43 Kompresörün *hızını* değiştirmek suretiyle de, kompresörün çıkış basıncını değiştirmek mümkündür. Bu, kompresör tahrik motorunun devrini değiştirerek sağlanır. Bununla beraber; bir yük atma tertibatı kullanmak ya da basit olarak kompresörü çalıştırmak ve durdurmak suretiyle yapılacak bir uygulama daima daha ekonomiktir. Yeterli miktarda hava depolayabilme imkanı mevcutsa ve ihtiyaç olunan hava, kompresör kapasitesinin % 75'inden daha az ise, genellikle açma-kapama anahtarı şeklindeki kontrol tertibatları kullanılır.

Kompresör Aksesuarları

2.44 Basınç göstergeleri, emniyet cihazları, kontrollar, termometreler, yağ filtreleri, soğutma suyu kontrol tertibatları, kayışlı tahrik sistemleri, volanlar, kasnaklar hareketli parçalar için koruyucular ve bazı durumlarda da esnek çıkış boruları, diğer kompresör aksesuarları olarak sayılabilir.

2.45 Emme filtresi, her kompresörün ana elemanlarından biridir. Bu filtre, havanın içindeki yabancı maddeleri alarak kompresörün hareketli parçalarını korur. Filtreler, Dördüncü ve Beşinci Bölümlerde daha ayrıntılı biçimde incelenecektir.

2.46 Birçok kompresörde bulunan yağ basınç emniyet cihazı, yağlama sistemine bağlanmıştır. Bu cihazlardan bazıları, yağlama yağı basıncı önceden ayarlanmış bir değer altına düştüğünde, kompresörün gereği gibi yük atmasını sağlar. Eğer sistemde hiç yağ basıncı yoksa veya çok düşük bir basınç varsa, kompresör otomatik olarak devreden çıkacaktır. Tabii yağlama sistemli kompresörlerde kompresör yağ seviyesi çok düşük bir seviyeye indiğinde, bir yağ seviye göstergesi devreye girerek bir ikaz ışığını yakmak suretiyle operatörü uyandırabilir.

2.47 Küçük ve orta büyüklükteki kompresörlerin pek çoğu; hava tankları, emme filtreleri, basınç ayarlayıcıları, ara veya son soğutucular, otomatik ilk hareket kontrolleri ve komple hareket oluşturmak için ihtiyaç olunan boru tesisatı ve bağlantı elemanları ile birlikte temin edilir. Büyük kompresörlerde, bu elemanların bazıları kompresöre monte edilmiş olabilir. Fakat genellikle bu elemanlar, bir tesisteki dağıtım sisteminin bir kısmını oluşturur.

Pistonlu Kompresörlerin Üstünlükleri

2.48 Sahip olduğu çok yönlü üstünlükler dolayısıyla pistonlu kompresörler, endüstriyel pnömatik güç sistemlerinde çok yaygın olarak kullanılır. Bu üstünlükler içinde; yüksek sıkıştırma (kompresyon) oranı, ebat çeşitliliği, düşük verimlilik gibi vasıflar sayılabilir. Ayrıca bu tip kompresörlerin, kapasite kullanımına ihtiyaç olmadığı zaman devreden çıkarılabilme veya yüklerini tamamen boşaltılabilme imkanı da vardır.

2-9. Serpantinli borulara sahip, hava soğutmalı bir kompresörün soğutma verimi, bir _____ kullanmak suretiyle yükseltilebilir.	2-9. FAN Bkz. 2.22
2-10. Su soğutmalı tip ara soğutucular, genellikle _____ tip ısı eşanjörleridir.	2-10. GÖVDE VE KANGAL BORULU Bkz. 2.23
2-11. Bir su soğutmalı ara soğutucuda en verimli ve en yaygın olarak kullanılan akım düzeni, _____ tır. (ters akış/paralel akış)	2-11. TERS AKIŞ Bkz. 2.24
2-12. Silindir cidarı yağlama sistemi, piston segmanlarının aşınmasını önler ve _____	2-12. ISIYI DIŞARI ATAR Bkz. 2.28
2-13. Bir kompresörü yağlamak için kullanılan iki temel yöntem, _____ yağlama ve _____ yağlamadır.	2-13. ÇARPMALI BASINÇLI Bkz. 2.29
2-14. Büyük ebatlı bir kompresör, ancak _____ işlemi yapıldığı takdirde çalıştırılabilir.	2-14. YÜK ATMA Bkz. 2.32
2-15. Bir kompresördeki basıncı kontrol etmek için kullanılan en az iki cihazın adını belirtiniz.	2-15. BASINÇ ANAHTARI YÜK BOŞALTICI EMME VALFLERİ SANTRİFÜJ TİP BASINÇ TAHLİYE VALFİ HİDROLİK YÜK BOŞALTMA TERTİBATI ELEKTRİKLİ veya MANYETİK YÜK BOŞALTMA TERTİBATI Bkz. 2.34, 2.41
2-16. Kompresör çıkış değerlerini değiştirebilmenin bir başka yolu da, kompresörün _____ değiştirmektir.	2-16. HIZINI Bkz.2.43.

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 2-1 Bir pistonlu kompresörün verimli çalışabilmesi için, havanın hangi özelliğinin değerini düşürmesi gerekir?
- ☐ a) Yoğunluk
☐ b) Sıcaklık
☐ c) Basınç
☐ d) Hacim
- 2-2 Dinamik kompresörler, havanın basıncını nasıl artırır?
- ☐ a) Havanın hızını arttırarak
☐ b) Hacmi düşürerek
☐ c) Sıcaklığı yükselterek
☐ d) Döner helezonlar kullanarak
- 2-3 Aşağıdakilerden hangisi, bir kompresörün çıkış valflerini açar?
- ☐ a) Parmak yaylar
☐ b) Disk yaylar
☐ c) Basınçlı hava
☐ d) Emme basıncı.
- 2-4 Aşağıdakilerden hangisi, bir kompresörün çıkış valflerini kapatır?
- ☐ a) Yerçekimi kuvveti
☐ b) Pistonlu manivela tertibatı
☐ c) Elektrik darbesi
☐ d) Yay etkisi
- 2-5 Çok kademeli kompresörlerde gerekli hava basıncını sağlamak için, hava sıkıştırma işlemi aşağıdakilerden hangisinde gerçekleştirilir?
- ☐ a) Eşit ebatla olmayan iki veya daha fazla silindirde
☐ b) Çift etkili bir kompresörde
☐ c) Bir kademede
☐ d) İki veya daha fazla sayıda olan eşit ebatlı silindirlerde
- 2-6 Çok kademeli bir kompresörde ara soğutucu kullanılmasının yararı nedir?
- ☐ a) Alıcı ünitenin kapasitesini artırır.
☐ b) Alıcı ünitenin kapasitesini düşürür.
☐ c) Güç ihtiyacını artırır.
☐ d) Güç ihtiyacını azaltır.
- 2-7 Hava soğutmalı kompresörlerin yapısında, genellikle aşağıdaki-lerden hangisi bulunur?
- ☐ a) Standard ebatlı büyük pistonlar
☐ b) Büyük yağ depoları
☐ c) Soğutucu serpantinler (kanatçıklar)
☐ d) Pozitif fan soğutması
- 2-8 Su veya sıvı soğutmalı tip ara soğutucular, tasarım bakımından aşağıdakilerden hangisine benzer?
- ☐ a) Kanatçıklı radyatör
☐ b) Gövdeli ve kangal borulu tip ısı eşanjörü
☐ c) Evaporatif (buharlaştırıcı) soğutucu
☐ d) Oto radyatörü
- 2-9 Ağır hizmet tipi kompresörlerde, aşağıdaki yağlama yöntemlerinden hangisi kullanılır.
- ☐ a) Tabii yağlama
☐ b) Çarpmalı yağlama
☐ c) Basınçlı (cebri) yağlama
☐ d) Fırçalı yağlama
- 2-10 İçindeki basınç tamamen tahliye edilmiş olan bir kompresörün durumunu aşağıdakilerden hangisi en iyi tanımlar?
- ☐ a) Atmosfer basıncına açık
☐ b) Nötr durum
☐ c) Emniyetli biçimde havası alınmış
☐ d) Yükü boşaltılmış

Bölüm Özeti

Kompresörler, herşeyden önce, uygulanan çalışma yöntemine göre sınıflandırılır ve bu tür bir sınıflandırmaya göre ya "pozitif yer değiştirmeli" ya da "dinamik" kompresör adını alır. Bunun dışında kompresörler; tek etkili veya çift etkili, sıkıştırma kademelerinin sayısı itibarıyla tek kademeli veya çok kademeli olarak, ayrıca silindirlerinin yerleşim düzenine göre de sınıflandırılır.

Aşırı derecede yüksek dahili sıcaklıkların meydana gelmesine engel olmak için, gerek hava ve gerekse kompresörün kendisi mutlaka soğutulmalıdır. Küçük kompresörler genellikle hava soğutmalı, daha büyük üniteler ise su soğutulmalıdır. Hava, kompresör kademeleri arasında bir ara soğutucu vasıtasıyla; veya kompresörü terkettikten sonra, bir son soğutucu içinden geçmekte iken soğutulabilir. Ara soğutucular, hava veya su soğutmalı tip olabilir.

Bir kompresörün hizmet ömrü, esas itibarıyla uygun biçimde yağlama yapılıp yapılmamasına bağlıdır. Kompresör içinde açığa çıkan büyük miktardaki ısı, ünitenin hareketli kısımlarının uygun biçimde yağlanmasını gerekli kılar.

Uygulamalar.

- 2-1 Çalıştığınız fabrikada bulunan pistonlu kompresörlerin uygulama amaçlarından birkaç tanesinin adını belirtiniz. Herbir uygulamada ne tip bir pistonlu kompresör kullanılmaktadır? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.

- 2-2. Yukarıdaki uygulamada sırasıyla belirttiğiniz herbir kompresörün kapasitesi ve gücü nedir? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.

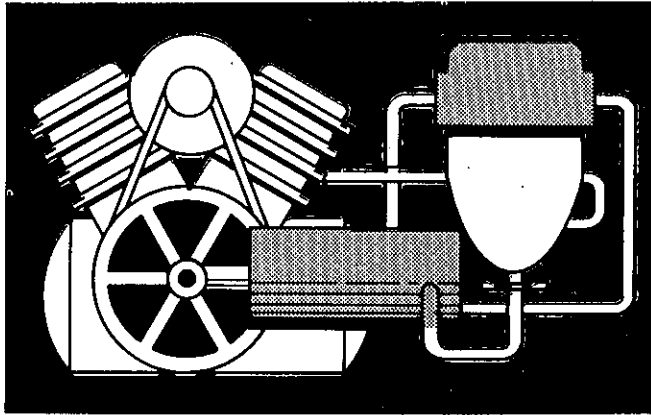
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|---|--|
| 2-1. d. Hacim. Bkz. 2.01 | 2-6. b. Güç ihtiyacını azaltır. Bkz. 2.16 |
| 2-2. a. Havanın hızını artırarak. Bkz. 2.04 | 2-7. c. Soğutucu serpantinler (kanatçıklar) Bkz. 2.18, Şekil 2-6 |
| 2-3. c. Basınçlı hava. Bkz. 2.08 | 2-8. b. Gövdeli ve kangal borulu tip ısı eşanjörü Bkz. 2.23, Şekil 2-7 |
| 2-4. d. Yay etkisi. Bkz. 2.09 | 2-9. c. Basınçlı (cebri) yağlama Bkz. 2.30 |
| 2-5. a. Eşit ebatla olmayan iki veya daha fazla silindirde Bkz. 2.12, Şekil 2-4 | 2-10. d. Yüğü boşaltılmış Bkz. 2.32 |

Temel Pnömatik

Üçüncü Ders

Döner Kompresörler



Üçüncü Ders

Döner Kompresörler

Konular

Kompresörlerin Sınıflandırılması	Eksenel Akışlı (Aksiyel) Kompresörler
Kanatlı Kompresörler	Kompresör Seçimi
Döner Vidalı Kompresörler	Sistem Kapasite İhtiyacı
Düşük Basıncı ve Yüksek Hacimli Kompresörler	Kompresör Kapasitesi
Diyaframli Kompresörler	Kompresör Kapasitesinin kontrolü
Dinamik Kompresörler	Aksesuarlar
Santrifüj Kompresörler	Paket Tipi Kompresörler

Kompresörlerin Sınıflandırılması

3.01 Kompresörlerin, pozitif yer değiştirmeli ve dinamik tip olmak üzere, iki grup halinde sınıflandırıldıkları İkinci Bölüm'de gösterilmiştir. Giriş ve çıkış ağzları mekanik olarak ayrılmış durumdaki döner kompresörler, pozitif yer değiştirmeli tip olarak sınıflandırılır. Diğer taraftan, dinamik kompresörler, giriş ve çıkış ağzlarını birbirinden ayıran hiçbir yönteme sahip olmayıp, çalışmadıkları sürece havanın serbestçe geçebilmesine izin verir.

3.02 Pozitif yer değiştirmeli döner hava kompresörleri, kayar kanatlı, kuru helezonlu, yağ helezonlu, sıvı halkalı, rotorlu veya lob tipleri içine alır. Dinamik kompresörler ise, sıvı basan pompalara benzer yapıdaki santrifüj ve eksenel akışlı (aksiyel) tipleri kapsar. dinamik kompresörlerde, istenen işletme basıncını elde edebilmek için, herbiri müstakil bir rotor ünitesinden oluşan birkaç kademe veya aşama kullanılır. Bu tip hava kompresörlerinin herbiri, bu bölümde daha ayrıntılı olarak incelenmektedir.

Kanatlı Kompresörler

3.03 Şekil 3-1'de gösterilen *kayar kanatlı* kompresör, pozitif yer değiştirmeli bir döner kompresör tipi olup, yekpare bir ünitedir. Bir pistonlu kompresöre kıyasla daha düşük verimde çalışmasına rağmen, bu tip, yine de herhangi bir diğer tip döner kompresörden daha verimlidir. Kayar kanatlı kompresörler birçok bakımdan kanatlı pompalara benzer ise de daha büyük bir yapıya sahiptirler. Bu kompresör, yuvarlak bir dış gövde içinde merkezden kaçık olarak monte edilmiş radyal yarıkları olan bir rotordan ibarettir. Rotor, yarıkların içine yerleştirilmiş dikdörtgen kesitli kanatlarla donatılmıştır. Rotor dönerken, kanatlar tarafından meydana getirilen negatif basınç, havanın giriş ağzı içinden geçerek kompresörün içine çekilebilmesini sağlar. Rotor dönmeye devam ettiği sürece, kanatlar havayı, giderek daha da küçülen bir hacim içine hapseder. Dolayısıyla, kanatlar dış gövdenin çıkış kısmına yaklaştıkça, havanın daha da çok sıkıştırılması sağlanır. Hava, sonra da çıkış ağzı içinden geçerek bir depolama tankına veya kollektöre gönderilir.

3.04 *Tek kademeli* kanatlı kompresörler, 3.5 bar'a kadar çıkış basıncı sağlayabilecek bir kapasiteye sahiptir. Bazı uygulamalar için bu basınç uygun olmasına rağmen, diğerleri için düşük olabilir.

Sanayide 7 bar'ın üzerinde basınca sahip kompresör havası yaygın olarak kullanılmasına rağmen; birçok te-
siste 3.5-5 bar basınçta, fakat ortalama değerlerden yüksek değerlere kadar değişen debiye sahip hava kullanılır.
Bazı uygulamalar yalnızca 35 kPa ile 103 kPa arasında bir hava basıncı gerektirir; fakat kullanılması gereken ha-
vanın yüksek miktarlarda olması şarttır. Havayı önce yüksek basınca kadar sıkıştırmak ve sonra da düşük veya
ortalama basınç gerektiren uygulamalar için, basıncı gereken seviyeye düşürmek, hem zaman kaybına neden olan
ve hem de pahalı bir yöntemdir.

Düşük basınçlı uygulamalar, genellikle işletme uygulamaları olarak bilinir. Soğutma, ısıtma, büyük hacimli
malzemeleri bir yerden bir başka yere hareket ettirme ve yanmaya katkı sağlama işlemleri, bu tür uygulamalara
örnek teşkil eder. Döner tip kompresörler, genellikle bu düşük basınçlı uygulamalar için kullanılır. Bazı tipler, or-
talama basınçta büyük miktarlarda hava temin edebilmek üzere tasarlanır; bazıları ise, yalnızca düşük basınçlı
işletme havası sağlar. Döner kompresörlerin yapı ve çalışma prensipleri, bu bölüm kapsamında incelenmektedir.

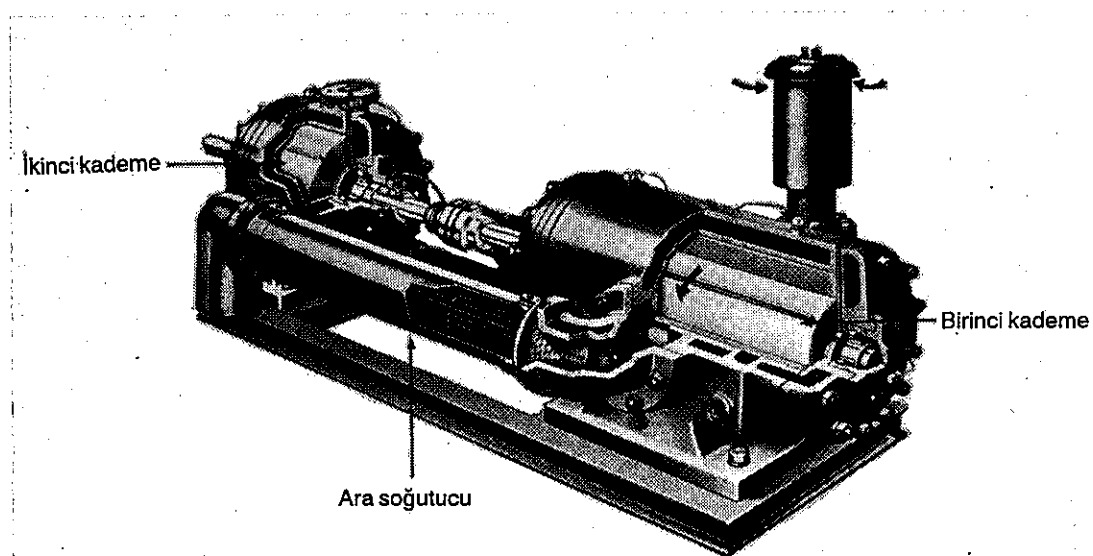
BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Pozitif yerdeğiştirmeli kompresör	(3.10): Giriş ve çıkış ağızları mekanik olarak birbirinden ayrılmış bir kompresör
Dinamik kompresör	(3.01): Giriş ve çıkış ağızları hiçbir yöntemle birbirinden ayrılmamış durumda olan ve çalışmadığı sü- rece havanın serbestçe geçebilmesine imkan sağlayan bir kompresör.
Rotor (veya körük)	3.15): Yüksek basınç yerine yüksek hava hacmi sağlamak amacıyla tasarlanmış bir kompresör tipi.
Gerçek m ³ /dak	(3.34): Kompresör girişinde ölçülen ve "dakikada metre küp" cinsinden ifade edilen "gerçek" kurulu kapasite
Standart m ³ /dak	(3.34): Belirtilen, standard giriş şartlarında ölçülen ve "dakikada metre küp" cinsinden ifade edilen "standart" kompresör kapasitesi.

Eğer daha yüksek basınca ihtiyaç varsa, *iki kademeli* bir model kullanılır. İki kademeli kompresörler
8.6 bar değerine kadar basınç temin edebilir. Bu kompresör kademeleri, ortak bir tahrik miline sahip
olacak ve yine ortak muhafaza içine yerleştirilecek şekilde tasarlanabilir veya ortak bir tahrik
motorunun bir tarafına yerleştirilmiş müstakil üniteler olabilir. İki kademeli kompresörlerin çoğunda
kademeler arasına yerleştirilmiş (hava veya su soğutmalı tip) bir ara soğutucu da mevcut olabilir.

3.05 Kanatlı kompresörler; fiziksel ebat itibariyle, aynı çıkış basıncı ve debi değerlerini sağlaya-
bilecek kapasiteye sahip pistonlu kompresörlere kıyasla daha küçüktür. Bununla beraber, çalışma
verimi de biraz daha düşüktür. Bu kompresörler, 7 bar basınçta, birim kW için 152 l/dak'dan biraz
daha düşük bir debi sağlar. Halbuki pistonlu kompresörler için bu değer, yaklaşık olarak 190
l/dak/kW'dir. Kayar kanatlı kompresörlerin l/dak/kW cinsinden ifade edilen birim hava sevk debisi,
dinamik kompresörlerden daha yüksektir. Kanatlı kompresörlerin ekserisi 1200-1800 devir/dakika

Şekil 3-1 Kayar kanatlı kompresör



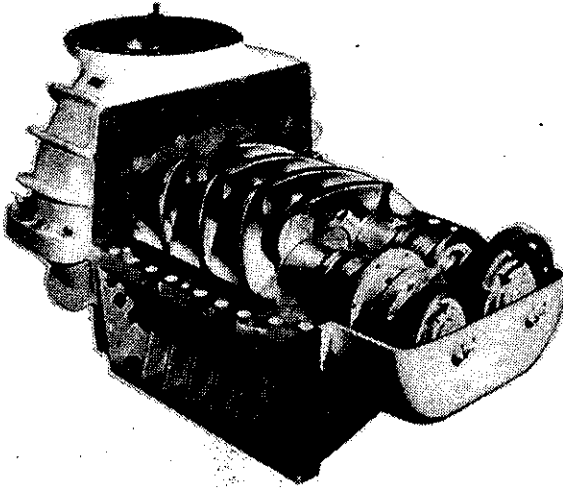
arasındaki motor hızlarında çalıştığı için, yatakların ve diğer döner parçaların yağlanması amacıyla basınçlı (cebri) yağlama sistemi gerekir.

Döner Vidalı Kompresörler

3.06 Şekil 3-2'de gösterilen kuru tip *döner vidalı* ve pozitif yer değiştirmeli kompresör, bir döner kompresör kadar yekpare bir ünedir. Aynı zamanda, bu tip bir pistonlu kompresörden elde edilebilecek sabit basınca nazaran daha fazla sabit basınç sağlar. Döner vidalı kompresörlerin tasarımı, diğer tip kompresörlerinkinden oldukça farklıdır. Bunlar, biri çukur (dişi), diğeri ise tümsek (erkek) profilli olmak üzere iki rotordan oluşan bir yapıya sahiptir. İmalatçının tasarımına bağlı olarak, rotorlarda aynı sayıda loblar veya kanatlar bulunabilir veya bulunmayabilir. Rotorlar çelik, alüminyum alaşımları veya diğer yüksek mukavemetli metallerden yapılır. Rotorlar arasındaki boşluk toleransı yaklaşık olarak 0,076 mm rotorların tahriki ve birbirine temas etmeden çalışabilmeleri, bir tevzi dişli grubu vasıtasıyla sağlanır.

3.07 Rotorlar dönerken, giriş ağzında meydana gelen negatif basınç, havanın kompresör gövdesi içine çekilebilmesini sağlar. Giriş ağzından içeri giren hava, daha sonra rotorlar ile dış gövde arasından geçerken bu kısımda tutulur. Erkek ve dişi rotorlar birbirine geçip dönmekte iken, bu hava

Şekil 3-2 Kuru tip, döner vidalı kompresör



kütlesi giderek daha da küçülen bir hacim içine aktarılır ve böylece en küçük hacme sahip olarak çıkış ağzından sisteme sevk edilir. Bu şekilde hava cepçerinin birbiri ardışına oluşturulması, sıkıştırılması ve bir sonraki cebe boşaltılması sağlanmış olur. Herbir boşluk, bir sonraki boşluğun hava boşaltma işlemine başlaması esnasında boşaltmasını tamamlar. Böylece düzenli, devamlı ve darbesiz bir hava akımı sağlanmış olur.

3.08 Tek kademeli kompresörlerin çalışması için gerekli olan güç 56 kW (75 BG) mertebesindeki motorlar vasıtasıyla sağlanır ve bu tip kompresörler, yaklaşık olarak 3.5 bar basınçta 8.5

m³/dak değerinde bir hava debisi meydana getirir. İki kademeli kompresörlerde ise, birinci kademenin çıkış ağzından gelen direkt bir hava geçişi tarafından beslenen ikinci kademe helezonları daha küçüktür. İkinci kademe, doğrudan doğruya tahrik ünitesinden veya birinci kademe rotorundan (bloverinden) tahrik edilebilir. Basınç aralığı, iki kademeli kompresörlerde yaklaşık 10.5 bar, üç kademeli kompresörlerde ise 17.5 bar kadardır. Genellikle ara soğutucu kullanılmamakla beraber; çeşitli kuru tip modeller için, su soğutmalı veya hava soğutmalı ara soğutucular ve vidalı kompresörler de mevcuttur. Pistonlu kompresörlerin aksine, vidalı kompresörler 3000 ile 12.000 dev/dak arasındaki hızlarda çalışır. Yüksek devirde çalışmaları nedeniyle, vidalı kompresörlerin sürekli olarak çalıştırılabilmeleri mümkündür. Maksimum sistem basıncına ulaşıldığında, sıkıştırılmış havayı tekrar atmosfere vermek suretiyle çıkış hattının yükü boşaltılır.

3.09 Tamamen yağdan arındırılmış ve oldukça büyük miktarlarda hava kullanımı gerektiren

pnömatik güç sistemlerinde, genellikle kuru tip döner vidalı kompresörler kullanılır. Bu tip kompresörler, pistonlu kompresörlere kıyasla, hem 5.5-8.3 bar basınçta daha büyük miktarlarda hava temin edebilir ve hem de daha az zemin alanına ihtiyaç gösterir. Kuru tip döner vidalı kompresörler ilk tesis maliyeti bakımından pistonlu kompresörlerden daha ekonomik olmakla beraber; çektiği birim güç başına sağladığı debi (133-142.5 lt/dak/kW) daha düşük ve işletme giderleri daha yüksektir. Rotorlar ile dış gövde arasındaki boşluk toleranslarının çok yakın oluşu ve bunun bir kavisli kama etkisi yapması, bu tip kompresörlere pislik girme ihtimalini artırır. Dolayısıyla, bu kompresörlerin giriş hattına yerleştirilecek filtreler vasıtasıyla çok iyi biçimde korunmaları kesinlikle şarttır.

3.10 Islak tip döner vidalı kompresör, tasarım ve yapı bakımından, kuru tip döner vidalı kompresöre benzer. Bununla beraber, Şekil 3-3'de gösterildiği gibi, ıslak tip kompresörde tevzi dişlileri kullanılmaz. Bir lob diğerine güç sağlar. Aşınmayı önlemek ve aynı zamanda hava sıcaklığını düşürmek için, giriş hücresi içine yağ püskürtülür ve püskürtülen bu yağ, hava ile birlikte kompresörün iç kısımlarına taşınır. Yağ, kompresörün içinden geçmekte iken sıvı halinde kalır ve hava tankı veya bir yağ ayırıcı vasıtasıyla, bilahare sistem havasından ayrıştırılır.

3.11 Gerek ıslak ve gerekse kuru tip döner vidalı kompresörler yüksek devirde çalışır. Elektrik motoru veya düşük devirli diğer bir tahrik ünitesi kullanıldığı takdirde, kompresörün verimli çalışabileceği bir hız aralığına getirilebilmesi için, tahrik ünitesinden sonra devir yükseltici bir tertibat bulunması gerekir.

3.12 Sıvı halkalı kompresör (Şekil 3-4), döner kompresörün değişik bir tipidir. Görünüş itibarıyla kanatlı kompresöre benzemesine rağmen, oldukça farklıdır. Bu tip kompresörün ana elemanları; koruyucu bir dış gövde, kaçık merkezli (eksantrik) bir tahrik mili, sabit kanatları olan bir rotor ve bir sıvı (genellikle su)'dan oluşur. Kompresör çalışmakta iken, bu sıvı, rotor kanatları tarafından gövdenin iç çevresi boyunca taşınır. Rotor döndüğü sürece, sıvı, gövde yüzeyinin profilini izler. Rotor ve koruyucu gövde birbiri ile merkezi konumunda olmadığı için sıvı, esnek bir sıkıştırma hücresi oluşturur. Rotor kanatçıkları kompresör giriş ağzı önünden geçmekte iken, akışkan tarafından oluşturulmuş sıkıştırma hücresinin artan ebadı nedeniyle havanın kompresör içine emilmesi sağlanır. Hücre ebadı kompresör çıkışının yakınında azalmaya başlar ve hücre kesitinin en küçük olduğu yerde, hava sisteme sevk edilir.

3.13 Sıvı halkalı kompresörlerin tek kademeli modelleri, 5 bar çıkış basıncında 140 m³/dak değerine kadar hava debisi sağlayabilen kapasitelere sahiptir. Bu modeller, daha düşük basınç aralıklarında (yaklaşık 103 kPa) 280 m³/dak'lik debi sağlayabilir. Daha yüksek basınç değerleri de (5 bar'ın üzerinde) elde edilebilir; fakat bu durumda tabiatıyla kapasite düşer. Yağdan ve tozdan arındırılmış nitelikte hava temin edebildikleri için, bu tip kompresörlerin ölçü aleti ve kontrol havası ihtiyacı için çok verimli oldukları tespit edilmiştir. Sıvının sıkıştırılmakta olan hava üzerindeki soğutma etkisi, verimin yüksek olmasına katkıda bulunur. Akışkan hücreye giren kirli hava, içindeki kirlenici maddeleri sıvının yüzeyine bırakır. Kompresör içinde sızdırmaz biçimde kalan sıvı, gerektiği zaman sistemden boşaltılabilir ve sistemin yıkanarak temizlenebilmesi mümkün olur.

3.14 Sıvı halkalı kompresörler, genellikle ya 1750 ya da 3500 dev/dak normal hızda çalışan bir elektrik motoruna direkt bağlanır. Eğer farklı bir kompresör hızına ihtiyaç varsa; bu hız, V kayışları veya redüktör kullanmak suretiyle elde edilebilir. bu kompresörler ebat itibarıyla yekpare bir yapıya sahip olmalarına rağmen, diğer tipler kadar verimli değildir. Bu tipin nominal kapasitesi, çektiği birim kW için 5 bar çıkış basıncında 75 l/dak'dır.

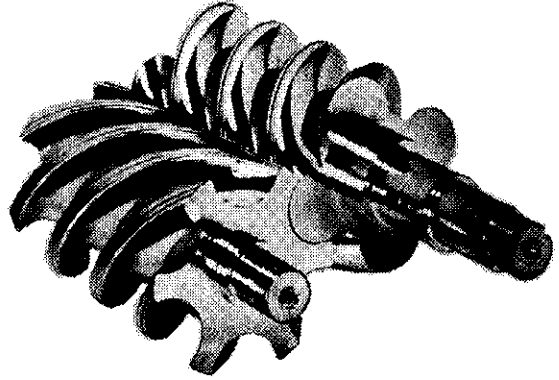
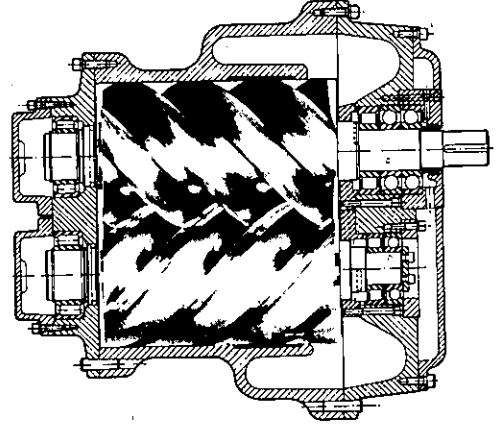
Düşük Basıncılı Yüksek Debili Kompresörler

3.15 Şekil 3-5’de gösterilen *rotorlu* tip kompresör, bir düşük basınçlı kompresördür. Yüksek basınçtan ziyade yüksek debi sağlamak amacıyla tasarlandığı için genellikle körük olarak bilinen bu kompresörler, bir mahfaza (koruyucu gövde) ve bunun içine yerleştirilmiş dahili kilitleme tertibatlı, zaman ayarlı, dişli sistemi ile çalışan iki adet rotordan yapılmıştır. bu rotolarda iki, üç veya dört lob (cep) olabilir. Loblar düz olabileceği gibi; hafifçe buruk veya helisel bir şekle sahip olabilir. Bu buruk kısım, hava çıkışı noktasındaki basınç dalgalanmalarını ortadan kaldırarak düzgün bir akış sağlar. Zamanlama dişlileri ise, lobların birbirine etki etmesini önler.

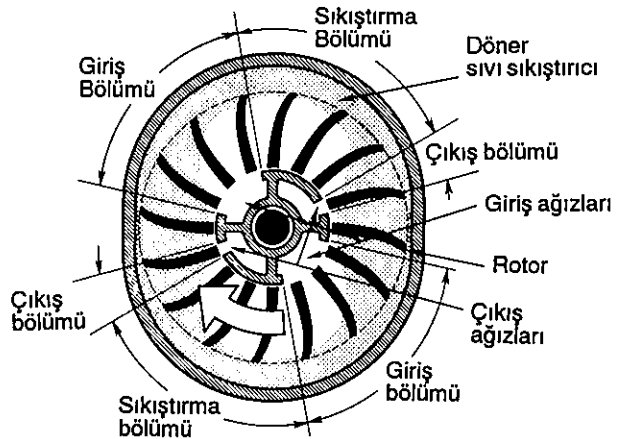
3.16 Bu tip kompresörlerin çalışma prensibi, bir dişli pompanınki ile karşılaştırılabilir. Rotorlar dönerken, hava giriş ağzında bir negatif basınç oluşmasını sağlar ve bu sayede kompresör gövdesinin içine hava emilebilmesi sağlanmış olur. Rotorlar dönmeye devam ettiği sürece, havanın lob ile koruyucu gövde arasında çıkış ağzına kadar taşınabilmesi mümkün olur. Loblar birbirine geçerken, hava sıkıştırılarak çıkış ağzından sisteme sevk edilir. Rotor çalışma yüzeyleri çok yakın boşluk toleransları sağlayacak şekilde çok hassas olarak işlenir. Öyle ki çalışma yüzeyleri arasındaki boşluk, yalnızca 0.076 ile 0.152 mm değerleri arasındadır. Verimli çalışma sağlayabilmek için, rotorların tavsiye edilen devir/dak değerinde çalıştırılması kesinlikle şarttır.

3.17 Bu kompresörler, 70 kPa’ya kadar olan basınç değerlerinde oldukça büyük miktarlarda hava teminini

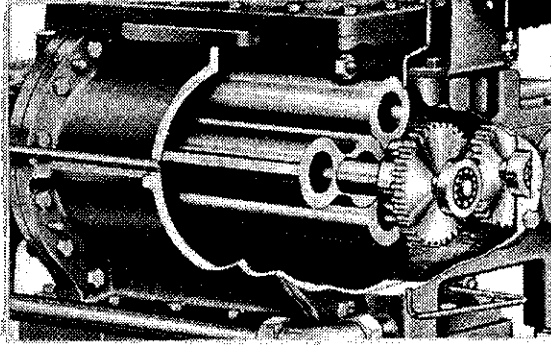
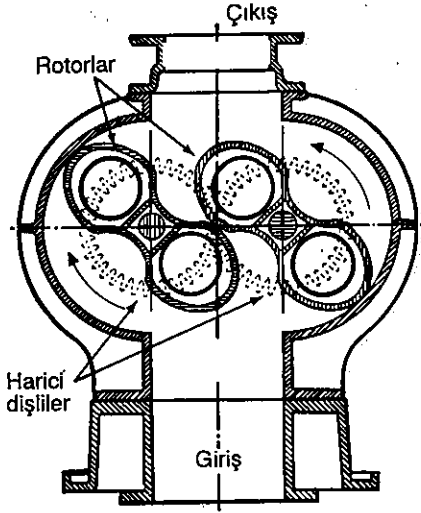
Şekil 3-3 Islak tip döner vidalı kompresör



Şekil 3-4 Sıvı halkalı kompresör



Şekil 3-5 Bir rotorlu tip kompresör



bir eksantrik tahrik miline bağlıdır.

3.19 Diyafram; yağ ve rutubete karşı dayanıklı ve takviyeli kauçuk tipi, esnek bir malzemeden yapılmıştır. Eksantrik tahrik miline, ömür boyu sızdırmaz olarak önceden yağlanmış ve tekrar yağlama gerektirmeyen tipte bir rulman yatak yerleştirilmiştir. Piston veya diyafram plakası aşağı doğru hareket ederken, diyafram içeriye doğru esneme yapar ve havayı sıkıştırma hücresinin içine çeker. Diyafram plakası strokunu tersine çevirdiğinde ise, diyafram dışarıya doğru esner ve böylece havanın çıkış valfi içinden geçerek sisteme sevk edilmesini sağlar. Bu kompresörler diğer tipler kadar verimli değildir; fakat 2.1-2.75 bar arasında değişen basınca sahip, küçük miktarlarda hava debileri (30-90 lt/dak) sağlayabilirler.

Dinamik Kompresörler

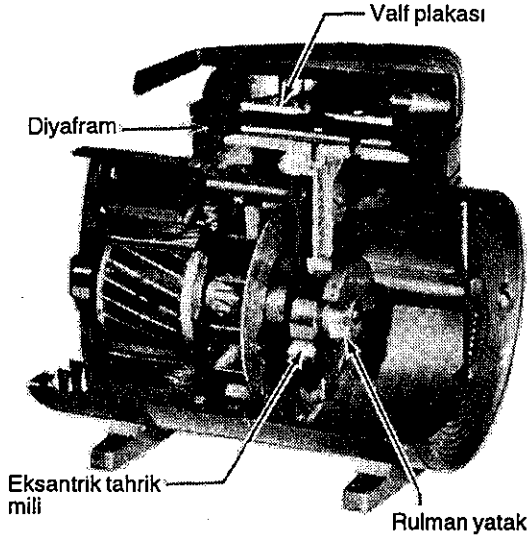
3.20 Dinamik kompresörler, 8.6 bar'a kadar olan basınç değerlerinde büyük miktarlardaki (yaklaşık 2800 m³/dak mertebesinde debiye sahip) hava temin edebilecek şekilde tasarılırlar. Bu tip öncelikle işlem havası sağlamak için kullanılırsa da havalandırma sistemi havası temini amacıyla da kullanılabilir. Sahip oldukları yaklaşık 85 m³/dak'lık debi değerindeki en düşük kapasite, bu

mümkün kılabilir. Daha yüksek basınç değerleri gerekli olduğu takdirde, kompresör çıkış basıncını 210 kPa (2.1 bar)'ya kadar yükseltmek için ikinci bir kademeye ilave edilebilir. Çıkış basıncının düşük olması nedeniyle, bu tipler genellikle pnömatik güç sistemlerinde kullanılmaz. Bunun yerine, daha düşük basınç değerlerinde ve büyük miktarlarda işletme veya ölçü aletleri kontrol havasına ihtiyaç olması halinde kullanılır. Kompresör rotorları birbirlerine temas etmedikleri için, hiç yağlama gerektirmez. Ayrıca, hava sıcaklığında fazla bir artış olmaz ve bu nedenle de bu tip bir kompresör çok az soğutma gerektirir veya hiç soğutma gerektirmez.

Diyaframli Kompresörler

3.18 Diyafram tipi kompresörler, birçok değişik hafif hizmet tipi uygulamalar için kullanılmakta olup; pozitif yer değiştirmeli kompresör olarak sınıflandırılır. Şekil 3-6'da gösterilene benzer biçimde olan kompresör diyaframı, genellikle bir piston ve piston kolundan oluşan bir tertibat vasıtasıyla

Şekil 3-6 Bir Diyaframli kompresör valf plakası



kompresörleri, pnömatrik güç sistemlerinin çoğunda kullanılamayacak kadar büyük kılar. Aynı zamanda, küçük ebatlı kompresörlerin sağladığı hava 1.7-2 bar arasında bir basınca sahip olup, bu da basınçlı hava sistemleri için çok düşük bir değerdir. Esasen bu düşük basınçlı tipler, genellikle kompresörden ziyade körük olarak sınıflandırılır. Dinamik kompresörler, ısıtma veya havalandırma tesisatında kullanılan körüklere veya fanlara kıyasla daha karışık ve güçlü bir yapıya sahiptir; bunun yanı sıra da, daha düşük verimli ve daha gürültülüdür. Dinamik kompresörlerin iki ana tipi, "santrifüj" ve "eksenel akışlı" tiptir.

3-1. Pozitif yer değiştirmeli döner kompresörlerin beş tipinin isimlerini belirtiniz.	3-1. KAYAR KANATLI KURU VİDALI ISLAK VİDALI SIVI HALKALI ROTORLU Bkz. 3.02
3-2. Tek kademeli ve kanatlı tip bir kompresör, normal olarak _____ bar'a kadar çıkış basıncı sağlayabilir.	3-2. 3.5 Bkz. 3.04
3-3. Kuru vidalı tip ve pozitif yer değiştirmeli bir kompresörde kaç tane rotor vardır?	3-3. İki Bkz. 3.06, Şekil 3-2
3-4. Tek kademeli ve kuru döner vidalı tip kompresörler, normal olarak _____ bar'a kadar çıkış basınçları sağlayabilirler.	3-4. 3.5 Bkz. 3.08
3-5. Islak döner vidalı tip bir kompresörün birbirine geçerek çalışan lobları, tevzi dişlileri (olan/olmayan) bir güç kaynağı tarafından tahrik edilir.	3-5. Tevzi dişlileri OLMAYAN. Çünkü, bir lob diğerine güç sağlar.
3-6. Bir sıvı halkalı kompresörde, havanın sıkıştırıldığı boşluk, _____ tarafından oluşturulur.	3-6. SIVI Bkz. 3.12, Şekil 3.4
3-7. Sağlamış olduğu düşük çıkış basıncı nedeniyle, rotorlu kompresör genellikle _____ adıyla bilinir.	3-7. HAVA KÖRÜĞÜ Bkz. 3-15
3-8. Rotorlu kompresörde rotorların birbirine temas etmesini önlemek için, _____ gerekir.	3-8. Harici dişliler vasıtasıyla ZAMANLANMASI Bkz. 3.15

Santrifüj Kompresörler

3.21 *Santrifüj* kompresör tiplerinden birisi Şekil 3-7' de gösterilmektedir. Bu, üç kademeli bir kompresör olup, halen imal edilmekte olan çok kademeli kompresörlerin tipik bir örneğini oluşturur. Kompresör, bir hız yükseltici üniteye monte edilmiş (ve farklı ebatlara sahip) üç ayrı sıkıştırıcı rotordan ibarettir. Hız yükseltici ünite, aynı zamanda güç kaynağına da destek görevi yapan bir kaide plakası üzerine monte edilmiştir. Bu güç kaynağı; bir elektrik motoru, içten yanmalı motor ya da bir buhar veya gaz türbini olabilir. Hava sıcaklığının aşırı oranda artışı önlemek için, santrifüj kompresörlerin ekserisi, ara soğutucular veya son soğutucular ile donatılır. Tüm santrifüj kompresörlerde olduğu gibi üç kademeli bir kompresörün de verimli olarak çalışabilmesi için rotorların mutlaka yüksek devirde dönmesi gerekir.

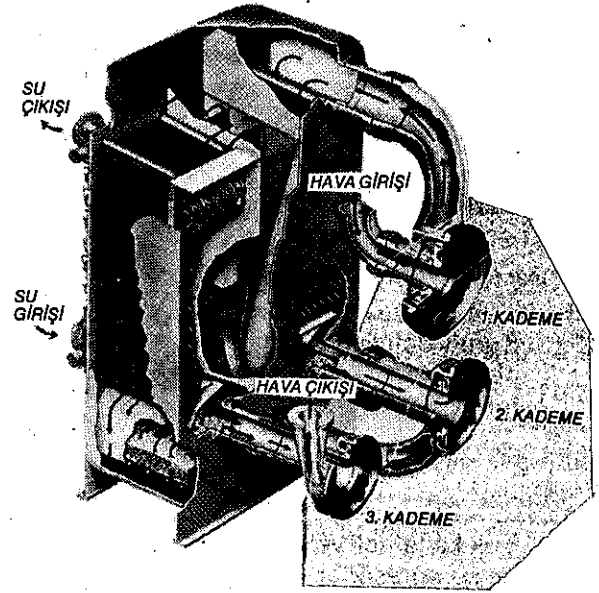
3.22 Kompresör çalışmakta iken, tabanın sol tarafında ve birinci kademeden hemen önce yerleştirilmiş bulunan büyük bir giriş kanalı içinden geçen hava kompresöre girer. Dönmekte olan birinci kademe rotoru, basıncı düşürür ve böylece havanın birinci kademe giriş ağzına girmesini sağlar. Rotorun sürati, rotor mahfazasının dış kısmına doğru gitmekte olan havaya yüksek bir hız verir. Hava, bilahare bir difüzör içine girer ve burada hızının (kinetik enerjisinin) bir kısmı basınca (potansiyel enerjiye) dönüştürülür. Bundan sonra hava, aynı işlemin meydana geldiği müteakip kademelerin emme ağzı içine girer. Herbir kademede, hava basıncı yaklaşık aynı miktar artar. Örneğin üç kademeli bir kompresörde, havanın herbir kademede 40 kPa basınca kadar sıkıştırılması halinde kompresör çıkış basıncı yaklaşık olarak $120 \text{ kPa} = 1.2 \text{ bar}$ 'dır.

3.23 10 bar'ın üzerinde bir çıkış basıncına sahip, $4000 \text{ m}^3/\text{dak}$ debi değerinde hava sevk edebilecek bir kapasitede olan daha büyük ve güçlü kompresörler de mevcuttur. Yağ kirliliğinden tamamen arındırılmış hava temin edebilen bu kompresörler, yüksek sevk debisine kıyasla, oldukça küçük miktarda bir zemin alanına ihtiyaç gösterir. Ancak; diğer tip kompresörlere kıyasla, birim m^3/dak 'lık debi başına daha fazla güce ihtiyaç göstermeleri ve çok yüksek hızda ($3000=12.000 \text{ dev/dak}$ arası) çalışmaları, santrifüj kompresörler için iki önemli olumsuzluktur. Fakat yine de bu tip kompresörler, hemen hemen sabit bir çıkış basıncında geniş bir debi aralığı sağlayabilir.

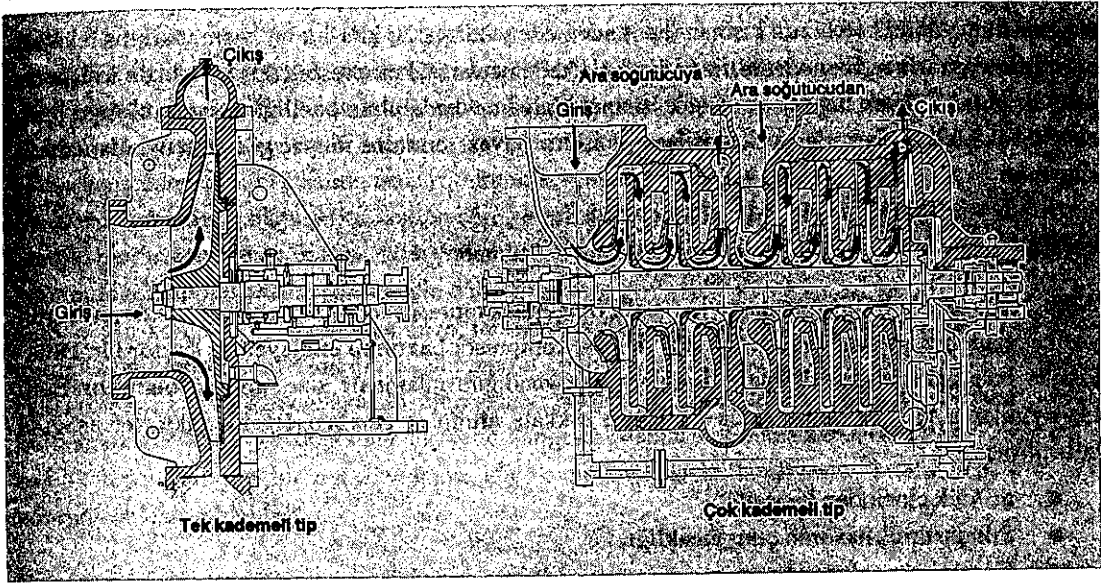
3.24 Tek kademeli ve çok kademeli santrifüj kompresörler, Şekil 3-8'de gösterilmiştir. Bu kompresörlerin yapısı, daha önce incelenmiş olan tiplerden oldukça farklıdır. bunlar, yapı bakımından santrifüj pompalara benzer. Çok kademeli kompresörlerin çeşitli kademeleri arasında ara soğutucular kullanılması, kompresör verimini yükseltir. Çünkü bu durumda, havayı sıkıştırmak için ihtiyaç olunan güç daha azdır. Uygulamaya bağlı olarak, kompresör rotorları farklı şekillerde olup, radyal veya karışık akımlı tip olarak sınıflandırılır. Karışık akımlı ve tek kademeli kompresörlerin birçoğu, basınç yükseltici (buster) veya körük olarak kullanılır.

3.25. Santrifüj kompresör çıkışının kontrolü, uygulamaya bağlı olarak değişebilirse de; hız

Şekil 3-7 Santrifüj kompresör



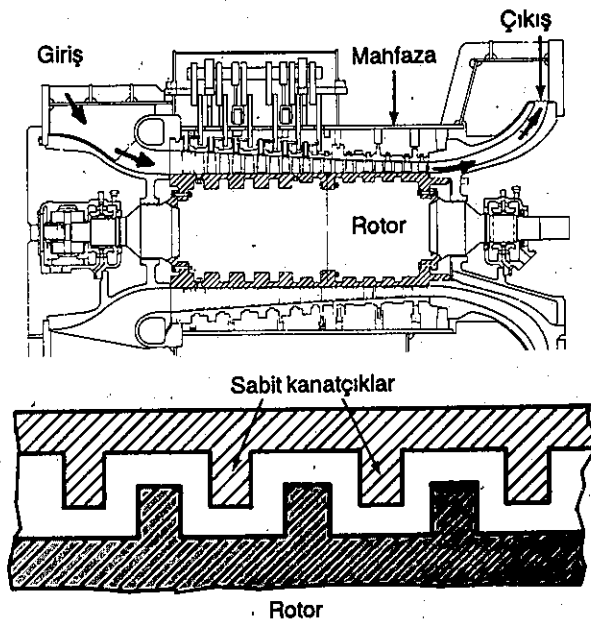
Şekil 3-8 Tek kademeli ve çok kademeli santrifüj kompresörler



değişimi, emme debisinin kısılması, çıkış debisinin kısılması ve dolaşım olmak üzere dört ana kontrol yöntemi mevcuttur. Bu dört yöntem içinde en etkin olanı hız değişimidir. Bununla beraber birçok kompresörde hızın normal çalışma hızlarının çok altına düşürülmesi halinde verim kaybı meydana gelmesi, bu yöntem için bir olumsuzluk teşkil eder.

3.26 Emme debisini kısma yöntemi, genellikle çıkış debisini kısma yöntemine tercih edilir fakat bunların her ikisi de, dolaşım yönteminden daha verimlidir. Emme debisinin kısılması, bir kelebek vana veya değişken giriş kanatları vasıtasıyla sağlanır. Çıkış debisinin kısılması ise, bir kısma valfi kullanmak suretiyle gerçekleştirilir. Bazı kompresörlerde, emme ve çıkış debilerinin kısılmasını sağlayan bileşik bir kontrol sistemi kullanılır. Kompresörden çıkan havanın yeniden emme girişine dolaştırılabilmesini sağlayan bu yöntem, genellikle verimli değildir.

Şekil 3-9 Çok kademeli aksiyel kompresör



Eksenel Akışlı (Aksiyel) Kompresörler

3.27 Şekil 3-9, santrifüj kompresörün diğer bir tipi olan çok kademeli bir eksenel akışlı (aksiyel) kompresörü göstermektedir. Bu tip bir kompresör, daha düşük basınç değerlerinde (yaklaşık 3.5 bar) nispeten sabit bir hava debisi sağlayabilme özelliğine sahiptir. Eksenel akışlı kompresörlerde, bir rotora monte edilmiş birkaç sıra kanatçık mevcuttur. Bu rotor kanatçıkları, bir

fanda meydana gelen duruma çok benzer biçimde, içlerinden geçmekte olan havanın hızını artırır. Döner kanatçıklar arasına sabit difüzör kanatçık sıraları monte edilmiştir. Sabit kanatçıklar, havanın aksenal akış yönünü ve hızını kısmen (her kademede yaklaşık 20 kPa'lık bir basınç farkına tekabül edecek kadar) artırır. Bu nedenle, ne kadar fazla kademe varsa, kompresör çıkış basıncı da o nispette yüksek olur. Yüksek debide ve düşük basınçta hava sevkedebilme özelliğine sahip olduğu için, aksenal akışlı kompresörlerin ekserisi sadece işlem havası teminine ihtiyaç gösteren uygulamalarla sınırlıdır.

Kompresör Seçimi

3.28 Sizden, belli bir uygulama için belli tipte bir kompresör tercih etmeniz veya kompresörün yerini seçmeniz istenmeyebilir. Fakat bu husus, kompresör bakımını etkileyen bir faktördür. Dolayısıyla, bu gibi kararların alınmasında nelerin rol oynadığını anlamanız, size yardımcı olacaktır. Belli bir uygulama için bir kompresör seçilirken dikkate alınması gereken önemli faktörler aşağıda belirtilmiştir.

- m³/dak cinsinden kapasite
- Sıkıştırılmış havanın çıkış sıcaklığı
- Kompresör çalışma basıncı
- Tesis mahallinin kotu (denizden yüksekliği)
- Giriş sıcaklığı ve rutubet aralığı
- Mevcut soğutma suyu ve hava
- Tahrik sistemi tipi (elektrik motoru, türbin, içten yanmalı motor v.s.)
- Atmosferik şartlar (korozyon etkisi, toz, nem v.s.)
- Aksesuarlar (ilk hareket ve kapasite kontrolleri, filtreler, emniyet kontrolleri v.s.)

Sistemin Kapasite İhtiyacı

3.29 Bir fabrikanın kompresör ihtiyacı; bir dereceye kadar; mevcut kompresörlerin ebadı, yerleri, depolama tanklarının ebat ve yerleri, hava hattının (veya hatlarının) ebadı ve fabrikanın maksimum miktarda hava kullanılan noktaları gibi faktörler tarafından etkilenir. Yeni veya ilave kompresör kapasitesinin yaklaşık değerini tayin edebilme yöntemlerinden biri, en yüksek miktarda (pik değerinde) hava kullanılmasını gerektiren 15 dakikalık veya yarım saatlik bir süre içindeki toplam hava miktarını belirlemektir. Belirlenen yaklaşık değere, hava kaçakları ve basınçlı hava ihtiyacında beklenmeyen artışlar için kapasitenin %5'i ile %10'u arasında bir ilave yapınız. Sonra da, ihtiyaç olunan kapasiteye eşit veya biraz üzerinde bir kapasiteye sahip olan bir kompresör seçiniz.

3.30 Eğer tesisin hava tüketimini bilmiyorsanız, tesiste mevcut ortak ekipmanın çeşitli parçalarını seçiniz ve herbir parça tarafından ihtiyaç olunan havanın miktarını hesaplayınız veya ölçünüz. Bulduğunuz rakamı, söz konusu ekipmanın bir saatteki kullanım sayısı ile çarpınız. Sonra da cevabınızı, tesiste mevcut olan ve dikkate alınan ekipmana benzer parçaların sayısı ile çarpınız. Bulunacak rakam kesin değer olmamasına rağmen, ihtiyaç olunan hava miktarını iyi bir yaklaşıklıkla verecektir.

3.31 Sistem kapasitesini etkileyen diğer bir faktör de kompresörün yeridir. Kompresörlerin servis ve bakımının kolaylıkla yapılabilmesi amacıyla, *merkezi* bir yer seçilmesi daha uygundur. Bununla beraber büyük bir tesisteki hava ihtiyacı, değişik yerlerde değişik değerdedir. Kompresörün havaya fiilen ihtiyaç duyulan yere (*merkezi olmayan bir yere*) tesis edilmesi, daha ekonomik olabilir.

Kompresörlerin; mümkün olduğu kadar temiz, serin ve kuru vasıfta hava temin edilebilecek bir şekilde yerleştirilmeleri gerekir.

3.32 Kompresörün (veya kompresörlerin) yerini etkileyen faktörler içinde dikkate alınması gereken bir diğeri de, (eğer kompresör, bir elektrik motoru vasıtasıyla çalışacak ise), fabrikada mevcut elektrik gücüdür. Aydınlatma, mevcut elektrik prizlerinin uygunluğu, havalandırma ve eğer gerekli ise, soğutma suyunun mevcudiyeti gibi faktörler de dikkate alınmalıdır. Kompresörün çalışırken neden olduğu gürültü, tesisin yakınında bulunan alanlarda itiraza yol açabilecek düzeyde olmamalı ve zemin mukavemeti, kompresöre yeterli desteği sağlayabilecek değerdedir. İdeal olarak, her bir kompresör ünitesi, iyi havalandırılan kapalı bir alana monte edilmelidir. Bu, merkezi konumdaki kompresör istasyonları için daha kolaydır.

3.33 Bir kompresör seçiminden önce, fabrikada kullanılan pnömatik ekipmanın basınç ihtiyacı mutlaka belirlenmelidir. Örneğin ekipmanların çoğu 7 bar basınçta, bazıları ise 150 psi basınçta çalışıyorsa, 10.5 bar'dan daha düşük olmayan bir basınç değerinde devreye girebilen bir kompresör kullanmak gereklidir. Bu değerden düşük herhangi bir basınç, ekipmana zarar verecektir. Eğer 10.5 bar'lık hava yalnızca bir tek alanda ve küçük miktarlarda kullanılıyorsa, bunun için ayrı bir kompresör tesis edilebilir.

Kompresör Kapasitesi

3.34 Kompresör kapasitesi, genellikle metre küp/dakika (m^3/dak) cinsinden ifade edilir. Bazan cfm'den daha ayrıntılı bir kapasite tanımına gerek vardır. Bu gibi durumlarda, istenilen kapasite özellikleri daha kesin olarak belirtilir. Bu özellikler, (*gerçek metre küp/dakika*) ve (*standard metre küp/dakika*) şeklinde ifade edilir.

3.35 Gerçek m^3/dak değeri, aynı zamanda *serbest hava kapasitesi* adıyla da bilinir. Gerçek kapasite, kurulu bir kompresörün giriş ağzında ölçülen değerdir. Bu değer; kompresör girişindeki havanın sıcaklık, atmosfer basıncı ve rutubet şartlarını içine alır. *Standard* kapasite Standard m^3/dak ise; 15.5 °C sıcaklık, 101.3 kPa atmosfer basıncı ve % 0 bağıl nem değerlerini kapsayan standard giriş şartlarında belirtilen değerdir. İmalatçıların çoğu, değişik şartlar için Gerçek m^3/dak ve Standart m^3/dak değerleri arasındaki farkı gösteren şemalar da verir.

Kompresör Kapasitesinin Kontrolü

3.36 Bir kompresör montajı tamamlanıp işletmeye alınmasından sonra, sağlaması gereken performans değerlerini veremediği birçok durum ortaya çıkabilir. Böyle bir durum meydana geldiği takdirde, Tablo 3-1 Elektrik motorunun çektiği maksimum amperaj değerleri, kompresör kapasitesinin kontrol edilmesi gerekir. Eğer kompresör çalışma verileri ve teknik özellikleri, yerine montajı esnasında elde edilmiş ve kontrol edilerek onaylanmış ise; bu değerler, gerektiğinde tekrar kontrol edilebilir. Genellikle kontrol edilmesi gereken ilk husus, tahrik ünitesinin çıkış gücüdür. Eğer bu ünite içten yanmalı bir motor ise, çıkış gücü, birkaç değişik yöntemle kontrol edilebilir.

3.37 Tahrik ünitesinin bir elektrik motoru olması halinde, amperaj değerleri ölçülerek Tablo 3-1'de verilen değerlerle karşılaştırılmalıdır. Bu tablo, değişik ebat ve tipteki elektrik motorları için çekilen akım değerlerini göstermektedir. Eğer motor, etiket plakasında belirtilen değerden daha fazla akım çekiyorsa; aşırı yüklenme var demektir. Motorun etiket plakasında belirtilen sıcaklık değerinin üzerinde çalışması (ısınma yapması) halinde de, aşırı yüklenmiş durumda olduğu anlaşılır.

3.38 Eğer kompresör sisteme nominal çıkış değerlerinde hava sevk edebiliyor, fakat motorda aşırı

Tablo 3-1. Elektrik motoru max. amper çekişleri

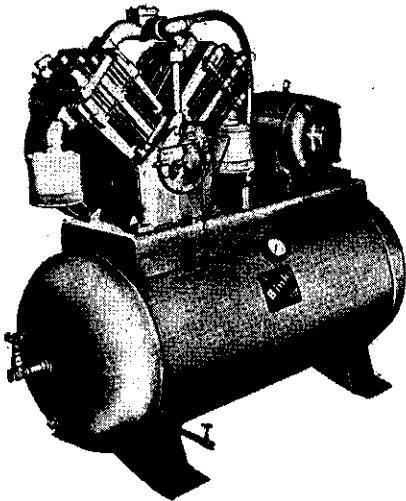
Motor gücü kW	BG	Doğru akım		Alternatif Akım				
				Tek faz		Üç faz (sincap kafes)		
		120 V	240 V	115 V	230 V	115 V	230 V	460 V
0.37	1/2	5.2	2.6	9.8	4.9	4	2	1
0.55	3/4	7.4	3.7	9.8	4.9	5.6	2.8	1.4
0.75	1	9.4	4.7	16	8	7.2	3.6	1.8
1.12	1 1/2	13.2	6.6	16	8	10.4	5.2	2.6
1.5	2	17	8.5	20	10	13.6	6.8	3.4
2.25	3	25	12.2	24	12		9.6	4.8
3.75	5	40	20	56	28		15.2	7.6
5.6	7 1/2	58	29	80	40		22	11
7.5	10	76	38	100	50		28	14
11.2	15		55				42	21
15	20		7				54	27
18.5	25						68	34
37	50						130	65

yüklemeye oluyorsa; kompresörde de, etiket plakasında belirtilen kapasiteyi tutturmaya çalışmak için aşırı yüklemeye olma ihtimali mevcuttur. Böyle bir durum, kompresörün hizmet ömrünü kısaltır ve işletime maliyetlerini artırır. Bu nedenle, motorun aşırı yüklenmesi halinde, kompresörün fiili debisini kontrol ediniz. Motorda aşırı yüklemeye durumu mevcut olmamakla beraber, kompresör kapasitesi düşükse; yine gerçek m^3/dak değerini kontrol etmek gerekir.

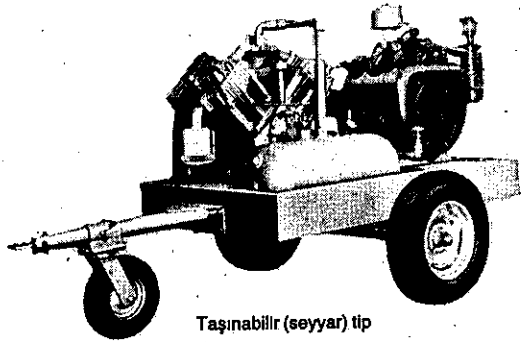
Aksesuarlar

3.39 Standard kompresör ünitelerinin (fiilen havayı sıkıştıran parçaların) işlevlerini uygun biçimde yapabilmeleri için, bazı aksesuar aksamına ihtiyaç vardır. Kompresörler, standard ve paket tipi

Şekil 3-10 Paket tipi kompresörler



Sabit tip



Taşınabilir (seyyar) tip

ünite olarak temin edilebilir. Standard üniteler, aksesuarsız olarak veya sadece birkaç aksesuarı ile birlikte ambalajlanır. Diğer aksesuarlar genellikle standard üniteden ayrı olarak elde edilir ve kullanıcı tarafından ihtiyaca uygun biçimde monte edilir.

3.40 Genellikle ihtiyaç olunan aksesuar donanımı aşağıdaki üniteleri içerir:

- Başlat/durdur (Start/Stop) kumanda anahtarları
- Yük atma elemanları
- Ara soğutucu ve kontrol tertibatı
- Kompresör soğutma sistem bağlantıları
- Tahrik üniteleri
- Yağlama sistemleri
- Emme hattı hava filtresi
- Hava depolama üniteleri
- Kaide plakası

3.41 Aksesuar donanımının çoğu İkinci Bölüm'de incelenmişti. Yük atma elemanları, yağlama donanımı ve basınç kontrol tertibatı gibi aksesuarlar çeşitli tipte kompresörlere monte edilebilir. Bunların dışındaki ekipmanlar ise, belli bir kompresör veya kompresör grubunda kullanılmak üzere seçilir. İmalatçının onayını almaksızın hiçbir parça değişimi yapılmamalıdır. Bu diğer aksesuar grubu içine; ilk hareket kumanda anahtarları, yük boşaltıcı pilot valfler, röleli pilot valfler, ara soğutucular, tahrik üniteleri, yağ pompaları, giriş hava filtreleri ve çıkış basıncı dengeleme bölmeleri gibi elemanlar dahil edilebilir. Özel teçhizat ise, genellikle kompresör imalatçısı tarafından verilen bakım ve onarım el kitaplarının kapsamında yer alır.

Paket Tipi Kompresörler

3.42 Şekil 3-10'da gösterilenler gibi olan paket tipi kompresörler, genellikle bir taban plakası veya tank üzerine monte edilmiş bir biçimde ve kompresörün bağımsız çalışabilmesini sağlayacak ekipman ve aksesuarların tümü ile komple olarak teslim edilir. Ünitenin hizmete sokulabilmesi için sadece servis hattı bağlantılarının yapılması yeterlidir. Kaide veya tank üzerine monteli bu paket tipi üniteler, uygun temellere civatalanarak tesbit edebilecek şekilde tasarlanmışlardır. Bazı tesisatlarda ise, ankraj civataları ile doğrudan doğruya zemine tesbit edilebilir. Seyyar kompresörler, bir kamyon veya tekerlekli bir treyler şasi üzerine monte edilmiş paket tipi ünitelerdir. Tahrik ünitesi olarak elektrik motoru ile komple verilen paket tipi bir kompresör, genellikle "fişe takıp" çalıştırmak için hazır durumdadır.

3.43 Büyük ebatlı paket tipi kompresörler, genellikle sıkıştırılmış havayı soğutabilen ve kompresörden çıkan havanın içindeki nem ve yağı ayırabilen sistemlerle donatılmış olarak verilir. Bu işlemler, havanın depolama ünitesine ve sistem hava hatlarına girmesinden önce yapılır. İsteğe bağlı ekipman olarak mevcut bulunan ilave aksesuarlar ise, sipariş edilmeleri halinde, genellikle imalatçı tarafından monte edilir.

54 Programlı Alıştırmalar

3-9. Üç kademeli bir santrifüj kompresörün havayı sıkıştıran rotor peravaneleri bir _____ üzerine monte edilir.	3-9. HIZ YÜKSELTİCİSİ Bkz. 3.21
3-10. Santrifüj kompresörlerin pek çoğu, aşırı derecedeki hava sıcaklıklarını önlemek için _____ ve _____ ile donatılmıştır.	3-10. ARA SOĞUTUCULAR SON SOĞUTUCULAR Bkz. 3.21
3-11. Dinamik kompresörlerin verimli olarak çalışabilmeleri için, rotorlar mutlaka _____ devirde (düşük/yüksek) dönmelidir.	3-11. YÜKSEK devirde Bkz. 3.21
3-12. Çok kademeli bir dinamik kompresörün çıkış basıncı, kademe sayısı ve herbir kademedeki _____ değeri ile belirlenir.	3-12. BASINÇ Bkz. 3.22
3-13. Santrifüj kompresörlerin çıkış kapasitesini kontrol etmek için uygulanan yöntemler içinde en verimli olanı, _____ yöntemidir.	3-13. HIZ DEĞİşTİRME. Emme ve çıkış debisini kısma ile hava sirkülasyon yöntemleri de kullanılabilir. Bkz. 3.25
3-14. Eksenel akışlı (aksiyel) kompresörlerin döner kanatları, sabit _____ kanatlar arasına yerleştirilir.	3-14. DİFÜZÖR Bkz. 3.27, Şekil 3-9
3-15. Değışik basınçlı hava ihtiyacına sahip olan tesislerde, kompresörü (veya kompresörleri) _____ yere monte etmek avantajlı olabilir.	3-15. BİRKAÇ AYRI Bkz. 3.31
3-16. Gerçek m ³ /dak terimi, _____ kapasitesi adı ile de bilinir.	3-16. SERBEST HAVA veya METRE KÜP/DAKİKA CİNSİNDEN GERÇEK DEBİ Bkz. 3.34, 3.35

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

3-1 Tek kademeli ve kayar kanatlı bir kompresörün maksimum çıkış basıncı nedir?

- ☐ a) 1.75 bar
- ☐ b) 3.5 bar
- ☐ c) 5.25 bar
- ☐ d) 7 bar

3-6 Aşağıda belirtilen pozitif yer değiştirmeli kompresörlerin hangisi, hafif hizmet tipi uygulamalar için en elverişli olanıdır?

- ☐ a) Dinamik
- ☐ b) Rotorlu
- ☐ c) Diyaframli
- ☐ d) Eksenel Akışlı (Aksiyel)

3-2 Aşağıdaki kompresör tiplerinin hangisi, yaklaşık 7 bar basınçta büyük miktarlarda yağsız hava sevkdebilecektir?

- ☐ a) Kuru döner vidalı tip
- ☐ b) Islak döner vidalı tip
- ☐ c) Pistonlu tip
- ☐ d) Rotorlu tip

3-7 Bir santrifüj kompresör aşağıdaki ünitelerden hangisi ile aynı grup içinde sınıflandırılabilir?

- ☐ a) Pompa-kompresör
- ☐ b) Eksenel akışlı (aksiyel) kompresör
- ☐ c) Dinamik kompresör
- ☐ d) Çok kademeli kompresör

3-3 Bir ıslak döner vidalı kompre-sörün sıkıştırma lobları, aşağıdaki ünitelerin hangisi olmaksızın çalışabilir?

- ☐ a) Uç plakaları
- ☐ b) Giriş mahfazası
- ☐ c) Tevzi dişlileri
- ☐ d) Yağlama yağı

3-8 Santrifüj kompresörlerin rotorları, hangi amaçla yüksek devirde çalışmalıdır?

- ☐ a) Homojen bir çalışma sıcaklığı sağlamak
- ☐ b) Uygun rotor balansı sağlamak
- ☐ c) Pozitif hız kontrolü sağlamak
- ☐ d) Verimli bir çalışma sağlamak

3-4 Rotorlu kompresörler, genellikle aşağıdaki isimlerden hangisi ile bilinir?

- ☐ a) Dahili kilitlemeli kompresörler
- ☐ b) Bloverler
- ☐ c) Lob tipi kompresörler
- ☐ d) Güç kompresörleri

3-9 Aşağıdakilerden hangisi, bir santrifüj kompresörün çıkış kapasitesini kontrol etmek için uygulanan en verimli yöntemdir?

- ☐ a) Hız değişimi
- ☐ b) Emme debisini kısma
- ☐ c) Çıkış debisini kısma
- ☐ d) Hava sirkülasyonu

3-5 Rotorlu kompresörler, aşağıdaki ünitelerin hangisi ile aynı çalışma prensibine sahiptir?

- ☐ a) Döner vidalı kompresörler
- ☐ b) Santrifüj kompresörler
- ☐ c) Kanatlı pompalar
- ☐ d) Dişli pompalar

3-10 Bir kompresörün yerine monte edilmesinden sonra ölçülen kapasitesini tanımlamak için kullanılan terim, aşağıdakilerden hangisidir?

- ☐ a) Standard metre küp/dakika
- ☐ b) Gerçek metre küp/dakika
- ☐ c) İşletim kapasitesi
- ☐ d) Kurulu kapasite

Bölüm Özeti

Pistonlu kompresörler gibi, döner kompresörler de pozitif yer değiştirmeli ya da dinamik tiptir. Kaya kanatlı, kuru vidalı, ıslak vidalı, rotorlu (loblu) ve sıvı halkalı tiplerin hepsi pozitif yer değiştirmeli döner kompresördür. Eksenel akışlı ve santrifüj kompresörler, dinamik kompresör tipleridir. Aynı kapasitedeki pistonlu kompresörler ile karşılaştırıldığında, kanatlı kompresörler daha yekpare bir yapıya sahip olmakla beraber, daha az verimlidir. Ekseri kanatlı kompresör yüksek devirde (1200-1800 dev/dak arası) çalışır. Gerek ıslak ve gerekirse kuru tip vidalı kompresörler daha da yüksek hızlarda (300-12000 dev/dak arası) çalışırlar.

Rotorları tevzi dişlileri vasıtasıyla tahrik edilen kuru tip bir kompresör, tamamen yağdan arındırılmış hava temin eder. Bir lobun diğerine güç verdiği ıslak tip ise, püskürtmeli yağlama sistemine ihtiyaç gösterir.

Sıvı halkalı kompresörler yekpare bir yapıdadır, fakat diğer döner tip kompresörler kadar verimli değildir. Ama yine de sisteme yağsız ve tozsuz hava sevkedebilme özelliğine sahip olmaları, bu kompresörleri, ölçü aletleri ve kontrol sistemleri için değerli kılar. Rotorlu kompresörler (veya vantilatörler) ise, 70 kPa'ya kadar olan basınçlarda büyük hava debisi sağlar ve en çok işlem veya ölçü havası kullanımına yönelik uygulamalar için kullanılır.

Santrifüj kompresörler de, işlem havası ve havalandırma sistem uygulamalarında sıkça rastlanan, yüksek debili ve düşük basınçlı ünitelerdir. Çok yüksek devirde çalışan santrifüj kompresörler, diğer tiplere kıyasla, birim m^3/dak debi için daha fazla güç çeker. Fakat bu kompresörler, hemen hemen sabit bir çıkış basıncında ve geniş bir debi aralığında hava akışı sağlayabilir. Bir tip santrifüj kompresör olan eksenel akışlı (aksiyal) kompresörler, işlem havası uygulamaları için yüksek debili ve düşük basınçlı (hemen hemen sabit basınç) hava sevkedebilir.

Uygulamalar

- 3-1. Çalıştığınız tesiste mevcut döner kompresörler ile ilgili olarak yapılan uygulamaların bazıları nelerdir? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.
- 3-2. Yukarıda belirttiğiniz işletme uygulamaları için ne tip döner kompresörler kullanılmaktadır? Herbirinin çıkış basıncını bar cinsinden belirtiniz.

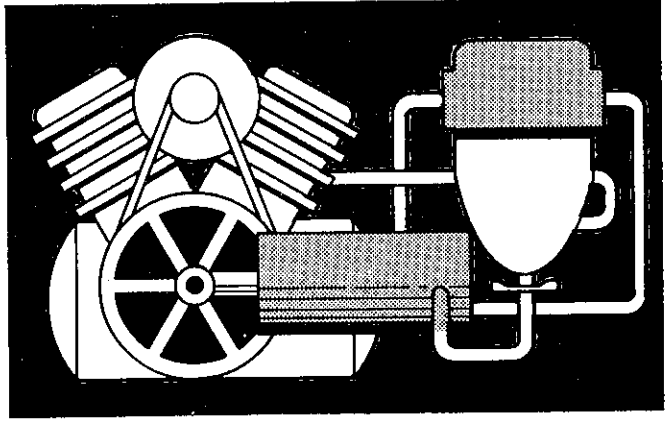
Kendini Kontrol Sınav Cevapları

- | | |
|---|---|
| 3-1. b. 3.5 bar. Bkz. 3.04 | 3-6. c. Diyafram. Bkz. 3.18, Şekil 3.6 |
| 3-2. a. Kuru döner vidalı tip. Bkz. 3.09 | 3-7. c. Dinamik kompresör. Bkz. 3.21 |
| 3-3. c. Tevzi dişlileri. Bkz. 3.10, Şekil 3-3 | 3-8. d. Verimli bir çalışma sağlamak Bkz. 3.21 |
| 3-4. b. Blöverler Bkz. 3.15, Şekil 3.5 | 3-9. a. Hız değişimi. Bkz. 3.2.5 |
| 3-5. d. Dişli pompalar Bkz. 3.16 | 3-10. b. Gerçek metre küp/dakika. Bkz. 3.34, 3.35 |

Temel Pnömatik

Dördüncü Ders

Hava Ön Aritma İşlemleri



Dördüncü Ders

Hava Ön Arıtma İşlemleri

Konular

Hava Arıtma İşlemleri
Ön (Kaba) Filtrasyon
Bağıl (Nisbi) Nem
Nemin Etkileri
Suyun Giderilmesi

Çiğ Noktası
Nem Ayırıcıları (Separatörleri)
Yağ Ayırıcıları (Separatörleri)
Hava Kurutucular
Hava Depolama Üniteleri

Hava Arıtma İşlemleri

4.01 Havanın kirli veya kirlenmiş bir ortamdan alınması nedeniyle, arıtma işleminden geçirilmesinin önemi açıktır. Bununla beraber, havanın temiz bir ortamdan alındığı diğer bazı durumlarda, arıtma işlemine tabi tutulmasını gerektiren sebepler de önemini kaybedebilir. Fakat durum ne olursa olsun, havanın içinde kirliliğe neden olabilecek maddeler daima mevcut olabilir. Ayrıca, hava daima belli bir oranda nem ihtiva eder. Bu nem oranı, farklı günlerde ve farklı ortamlarda değişiklik gösterir.

4.02 Havanın içindeki kirletici maddelerin bertaraf edilmesi için yapılması gereken arıtma işlemi, kompresörle birlikte verilen belli aksesuarlar vasıtasıyla gerçekleştirilir. Bu aksesuarların bazıları hassas ve karmaşık bir nitelik arz etmekle beraber, diğerleri basit bir yapıya sahiptir. Havanın ne ölçüde arıtılması gerektiği hususu, uygulamaya ve tesisin gereklerine bağlıdır. Hava arıtma cihazının işlevini sürdürebilmesini sağlamak, tamamen size bağlı olan bir husustur.

Ön (Kaba) Filtrasyon

4.03 Çevre havası kompresöre girmeden önce, içindeki pislik ve diğer kirletici katı maddelerden temizlenebilmesi için, mutlaka bir filtreden geçirilmelidir. Bu filtreler, kompresör imalatçısına ve uygulamaya bağlı olarak, kuru veya ıslak tip olabilir. Gerek filtreleme işleminden geçirilecek hava miktarı ve gerekse kompresörün tipi, kompresörle birlikte kullanılan filtrenin tipi üzerinde doğrudan etkilidir.

4.04 Şekil 4.1A'da gösterildiği gibi, *kuru* tip filtreler değişik şekil ve düzenlemede yapılır. Bu filtrelerin çoğu, bir tel elek veya açık tip bir diğer tutucu eleman içine sızdırmaz bir biçimde yerleştirilmiş bir keçe veya pamuklu malzeme ihtiva eder. Diğer kuru tip filtreler ise, değiştirilebilir veya kartuş elemanlar kullanır. Bu filtrelerin tümü de temizlenebilir niteliktedir. Paket tipi bir filtre için kullanılması tavsiye edilen temizleme yöntemi, filtre elemanını tavsiye edilen bir çözücü içinde (benzin kesinlikle kullanılmamalıdır) yıkamak ve sonra da basınçlı hava ile kurutmaktır. Kartuş tipi filtre elemanlarının çoğu, içten dışa doğru basınçlı hava üflemek suretiyle temizlenebilir. Bazıları ise, yumuşak deterjanlı su ile yıkanarak temizlendikten sonra kurutulur. Birçok kartuş elemanlar yenileriyle değiştirilebilir özelliğindedir.

Eğer bir pnömatik sistem elemanlarının faydalı bir hizmet ömrüne sahip olmaları gerekiyorsa, sistemde kullanılan havanın belli bir arıtma işleminden geçirilmesi veya şartlandırılması çok önemli bir husustur. İçindeki zararlı elementleri almak için yapılan hava arıtma işlemi, çeşitli yöntemler uygulanarak gerçekleştirilir. Bu Bölüm, havanın kompresörü terketmeden önce ve sonra şartlandırılması için kullanılan yöntemleri incelemektedir. Arıtma işlemi; filtreleme, soğutma, nem ve yağdan arındırma ve depolama işlemlerini içerir.

Bu Bölüm, sanayi tesislerinde kurulu bulunan en önemli hava arıtma sistemlerinin tümünü kapsamaktadır. İstenen hava kalitesinin bir tesisten diğerine farklılık göstermesi nedeniyle, belli bir uygulama için gerekli olan donanımlar da buna paralel olarak değişebilir. Bununla beraber; bu Bölüm kapsamında verilen bilgiler, pnömatik sistemleri bütünüyle anlayabilmeniz bakımından önemli taşımaktadır. İlgili ekipman hakkında bilgi sahibi olmak, yapılması gereken bakım ve arıza arama işlemlerinin öğrenilmesi yönünde atılacak ilk adımı teşkil eder.

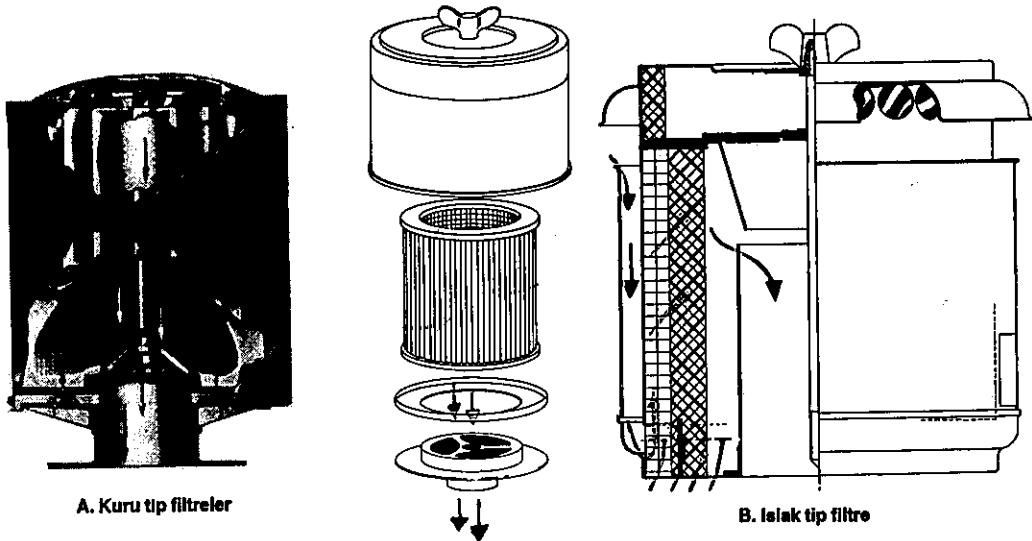
BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Bağıl (nisbi) nem (BN)	(4.06): Havanın tamamen doymuş durumda olması halinde ihtiva edeceği su buharı miktarına kıyasla, herhangi bir zamanda havanın içinde asılı bulunan subuharı miktarı.
Çiğlenme noktası	(4.09, 4.23); Su buharının soğutulması halinde yoğunlaştığı sıcaklık.
Nem ayırıcısı (separatörü)	4.26): Hava ve su partiküllerini birbirinden ayıran bir cihaz.
Yağ ayırıcısı (separatörü)	(4.33): Genellikle ara soğutucu ile son soğutucu arasına yerleştirilmiş olup, sistemdeki yağı ve nemi alan bir cihaz.

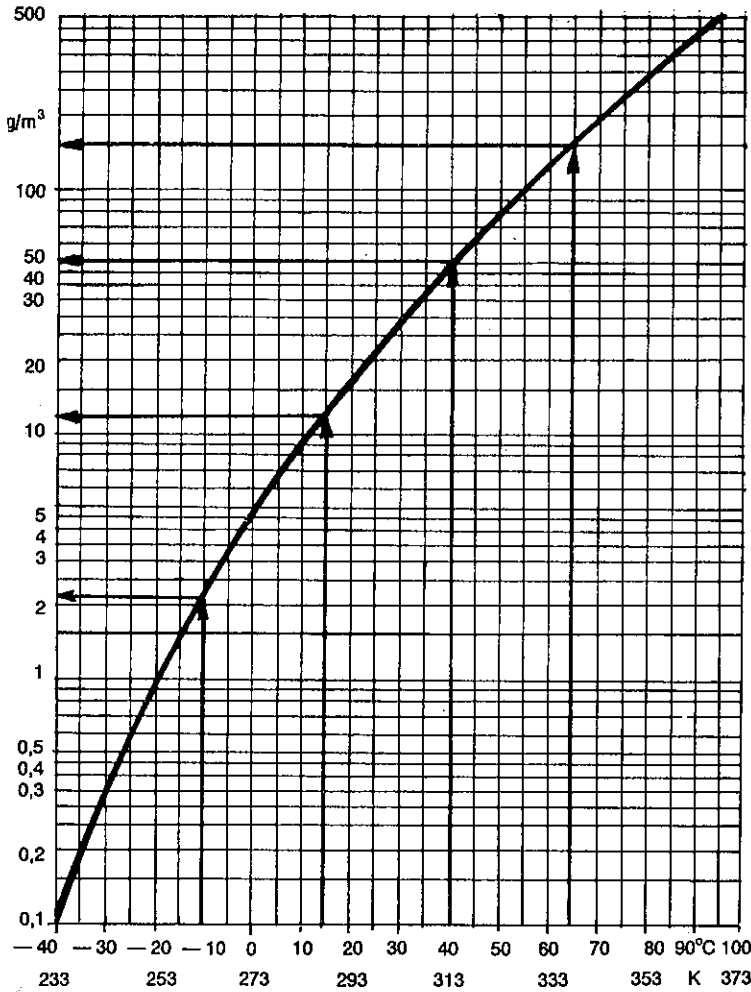
4.05 "Islak" tip filtreler ise, yapı ve çalışma prensibi bakımından, kuru tip filtrelerden ufak tefek farklılıklar gösterir. Şekil 4.1B'de, derin olmayan bir yağ deposu içine monte edilmiş "ıslak" tip bir filtre gösterilmiştir. Filtre mahfazasının üst kısmından içeri giren hava aşağı doğru yönlendirilerek yağ içine akar ve sonra da, emme borusu içinden geçmeden önce filtre ortamından geçerek yukarı doğru hareket eder. Bu akış esnasında hava ile birlikte taşınan yağ zerreciklerinin, pislik, toz veya diğer kirletici maddelerle beraber filtre içinde tutulmaları sağlanır.

4.06 Serbest havanın içinde mevcut olan nem veya su buharı miktarı, sıcaklığı ve hava şartlarına bağlı olarak değişir. Havanın tamamen doymuş durumda olması halinde ihtiva edeceği su buharı miktarına kıyasla, herhangi bir zamanda hava içinde bulunan su buharı miktarına *bağıl nem* (BN) adı verilir. Su buharı ile tamamen doymuş ve daha fazla nem kabul edemeyecek durumda bulunan

Şekil 4.1. Emiş hattı hava filtreleri



Şekil 4.2. Nem diyagramı



havanın bağıl nemi %100'dür. Havanın doymuş durumda iken ihtiva edeceği su buharının sadece yarısına eşit miktarda su buharı ihtiva etmesi halinde ise bağıl nemi % 50'dir. Sıcaklık ne kadar daha yüksek olursa, havanın tutabileceği su buharı miktarı da o nispette fazla olur.

4.07 Örneğin atmosfer basıncında ve 18.8 °C (66 °F) sıcaklıktaki 28.3 m³ (1000 ft³) hava (3.048 m x 3.04 m x 3.048 m) veya 10ft x 10ft ebadındaki bir oda içinde bulunan hava), doymuş durumda iken yaklaşık 0.454 kg (1 lb.) su buharı ihtiva edebilir. Eğer aynı miktardaki hava 31.1 °C (88 °F) sıcaklığa kadar ısıtılırsa, yaklaşık 0.908 kg (2 lb.) kadar su buharı içerebilir. 18.8 °C (66

°F) sıcaklıktaki doymuş hava, herhangi bir nem ilave edilmeksizin, 31.1 °C (88 °F) sıcaklığa kadar ısıtıldığı takdirde; bağıl nemi %50 olacaktır. Şekil 42'deki nem grafiği, farklı sıcaklık ve nem şartlarında bulunan 28.3 m³ (1000 ft³) hacmindeki havanın ihtiva edebileceği nem miktarlarını göstermektedir.

4.08 Hava tarafından tutulabilen su buharı miktarını etkileyen diğer bir faktör de, havanın maruz kaldığı basınç değeridir. Havanın basıncı arttıkça, ihtiva edebileceği nem miktarı azalır. Tabii bu, ancak hava sıcaklığının sabit kalması şartıyla geçerlidir. Basınç artışı ile birlikte sıcaklık da yükseldiği takdirde, basınçlı havanın nem tutma kabiliyeti de artar. Bu husus, Şekil 4-2'de gösterilen Nem Grafiği'nin incelenmesiyle daha kolay anlaşılabilir.

4.09 Grafikteki koyu çizgi, 28.3 m³ (1000 ft³) hacmindeki serbest havanın 6.89 bar (100 psi) basınca kadar sıkıştırıldıktan ve 18.8 °C (66 °F) sıcaklığa kadar soğutulduktan sonra kaç kg (libre) nem ihtiva edebileceğini göstermektedir. Bu sıcaklık ve basınçtaki hava sadece 1.421 kg (3,13 lb.) nem içerebilir. Eğer 6.89 bar (100 psi) basınçtaki sıcaklık 31.1 °C (88 °F) ise, aynı hacmindeki havanın içerebileceği nem miktarı 0.118 kg (0,26 lb.) olur. Bu durum; atmosfer basıncında ve 31.1 °C (88

°F) sıcaklıkta %50 bağıl neme sahip olup, her 28.3 m³ (1000 ft³)'lük hacim içinde 0.454 kg (1 lb.) nem ihtiva eden havanın aynı sıcaklıkta 6.89 bar (100 psi) basınç değerine sıkıştırılması halinde, içindeki nem miktarında yaklaşık 0.335 kg (0,74 lb.)'lik bir kayıp meydana geleceğini ifade eder. Havanın içindeki su buharının yoğunlaşarak su haline dönüştüğü sıcaklığa *çiğlenme noktası* denir.

4.10 Kompresör ağır yük şartları altında çalışmakta iken, depolama tankı veya pnömatik sistem hatları içinde bulunan basınçlı hava çiğlenme noktası sıcaklığına kadar soğumaz ve bu nedenle havanın içinde kalan su buharı, pnömatik ekipmanın içinden geçer. Hava, pnömatik ekipmandan çıkarken ani olarak genişler ve genellikle çiğlenme noktasının altındaki bir sıcaklığa kadar soğur. Bu esnada, havanın içindeki nem yoğunlaşır ve pnömatik ekipman içinde su oluşmasına neden olur. Havanın 0 °C sıcaklığın altına kadar soğuması halinde ise, su donabilir.

4.11 Normal çalışma şartları altında, hava depolama tankı ve sistem hatları bir dereceye kadar soğuma meydana gelir ve su buharı kısmen yoğunlaşır. Su buharının yoğunlaşmasını sağlayacak yeterli soğuma mevcut olmadığı takdirde, bir tip harici soğutma sisteminin kullanılması gerekir. Aksi takdirde, pnömatik sistem içinden anormal miktarlarda suyun iletilmesine neden olunacaktır. Bununla beraber, normal kullanım süresi içinde, yine de pnömatik ekipman veya hareketlendirici içinde küçük miktarda nemin yoğunlaşma ihtimali vardır.

Nemin Etkileri

4.12 Nemin mevcut olduğu yerde paslanma ve korozyon meydana gelebilir. Bu durum, demir ve nem arasındaki kimyasal reaksiyon nedeniyle ortaya çıkar. Havanın içindeki nem; yoğunlaşarak su haline gelmese bile; tank, hava hatları ve cihaz içinde paslanma ve korozyona sebep olabilir. Buna ilaveten, yağ içinde bulunan yabancı maddelerle karışan su korozif etkiye sahip asitler oluşturur. Bu tür asitler, pnömatik sistemin iç yüzeylerinde korozyon meydana gelmesine neden olur.

4.13 Korozyon olayına ilave olarak, basınçlı hava sistemlerindeki su, yağlama yağına karışarak yağın akışkanlığını artırır ve pnömatik cihazın çalışan yüzeyleri üzerinden dışarı akmasına neden olur. Bunun sonucu olarak da, söz konusu cihazda aşınma meydana gelir. Ayrıca, su ölçü aletlerinde ve kontrol ünitelerinde bulunan küçük geçiş kanallarını kapatarak, bu üniteleri çalışamaz duruma getirir. Boya püskürtme işlemi için kullanılan basınçlı hava içinde su olması halinde, bu su boya ve laklara karışabilir ve püskürtme cihazında hasara yol açabilir. Bu sebeplerden dolayı, basınçlı hava içindeki suyun (sıvı veya buhar) kesinlikle giderilmesi gerekir.

4.14 Sıkıştırma işlemi sırasında havaya karışan yağ da, hassas cihazlarda bulunan küçük geçiş kanallarını kapatabilir. Ayrıca, yağ, havanın içinde mevcut olabilecek küçük kir parçacıklarını da içine alıp muhafaza edebilir. Bu tür pis yağ suya karıştığı takdirde, emülsiyon oluşturarak yağlama özelliklerini kaybeder. Havanın kompresör içinde sıkıştırılması sırasında meydana gelen yüksek sıcaklık, sulu yağı asitli çamur haline dönüştürür. Asitler pnömatik cihazlarda korozyona neden olarak paslanma yapar. Çamur ise, havadaki pislikle birleşerek sistem hatları ve cihazların iç yüzeyleri üzerinde çökelti oluşturur. Bu tür çökeltiler, pnömatik cihazların verimliliğini ve ömrünü azaltır.

4.15 Bazı yağlar küçük damlacıklar şeklinde veya sis biçiminde etrafa saçılır, bazıları ise buharlaşır. Basınçlı hava içindeki yağ damlacıklarının kolayca giderilebilmesi mümkün olmakla beraber, hava içinde mevcut ince sis zerrecikleri ve su buharı giderilmesi daha güç bir mesele yaratır. Hava boru ve hortumlarının içinden geçen hava ile birlikte taşınan yağ, hortum gövdesine zarar verebilir. Bu sebeple, yağ ve diğer kirlenici maddelerin de sistemden bertaraf edilmesi konusu çok önemlidir.

Suyun Giderilmesi

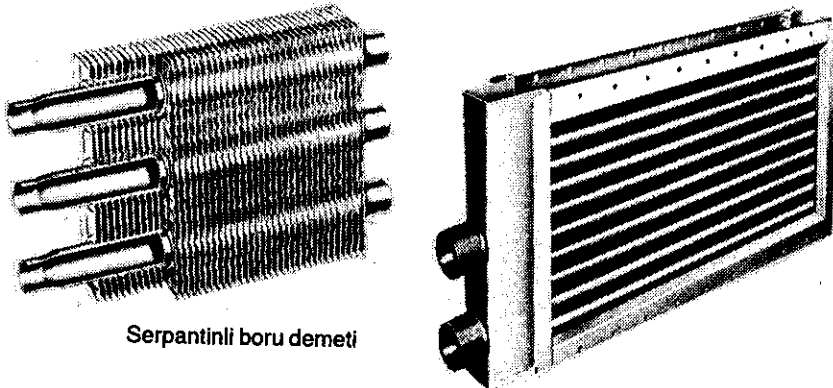
4.16 Basınçlı hava içinde mevcut olabilecek su ve yağın giderilmesi için uygulanan birkaç yöntem vardır. En yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, su buharını yoğuşturmadır. Bundan sonra da meydana gelen suyun sistemden atılabilmesi kolaylıkla sağlanabilir. Yağ buharları da, aynı şekilde, yoğuşturma yöntemi ile bertaraf edilebilir. Diğer bir nem giderme yöntemi de, havanın bir kurutucu içinde dolaştırılmasıyla sağlanabilen ve su buharını yoğuşturmaksızın giderebilen bir sistemdir. Bir pnömatik sistemde tamamen kuru hava kullanma gereği bulunmadıkça, çoğu tesiste hava, bir son soğutucu vasıtasıyla soğutulmak suretiyle içindeki su buharı yoğuşturularak alınır.

4.17 Son soğutucular, İkinci Bölüm'de incelenmiş olan ara soğutuculara benzer ve hava veya su ile soğutulabilir. Hava soğutmalı tip son soğutucular, Şekil 4-3'de gösterildiği gibi, serpantinli borulardan oluşan basit bir yapıya sahip olabilir veya fan soğutmalı bir radyatör şeklinde tasarlanabilir. Soğutulabilecek hava miktarı; son soğutucunun ebadına, soğutucu hava ile basınçlı hava arasındaki sıcaklık farkına ve havanın hızına bağlı olabilir. Hava soğutmalı son soğutucuların çoğunda, basınçlı havanın soğutulması amacıyla iç ortam havası kullanıldığı için, bu tip soğutucular, hava sıcaklığını, su buharının tümüyle yoğuşturabilmesini sağlayacak yeterli bir düzeye düşüremez. Bunun sonucunda da, basınçlı hava, depolama tankına ve sistem hatlarına girdiğinde, içinde bir miktar su buharı (ve bir miktar da yağ buharı) kalmış olur.

4.18 Yoğuşmuş olan herhangi bir buharı sistemden atabilmek için, son soğutucuya ve hava tankına mutlaka nem ayırıcıları monte edilmelidir. Bazı durumlarda, son soğutucu ve tank için bir tek ayırıcı kullanılır.

4.19 Genellikle hava soğutmalı sistem, cihaz maliyeti bakımından daha ekonomik olmakla beraber; su soğutmalı sistem, işletme maliyeti itibarıyla daha ekonomiktir. Çünkü su, soğutma yüzeyindeki ısıyı, havaya nazaran daha hızlı olarak alabilir. Kompresörün ebadı, kullanılacak soğutma tipi üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir. Günde sekiz saatten daha az çalışan iki kademeli ve küçük veya orta büyüklükteki kompresörler için, hava soğutmalı sistem daha ekonomiktir. Su soğutmalı sistem ise; günde sekiz saatten daha uzun bir süre çalışan, tek kademeli ve orta büyüklükteki kompresörler ile daha büyük ebatlı veya günde 10 saatten daha çok çalışan herhangi bir tip kompresör için daha ekonomik bir çalışma sağlar.

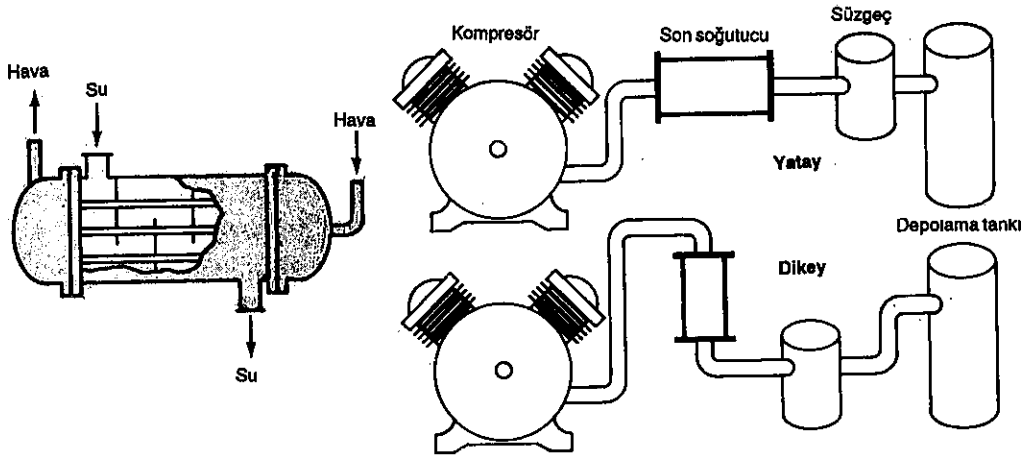
Şekil 4-3 Hava soğutmalı son soğutucular



Serpantinli boru demeti

4.20 Yapı itibarıyla, su soğutmalı son soğutucular, evvelce İkinci Bölüm kapsamında incelenmiş olan su soğutmalı ara soğutuculara benzer. Su soğutmalı tip son soğutucu, esasen, gövdeli ve kangal borulu bir ısı eşanjörüdür. Diğer son soğutucu tipleri de mevcut olmakla beraber, en yaygın olarak kullanılan tip budur. Ana sistem aksamı, Şekil 4-4'de gösterildiği gibi, her iki ucunda birer plakaya bağlanmış bir boru demetinden oluşmuş olup, bu grup bütünüyle bir koruyucu gövde içine monte edilmiştir. Gövdenin her iki ucunda, uç plakalar için kapak vazifesi yapan birer başlık vardır. Genellikle sıkıştırılmış hava borular içinden akarken soğutma suyu gövde içinden ve boru demeti çevresine doğru akar. Hava, ısısını borulara verir ve bu ısı, borular tarafından gövde içinde akmakta

Şekil 4-4 Su soğutmalı tip son soğutucular



olan suya iletilir. Bazı uygulamalarda, ısı eşanjörü yukarıda belirtilen durumun karıştı olan bir biçimde bağlanmıştır. Yani su boruların içinden, hava akımı ise gövde içinden akar.

4.21 Isı eşanjörlerin çoğu ters akış (karşı akış) prensibine göre çalışır. Soğutucuya giren sıcak hava, ilk olarak, ısı eşanjörünü terkeden sıcak su tarafından soğutulur. Hava ısı eşanjörünün içinden ileri doğru hareket etmekte iken, ısısını soğutucu suya verir. Hava ısı eşanjörünü terketmeden hemen önce, eşanjöre giren su tarafından soğutulur. Bu, ısı eşanjörlerini çalıştırmak için uygulanan en verimli yöntemdir.

4.22 Su soğutmalı tip ısı eşanjörlerinde elde edilen soğutma miktarı, soğutulacak havanın miktarına, kullanılan su miktarına, eşanjöre giren hava ve su arasındaki sıcaklık farkına ve eşanjör ebadına bağlıdır. Son soğutucuların mümkün olduğu kadar fazla miktarda nemi alacak ve basınçlı havanın hacmini de yine mümkün olabildiğince düşürecek şekilde tasarlanmaları gerektiğinden, genellikle bu üniteler oldukça büyüktür. Son soğutucular, ara soğutuculara kıyasla çok daha yüksek basınçlarda çalıştıkları için, daha yüksek yapı mukavemetine sahip olacak şekilde yapılırlar. tipik bir son soğutucu, Şekil 4-4'de gösterildiği gibi, yatay veya dikey konumda yerleştirilebilir. Havanın içindeki nemin yoğunlaşması sonucunda meydana gelen su, son soğutucunun çıkışına veya diğer bir toplama noktasına yerleştirilmiş olan bir ayırıcıda toplanır.

64 Programlı Alıştırmalar

4-1. Hava içinde bulunan kirletici maddeler, kir ve _____ içerir.	4-1. NEM Bkz. 4.01
4-2. Hava kompresörlerinde kullanılan iki tip kaba filtrenin adları nedir?	4-2. ISLAK TİP KURU TİP Bkz. 4.03
4-3. Bazı kuru filtrelerde sızdırmaz keçe veya pamuklu dokuma eleman kullanılmakla beraber, _____ elemanlı filtreler de mevcuttur.	4-3. DEĞİşTİREBİLİR veya KARTUş Bkz. 4.04
4-4. Bir ıslak tip filtrede pislikler, yağ ve içinde _____ toplanır.	4-4. FİLTRE Bkz. 4.05
4-5. Hava içindeki su buharı miktarının havanın tamamen doymuş duruma gelmesi halinde ihtiva edeceği su buharı miktarına oranına _____ denir.	4-5. BAğIL NEM Bkz. 4.06
4-6. Havanın soğutulması sırasında içindeki su buharının yoėuőtuėu sıcaklık derecesine _____ denir.	4-6. İğLENME NOKTASI Bkz. 4.09
4-7. Basınçlı havadan su buharını almak için kullanılan yöntemler arasında en yaygın olanı _____ yöntemidir.	4-7. YOğUşTURMA (KONDENSASYON) Bkz. 4.16
4-8. Basınçlı hava içindeki su buharını yoėuőturmak için kullanılan son soğutucular, _____ veya _____ soğutmalıdır.	4-8. SU HAVA Bkz. 4.17, şekil 4-3

Çiğlenme Noktası

4.23 Eğer sistemde bir son soğutucu kullanılıyorsa; basınçlı hava içinde ne kadar su kaldığını bilmek, kullanım esnasında basınç atmosfer basıncına düşerken suyun hangi sıcaklıkta yoğunlaşacağını bilmek kadar önemli değildir. Kompresör havasının bir hava hattından dışarı çıkması esnasında, hava içindeki nemin yoğunlaşması nedeniyle su damlacıkları oluştuğu için, bu sıcaklığa "çiğlenme noktası" denir. 6.89 bar

(100 psi) basınçtaki kompresör havasının, son soğutucudan farklı sıcaklık değerlerinde (soğutma suyu sıcaklığından 5.5 °C (10 °F) daha yüksek sıcaklıkta) dışarı çıkması halinde sahip olacağı çiğlenme noktası değerleri Tablo 4-1'de gösterilmektedir.

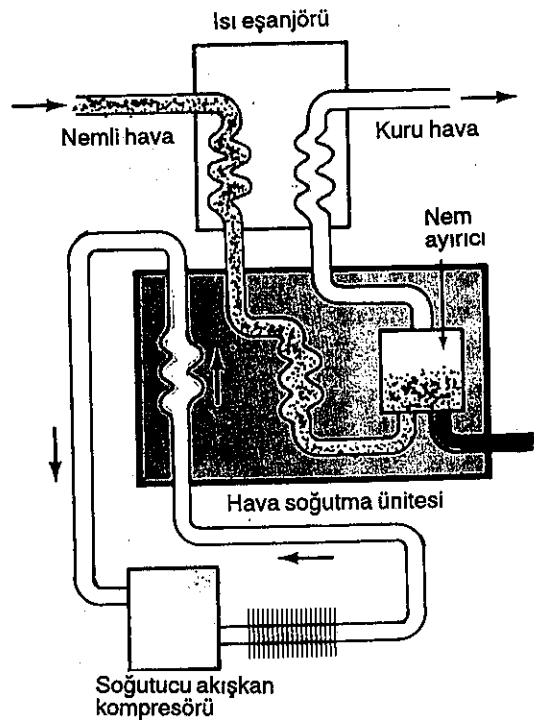
4.24 Eğer bir tek son soğutucu kullanmakla, istenen çiğ noktası elde edilmezse; ikinci bir son soğutucu veya vakumlu soğutucu kullanılır. Bu tip soğutucularda, soğutucu ortam olarak genellikle donma noktasına kadar soğutulmuş su veya etilen glikol (kalıcı antifriz) kullanılır. Havadaki su buharının vakumlu soğutucu yüzeyleri üzerinde donmasını önlemek için, soğutucuyu kesinlikle 2 °C (35 °F) sıcaklığının altında çalıştırmayınız. Bu ikinci son soğutucu, basınçlı havayı soğutma suyu sıcaklığının 1 °C (2 °F) üstündeki bir sıcaklığa kadar soğutabilir. Bazı sistemlerde sağlanan 4.4 °C (8 °F)'lik ilave hava soğutma, kabul edilebilir hava besleme sıcaklığı ile marjinal sıcaklık arasındaki farkı ifade edebilir.

4.25 Kompresörden elde edilen basınçlı hava içindeki nemin yoğunlaştırılması için uygulanan diğer bir yöntem de, soğutma sistemli bir hava kurutucusu kullanmaktır. Değişik tip hava kurutucuları, akış modeli itibariyle farklılık gösterirlerse de, çalışma prensibi bakımından hepsi birbirine benzer. Şekil 4.5'de şematik olarak gösterildiği gibi, sıcak hava ilk olarak bir ısı eşanjörüne girer ve burada sıcaklığı biraz düşürülür. Eşanjörden sonra soğutucu üniteye giren hava, içinden soğutucu akışkanın geçmekte olduğu boru yüzeyleri ile temas ederek yaklaşık 2 °C (35 °F) sıcaklığa kadar soğutulur. Bu sıcaklık, su buharının yoğunlaşmasına neden olur. Soğutucu ünitiden çıkan basınçlı hava, pnömomatik sisteme gitmeden önce, tekrar ısı eşanjörü içinden geçirilir. Kurutucu, hava-

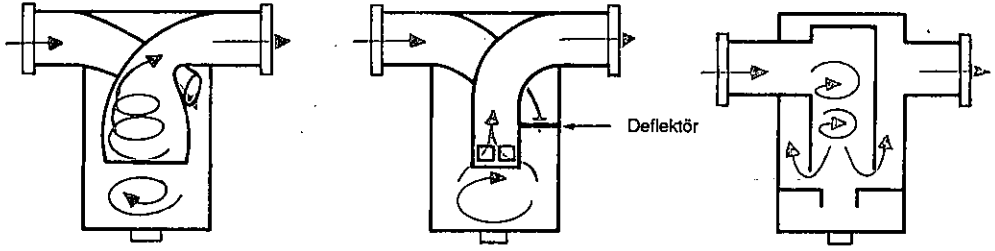
Tablo 4-1. Çiğlenme noktası sıcaklık değerleri

Hava sıcaklığı (°C)	Su miktarı (lb per 1000 ft ³) (g/m ³)	Hava çiğlenme noktası (°C)
1.66	0.80	-24
2.77	0.96	-22.22
18.88	2.08	-10.55
20.	2.24	-10.
22.22	2.56	-8.33
24.44	2.88	-6.66
26.66	3.36	-5
28.88	3.68	-3.33
31.11	4.16	-2.22

Şekil 4-5 Frigorifik sistemli hava kurutucular



Şekil 4-6 Nem ayırıcıları



daki su buharının hemen hemen tümünü almasına rağmen, %100'ünü alamaz. Eğer daha komple bir nem alma sistemi arzu ediliyorsa, diğer filtre-kurucutu bileşimleri kullanılmalıdır.

Nem Ayırıcıları

4.26 Son soğutucular içinde yoğuşmuş olan su ve yağ buharlarının mutlaka giderilmesi gerekir. Çiğ suyunun sis biçiminde bulunan büyük bir kısmı, son soğutucu içindeki basınçlı hava akımı ile birlikte taşınır. Pnömatik sistemlerin veya son soğutucuların çoğunda, nemin alınmasını sağlayan mekanik ayırıcılar mevcuttur. Çoğu ayırıcı, havanın girdap hareketi yapmasını sağlamak veya akış yönünde ani ve keskin değişiklikler yaptırmak suretiyle su zerreciklerini havadan ayırır. Diğer tiplerde ise, hava akımının düz bir yüzeye çarptırılarak ayırıcıdan çıkması sağlanır. Bazı ayırıcılardan da, havanın hızını düşürerek su damlacıklarının tabana düşebilmesini sağlamak amacıyla kullanılan geniş bir hücre vardır. Bu yöntem, *tabii ayırma* veya *ağırlıklı ayırma* adı verilir.

4.27 Farklı ayırıcıların etkisi, Şekil 4-6'da gösterilmiştir. İçinde su bulunan hava, ayırıcı mahfazasının üst kısmından içeri girer ve dış yüzey çevresinde girdap hareketi yapar. Bu girdap etkisi, daha ağır olan nem ve yağ zerreciklerinin dış cidar üzerinde çökmesine neden olur. Bu zerrecikler daha sonra aşağı doğru akarak, ayırıcının tabanında bulunan nem tutucu (kondenstop) ünitesine girer. Kurutucu hava ise, merkeze yakın bir konumda kalır ve hava hattı içine boşaltılır. Hava hareketi ve akış güzergahı, her bir ayırıcıda değişik olmakla beraber; tüm ayırıcılar çalışma prensibi bakımından birbirine benzer. Bu tür ayırıcılar, basınçlı hava akımı içindeki sıvıların % 95 oranına kadar alınabilmesini mümkün kılar.

4.28 Su ve yağ parçacıklarının basınçlı havadan ayrılması sağlandıktan sonra, ayırıcıdan alınmaları gerekir. Şekil 4-7'de gösterilen ayırıcı, bir nem tutucu tertibatlı ve şamandıralı valf içermektedir. Ayırıcı tabanındaki kapsül içinde biriken sıvı şamandırayı yukarı kaldırarak boşaltma valfinin açılmasını sağlar. Valf, tabanın üstünde, valf ile valf yuvası arasına katı parçacıkların girerek valfin kapanmasını önlemelerine mani olacak bir konumda yerleştirilmiştir. Tabanda biriken çamur ve katı parçacıkları, yine tabanda bulunan boşaltma tapasını açmak suretiyle dışarı atılır:

UYARI : Ayırıcı içindeki hava basıncı nedeniyle çamur ve suyun üzerine veya bitişikte bulunan makinalar üzerine sıçramasına mani olmak için, boşaltma tapalarını yavaş yavaş açınız. Bu işlemi yaparken koruyucu gözlük ve maske takınız.

4.29 Yukarıda belirtilen ayırıcı ve nem tutucular, büyük hava hacimleri için kullanılmak ve son

soğutuculardan büyük miktarlarda nem alınmasını sağlamak üzere tasarlanmış olan ünitelerdir. Ayrıca, basınçlı hava hatlarında birikmiş olan yoğunlaşmış sıvıların da havadan ayrılmasını ve sistemin dışına atılmalarını sağlamak da kesinlikle şarttır. Bu işlem, hava hattı akış noktasının yakınına yerleştirilmiş bir birleşik ayırıcı filtre sistemi vasıtasıyla gerçekleştirilir. Bu tip ayırıcılar Beşinci Bölümde incelenmektedir.

Yağ Ayırıcıları

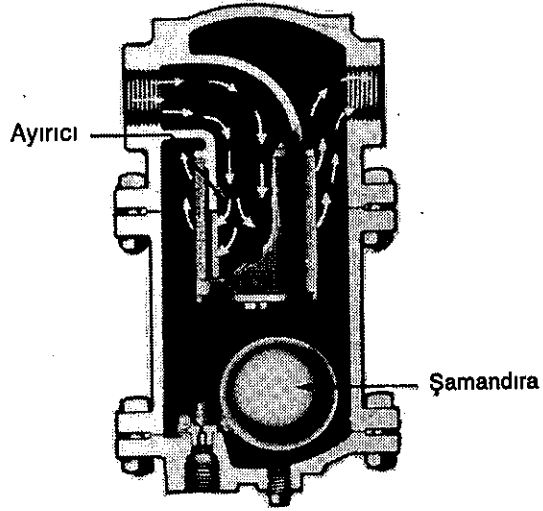
4.30 Birçok pnömatik sistemde, bulunan sıvı ayırıcısı, tek başına yeterli miktarda nemin alınmasını sağlayamaz. Bu sistemler için, son soğutucu ile hava depolama ünitesi arasında bir de yağ ayırıcısı yerleştirmek gerekir. Bir yağ ayırıcısı, aynı zamanda, yüksek performanslı hava kurutucularını veya yağdan arındırılmış diğer sistem aksamını da korur.

4.31 Yağ ayırıcılarının çoğu oldukça büyük ebatlı olmalarına rağmen, çalışmaları basittir. Şekil 4-8'de gösterildiği gibi, hava ayırıcının alt bölmesinden içeri girer ve tersine çevrilmiş bir tabak şeklindeki saptırıcıya çarptığında çok az bir basınç düşmesi meydana gelerek, yoğunlaşmış olan nemin veya ağır zerreciklerin büyük bir kısmının tabana düşmesine neden olur. Bundan sonra, hava delikli

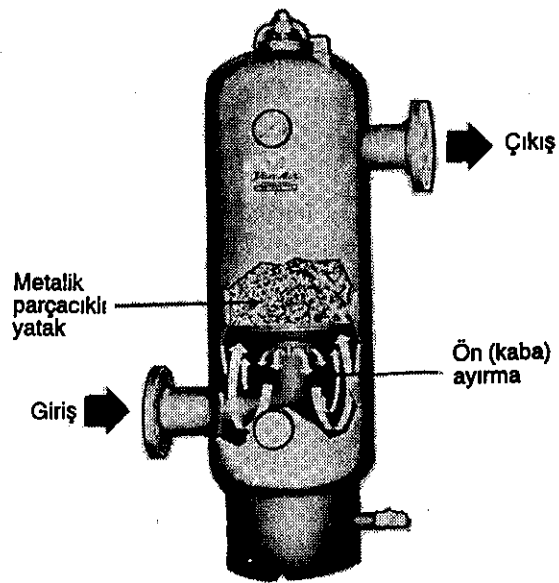
bir metal tava içinden geçerek metal kıvrımları olan geniş bir yatak içine girer. Havanın yatak içinde aniden durarak yön değiştirmesi dolayısıyla, hava içinde asılı durumda bulunan çok küçük sıvı zerrecikleri metal kıvrımlar üzerinde çöker. Tava içinden geçerek ayırıcı tabanına damlayan sıvı, bir şamandıralı kondestop valf sistemi vasıtasıyla dışarı boşaltılır.

4.32 Yatak içindeki kıvrımlı metal yüzeylerde birikmiş olan fazla yağı almak için, periyodik olarak ayırıcı, içindeki basınç tamamen boşaltıldıktan sonra, piyasadan temin edilebilecek gres giderici bir çözütüyle iyice yıkanıp temizlenmelidir. Ayırıcı giriş ve çıkışında manometre ile ölçülen basınç değerleri arasında 20 kPa'lık bir fark meydana gelmesi temizlik zamanının

Şekil 4-7. Nem ayırıcı ve kapan birleşimi



Şekil 4-8 Yağ ayırıcı



geldiğini belirten bir faktördür. Bir filtre görevi yapmasının yanısıra; yağ ayırıcı, basınçlı hava içinde oraya buraya saçılmış ve asılı durumda bulunan su ve yağ zerreciklerinin alınabilmesini sağlayan muhtemelen yegane cihazdır.

Hava Kurutucuları

4.33 Pnömatik ölçü aletleri veya tamamen kuru havaya ihtiyaç gösteren hassas cihazlar gibi tesisatlar, genellikle sistemde bir hava kurutucusu kullanılması gerektirir. Günümüzde imal edilmekte olan hava kurutucularının iki tipi mevcut olup; bunlar, *kimyasal tip* olarak da bilinen *nem emici tip*, diğeri ise bazan *yeniden türetici (kazancı)* adı verilen *adsorpsiyon (tutunma)* tipidir.

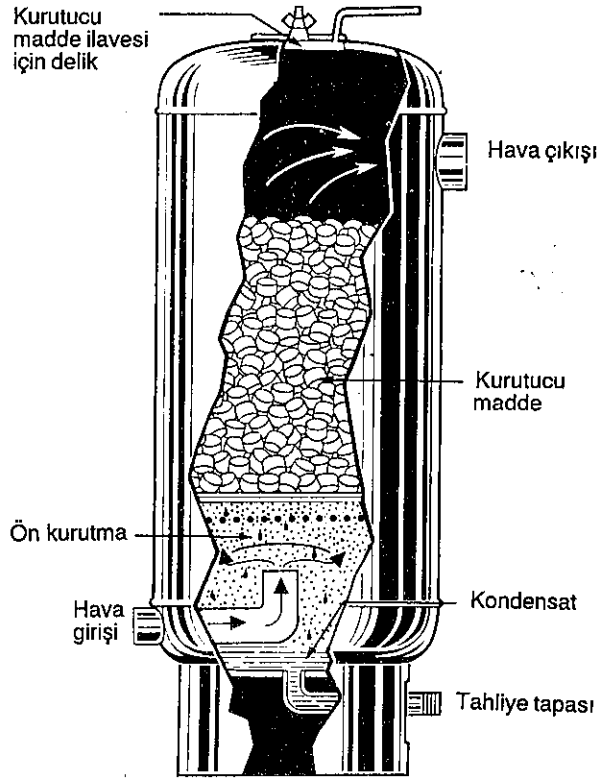
4.34 **Nem emici tip:** Şekil 4-9'da gösterilen nem emici tip kurutucu, bir dereceye kadar bir yağ ayırıcıya benzer. Bu tip, adımı, nemi emen ve "desikan" denilen bir kimyasal kurutucu hammaddeden alır. Bu kimyasal madde, nemi emdikçe yavaş yavaş çözünür ve kendisi de sıvı haline dönüşür. Kurutucu maddenin nemi emerek erimesi ile meydana gelen eriyiğe *kurutucu eriyik* adı verilir.

4.35 Kurutucu çalışmakta iken, nemli ve kirli hava, kurutucu tabanından içeri girer ve tersine çevrilmiş tabak şeklindeki bir plaka vasıtasıyla,

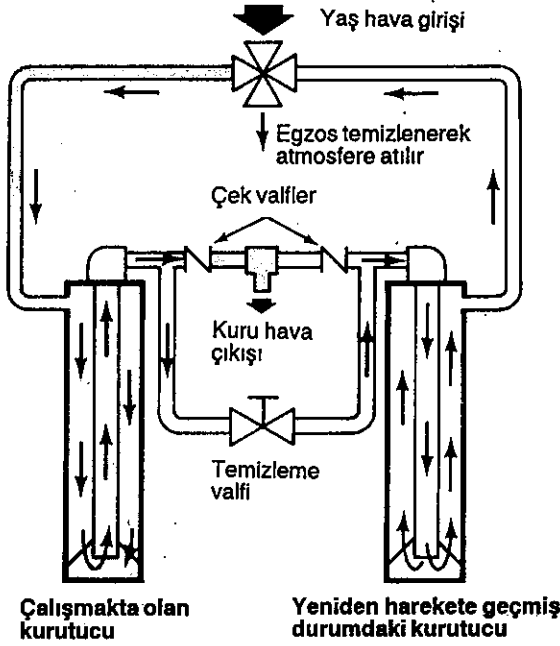
tankın içinde dispersiyon yaparak oraya buraya saçılır. Bu noktada, bazı sıvı ve katı parçacıklar tabana çöker. Kurutucunun orta bölümünde hava, üstteki yataktan aşağı çökelen kurutucu madde sisi içinden geçmekte iken ön kurutma işleminden geçirilmiş olur. Bu sis, daha küçük ebatlı buhar zerreciklerinin bazılarını toplar ve kurutucunun tabanına çökelebilecek kadar büyük ebatlı damlacıkların oluşturulmasını sağlar. Daha sonra yatak içinde bulunan kurutucu kimyasal madde içinden doğru hava akını meydana getirilerek, bu maddenin kimyasal reaksiyon yolu ile havanın içinden nemi emmesi sağlanır. Nem, kurutucu maddeyi ıslatarak eritir ve damlacıklar oluşturmak suretiyle tankın tabanına çökmesine neden olur. Kurutucu ünitiden dışarı çıkan hava kuru ve temizdir.

4.36 Nem emici tip kurutucu, kurutmakta olduğu havanın çiğlenme noktasını düşürmek bakımından, soğutucu akışkanlı kurutucuya kıyasla daha düşük bir verimliliğe sahiptir. Bununla beraber; bir nem emici tip kurutucu, şimdiye kadar yapılmış olan soğutucu akışkanlı tip kurutucuların çoğuna nazaran daha büyük hacimlerdeki havanın kurutulmasını sağlayabilir. Ancak, kurutucu kimyasal madde havanın nemini emerek çözündüğü ve dolayısıyla miktarı azaldığı için, periyodik olarak

Şekil 4-9 Nem emici tip kurutucu



Şekil 4-10 Tutunma (Adsorpsiyon) tipi kurutucu



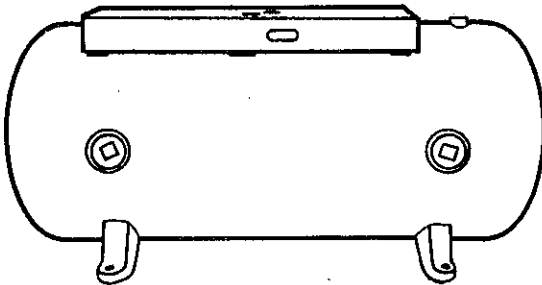
terkeden hava, basınçlı hava hattına çok kuru bir durumda geçer.

4.38 Havanın kurutucu madde yatağı içinden geçişi sırasında, yatak yüzeyleri ve her bir kurutucu madde granülünün veya tanecığının gözenekleri, hava içindeki nemi çeker. Granüller nemi emmez, yalnızca yüzeyleri üzerinde tutar. Henüz doyuma durumuna gelmemiş kurutucu madde ile nem arasındaki fiziksel çekim nedeniyle meydana gelen bu olaya adsorpsiyon (veya tutunma) adı verilir.

4.39 Kurutulmakta olan hava ne kadar soğuk durumda olursa, o nispette yavaş hareket eder ve dolayısıyla hava içinden daha fazla nemin alınabilmesi sağlanır. Havanın bu yavaş hareketi, kurutucu maddenin nem tutunma kapasitesini de artırır. Hava içindeki yağ ve diğer yabancı maddeler, havanın kurutucu madde yatağı içinden geçirilmesinden önce mutlaka alınmalıdır. Aksi taktirde, bunlar, kurutucu madde granüllerindeki gözeneklerin tamamen tıkanmasına neden olacaktır.

4.40 Şekil 4-10'da gösterilen sistemde, hava soldaki ünite içinde kurutulmakta iken, sağdaki

Şekil 4-11 Bir hava tankı



doldurulma gereği, bu tip kurutucu için bir olumsuzluk teşkil eder.

4.37 Tutunma (adsorpsiyon) tipi:

Bu tip kurutucu, buraya kadar incelenmiş olan diğer kurutma ekipmanına kıyasla biraz daha karmaşıktır. Gerekli boru donanımı ve bağlantılarıyla birlikte basit bir sistem şeması, Şekil 4-10'da gösterilmiştir. Çift kurutucudan oluşan bir sistemde, kurutucu ünitelerin her ikisi de aynı anda çalıştırılmaz, fakat sadece biri kullanılır. Dört yollu valfe giren hava, bu valf vasıtasıyla sol taraftaki hücre içine yönlendirilir. Söz konusu hücre içindeki hava, bir nem emici kurutucu madde yatağı içinden geçerek aşağı doğru akar ve sonra da yatağın merkezi konumunda bulunan bir dönüş borusu içinden geçirilerek tekrar yukarıya yönlendirilir. Diğer bir dört yollu valf vasıtasıyla kurutucuyu

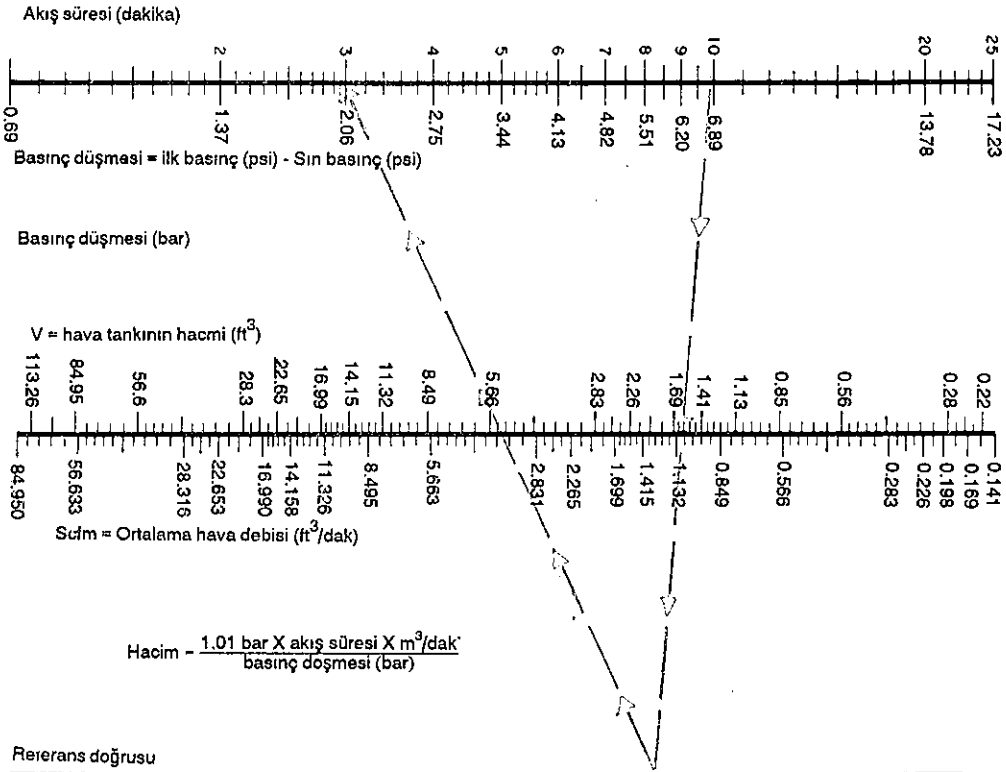
ünitede kurutucu maddenin yeniden kazanımı sağlanmaktadır. Bu olay, çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilirse de; tümü için geçerli olan ana prensip; sıcak havanın çıkış hattı ve kurutucu madde yatağı içinden geçirildikten sonra, tekrar giriş borusuna gönderilmesi esasına dayanır. Yatak sıcak durumda iken, kurutucu madde nemi bırakır. Yatağın içinden geçmekte olan hava da, tutabileceği nemin hemen hemen tamamını alarak birlikte götürür.

Eğer yatak elektrikle ısıtılıyorsa, nemin alınması için yalnızca küçük bir hava akımına ihtiyaç vardır. Uygun bir süre geçtikten sonra, elektrikli ısıtma sistemi kapatılır ve sıcak kurutucu madde yatağının soğuması beklenir. Yatak soğuduktan sonra, bir zaman ayar elemanı devreye girerek soldaki üniteyi yeniden kazanım konumuna, aşağıdaki üniteyi de hava kurutma konumuna geçirir.

Hava Tankları

4.41 Şekil 4-11'deki tipe benzeyen hava tankları çeşitli amaçlar için kullanılmakta olup; bu tankların en önemli özelliği, basınçlı hava depolayabilme imkanına sahip olmalarıdır. Belli bir uygulama için hava tankı seçilirken, tankın, sistemdeki havanın hacmi- ne uygun ebatta olmasına

Şekil 4-12 Hava tankı ebatlandırma nomogramı



dikkat etmek şarttır. Bu, hava debisi ile ilgili olarak meydana gelebilecek çok büyük pik değer talepleri karşısında, tankın mevcut kompresör kapasitesini dengeleyebilmesine imkan sağlayacaktır.

4.42 Herhangi bir sistemde, zaman zaman hava talebinin kompresör kapasitesinden daha yüksek olabileceği, kısa pik debi süreleri meydana gelecektir. Bu tür bir pik debi süresince, sistem hatlarında ve tank içinde depo edilmiş olan hava, toplam sistem basıncının çok düşmesini önleyecektir. Eğer depolama tankı, hava kullanımının yüksek olduğu kısa süreler içinde sistem basıncının sürekliliğini sağlamıyorsa; ikinci veya daha büyük hacimli bir tanka ihtiyaç var demektir.

4.43 Belli bir sistem için tavsiye edilen tank ebadını belirlemek için, Şekil 4-12'deki nomogram kullanılabilir. Örneğin; 10 dakikalık bir süre için 2.75 bar (40 scfm) (20 °C ve 101.3 kPa standard sıcaklık ve basınç şartlarında 1.132 m³/dak (40 ft³/dak) debi değerinde hava gerektiren ve ilk basıncın

6.89 bar (100 psi), minimum basıncı ise 4.82 bar (70 psi) olan (yani 2.07 bar veya 30 psi'lik bir basınç düşmesine sahip bulunan) bir sistem varsayalım ve bu sistem için uygun olabilecek hava tankının hacmini, nomogram yardımı ile bulmaya çalışalım.

4.44 Yapılacak ilk iş, 10 dak. noktasından başlayarak ve $1.132 \text{ m}^3/\text{dak}$ (40 scfm) noktasından geçecek şekilde, referans doğrusuna kadar bir doğru çizmektir. Sonra da, bu doğrunun referans doğrusunu kestiği noktadan, basınç düşmesi değerlerini gösteren cetvel üzerindeki 2.06 bar (30 psi) noktasına kadar bir doğru çiziniz. Bu doğrunun, tank hacmi cetvelini kestiği nokta, gerekli tank hacmini gösterir ki, bu da 5.66 m^3 (200 ft^3)'tür.

4-9. Bir son soğutucunun önemli bir işlevi de, basınçlı havanın bir hava hattından _____ esnasında, içindeki nemin yoğunlaşarak damlacıklara dönüşmesini önlemektir.	4-9. DIŞARI ÇIKMASI Bkz. 4.23
4-10. Eğer kompresörü terkeden basınçlı havanın sıcaklığı, bir son soğutucu ile yeteri kadar düşürülemiyorsa; bir _____ kullanılır.	4-10. VAKUMLU SOĞUTUCU VEYA İKİNCİ BİR SON SOĞUTUCU Bkz. 4.24
4-11. İkinci bir son soğutucuda, soğutma ortamı olarak, genellikle donma noktalarına yakın bir sıcaklığa kadar soğutulmuş su veya _____ kullanılır.	4-11. ETİLEN GLİKOL (ANTİFRİZ) Bkz. 4.24
4-12. İkinci son soğutucuda su buharının donmasını önlemek için, bu ekipmanı kesinlikle _____ °C sıcaklığın altında çalıştırmayınız.	4-12. 2 Bkz. 4.25
4-13. Basınçlı hava içindeki nemin yoğunlaştırılması için uygulanabilecek diğer bir yöntem de, soğutma sistemli _____ dur.	4-13. HAVA KURUTUCUSU Bkz. 4.25
4-14. Yoğuşmuş nemin sistemden alınması için, genellikle bir mekanik _____ kullanılır.	4-14. Ayırıcı Bkz. 4.26
4-15. Nemin bir ayırıcı vasıtasıyla alınamaması halinde; bu, havanın bir _____ içinden geçirilmesiyle sağlanır.	4-15. YAĞ AYIRICI Bkz. 4.30
4-16. Bir pnömatis sistemde kullanılan kimyasal hava kurutucularının iki tipi nelerdir?	4-16. NEM EMEREK ERİYEN KURUTUCU MADDELİ TİP ve ADSORPSİYON (SOĞURMA) TİPİ Bkz. 4.33

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

4-1 Havanın içinde en çok bulunan kirletici maddeler, kir ve

- ☐ a) karbon monoksittir.
- ☐ b) su buharıdır.
- ☐ c) karbon dioksittir.
- ☐ d) kükürt dioksittir.

4-2 Bir ön (kaba) hava filtresini yıkarken, aşağıdakilerden hangisi kullanılmalıdır?

- ☐ a) Benzin
- ☐ b) Alkol
- ☐ c) Nafta
- ☐ d) Tavsiye edilen bir çözücü

4-3 Havadaki nem miktarını, havanın ihtiva edebileceği maksimum nem miktarı ile karşılaştırmak için kullanılan terim nedir?

- ☐ a) Yoğuşma noktası
- ☐ b) Çiğlenme noktası
- ☐ c) Bağlı nem
- ☐ d) Buharlaştırma noktası

4-4 Havanın ihtiva edebileceği nem miktarı, aşağıdaki durumlardan hangisinin meydana gelmesi halinde azalır?

- ☐ a) Basıncın artması
- ☐ b) Basıncın azalması
- ☐ c) Sıcaklığın artması
- ☐ d) Bağlı nem oranının artması

4-5 Aşağıdaki terimlerden hangisi, su buharının yoğuşma sıcaklığını en iyi biçimde tanımlamaktadır?

- ☐ a) Çiğ noktası
- ☐ b) Bağlı nem
- ☐ c) Yoğuşma noktası
- ☐ d) Buharlaştırma noktası

4-6 Başlıca hava içindeki buharın alınması için uygulanan en yaygın yöntem, aşağıdakilerden hangisidir?

- ☐ a) Buharlaştırma
- ☐ b) Dondurma
- ☐ c) Yoğuşturma
- ☐ d) Tabii (ağırlıklı) ayırıştırma

4-7 Bir gövdeli ve kangal borulu tip ısı eşanjöründe, hangi ısı transfer yöntemi kullanılır?

- ☐ a) Paralel akış
- ☐ b) Ters akış
- ☐ c) Dikey akış
- ☐ d) Radyasyon

4-8 Bir pnömatik sistemde, istenen çiğlenme noktası sıcaklığını elde etmek için, aşağıdaki ünitelerden hangisi KULLANILMAZ?

- ☐ a) İkinci bir soğutucu
- ☐ b) Soğutma sistemli kurutucu
- ☐ c) Vakumlu soğutucu
- ☐ d) Kompresör giriş hattına yerleştirilmiş bir soğutucu

4-9 Çoğu pnömatik sistemde hava akımından nemin alınması için, aşağıdaki yöntemlerden hangisi kullanılır?

- ☐ a) Mekanik ayırma yöntemi
- ☐ b) Son soğutma yöntemi
- ☐ c) Elektrostatik çekilme yöntemi
- ☐ d) Buharlaştırma yöntemi

4-10 Hangi tip hava kurutucusunda, hava akımından nemi emen bir kimyasal madde kullanılır?

- ☐ a) Saptırma perdeli (deflektörlü) tip
- ☐ b) Seperatörlü tip
- ☐ c) Frigorifik tip
- ☐ d) Nem emici kurutucu maddeli tip

Bölüm Özeti

Pnömatik sistemlerde kullanılacak havanın bir ön arıtma işlemine tabi tutulması gerekir. Bu konuda yapılması gereken ilk iş, havanın, kir ve diğer katı maddelerden arındırılmak üzere bir filtre içinden geçirilmesidir. Kullanılan kompresör tipine ve uygulamaya bağlı olarak, ıslak ya da kuru tip filtreler kullanılır. Sanayi tesislerinin çoğunda, havayı soğutmak ve içindeki bulharı yoğuşturarak almak için son soğutucular kullanılır. Son soğutucular, hava yahut su soğutmalı olabilir. Hava soğutmalı tip son soğutucuların çoğu, su buharının % 100'ünü yoğuşturamaz. Bu nedenle, hava içinde kalan nemi almak için, genellikle son soğutucu ile depolama tankı arasına nem ayırıcıları yerleştirilir. Yalnızca ayırıcı kullanmak suretiyle yeterli miktarda nem alınabilmesinin mümkün olmadığı uygulamalarda ise, basınçlı hava içinde asılı durumda bulunan yağ ve suyu almak için, su ayırıcı yerine bir yağ ayırıcı kullanılır.

Tamamen kuru ve temiz hava kullanılmasını gerektiren uygulamalarda, hava kurutucuları kullanılır. Nemi emerek eriyen kurutucu maddeli ve adsorpsiyon (tutma) sistemli hava kurutucuları, en yaygın olarak kullanılan iki ana tiptir. Nem emişli tip bir hava kurutucusu, özellikle büyük hava debileri için ideal olmakla birlikte; mutlaka periyodik olarak kurutucu madde ikmal yapılmalıdır. Çift kurutma odalı ve tutma sistemli kurutucu ise rejeneratif nitelikte bir tip olup; bir kurutma odası normal işlevine devam etmekte iken, diğerinde kurutucu kimyasal maddenin yeniden üretilbilmesini, ve böylece işlemin sürekliliğini sağlar.

Uygulamalar

- 4-1. Bulunduğunuz sanayi tesisinin pnömatik sistemlerdeki havayı temizlemek için kullanılan ön arıtma cihaz isimlerini, aşağıdaki boş yerlere yazınız.

- 4-2. Eğer bulunduğunuz tesisin ön arıtma sisteminde bir hava kurutucusu da mevcut ise, bu kurutucunun tipi nedir? Ne gibi avantajlar sağlamaktadır? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.

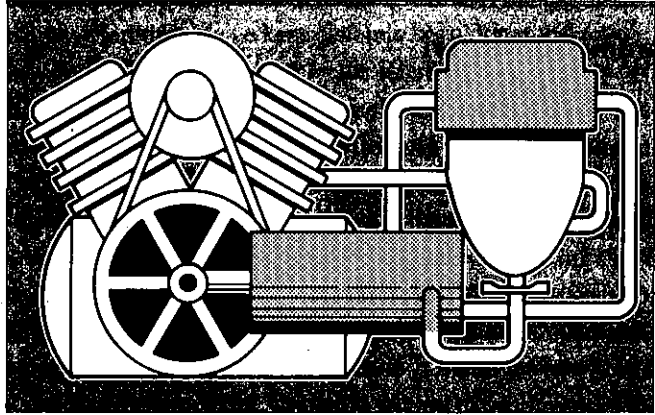
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|---|--|
| 4-1. b. Su buharı. Bkz. 4.01 | 4-6. c. Yoğuşturma. Bkz. 4-16 |
| 4-2. d. Tavsiye edilen bir çözücü
Bkz. 4.04 | 4-7. b. Ters akış.
Bkz. 4.20, 4.21 |
| 4-3. c. Bağlı nem. Bkz. 4.06 | 4-8. d. Kompresör giriş hattına
yerleştirilmiş bir soğutucu.
Bkz. 4.24, 4.25 |
| 4-4. a. Basıncın artması.
Bkz. 4.08, Şekil 4-2 | 4-9. a. Mekanik ayırma yöntemi.
Bkz. 4.26 |
| 4-5. a. Çiğlenme noktası.
Bkz. 4.09 | 5-10. d. Nem emici kurutucu
maddeli tip. Bkz. 4.34, Şekil 4-9 |

Temel Pnömatik

Beşinci Ders

İkincil Hava Aritma İşlemleri



Beşinci Ders

İkincil (Hassas) Hava Aritma İşlemleri

Konular

Aritma Yöntemleri
Kirletici Maddelerin Ayrılması (Separasyonu)
Kirletici Maddelerin Filtrelenmesi
Filtrelerin Sınıflandırılması ve
Verimlerin Tanımlanması
Ortam Tipleri

Yüzey Filtreleri
Derinlik Filtreleri
Soğurma (Adsorpsiyon) Tipi Filtreler
Emme (Absorpsiyon) Tipi
Filtreler
Havanın Yağlanması

Aritma Yöntemleri

5.01 Hava kompresörlerinin yerleştirilmesi gereken yerlerde her zaman temiz hava temin etme imkanı olmayabilir. Bu gibi durumlarda, kompresör tarafından emilen hava; duman, toz, kir, hav, nem ve hatta kimyasal gaz buharları ihtiva edebilir. Ayrıca, birçok kompresörde kullanılan yağlama sistemleri de, yağın silindir cidarlarından kompresör içindeki havaya karışabilmesine imkan sağlar. Bu yağın içinde, genellikle, yağlama kalitesini artıracak ve ömrünü uzatacak çok sayıda katkı maddesi vardır. Bu katkı maddeleri kir ve nem ile birleştiğinde, filtreleri ve küçük geçiş kanallarını tıkararak bunların verimlerini düşürür ve hatta arıza yapmalarına neden olur. Nem de pas ve korozyona sebep olur. Yüksek sıcaklıklarda nemin yağa karışması halinde ise, yağ oldukça çabuk bozulur ve korozif asitler oluşturur. Nem, yağ ve kirliliğe sebep olan katı maddeler; basınçlı hava hatlarında ve ekipman içinde birikerek korozif etkiye sahip çamurların oluşmasına neden olurlar.

5.02 Basınçlı hava içindeki su ve yağın; son soğutma, ayırıştırma ve ayırma yöntemiyle nasıl alınabildiği konusu Dördüncü Bölümde incelenmiş ve kompresör girişinde mevcut toz ve kirleri alma yöntemi de yine bu söz konusu Bölüm kapsamında yer almış idi. Sistemin içine giren toz ve pislikler de, nem ve yağın alınmasında olduğu gibi, yine çok sayıda yöntem vasıtasıyla sistemden alınabilir. Bu yöntemler içinde en yaygın olarak uygulananlar; ayırma (separasyon) ve süzme (filtrasyon)'dur. Bazı uygulamalar için ise, *tutma* (adsorpsiyon) ve *emme* (absorpsiyon) yöntemi adı verilen diğer iki filtrasyon yöntemi kullanılır. *Tutuma*, nemin yüzeyde toplanması (örneğin buharın bir cam yüzey üzerinde birikmesi gibi) demektir. *Emme* ise, nemin emilen maddenin içine çekilmesini (örneğin bir sünger parçasının suyu emmesi gibi) ifade eder.

Kirletici Maddelerin Ayrılması (Separasyonu)

5.03 Bir pnömatik sistemde kirletici maddelerin ayrılması, şu iki yöntemden biri kullanılarak gerçekleştirilir: *Tabii* (ağırlıklı) *ayırma* ve *santrifüj ayırma*. Şekil 5-1'de gösterildiği gibi, tabii ayırma sistemi; hareket halindeki bir hava akımının hızı düşürüldüğünde, havanın içinde bulunan nispeten büyük ebatlı katı ve sıvı parçacıkların çökelerek tortu meydana getirmesi prensibine dayalı olarak çalışır. Bu olay, bir basınçlı hava sisteminin çeşitli yerlerinde ve bu arada, büyük ebatlı sıvı

Bir pnömatik sistemin uygun biçimde çalışabilmesini sağlamak için, havanın ön (kaba) arıtma işleminden geçirilmesi önemli bir husus olmasına rağmen; sadece bu işlemi uygulamak suretiyle, genellikle birçok pnömatik sistem aksamının gerektirdiği biçimde, yeterli bir hava temizliği sağlanamaz. Örneğin valf ve hareketlendirici gibi elemanlar, eğer uzun bir hizmet ömrüne sahip olmaları arzu ediliyorsa, normalin üzerinde temizlenmiş hava kullanılmasını gerektirir. Bu tür hassas bir ekipmanı korumak ve hizmet ömrünü uzatmak için, havanın, ikincil (hassas) arıtma işlemlerinden geçirilmesi şarttır.

Havanın hassas arıtma işleminden geçirilmesi için kullanılacak ekipman, genellikle pnömatik sistemin çalışmakta olduğu donanım aksamı veya parçasının yakınına yerleştirilir. Bazı hassas arıtma ekipmanları (örneğin filtreler ve süzgeçler), ön arıtma ekipmanlarına benzer. Fakat yağlama cihazı vs. gibi diğer ekipmanlara ise hiç benzemez. İkincil (hassas) hava arıtma ekipmanlarının incelendiği bu Bölüm, bu tür ekipmanların çalışma prensiplerini ve kullanımı nedenlerini anlamınızda sizlere yardımcı olacaktır.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

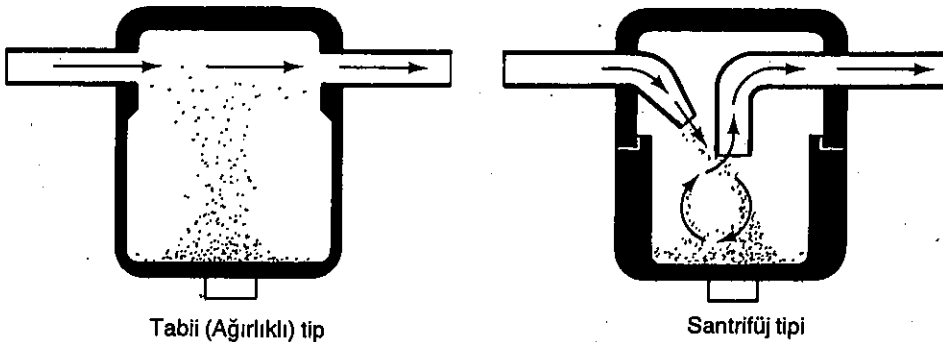
Mikron (veya mikrometre)	(5.08); çok küçük parçacıkların ebadını belirtmek için kullanılan bir Metrik Sistem birimi olup; tam olarak 0,001 mm'ye (yaklaşık olarak 0,0004 inç değerine) eşittir.
Kir kapasitesi	(5.13): Bir filtresin kirletici maddeleri tutabilme kabiliyeti
İzin verilebilir maksimum basınç düşmesi	(5.15): Bir filtrede toplanmış olan kirletici parçacıkların filtre içinden geçebilmesine izin ve ren basınç farkı.
Tutma, Tutunma (Adsorpsiyon)	5.02, 5.36): Nemin bir malzeme yüzeyinde toplanmasını sağlayan, fakat söz konusu malzeme tarafından emilmesini önleyen bir işlem.
Emme (Absorpsiyon)	(5.02, 5.08): Nemin bir malzeme yüzeyi üzerinde toplanması yerine, bir emici (absorbe edici) ortamı içine çekilmesini sağlayan bir işlem.

ayırıcılarında, yağ ayırıcılarında, filtrelerde, hava tanklarında ve keza sistemin boru donanımı içinde de meydana gelir. Bununla beraber, basit tabii ayırma, zaman alıcı bir işlemdir ve yalnızca iri parçacıkların havadan alınabilmesini mümkün kılar.

5.04 Kirletici maddelerin daha çabuk olarak ayrılmasını sağlayabilen diğer bir yöntem ise *santrifüj ayırma*'dır. Bu sistemde, Şekil 5-1'de gösterildiği gibi, yüksek hızda hareket etmekte olan bir hava akımının dairesel bir yörünge içinde girdap meydana getirecek biçimde döndürülmesi halinde, birçok katı ve sıvı parçacıklar dışarı doğru savrulur. Aynı etki, son soğutucuların yakınına yerleştirilen *siklon* ayırıcılarda da meydana gelir. Fabrika egsoz sistemlerindeki toz filtrelerinde kullanılan büyük ayırıcıların çalışması da yine bu prensibe dayanır. Siklon ayırıcılar, küçük kir parçacıklarının verimli olarak ayrılabilmelerini sağlamak için, yüksek hava hızına ve yüksek bir basınç düşmesine ihtiyaç gösterir. Bunun sonucu olarak da, bu tip ayırıcılar, büyük santrifüj kompresörler için sadece emiş filtreleri olarak kullanılır. Bununla beraber, yüksek oranda kir veya toz yoğunluğuna sahip ortamlarda çalışan kompresörler için, bu ayırıcıların ön hava filtresi olarak kullanılabilmesi de mümkündür.

5.05 Santrifüj ayırıcılar, ayırma işleminin gerçekleştirilmesine yardımcı olmak üzere hareket

Şekil 5-1 İki ayrı kirletici madde ayırma yöntemi



halinde bulunan ağır parçacıkların ataletine ihtiyaç gösterdiklerinde, bazı durumlarda *atalet* tipi ayırıcı adı ile de bilinir. Parçacık ne kadar ağır ise ve ne kadar hızlı hareket ediyorsa, doğrusal bir yörünge izleme eğilimi de o kadar fazla olur. Dolayısıyla, bir santrifüj ayırıcı içinde bulunan ve bu özelliklere sahip olan parçacıklar, dairesel bir yörünge izleyerek hareket ettikleri taktirde, doğal olarak dışarı doğru hareket etme eğiliminde olacaklardır.

5.06 Atalet tipi ayırıcılar, santrifüj tipin dışında kalan ayırıcıları da içine alır. Bu ayırıcılarda, hava akımının dairesel bir yörünge izlemesi yerine, filtre içinden geçişte olduğu gibi, birçok defa aniden ve keskin biçimde yön değiştirmesi sağlanır. Hava akımı yön değiştirdiğinde, kirletici parçacıkların nispeten daha ağır olanları doğrusal bir yörünge izleme eğilimi gösterir ve yön değiştirmesi perdelere (deflektörlere) veya kanatlara hızla çarparak, bu yüzeyler üzerinde toplanırlar. Bu tip bir ataletli ayırıcıya, daha uygun bir ifade ile *darbeli* ayırıcı denir.

5.07 Atalet tipi ayırıcılar, esas itibarıyla, büyük pislik parçacıklarının alınmasını sağlamak amacıyla kaba filtre olarak kullanılır. Böylece, daha verimli olarak çalışan hassas filtrelerin, havanın içindeki küçük parçacıkları daha etkin bir biçimde alabilmelerine imkan sağlanmış olur. Siklon ve pancurlu ayırıcılar, yüksek değerlerde bir toplam basınç kaybına neden olmaksızın ince parçacıkları etkin biçimde sistemden alabildikleri için, santrifüj tip hava körükleri (blowerler) için filtre olarak da kullanılabilirler. Pancurlu ayırıcılar, bir temizlik çözümü ile çalkalanmak suretiyle periyodik olarak temizlenmelidir.

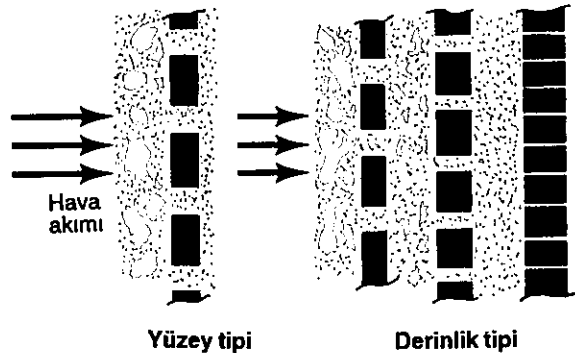
Kirletici Maddeleri Filtreleme

5.08 Filtreleri daha ayrıntılı olarak incelemeye başlamadan önce, farklı özelliklere sahip filtreler ve süzgeçler tarafından tutulabilecek parçacıkların ebadını bilmeniz çok önemli bir husustur. Parçacıkların ebadı mikron (mikrometre de denir) cinsinden ölçülür. Bir *mikron*, tam olarak 0,001 mm'ye (ve yaklaşık olarak 0,00004 inç değerine) eşit olup; " μ " sembolü ile gösterilir.

5.09 Eğer binde bir (0,001) inç'inde yaklaşık 25 μ olduğunu hatırlarsanız, bir mikronun ne kadar büyük olduğunu daha iyi anlayabilirsiniz. 10 μ 'dan (veya 0,0004 inç'den daha büyük olan parçacıklar "toz" parçacıkları olarak sınıflandırılır. 0,1 μ ile 10 μ arasındakiler ise *bulut-pus* parçacıkları adı ile bilinir. *Duman* parçacıklarının ebadı, 0,01 μ 'dan 1,0 μ 'a kadar değişir. Toz ve bulut parçacıklarına ilaveten, basınçlı hava içinde de 0,01-0,8 μ arasında değişen ebatta çok ince yağ zerrecikleri mevcuttur. Bunlara *aerosol* denir. Aerosoller, son soğutma işlemi veya normal ayırma yöntemleri vasıtasıyla basınçlı havadan ayrılmazlar, Esasen, bunların çoğunun filtre vasıtasıyla da tutulabilmesi mümkün değildir.

5.10 Ayırıcılar, süzgeçler ve filtreler; içlerinden geçen hava akımının içinde durdurabilecekleri parçacık ebadına göre tanımlanırlar. Geçiş kesitlerinin ebadını belirtmek yerine, genellikle bu tanımlama yöntemi kullanılır. Bir süzgeç veya filtre, genellikle belli bir ebada kadar veya daha büyük olan parçacıkların % 98'ini tutabilir. Filtre içinden geçip giden %

Şekil 5-2 Çeşitli Filtre ortamları



2'lik kısım ise; ince uzun, düzgün yuvarlak şekilli veya kolaylıkla tutulabilmesi mümkün olmayan bir biçimde olan parçacıklardan ibarettir.

Filtrelerin Sınıflandırılması ve Verimlerinin Tanımlanması

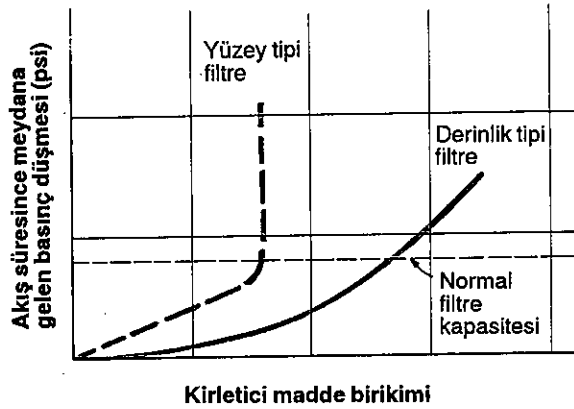
5.11 Hava akımı içindeki katı parçacıkları alabilen iki ana filtre tipi mevcut olup; bunlar yüzey tipi ve derinlik tipidir. Şekil 52'de gösterildiği gibi, *yüzey* tipi filtreler parçacıkları bir tek yüzey üzerinde toplar. *Derinlik* tipi filterlerde ise, parçacıkların birkaç tabaka üzerinde toplanabilmesi sağlanır. Yüzeysel filterde bulunan geçiş delikleri, hemen hemen birbirleriyle aynı ebattadır. Yüzey tipi filterdeki geçiş kanalları, genellikle düzgün şekilli bir model esas alınarak suretiyle düzenlenmiştir. Derinlik tipi filtre delikleri ise; en büyük delikler dışta, en küçükler ise içte olacak biçimde, farklı ebattaki ve düzgün şekilli olmayan bir yerleşim düzeni içindeki birçok delikten oluşmuştur. Bu yerleşim düzeni içinde, havanın önce dıştaki büyük deliklerden ve sonra da içteki küçük ebatlı deliklerin içinden akması sağlanır. Bazı uygulamalarda ise, hava akımı filtrenin merkezi kısmından içeri girer ve büyük ebatlı filtre deliklerinin düzeni, iç kısımda olacak şekilde tersine çevrilmiştir.

5.12 Olumlu bir tanımlama yapabilmek için, bir filtrenin verimi, anma verimi ve mutlak verim olarak ifade edilir. *Anma verim*, filtrenin verilen e-battaki parçacıkların büyük bir yüzdesini durdurup tutabilme kabiliyetini (% 98, % 95 vs gibi) ifade eder. Eğer bir filtre verilen e-battaki parçacıkların % 100'ünü tutabiliyorsa; bu, filtrenin *mutlak verimi* olarak bilinir. Filtre verimi; genellikle, yeni ve temiz durumda olup, belli bir hava debisinin filtrelemeyi sağlayabilecek nitelikteki bir filtrenin performans değerleri esas alınarak belirlenir. Filtre imalatçıların çoğu, farklı hava debilerinde filtrenin anma ve mutlak verimlerini gösteren verim grafikleri veya tabloları verirler.

5.13 Bir filtrenin, maddeleri sistemden alabilme kabiliyeti, onun *kir kapasitesi* olarak bilinir ve filtrasyon işleminden geçirilmekte olan hava içindeki katı parçacıkların miktarına, ebadına, tipine ve yoğunluğuna bağlıdır. Bu kapasite, filtre içindeki hava akımının hızına ve izin verilebilir maksimum basınç düşüşüne bağlı olarak da değişir. Büyük ve kaba tanecikler, filtre içinde yüksek bir basınç düşmesine neden olmadan birikebilir. Bununla beraber; küçük ince veya yapışkan nitelikteki parçacıklar biraraya gelerek topaklar oluşturur ve bunlar çok ince tabakalar halinde bile olsa, yine de basınç düşmesini artırır. Bir filtre ne kadar ağır hizmet tipinde olursa, tam yüklü duruma gelmesi de o kadar çabuk olur.

5.14 Bir filtrenin kir tutma kapasitesi, kir taneciklerinin ebadına kıyasla filtre deliklerinin ebadı ile de ilişkilidir. Geniş delikli filtreler yalnızca iri taneciklerin tutulması için kullanılmalı; daha küçük delikli olanlar ise, sadece küçük parçacıkların sistemden alınması amacıyla kullanılmalıdır. Eğer aynı filtre elemanı tüm ebatlardaki parçacıkların tutulabilmesi için kullanılırsa, bu eleman daha çabuk olarak tam yüklü duruma gelecek ve bunun sonucunda da daha sık temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekecektir. Bir tek filtre elemanı kullanılması, aynı zamanda verimsiz bir filtreleme

Şekil 5-3 Filtre Kapasitesi



yöntemidir.

5.15 Filtre kapasitesi, filtre içindeki maksimum basınç düşmesi miktarına göre de belirlenir. Bir filtrenin *izin verilebilir maksimum basınç düşmesi*, toplanan kir taneciklerinin filtre içinden geçmesine izin verecek basınç farkı değeridir. Buna, *kirletici madde göçmesi* denir. Bir filtrenin giriş ve çıkışı arasında izin verilebilir maksimum basınç düşmesi, imalatçı tarafından belirtilen performans verimine ve kullanılan filtreleme ortamına göre de belirlenir. Yüzey ve derinlik tipi filtrelerin kapasite değerleri, Şekil 5-3'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

5.16 Parçacık kirliliğinin diğer bir tipi olan *aşındırıcı madde göçmesi*, filtre elemanının (ortamının) kendi mahfazası içinde gevşek bir durumda olması ve bu nedenle önceden tutulmuş olan parçacıkların filtre elemanı ile mahfaza arasından geçerek sisteme gitmesine izin vermesi halinde meydana gelir. Titreşim, genellikle aşındırıcı madde göçmesi olayının başlıca sebebinin teşkil eder.

5.17 *Ortam göçmesi*, filtre ortamının bir parçasının kırılıp, filtre edilmekte olan hava ile birlikte sistemin içine taşınması halinde meydana gelir. Filtre içinde birikmiş olan parçacıkların veya filtrenin bir parçasının filtre ortam yüzeylerinin çevresinde hareket etmesi durumunda ise, *kirletici maddenin serbest kalması* olayı ortaya çıkar.

5.18 Filtre performansı esas itibarıyla; filtreleme ortamındaki deliklerin şekline, ebadına ve yerleşim düzenine bağlıdır. Şekil 5-2'de gösterilen bir yüzey tipi filtrenin performansı, filtre deliklerinin düzenli aralıklarla yerleştirilmiş olması nedeniyle, genellikle dar bir çalışma aralığı ile sınırlıdır. Derinlik tipi filtre ise filtre deliklerinin düzensiz ve değişken ebatlı olmaları dolayısıyla, daha geniş bir performans aralığına sahiptir. Derinlik tipi filtre deliklerinin yüzey tipi filtre deliklerinden daha küçük çapta olması nedeniyle, hava içinde bulunan büyük parçacıkların yanısıra daha küçük ebatlı tanecikleri de tutabilir. Yüzey tipi filtre de hava akımı içindeki küçük parçacıkları tutabilir; fakat parçacıkların filtre delikleri üzerinde birikim yapana kadar bu işlemi gerçekleştiremez. Ekipmanın en yüksek verimlilik elde edilecek biçimde kullanılması açısından; derinlik tipi filtreler basınçlı havadan küçük parçacıkların alınması için, yüzey tipi filtreler ise daha büyük taneciklerin tutulabilmesi amacıyla kullanılır.

5-1. Bir kompresör içinde yağlama yağına karışan nem, yüksek sıcaklıklarda korozyon _____ oluşturur.	5-1. ASİTLER Bkz. 5.01
5-2. Hareket halindeki bir hava akımının _____ (hızlanması/yavaşlaması) halinde, tabii kirlenici madde ayrılması meydana gelir.	5-2. YAVAŞLAMASI Bkz. 5.03, Şekil 5-1
5-3. Siklon ve pancurlu tip ayırıcılar, yüksek bir _____ neden olmaksızın hava içindeki daha ince taneciklerin alınabilmesini sağlar.	5-3. BASINÇ KAYBI Bkz. 5.07
5-4. Bir kirlenici madde taneciğinin ebadı, _____ cinsinden ölçülür.	5-4. MİKRON veya MİKROMETRE Bkz. 5.08
5-5. 0,01-0,8 mikron aralığındaki ince yağ zerrecikleri, _____ adı ile bilinir.	5-5. AEROSOL Bkz. 5.09
5-6. Ayırıcı, süzgeç ve filtrelerin tanımlanması veya performans verimlerinin tayini; tutabilecekleri tanecik _____ esasına göre yapılır.	5-6. EBADI Bkz. 5.10
5-7. Bir filtrenin kirliliği ortadan kaldırabilme kabiliyeti, filtrenin _____ kapasitesi olarak bilinir.	5-7. KİR Bkz. 5.13
5-8. Filtreleme cihazının en verimli bir biçimde kullanılabilmesini sağlamak için, hem yüzey ve hem de _____ tipi filtreler kullanınız.	5-8. DERİNLİK Bkz. 5.18

Ortam Tipleri

5.19 Yüzey ve derinlik tipi filtre uygulamalarının bazan birbirleriyle çakıştıkları görülür. Bir yüzey tipi filtre kullanılmasını gerektiriyormuş gibi görünen birçok uygulama için, derinlik tipi filtre kullanılması da uygun olabilir. Yüzey tipi filtreler için, esas itibariyle şu malzemeler kullanılır:

- Metal süzgeçler (elekler, bir metalik yüzey üzerine geçirilmiş dokuma bez, diskler veya şeritler)
- Sinterlenmiş metal tozları
- İnce, keçeli elyaflar
- İnce membranlar (diyaframlar)
- Dokuma kumaş (tek tabakalı)

5.20 Derinlik filtreleri, bazı durumlarda yüzey tipi filtrelerle benzer. Derinlik tipi filtreler için yaygın olarak kullanılan malzemeler şunlardır:

- Metal dışı malzemeden yapılmış ve keçe kaplanmış veya hasır örgü elyaflar.
- Çok yakın aralıklarla örülmüş, ince metalik tel veya şeritler
- Yağ banyolu filtreler
- Aktif karbon ve diğer kimyasal kurutucular
- Kağıtlar

Yüzey Tipi Filtreler

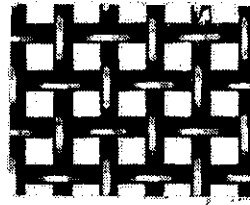
5.21 Pnömatik sistemlerde, genellikle yüzey tipi filtreler veya tel örgü süzgeçler kullanılır. Bu filtreler, ya serbest havadan ya da sistem hatlarındaki basınçlı havadan büyük ebatlı parçacıkların alınabilmesini sağlayacak bir konumda sisteme yerleştirilir. Süzgeçlerin çoğu, her bir inç karelik alan içinde

istenilen sayıda delik ihtiva edecek şekilde örülmüş paslanmaz çelik telden yapılmıştır. Birim inç karede bulunan delik sayısına, kumaşın veya eleğin örgü numarası veya delik açıklığı denir. Süzgeç mukavemetini ve delik ebadını kontrol altında tutabilmek için süzgeçlerde kullanılan tel çapı biraz değişiklik gösterebilir. Süzgeçler, bazı uygulamalar için ekonomik ve elverişli olmakla beraber; hava akımından alabilecekleri taneceklerin ebadı ile sınırlı bir kullanıma sahiptir.

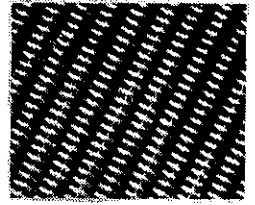
5.22 Küçük parçacıkları tutabilen süzgeçler; bu işlemi, ancak fazla miktarda büyük parçacık birikimi sağladıktan sonra yapabilir. Çünkü bu durumda, büyük bir basınç düşmesi meydana gelir ve bu da süzgecin verimsiz çalışmasına neden olur. Pnömatik sistemlerde kullanılan, nispeten küçük ebatlı süzgeçlerin bazıları, şu değerleri içerir:

Göze (Mesh)	Parçacık boyutu
325	30 μ (0.0012 in.)
550	11 μ (0.0004 in.)
750	6 μ (0.00025 in.)
1000	3.5 μ (0.00014 in.)

Şekil 5-4 Tel örgü süzgeç modelleri

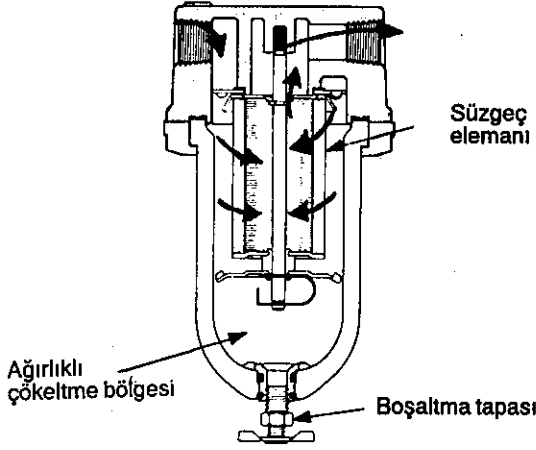


Kare örgü



Saten bez dokuma

Şekil 5-5 Bir süzgeç kesiti



Süzgeç teli, şekil 5-4'de gösterildiği gibi, bir "kare örgü" veya "Saten bez dokuma" biçimindedir. Havanın filtrelenmesi ile ilgili uygulamalarda, saten bez dokuma tasarımı tercih edilir; çünkü bu tür süzgeçlerin delikleri daha küçük olup, daha verimli bir çalışma sağlar.

5.23 Tamamen temiz havaya ihtiyaç göstermeyen kompresörlerde ve kompresöre temiz hava beslenebilmesine imkan veren uygulamalar için, tel süzgeçlerin, emme hattı filtresi olarak ekonomik biçimde kullanılabilmesi mümkündür. Basınç hattında kullanılan süzgeçler ise; metal şerit, disk veya plastik empenyeli kağıttan yapılabilir (Şekil 5-5).

5.24 Şerit elemanlar, genellikle kalın kısım dışta, daha ince kısım ise iç tarafta olacak şekilde koniklik verilmiş bir yapıya sahiptir. Yani süzgeç deliğinin daha küçük ebatlı kesiti, elemanın dış yüzeyindedir. Düz şerit kullanılması halinde, şeridin bantları arasındaki boşluk miktarını kontrol etmek için, şerit ara parçalarına sahip olacak bir yapıda yapılabilir. Şeritler, genellikle pislik, pas ve yüzey üzerindeki tortular gibi 40 μ 'dan daha büyük tanecikleri olabilecek şekilde tasarlanır. Birçok uygulama için 40 μ 'luk bir kapasitenin yeterli görülmemesi nedeniyle; genellikle bir süzgeç, hat filtresinin hemen önüne yerleştirilir.

Derinlik Tipi Filtreler

5.25 Pnömatik sistemlerde, çeşitli tiplerde derinlik filtresi kullanılır. Kullanılan filtre ortamının tipi, uygulamaya bağlıdır. En yaygın olarak kullanılan filtreleme uygulamaları, genellikle aşağıdakiler gibidir:

- Büyük parçacıkların hava kompresörünün içine girmesini önlemek için, kompresör emiş hattı filtrelemesi
- Kompresörde sıkıştırılmış olan hava içinde mevcut nemi almak için bazı seperatörlerde yapılan filtreleme
- Hava hattı hazırlama istasyonlarında, havanın pnömatik ekipman tarafından kullanılmasından hemen önce yapılan filtreleme

Derinlik filtreleri; kuru, ıslak veya yağ banyolu tip olabilir.

5.26 Kuru filtreler: *Kuru* tip filtreler, hava içindeki parçacıkların alınabilmesini sağlayacak bir filtre ortamı esasına dayanır. Bu filtrelerin ilk yatırım maliyeti daha düşüktür; fakat periyodik olarak değiştirilmeleri şarttır. Aslında bazıları temizlendikten sonra yeniden kullanılabilirse de, çoğu imalatçı filtresinin yenisiyle değiştirilmesini tavsiye eder. Yedek kartuş elemanın maliyeti de oldukça düşüktür.

5.27 Islak tip filtreler: Bu tip filtrelerin çalışma prensibi, Şekil 56'da gösterildiği gibi, havadan alınan kirletici madde parçacıklarının toplanmasına ve tutulmasına yardımcı olmak üzere, yüzey

üzerinde bir yağ tabakasının oluşturulması esasına dayanır. *Islak tip* filtreler, kuru filtrelere kıyasla, biraz daha yüksek bir ilk yatırım maliyeti gerektirmekle birlikte; temizlenerek birçok defa kullanılabilme imkanına sahiptir. Bu, işletme giderlerini artırmasına rağmen; bir kuru filtre kullanılmasından kaynaklanan filtre değiştirme maliyetleri dikkate alındığında, daha ekonomik olabilir. Ancak, ıslak filtreyi terkeden havanın daima bir miktar yağ ihtiva edeceği gerçeği, bu tip için bir olumsuzluk teşkil eder.

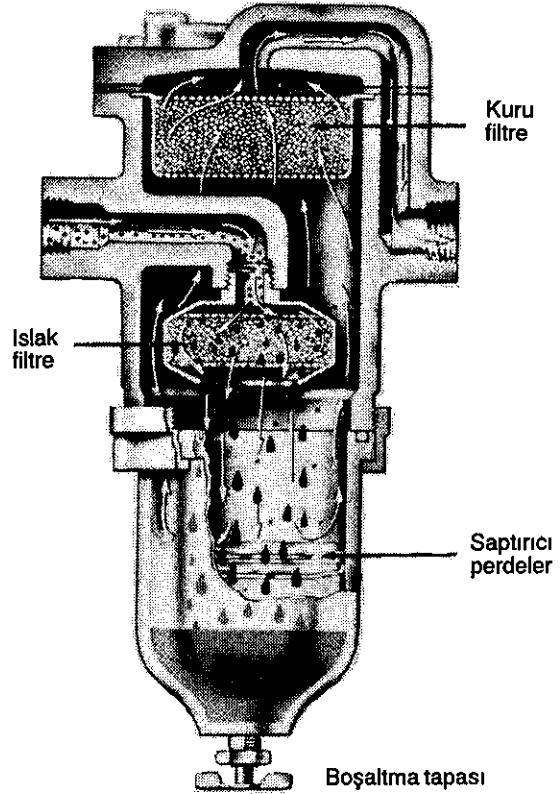
5.28 Yağ banyolu filtreler: Yağ banyolu filtre, aslında ıslak filtrenin diğer bir tipidir. *Yağ banyolu* filtreler; hava akımının filtre ortamı içinden geçirilmesinden önce, bir yağ banyosunun üst kısmından geçmesini sağlayacak biçimde yön değiştirmesine neden olur. Yüzeyi yağ tabakası ile kaplı filtre ortamı kirletici madde parçacıklarını tutar. Yağ banyolu filtreler büyük hava debileri için çok verimli bir filtreleme imkanına sahip olup, 3μ ve daha büyük ebattaki taneciklerin % 100 oranında tutulabilmesini ve sistemden alınabilmesini sağlar. Ayrıca, gerektiği zaman temizlenerek yeniden kullanılabilir. Bu durum, bu tip filtrelerin işletme giderlerini ıslak filtreler için belirtilen duruma benzer biçimde artırır.

5.29 Yağlamalı tip pistonlu kompresörlerin emme hattı filtreleri, 10μ 'nun üstündeki parçacıkların % 100'ünü tutabilecek nitelikte olmalıdır. Yağlamasız tip veya yağdan arındırılmış pistonlu kompresörler için ise, 5μ 'nun üstündeki parçacıkların % 100 oranında alınabilmesi arzu edilir. Dinamik kompresörler ve körükler, bazı durumlarda, rotor çarklarının yüzeylerinde toz birikimini azaltmak için 5μ 'nun altındaki parçacıkların filtre vasıtasıyla havadan alınmasını gerekli kılar. Kanatlı ve helisel vidalı tip kompresörler için de, bu nitelikte bir filtreleme arzu edilir. Kompresör emiş filtreleri içindeki basınç düşmesi, 7 kPa değerini geçmemelidir.

5.30 Metal tozlu filtreler, gözenekli bir metalik yapı oluşturmak üzere, sinterleme (ısıtma) işlemine tabi tutulmak suretiyle eritilip birleştirilmişlerdir. Korozyona karşı dayanıklı olması ve kolaylıkla işlenerek şekil verilebilmesi mümkün olduğu için, bronz, en yaygın olarak kullanılan filtre malzemesidir. Gözenekli metal filtreler, kalın gövdeli bir yapıya sahip olmalarına rağmen, yine de yüzey tipi filtrelerle aynı grup içinde sınıflandırılır. Bu filtrelerin, 4μ 'nun üstündeki parçacıkları tutabilen

hassas tipleri de mevcut olmakla beraber; gözenekli metal filtrenin çoğu 25μ 'nun üstündeki partikülleri alabilecek özellikte imal edilir. Bu filtreler, ayrıca, hava akımı içindeki nemin yaklaşık

Şekil 5-6 Bir ıslak tip filtre



% 90'ını ve bir miktar da serbest yağ zerreciklerini alabilir. Eğer sistemde korozyon sorunu mevcutsa, kullanılacak filtre elemanının paslanmaz çelik veya pirinç malzemeden yapılmış olması gerekir. Daha yüksek mukavemete sahip olması nedeniyle, genellikle paslanmaz çelik kullanılır.

5.31 Örneğin keçeli elyaf, sık örgülü metal tel ve kağıt esaslı filtreler gibi diğer filtre tiplerinin de yüzey veya derinlik tipi filtre oldukları düşünülebilir. Esasen bir filtrenin yapısı, filtre tanımının belirlenmesinde rol oynayan başlıca faktördür. Filtreler, kartuş eleman genellikle bir mahfaza içine yerleştirilmiş olarak kullanılır. Mahfaza içinde, nispeten büyük ebatlı katı ve sıvı taneciklerinin bazılarını mekanik olarak ayırtmak için, hava akımının bir çeşit girdap hareketi yapmasını veya yön değiştirmesini sağlayacak bir tertibat vardır. Geriye kalan kirletici maddeler ise filtre tarafından tutularak havadan alınır.

5.32 Keçeli filtrasyon ortamları yoğun ve gözenekli bir yapı oluşturmak üzere, örülerek biraraya getirilmiş elyaflardan meydana gelmiş olan kütlelerdir. Bunlar, karşılıklı olarak birbirlerine kilitlenen elyaflara sahip olup, bazan da reçine bağlayıcılıdır. Bazı keçe elemanlı filtreler, yüksek değerde basınç düşmesine karşı koyabilecek şekilde, delikli metal veya elek göbekler vasıtasıyla desteklenirler. Nispeten küçük ebatlı elyaflar, daha hassas (ince) bir filtreleme sağlar; ve yoğun ve sızdırmaz bir yapıda oldukları takdirde, yüzey tipi filtreler gibi etki gösterirler. Yün veya kil elyaflar, 10 μ 'nun üstündeki parçacıkları tutabilirler. Selüloz esaslı elyaflar ise, ebat itibarıyla 5 μ 'nun üstündeki taneciklerin sistemden alınabilmesine imkan sağlar.

5.33 Keçesiz pamuk, gevşek selüloz veya mineral elyaflar; sızdırmaz dokuma veya örgü torbalar haline getirilerek süzgeçler içine yerleştirilirler. Ancak; filtre elemanları, keçeli filtrelerdeki gibi çok sık örgü biçiminde yapılmadıkları için, mikron cinsinden filtreleme verimleri keçeli elyaf elemanlar kadar iyi değildir. Bu tip bir filtreleme ortamının verimi, ıslak hale getirilmek suretiyle yükseltilebilir; zira toz parçacıkları, ıslak elyaflara daha kolay yapışabilir.

5.34 Kağıt elemanlar ya derinlik tipi filtre olarak, ya da diğer filtreleme ortamları ile birlikte birleşik bir sistem oluşturulmak suretiyle kullanılabilir. Farklı gözenekliliğe (poroziteye) sahip kağıt elemanlar kullanılarak yapılmış olan filtreler, sıvı ve katı parçacıkları tutar ve derinlik tipi filtre olarak düşünülebilir. Filtreler, plise biçiminde kıvrımlı veya nervürlü bir yapıda imal edilebildikleri gibi; bir metal göbek üzerine sarımlı bir yapıya da sahip bu tip filtreler kullanılarak; gerek yağ ve su buharı içindeki kirletici maddelerin ve gerekse 0,01 μ mertebesinde mikroskopik yapıya sahip katı parçacıkların tutulabilmesi mümkündür.

5.35 Birçok ölçü aleti veya havalı kontrol hatlarında, sürekli temiz hava bulunmasını sağlayabilmek için membranlı (*diyaframlı*) filtreleme ortamları kullanılır: Membranlı ortamlar, yekpare bir biçim oluşturacak şekilde birbirleriyle birleştirilmiş olan ince ve gözenekli bir yapıya sahip selüloz asetat veya selüloz nitrat tabakalardan meydana gelir. Bu tür bir filtreleme ortamı, bu malzemelerin oluşturduğu bir eriyikten çözücü maddeyi buharlaştırmak suretiyle, geriye geniş, ince ve gözenekli bir tabaka kalmasını sağlayarak üretilir. Bu elemanlar, herhangi bir yapay işleminden geçirilmek suretiyle eritilerek veya bir kimyasal bağlama yöntemiyle birbirlerine birleştirilmemiş oldukları için, çok dengeli bir yapıya sahiptir. Membran elemanlı filtreler, gerek 0.1 μ mertebesindeki katı parçacıkları ve gerekse bir dereceye kadar nemi alabilir.

5-9. Havanın içindeki <u>(büyük/küçük)</u> parçacıkların alınabilmesi için, yüzey tipi filtreler kullanılmalıdır.	5-9. BÜYÜK Bkz. 5.21
5-10. Çoğu süzgeç veya yüzey tipi filtre, _____ tel örgü biçiminde yapılır.	5-10. PASLANMAZ ÇELİK Bkz. 5.21
5-11. Süzgeçlerde çok fazla miktarda büyük tanecik birikimi olduğu takdirde, büyük bir _____ meydana geleceği için, performans verimi düşer.	5-11. BASINÇ DÜŞMESİ Bkz. 5.22
5-12. Daha yüksek bir performans sağlaması bakımından, hava filtrelenmesine yönelik uygulamalarda tercih edilen süzgeç tel örgü, dokuma _____ tipidir.	5-12. SATEN BEZ Bkz. 5.22
5-13. Şerit elemanlar, genellikle <u>(düz/konik)</u> kesitli olarak yapılır.	5-13. KONİK Bkz. 5.24
5-14. Üç ayrı derinlik tipi hava filtresinin isimlerini yazınız.	5-14. KURU TİP ISLAK TİP YAĞ BANYOLU TİP Bkz. 5.25
5-15. Bir pistonlu kompresörün emme hattına yerleştirilmiş olan bir filtrenin verimli sayılabilmesi için, _____ mikrondan daha büyük ebatlı partiküllerin % 100'ünü tutabilmesi gerekir.	5-15. 10 (ON) Bkz. 5.29
5-16. Birçok ölçme veya kontrol sistemlerinin hava hatlarında kullanılan filtreler _____ tiptir.	5-16. MEMBRANLI (DİYAFRAMLI) Bkz. 5.35

Tutma (Adsorpsiyon) Tipi Filtreler

5.36 Birçok pnömatik sistem, *tutma tipi filtre* donanımına sahiptir. Bu filtreler genellikle, bir kap içine yerleştirilmiş bir kimyasal maddeden (karbon, toz halinde kimyasal maddeler veya kimyasal tanecikler) ibarettir. Nem emerek eriyen kurutucu madde ihtiva eden hava kurutucularına benzer yapıda olan bu üniteler, havanın içinde su buharını almak için kullanılır. Bu bölümde daha önce belirtildiği üzere, tutunma, bir malzeme yüzeyinde nemin toplanmasını sağlayan ve yüzeyin içine emilmesine mani olan bir işlemdir. Hassas arıtma sistemlerinde kullanılan tutunma tipi filtrelerin çoğu, nemin dışındaki buharları toplar. Bunun sonucu olarak da, nem emici tip kurutucu maddeleri gerekli işleme tabi tutarak yeniden kullanabilmek çok zor bir iş olup, sadece değiştirilebilir tip filtreler kullanılır.

5.37 Tutma sistemli ve ıslak tip filtrelerin bazılarında, nem buharları filtreleme ortamının yüzeyinde toplanır ve damlacıklar oluşturur. Böyle bir durum meydana geldiği zaman, buhar *yekvücut* olmuş denir. Sonra da bu damlalar, şekil 5-7'de gösterildiği gibi, filtre kabının veya mahfazasının tabanına düşerek çökelir.

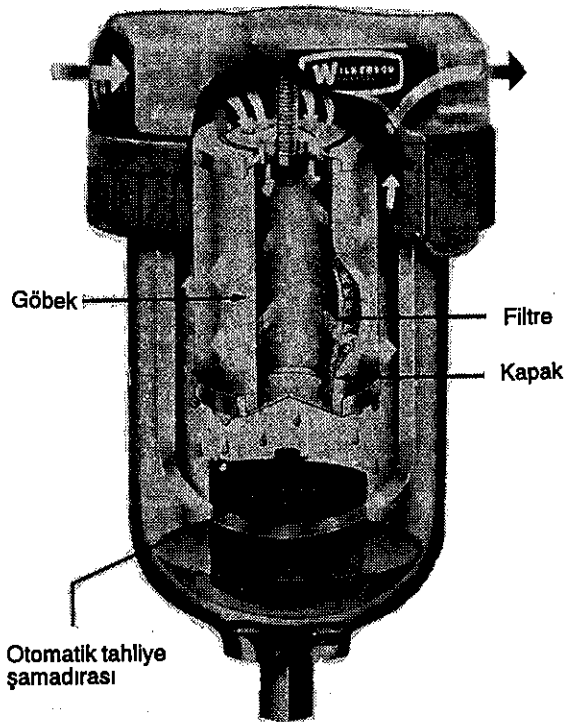
Emme (Absorpsiyon) Tipi Filtreler

5.38 Pnömatik sistemlerde, tutma tipi filtrelerin yanısıra, *emme tipi* filtreler de kullanılır. Emme esasına dayalı olarak çalışan bir filtre, havadaki nem buharlarını yalnızca yüzey üzerinde toplamak yerine, emici ortam içine çeker. Birçok emme tipi filtrede, nemi emdikçe renk değiştiren bir kimyasal ortam mevcuttur. Bu ortam, bakım teknisyeninin veya cihaz çalıştırıcısının filtrenin durumunu görebilmesine ve gerektiğinde filtre elemanlarını değiştirebilmesine imkan sağlar. Tutma ve emme tipi filtrelerin çoğunda filtreleme kapasitesi, 0,5 μ ve yukarısını kapsayan bir performans aralığındadır.

Havanın Yağlanması

5.39 Hava, kompresörde sıkıştırıldıktan ve temizlendikten sonra bile, basınçlı hava cihazının birçok kısmında kullanılmaya hazır duruma gelmiş değildir. Pnömatik güç kullanımı gerektiren cihaz, kontrol sistemi ve silindirlerin çoğu, aşınma ve paslanmayı azaltmak için *yağlı* havaya ihtiyaç gösterir. Basınçlı hava ile çalışan tornavida, darbeli anahtar, vibratör, taşlama makinası, zımbalama makinası ve cerskal gibi taşınabilir tip (seyyar) pnömatik cihaz ve aletler bu kapsama dahildir. Havalı sistem silindirleri ve hava motorları da yağlamaya ihtiyaç gösterir. Ancak, bazı pnömatik sistem aksamının herhangi bir tip yağa karşı hiçbir zaman tolerans gösteremeyecek

Şekil 5-7 Adsorpsiyon (tutunma) tipi filtre



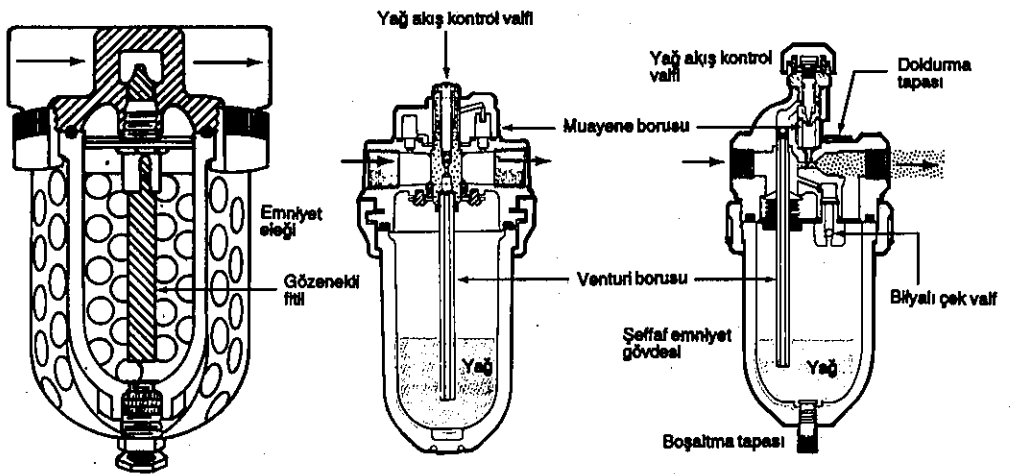
özellikle olduğu hususunu da burada hatırlatmakta yarar vardır. Hava akımına yağlama yağı katılabilesini sağlamak için, hava hattına yağlama cihazları yerleştirilir. Pekçok tesisatta ise; nihai filtreleme, düzenleme ve yağlama sistemlerinin hepsini bir tek noktada birleştiren birleşik bir sistem bulunur.

5.40 Önce havanın içinden yağ ve nemi tümüyle alıp, sonra tekrar koymak biraz tuhaf bir iş gibi görünebilirse de, birçok işlemin yağdan arındırılmış havaya ihtiyaç gösterdiği hususunu da hiçbir zaman unutmayınız. Ayrıca; yağlı hava kullanımı gerektiren bir pnömomatik ekipmanda, hiç su ve kirletici madde ihtiva etmeyen, temiz yağ kullanılması da kesinlikle şarttır. Sistemden boşaltılmış olan kompresör yağı genellikle, pislik ve nemle kirletilmiş durumda olup; cihaza yarar sağlamaktan daha çok, zarar verecektir. Yağlama cihazları; ağır ve ince yağ basan cihazlar olmak üzere, iki ana grup halinde sınıflandırılabilir.

5.41 **Ağır yağ basan yağlama cihazları:** Bu tip yağlama cihazları, gerek içinde asılı durumda ince yağ zerreciklikleri bulunan sis yağlama ve gerekse hava hatlarının iç yüzeylerinde ince bir yağ tabakası oluşmasını sağlayan ağır yağ damlacıkları biçiminde yağlama yapabilir. Bu birimlere, bazan imalatçıları tarafından "sis" yağlama cihazları adı verilir. Ağır yağ basan tip yağlama cihazlarının, sadece devamlı veya yüksek debili hava akımları için kullanılması gerekir.

5.42 Günümüzde kullanılmakta olan ağır tip pnömomatik yağlama cihazlarının bazıları Şekil 5-8'de gösterilmiştir. Şekilde görülen *fitilli* yağlama cihazı, yağ haznesinin içine kadar uzanan, gözenekli bir bronz fitilden yararlanarak çalışır. Bu fitil, yağın haznedan yukarı doğru dışarı çekilerek hava

Şekil 5-8 Ağır yağ basan tip yağlama cihazları

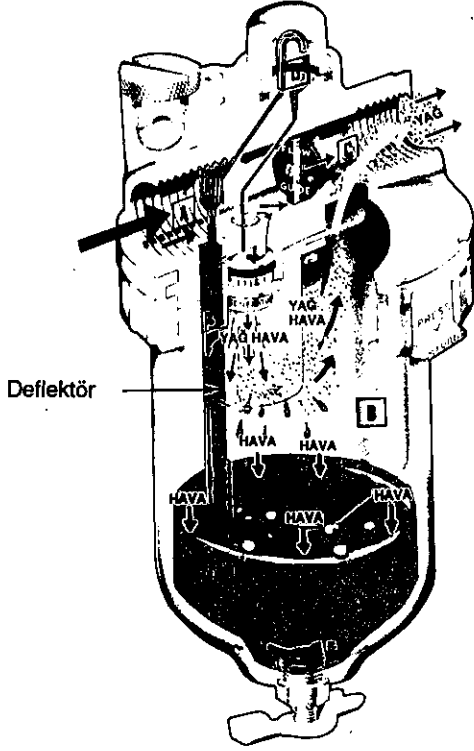


geçişine izin verilmesini sağlayan kılcal etki nedeniyle doymuş duruma gelir. Hava ise yağı alarak ana hava akımı içine taşır.

5.43 Fitilli yağlama cihazlarının, farklı firmalar tarafından imal edilmekte olan birkaç değişik modeli mevcuttur. Herhangi bir hava debisindeki yağlama miktarının, bir yardımcı baypas valfi vasıtasıyla ayarlanılarak sürekli kontrol altında tutulabilmesi mümkündür (bazı modellerde). Bu ünitelerde yağ ikmali, ayar veya diğer bir iş yaparken daima tedbirli davranınız.

5.44 Şekil 5-8'de gösterilen ağır yağlama cihazlarının diğer bir tipi de, miktarı ayarlanabilir yağ damlacıklarından yararlanan bir çalışma sistemine sahiptir. Bu tip yağlama cihazında, ayrı bir hava baypas sistemi yoktur. Yağlama cihazına giren hava, *venturi* adı verilen çok küçük çaplı bir kesit

Şekil 5-9 İnce yağ basan tip yağlama cihazı



içinden akar. Venturi, havanın hızını artırır ve basıncını düşürür. Venturi borusunun meydana getirdiği hava basıncındaki düşme nedeniyle, yağ, dozaj ayarlama hücresinin içine çekilir. Yağ damlaları hava akımı içine girerken atomize olur ve hava akımı ile birlikte pnömatrik ekipmana taşınır. Yağ akışı, bir iğne supap tarafından ayar edilerek sürekli kontrol altında tutulur. Bu tip yağlama cihazlarında genellikle basınçlı yağ hazneleri bulunmaz. Bu ünitelere, çalışmakta iken yağ doldurulabilir.

5.45 İnce yağ basan tip yağlama cihazları: Bu yağlama cihazları, hava akımı içine yalnızca asılı durumda, ince yağ zerreciklerinden oluşan sis yağlama yapılabilmesini sağlar. Bu tip yağlama sistemi vasıtasıyla, yağlama cihazından daha uzak mesafelerdeki noktalara kadar daha olumlu yağlama yapabilme imkanı mevcuttur. Bu üniteler, özellikle karmaşık boru donanımına sahip sistemler ve kesintili

çalışan pnömatrik ekipman için etkili biçimde kullanılabilir. İnce yağlama cihazları, sistem havasının bir tek istasyondan temin edilmesi halinde, birden fazla ekipmanın yağlanması için de elverişlidir.

5.46 Birçok ince yağlama cihazı, ağır yağ basan tip yağlama cihazlarının değişik veya geliştirilmiş modelleridir. Bu tür bir yağlama cihazı çalışmakta iken, miktarı ayarlanarak hazneden çekilen yağ, karıştırma ve ölçme hücresinde girer ve burada hava akımından gelen küçük miktarda hava tarafından atomize duruma getirilir; ancak, çıkış ağzına doğru yönlendirilmek yerine, bir deflektöre çarptırılarak yön değiştirmesi sağlanır (şekil 5-9). Deflektör, 2 µ'dan daha büyük olan yağ damlacıklarını daha ince yağ zerreciklerinden ayırır. Ağır olan damlalar tekrar haznenin içine düşer, sis halindeki ince yağ zerrecikleri ise cihazı terkeder. Bu sis, cihazdan çıkınakta iken ana hava akımına karışır. Yağlama cihazının içinden geçen hava debisinde meydana gelebilecek değişimlere göre yağlama yağının miktarını değiştirebilmek için, bu tip cihazlarda genellikle akış kılavuzları veya kanatları bulunur.

5.47 Yağlama cihazlarının, basınç kontrol valfinden sonra yerleştirilmiş olması gerekir. Eğer ayarlayıcı vasıtasıyla birden fazla ekipman için hava debisini kontrol edebilme imkanı varsa; yağlama cihazı, yalnızca, yağlamaya ihtiyaç gösteren ekipmana bağlanmalıdır. Yağlama cihazı sisteme monte edilirken, uygun tip ve ebadın seçilmesi çok önemlidir. İhtiyaç olunan yağlama miktarı, cihazın tipini belirleyici bir faktördür. Yağlama cihazının ebadı ise, hem sistem için gerekli yağ miktarına ve hem de dolum periyoduna bağlıdır. Yağlama cihazları, hacim itibarıyla 3 cc'den 19 litrelik modellere kadar değişen ebatlarda yapılmaktadır. Ayrıca, bir basınçlı yağ besleme sistemine doğrudan bağlanabilen bazı modeller de mevcuttur.

90 Programlı Alıştırmalar

5-17. Bir adsorpsiyon (tutma) tipi filtre, havanın içindeki nemi filtreleme ortamının..... toplamak suretiyle alır.	5-17. YÜZEYİNDE Bkz. 5.36
5-18. Renk değiştirilebilir özellikte kimyasal filtreleme ortamına sahip olan filtreler, tipindedir.	5-18. TUTMA (ADSORPSİYON) Bkz. 5.38
5-19. Tutma (Adsorpsiyon) tipi bir filtredeki renk değişiminin amacı, filtre elemanının ne zaman gerektiğini göstermektir.	5-19. DEĞİŞTİRİLMESİ Bkz. 5.38
5-20. Pnömatik güç vasıtasıyla çalışan cihaz ve aletlerin çoğu; sıkıştırılmış, temizlenmiş vehava kullanımını gerektirir.	5-20. YAĞLANMIŞ Bkz. 5.39
5-21. Bir pnömatik cihazı yağlamak için kullanılan yağın kesinlikleden arındırılmış olması şarttır.	5-21. KİRLETİCİ MADDELER (pislik ve nem) Bkz. 5.40
5-22. Hava hattına monte edilebilen yağlama cihazlarının iki ana tipi, ve adını alır.	5-22. AĞIR yağ basan tip İNCE yağ basan tip Bkz. 5.40
5-23. Ağır yağ basan tip yağlama cihazları, sadece veyahava debileri için kullanılmalıdır.	5-23. DEVAMLI YÜKSEK Bkz. 5.41
5-24. Yağlama ekipmanının, daima tertibatından sonra yerleştirilmesi gerekir.	5-24. AYARLAMA Bkz. 5.47

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 5-1 Bir hava akımı yavaşlatıldığı takdirde, ne tip bir kirletici madde ayrılması meydana gelir?
- ☐ a) Atalet tipi
☐ b) Santrifüj tip
☐ c) Tabii (ağırlıklı) tip
☐ d) Siklon tipi
- 5-2 Büyük ebatlı partikülleri tutabilme özelliğinden dolayı; atalet tipi filtreler, aşağıdaki tiplerden hangisi ile aynı sınıfa dahil edile-rek kullanılabilir?
- ☐ a) Ön (kaba) hava filtresi
☐ b) Hassas hava filtresi
☐ c) Yüzey tipi filtre
☐ d) Derinlik tipi filtre
- 5-3 Kirletici parçacık ebadı, aşağıdaki birimlerden hangisi cinsinden ölçülür?
- ☐ a) Milyonda bir cinsinden ifade edilen değerler
☐ b) Milimetre
☐ c) Mikron
☐ d) Atom
- 5-4 Bir süzgeç veya filtre, aşağıda belirtilen faktörlerin hangisine göre sınıflandırılır?
- ☐ a) Kullanılan akışkana göre
☐ b) Tutulabilen parçacık ebadına göre
☐ c) Filtre elemanının ebadına göre
☐ d) İmalatçının adına göre
- 5-5 Eğer bir filtre verilen ebattaki parçacıkların % 96'sını tutabili-yorsa, söz konusu parçacık ebadı filtrenin hangi özelliğini tayin eder?
- ☐ a) Kir kapasitesi
☐ b) Anma performans verimi
☐ c) Mutlak performans verimi
☐ d) Göçme noktası
- 5-6 Filtre ortamı (elemanının) kırılıp koptuğu ve hava ile birlikte taşındığı takdirde, aşağıda belirtilen olayların hangisi meydana gelir?
- ☐ a) Ortamın göçmesi
☐ b) Kirletici maddenin göçmesi
☐ c) Kirletici maddenin serbest kalması
☐ d) Aşındırıcı maddenin göçmesi
- 5-7 Aşağıdakilerin hangisi, genellikle hava akımı içindeki büyük parçacıkların alınmasını sağlamak için kullanılan bir filtre tipidir?
- ☐ a) Yekpare hale gelebilen filtre
☐ b) Emme (adsorpsiyon) tipi filtre
☐ c) Derinlik tipi filtre
☐ d) Yüzey tipi filtre
- 5-8 Aşağıda belirtilen filtre tiplerinden hangisi öncelikle nemin filtreleme ortam yüzeyinde toplanmasını sağlayan bir ortamdan yararlanarak çalışır?
- ☐ a) Derinlik tipi
☐ b) Tutma (adsorpsiyon) tipi
☐ c) Emme (adsorpsiyon) tipi
☐ d) Filtre yüzeyine çarptırılmalı tip
- 5-9 Pnömatik cihazı yağlamak için, ne tip yağ kullanılır?
- ☐ a) Otomotiv yağı
☐ b) Dizel motor yağı
☐ c) Isıtılmış yağ
☐ d) Hiçbir kirletici madde ihtiva etmeyen yağ
- 5-10 Bir pnömatik sistemde, yağlama cihazının yerleştirilmesi için en uygun nokta, aşağıdaki ünitelerin hangisinden sonra gelir?
- ☐ a) Hava tankı
☐ b) Soğutucu
☐ c) Ayarlayıcı
☐ d) Kompresör

Bölüm Özeti

Hassas hava arıtma sistemi filtre, ayırıcı, süzgeç ve yağlama cihazlarından oluşur. Ayırıcılar, öncelikle hava akımı içinden büyük ebatlı katı ve sıvı parçacıkların alınması için kullanılırlar. Basit olarak uygulanan tabii ayırma sistemi, zaman alıcı bir yöntemdir ve sadece büyük ebatlı taneciklerin havadan alınabilmesini sağlar. Santrifüj veya atalet tipi ayırma yöntemi ise daha hızlı ve bir bakıma daha verimlidir. Pekçok durumda, bu ayırıcı tipleri, diğer cihazlar için emme hattı filtresi ve ön filtre olarak kullanılır.

Yüzey filtreleri veya süzgeçler genellikle tel örgü elemandan yapılır. Fakat bunun yanı sıra; sinterlenmiş metal tozları ve ince elyaflar, membran (diyafram) ve dokuma bez elemanlar da kullanılabilir. Bir yüzey filtresindeki eşit ebatlı delikler, düzgün bir yerleşim düzeyine sahiptir. Bu tip filtre, basınçlı hava içindeki nispeten daha büyük parçacıkların çok etkin biçimde alınabilmesini sağlar.

Derinlik tipi filtreler genellikle; keçeli, hasır örgülü veya çok sık ve sızdırmaz biçimde örülmüş metal dışı elyaflardan, ince metal tel veya şeritlerden, yağ banyolu, aktif karbon veya kağıt elemanlardan yapılır. Bu tip filtrelerde, büyük ebatlı taneciklerin yanı sıra daha küçük olanların da tutulabilmesine imkan sağlayan, değişik ebatlara ve düzgün olmayan bir yerleşim düzenine sahip delikler mevcuttur. Kuru tip derinlik filtreleri, parçacıkların hava akımı içinden alınabilmesini sağlayan bir filtreleme ortamı esasına göre çalışır. Islak tip filtreler ise, kirletici maddelerin toplanmasına yardımcı olmak üzere, eleman yüzeyi üzerinde oluşturulan bir yağ tabakasından yararlanır. Yağ banyolu filtreler, havayı bir yağ banyosunun üst kısmı içinden geçirdikten sonra, yüzeyinde yağ tabakası bulunan bir filtreleme ortamından da geçirmek suretiyle sisteme sevkeder.

Tutunma tipi filtreler, yüzeyi üzerinde nem damlacıkları oluşturduktan sonra bu damlacıkların filtre kabının tabanına düşerek çökelti meydana getirmelerini sağlayan bir filtreleme ortamından yararlanır. Emme tipi filtrelerde ise, nem emici nitelikte ve periyodik olarak değiştirilmesi gereken bir filtreleme ortamı mevcuttur.

Bazı durumlarda, havanın, içindeki kirletici maddelerden temizlendikten sonra yağlanması şarttır. Bu amaçla kullanılan yağlama cihazları arasında ince yağ basabilir nitelikte olan tipler, gerek ince yağ zerreciklerinden oluşan bir sis biçiminde ve gerekse hava hatlarının iç yüzeylerini yağlayan ağır yağ damlacıkları oluşturmak suretiyle yağlama yapabilir. Ağır yağlama cihazları, devamlı veya yüksek debide hava akımı için çok uygundur. İnce yağlama cihazları ise, sadece asılı durumda ince yağ zerreciklerinden oluşan sis yağlama imkanına sahiptir; fakat bu yağ sisinin, cihazdan daha uzak mesafelerde bulunan pnömatik ekipmana ulaşabilmesi mümkündür.

Uygulamalar

- 5-1 Bulunduğunuz sanayi tesisinin pnömatik sisteminde kullanılan hava yağlama sistemini tarif ediniz. Cevaplarını, aşağıdaki boş yerlere yazınız.

- 5-2 Bulunduğunuz tesisin pnömatik sistemindeki filtrelerde, hangi filtreleme ortamları en yaygın olarak kullanılmaktadır? Cevaplarınızı aşağıya yazınız.

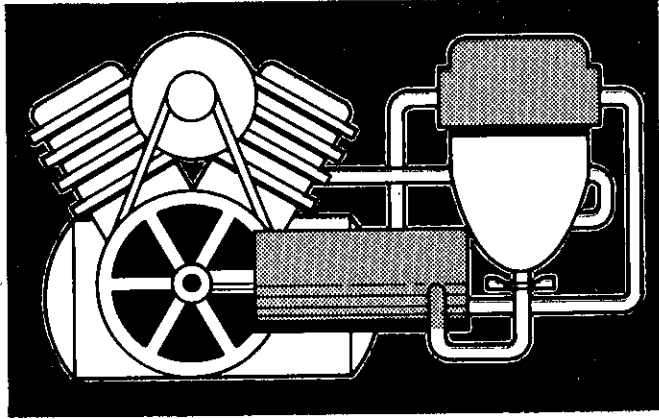
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|--|--|
| 5-1. c. Tabii (ağırlıklı) tip.
Bkz. 5.03, Şekil 5-1 | 5-6. a. Ortamın göçmesi. Bkz. 5.17 |
| 5-2. a. Ön hava filtresi. Bkz. 5.07 | 5-7. d. Yüzey tipi filtre. Bkz. 5.21 |
| 5-3. c. Mikron. Bkz. 5.08 | 5-8. b. Tutunma (Adsorpsiyon) tipi. Bkz. 5.36 |
| 5-4. b. Tutunabilen parçacık ebadına göre Bkz. 5.10 | 5-9. d. Hiçbir kirletici madde iltiva etmeyen yağ. Bkz. 5.40 |
| 5-5. b. Anma performans verimi. Bkz. 5.12 | 5-10. c. Ayarlayıcı. Bkz. 5.47 |

Temel Pnömatik

Altıncı Ders

Boru Tesisatı, Hortumlar ve Bağlantı Elemanları



Altıncı Ders

Boru Tesisatı, Hortumlar ve Bağlantı Elemanları

Konular

Boru Tesisatı İhtiyaçları
Hava Akışı
Boru Tesisatı
Boru Uygulamaları
Metalik Tüp-Tipi Boru Tesisatı
Tüp-Tipi Boru Bükme

Boru Tüp-Tipi Boru Bağlantı Elemanları
Tüp-Tipi Boru Tesisatının Döşenmesi
Metal Olmayan Tüp-Tipi Boru Tesisatı
Hortumlar
Hortum Bağlantı Elemanları
Çabuk Çözme Bağlantıları
Hortum Tesisatının Bağlantıları

Boru Donanımı İhtiyaçları

6.01 Bir pnömatik sistemin diğer bir önemli kısmı da, hava dağıtım sistemidir. Bu sistem, boruların, hortumları, valflerin tümü ile birlikte tüm diğer sistem aksamını birleştirmek için ihtiyaç olunan bağlantı parçalarının tümünü içine alır. Hava emiş filtresinden kompresöre, soğutucular ve ayırıcılardan hava ile çalışan cihaza kadar olan sistemin tümü, boru donanımı kullanılmasını gerektirir. Çok sayıda kontrol hatları, hava besleme sisteminin çeşitli kontrol elemanlarını birbirine bağlar.

6.02 Bir fabrikaya bir basınçlı hava sistemi tesis edilirken; kompresör, tank, filtre, ayırıcı ve yağlama cihazı gibi sistem aksamının tümü için gerekli bağlantıların yapılması şarttır. Ayrıca, drenaj hatları ile komple ve gelecekte monte edilme ihtimali olan ilave cihazlar için gerekli önlem alınmış olarak, çıkış hatlarının da sisteme dahil edilmesi gerekir. Şekil 6-1, tipik bir pnömatik boru tesisatını göstermektedir.

6.03 Pnömatik boru tesisatları; genel olarak, boru, hortum, rakor ve diğer bağlantı parçalarından oluşan birleşik ünitelerdir. Bu hava hatlarında kesinlikle hiçbir kaçak bulunmamalı ve aşırı yüksek basınç düşmeleri de mevcut olmamalıdır. Ayrıca; sistem aksamı, zaman zaman meydana gelebilecek aşırı yüksek hava basıncı, şiddetli sarsıntı, titreşim ve diğer darbelere karşı koyabilecek yeterli dayanıklılıkta olmalıdır.

Hava akışı

6.04 Bir boru içinde verimli bir hava akımı sağlayabilmek için, havanın düzgün bir biçimde akması şarttır. Bu tip akış modeline, evvelce Birinci Bölüm'de açıklandığı üzere, düzgün akım veya laminer akış denir. Eğer bir hava hattı, istenen debideki havanın kendi içinden akabilmesine imkan sağlayacak büyüklükte ise ve eğer hat içinde akışı kısıtlayabilecek hiçbir engel yoksa, laminer hava akımı meydana gelir. Hava akış hızı artırıldığı takdirde veya havanın daha küçük kesitli bir hat içinden akmaya zorlanması halinde, ise, türbülans (girdaplı akım) meydana gelir. Türbülanslı akış ısı açığa çıkarmak suretiyle enerji kaybına neden olur. Türbülans olayından kaçınmak için, hava hattının iç cidarları düzgün olmalı ve boru sistemi gereğinden fazla, sık sık yön değiştirmemelidir.

Bir pnömatik sistemde, boru tesisatı önemli bir rol oynar. Boru tesisatı sadece çeşitli sistem aksamına basınçlı hava aktarmakla kalmamalı, aynı zamanda havanın sürekli olarak temiz tutulmasını sağlamalıdır. Ayrıca, sistem basınçlarına karşı koyabilecek yeterli mukavemete ve tesisin çevresinden kaynaklanan dış etkilere karşı yeterli dayanıklılığa sahip olmalıdır.

Bir evin elektrik tesisatında bulunan prizler gibi, bir sanayi tesisinin pnömatik güç sistemi içinde yeralan iş istasyonları için gerekli hava besleme düzeninde esneklik sağlayabilmek amacıyla, genellikle sisteme yeterli sayıda hava çıkış menfezleri yerleştirilir. Bununla beraber, bazı durumlarda pnömatik boru tesisatının, ihtiyaca uygun genişleyebilme özelliğine de sahip olması şarttır. Bu, özellikle boruların birbirine nasıl birleştirileceği hususunu belirlerken dikkate alınması gereken önemli bir etkidir.

Bu Bölümde, bir pnömatik sistemde kullanılan değişik tip boru ve hortumların bazıları incelenmektedir. Ayrıca, en yaygın kullanım alanına sahip boru ve hortum rakorları ve diğer bağlantı parçaları da yine bu Bölüm kapsamında yer almaktadır. Bu elemanların işlevlerini daha yakından tanıyabilmek ve nasıl kullanıldıkları hakkında bilgi sahibi olmak, çalıştığımız fabrikadaki pnömatik güç gereksinimlerini bütünüyle anlayabilmemize yardımcı olacaktır.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

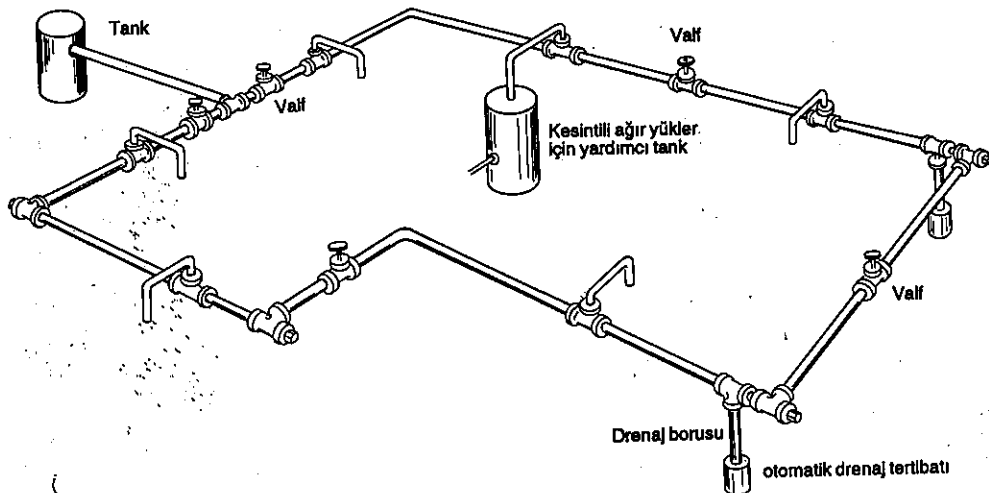
Tüp-tipi boru:	İngilizcede, boru kelimesi "pipe" ve "tüp" olarak ikiye ayrılmaktadır. Tüp et kalınlığı, boruya ve çapına göre çok incedir ve çok uzun boylarda imal edilebilir. Türkçede ayırım yapılmadığından bu iki kavramı ayırt edebilmek için tüp-tipi boru tabiri kullanılmıştır.
Patlama basıncı	(6.14): Bir sistemin elemanının parçalara ayrılmağa başladığı minimum basınç
Emniyet faktörü	(6.15): Patlama basıncının, sistemin işletme basıncına bölünmesi ile bulunan bir katsayı.
Serbest hava	(6.20): Normal atmosfer basıncındaki hava
Drenaj borusu	(6.22): Hat içindeki suyu tutmak ve sistemden yok etmek için kullanılan boru tertibatı.
Büyük yarıçapı	(6.29): Kavisli boru parçasının merkez ekseninden büküm dairesinin merkezine kadar olan mesafeden ibaret bir kavis ölçüsü.

Hava hattında mevcut bağlantı parçalarının sayısı en aza indirilmeli ve bu parçalar, akışı kısıtlamamalıdır.

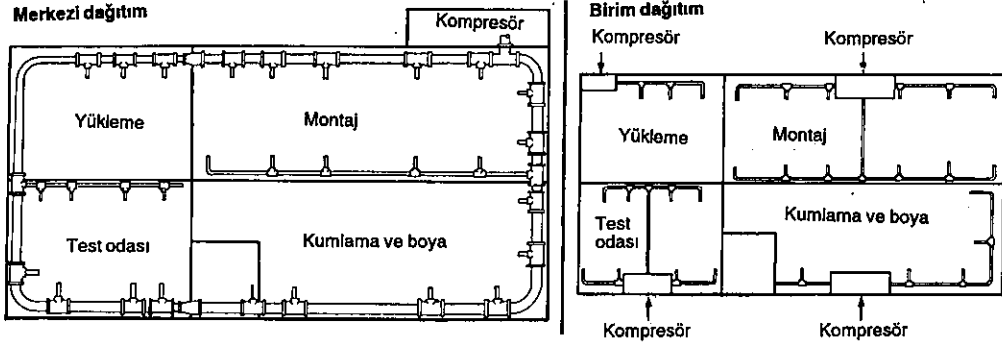
6.05 Bir hava hattı için boru seçimi yapılırken; ebatların hava tankı ile en uzak kullanım noktası arasındaki basınç düşmesinin, kompresör devre kesme basıncının % 10'undan (35-70 kPa değerinden) daha fazla olmamasını sağlayabilecek büyüklükte olması şarttır. Giriş ve çıkış hatları ve kompresörü sistemin başlangıcındaki tüm ünitelere irtibatlandıran bağlantı elemanları da, hava tankına verimli olarak hava sevk edebilme imkanı sağlayacak büyüklükte olmalıdır.

6.06 Belli bir uygulama için ihtiyaç olunan bir hava hattının ebadı; iletilen havanın hacmi, sistem çalışma basıncı, havanın katettiği mesafe ve hat içinde mevcut dirsek ve bağlantı armatürlerinin sayısı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tesisin büyüklüğü ve kompresörün (veya kompresörlerin) yeri (veya yerleri), havanın ne kadar uzağa iletilmesi gerektiğini belirler. Bazı fabrikalarda ilgili birimlere

Şekil 6-1 Bir basınçlı hava boru tesisatı



Şekil 6-2 Tipik dağıtım sistemleri



ayrı ayrı besleme yapan lokal sistemler, bazılarında ise merkezi veya çevrimli sistemler kullanılır (şekil 6-2). Bir merkezi (veya çevrim) sistemde, pik debilerin meydana geldiği sürelerde havanın katettiği mesafeyi azaltmak için, kompresörden uzak yerlere yardımcı hava tankları yerleştirilebilir. Böylece, sistemin bütünü içinden geçirilmesi gereken pik akış durumunda meydana gelecek olan aşırı basınç düşmelerinden kaçınılmış olur. Pik akım süreleri boyunca sisteme yardımcı olabilmek için, ilave kompresörler de yerleştirilebilir.

6.07 Hava sıkıştırılabilir bir akışkan olduğu için, pnömatik sistem hatlarının ölçülendirilmesi, genellikle hidrolik sistem hatlarının ölçülendirilmesi kadar kritik bir konu değildir. Fakat yine de, boru ebadı seçilirken, makul ölçüler içinde yeterli dikkat gösterilmediği takdirde, ileride birtakım sorunlar ortaya çıkar. Yaklaşık 7 bar basınçtaki havanın iletimini sağlamak için ihtiyaç olunan yaklaşık boru ebatları, Tablo 6-1'de verilmiştir. Bir tek boru çapı ile aktarılabilecek debi aralığına dikkat ediniz. Basınçlı hava için kullanılacak boru ebadının belirlenmesine ait daha ayrıntılı veriler, tasarım başvuru kitaplarından elde edilebilir.

6.08 Minimum basınç düşmesi sağlayacak boru ebadını seçerken, boru çapının yanı sıra, diğer bazı etkenlerin de dikkate alınması şarttır. Basınçlı hava hatlarında meydana gelen fiili basınç kayıpları Şekil 6-3'de gösterilmiştir. Birçok bağlantı parçası, valf ve diğer sistem elemanlarını ihtiva eden bir hatta, eğer hiç hava kullanılmıyorsa, çeşitli konumlara yerleştirilmiş manometreler aynı

Tablo 6-1 İstenen hava debilerine göre boru ebatları.

Havanın hagmi (m ³ /dak)	Uzunluk (m)		
	7.5-60	60-150	150-300
	Boru anma çapı inç		
0.85-1.7	1	1	1 1/4
1.7-2.8	1	1 1/4	2 1/4
2.8-5.6	1 1/4	1 1/2	2
5.6-14	2	2 1/2	3
14-28	2 1/2	3	3 1/2
28-56	2 1/2	4	4 1/2
56-112	3 1/2	5	6
112-224	6	8	8

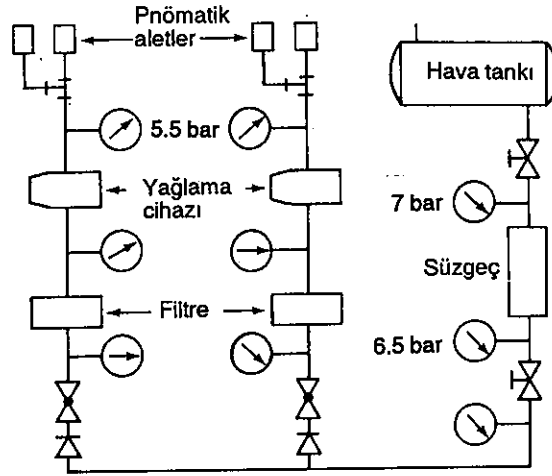
basınç değerini gösterecektir. aynı hat-
ta hava verilmesi halinde ise, akış yö-
nünde ardarda iki manometreden oku-
nan basınç değerleri arasındaki fark, bu
iki nokta arasındaki basınç düşmesini
gösterir. Basınç düşmeleri veya kayıp-
ları ortadan kaldırılamaz; fakat iyi bir
sistem tasarımı sayesinde en aza indi-
rilebilir.

6.09 Borunun iç yüzeyleri ile ba-
sınçlı hava arasındaki sürtünme nede-
niyle, farklı ebattaki borulardaki basınç
kayıpları da farklıdır. Tablo 6-2, 100
m'lik bir boru uzunluğu için, farklı ha-

va debilerine tekabül eden basınç kayıplarını kPa cinsinden vermektedir. Tabloda gösterilen kayıplar, boru içindeki hava basıncının 7 bar olduğu varsayımına göre belirlenmiştir. Örneğin, içinden 0.36 m³/dak debide ve 7 bar basınçta hava geçmekte olan 1 1/2 inç'lik bir borunun her 100 m uzunluğundaki basınç düşmesi 6.5 kPa'dır. Aynı borunun 50 m uzunluğu için basınç düşmesi, bu değerin yarısı veya 3.75 kPa'dır.

6.10 Bir boru içindeki basınç kaybının miktarı, sadece içinden geçen hava akımının debisi ve boru çapından değil, aynı zamanda hava basıncından da etkilenir. Basınç ne kadar düşük olursa, basınç kaybının optimum basınç değerine oranı da o kadar büyük olur. Basınç düştükçe daha büyük basınç kayıplarının meydana gelmesinin nedeni; düşük basınçlarda boru iç cidarları ile hava akımı arasındaki sürtürmenin, yüksek basınçlardaki sürtünmeye

Şekil 6-3 Tipik basınç kayıpları



Tablo 6-2 Boru basınç kayıpları (hava basıncı 7 bar)

Basıncılı hava m ³ /dak	Boru anma çapları (inç)								
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
0.03	14.9	2.2	0.6						
0.07	59.5	8.9	2.5	0.5	0.2				
0.11	134.4	20.7	5.7	1.3	0.5				
0.14	...	36.7	10.2	2.3	1.0				
0.18	...	57.6	15.9	3.7	1.6	0.4			
0.21	...	83.1	22.9	5.3	23.0	0.6			
0.25	...	113.3	31.4	7.2	3.2	0.8			
0.29	...	148.2	40.9	9.5	4.2	1.1	0.4		
0.32	...	190.2	51.9	12.0	5.3	1.4	0.5		
0.36	...	...	64.1	14.8	6.5	1.7	0.6		
0.44	...	...	111.6	23.4	10.3	2.7	1.0		
0.54	...	...	144.3	33.5	14.7	3.9	1.5	0.4	
0.63	...	...	...	45.5	20.0	5.4	2.0	0.6	
0.70	...	...	...	59.8	26.2	7.0	2.7	0.8	
0.89	...	...	...	92.8	41.1	10.9	4.2	1.3	
1:08	...	...	...	133.7	59.2	15.7	6.1	1.9	0.4
1.26	...	...	...	...	80.6	21.5	8.3	2.6	0.6
1.45	...	...	...	...	104.8	27.8	10.9	3.4	0.8
1.63	...	...	...	...	133.2	35.3	13.7	4.3	1.0
1.79	...	...	...	...	164.5	44.1	17.0	5.3	1.2
2.17	...	...	...	...	...	63.4	23.4	7.7	1.8
2.53	...	...	...	...	...	86.6	33.3	10.4	2.5
2.90	...	...	...	...	...	112.6	43.6	13.4	3.2
3.26	...	...	...	...	...	143.1	55.3	17.4	4.1
3.62	...	...	...	...	...	176.7	68.4	21.3	5.0

Tablo 6-3. Bir bağlantı veya ek parçası içindeki basınç kaybı (metre cinsinden eşdeğer boru uzunluğu olarak)

mm	Boru anma çapı (inç)	Sür-gülü valf	Standart T.	Redüksiyon T	Yandan çıkışlı T	Küre-sel valf
15	1/2	0.10	0.18	0.47	0.94	5.27
20	3/4	0.14	0.24	0.62	1.25	6.97
25	1	0.18	0.32	0.79	1.59	8.86
32	1 1/4	0.24	0.42	1.05	2.10	11.67
40	1 1/2	0.28	0.49	1.22	2.45	13.62
50	2	0.36	0.63	1.57	3.13	17.49
65	2 1/2	0.43	0.75	1.87	3.66	20.87
75	3	0.54	0.93	1.87	4.66	25.96
100	4	0.71	1.22	2.33	6.15	34.13
125	5	0.89	1.53	3.07	7.68	42.67
150	6	1.07	1.85	4.63	9.26	51.20

kıyasla hava akışını daha çok etkilemesidir. Boru hattında bulunan bağlantı parçaları ve akışı kısıtlayıcı engeller nedeniyle meydana gelen basınç kayıpları da, düşük basınçlarda daha büyüktür.

6.11 Bir boru hattında bağlantı parçalarının kullanıldığı yerlerde, akış kanalının iç kesit alanı bir bakıma kısıtlanır. Hemen hemen tüm durumlarda, boru bağlantı parçası, aynı boydaki armatürsüz düz bir boruya kıyasla daha büyük bir basınç düşmesine neden olur. Tasarım hesaplarında uygunluk sağlaması bakımından; bağlantı parçalarının giriş ve çıkışı arasındaki basınç düşmesi, kPa veya bar cinsinden ifade edilmekten çok, düz boru eşdeğer boyu cinsinden hesaplanır. Tablo 6-3, değişik boru çapları için, farklı tipteki bağlantı veya ek parçalarının eşdeğer boru boylarını göstermektedir. bu tabloda yer alan bağlantı parçaları karşılaştırmız. Uzun bir boru hattında bulunan bir veya iki adet bağlantı parçası, basınç düşmesi üzerinde çok küçük bir etkiye sahip olacak; buna karşın, kısa bir hatta yeralan birçok bağlantı parçası veya valfin basınç düşmesi üzerindeki etkisi nispeten daha büyük olabilecektir.

Boru Tesisi

6.12 Çoğu tesiste bulunan basınçlı hava hatlarının ana kollektörleri, siyah çelik borudan yapılır. Tali veya düşük basınçlı sistem uygulamalarında ise; genellikle basınca dayanıklı hortum, metal ve

plastik boru hattı kullanılır. Siyah çelik boruların tercih nedeni; kolay bulunabilirliği ve istenen mukavemete sahip olması, bağlantı ve ek parçalarının temin ve montaj kolaylığıdır. Borunun kendisi, boru hattında mevcut ebat değişikliklerine sahip değildir, fakat bir pnömatik sistem için çok değişken ebatlarda olan bir boru hattı kullanmaya da gerek yoktur.

6.13 40 No. standard borunun anma ölçüleri, çalışma basıncı, patlama ba-

Tablo 6-4 Boru mukavemeti

Standart 40 borusu						
mm	Boru anma çapı (inç)	DÇ. (in.)	iÇ (in.)	Alan (cm ²)	Çalışma basıncı (bar)	Patlama basıncı (bar)
15	1/2	0.84	0.62	1.93	141	850
20	3/4	1.05	0.82	3.41	121	728
25	1	1.32	1.05	5.54	132	999
32	1 1/4	1.66	1.38	9.61	113	688
40	1 1/2	1.90	1.61	13.09	104	629
50	2	2.37	2.07	21.67	92	554
75	3	3.50	3.07	47.67	102	616

elemanlı boru hatlarındaki kadar kolay değildir. Bunun yanısıra, kaynaklı bir boru hattına, gerektiğinde ilave hava menfezleri yerleştirmek daha zordur. Büyük kapasiteli hava dağıtım sistemlerinde küçük sistemlere oranla, kaynaklı bağlantı yöntemi daha çok kullanılır. Çünkü büyük sistemlerin, montajın tamamlanmasından sonra genellikle değiştirilebilme imkanı yoktur. Kaynak bağlantılı boru tesisatı, çıkış noktalarında, dış çekilmiş boru hattına dönüştürmek için kullanılabilen vida dişli adaptörler mevcuttur.

6.18 Flanşlı bağlantı parçaları, orta ve büyük ebatlı boru tesisatı ve cihazı için en çok kullanılan sistem elemanlarıdır. Büyük kapasiteli kompresörlerin, son soğutucuların, ayırıcıların ve hava tanklarının çoğu flanşlı bağlantı elemanlarıyla donatılmıştır. Flanşlar, gerek demir ve gerekse çelik malzemeden imal edilmekle beraber; pnömatrik güç sistemleri için sadece çelik flanşların kullanılması tavsiye edilir. Bu malzemeler dökme demirden daha sağlam olduğu için, olumsuz şartlara karşı daha dayanıklıdır ve kolaylıkla çatlama yapmazlar. Basınç dayanımı bakımından, çelik flanşlar için birkaç ayrı sınıflama mevcut olmakla beraber; yaygın olarak kullanılan tipler 270 kg/m ve 535 kg/m'lik mukavemette olanlardır.

Boru Uygulamaları

6.19 Kompresör emme hattı, boru içindeki hava akış hızının 12.5 m/s değerini geçmemesini sağlayabilecek, yeterli büyüklükte olmalıdır. Kompresör girişindeki akış hızının 12.5 m/s'yi geçmesi şartıyla, kısa emme hatları, kompresör emiş ağızı ile aynı ebatla olabilir. Eğer kompresör emme hattı uzunluğu 2.1 m'den daha fazla ise, emiş borusu ebadı, 12.5 m/s değerinde hava hızına sahip borudan bir numara büyük olmalıdır. Emme hattı borusunun uzunluğunu belirlerken, söz konusu hatta kullanacağınız her türlü bağlantı parçasının eş değer boru uzunluklarını hesaba kattığınızdan emin olunuz.

6.20 Kompresör girişindeki fiili hava akış hızı; kompresör *serbest hava kapasitesini*, metrekare cinsinden ifade edilen emme borusu kesit alanına bölmek suretiyle elde edilebilir. Örneğin 2.8 m³/dak kapasiteli bir kompresör girişinde, filtre bağlanması için 2 1/2 inç'lik bir kesit çap mevcutsa, bu 2 1/2 inç çapındaki giriş kesiti içinden geçen havanın hızı:

$$\begin{aligned} \text{Hız} &= \frac{2.8 \text{ m}^3/\text{dak} \cdot 4}{0.0635^2 \cdot 3.14} \\ &= 884.5 \text{ m/dak} = 14.7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Bu hızı, 2.1 m'den daha uzun bir emme borusu için çok yüksek bir değerdir. Eğer giriş borusu çapı 3 inç değerine çıkarılırsa, hava hızı:

$$\begin{aligned} \text{Hız} &= \frac{2.8 \text{ m}^3/\text{dak}}{0.045 \text{ m}^2} \\ &= 614 \text{ m/dak} = 10.2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Bu da, tatmin edici bir değerdir.

6-1. Bir pnömatik boru sisteminde kullanılan üç tip basınçlı hava iletim aracının isimlerini yazınız.	6-1. BORU BORU TESİSATI HORTUM Bkz. 6.03
6-2. Havanın ideal olarak, bir boru içinde _____ adı verilen bir modele uygun olarak akması gerekir.	6-2. DÜZGÜN AKIŞ veya LAMİNER Bkz. 6.04
6-3. Bir hava hattının ebadı, sadece küçük bir _____ düşmesi meydana gelecek şekilde seçilmelidir.	6-3. BASINÇ Bkz. 6.05
6-4. Basınç düşmesini etkileyen en az dört faktörün adını yazınız.	6-4. HAVA DEBİSİ, HAVA BASINCI, BORU UZUNLUĞU, BAĞLANTI ELEMENLARININ SAYISI, DİRSEK SAYISI Bkz. 6.06
6-5. Büyük bir kapalı devre sisteminde havanın katettiği mesafeyi azaltmak için, _____ hava tankları kullanılır.	6-5. YARDIMCI veya İLAVE Bkz. 6.06, Şekil 6-2
6-6. Bir boru içindeki basınç ne kadar düşük ise, basınç kayıpları da o kadar daha <i>(büyük/küçük)</i> olacaktır.	6-6. BÜYÜK Bkz. 6.10
6-7. Boru bağlantı parçaları ve valflerin içinde meydana gelen basınç kayıpları, eşdeğer bir düz borunun _____ cinsinden ifade edilir.	6-7. METRE OLARAK UZUNLUĞU Bkz. 6.11, Tablo 6-3
6-8. Bir pnömatik sistemde, üç ayrı boru bağlama yönteminin isimlerini yazınız.	6-8. VİDA DİŞLİ, KAYNAKLI, FLANŞLI Bkz. 6.16

6.21 Kompresör çıkış, dağıtım ve iş istasyon hatları için de boru sistemi kullanılır. Daha ekonomik olması ve sadece birkaç desteğe ihtiyaç göstermesi nedeniyle, bu uygulamalar için, boru tesisatı tüp-tipi boru sistemine tercih edilir. Bununla beraber, borunun gerekli minimum sayıdan daha fazla sayıda destekle yerleştirilmiş olmasını sağlayınız. (Boru tesisatının, döşenirken daima çok iyi desteklenmiş olması gerekir)

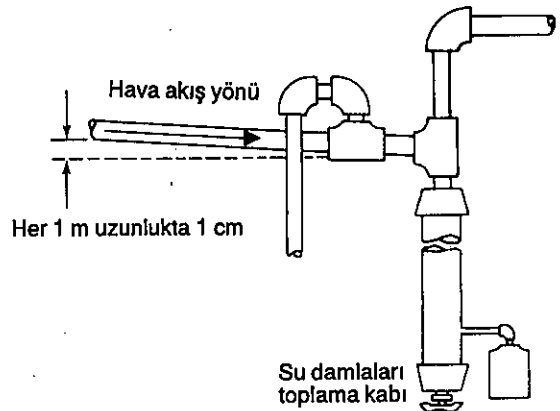
6.22 Komperösör çıkış ve dağıtım hatları olarak kullanıldıkları taktirde, tüm yatay boruların, her 1 m boru boyu için yaklaşık 1 cm'lik bir eğim verilmiş olarak yerleştirilmiş olması gerekir. Bu eğim, şekil 6-4'de gösterildiği gibi, hava akışı yönünde aşağı doğru olmalıdır. Böylece; eğimin, hat içinde mevcut olabilecek suyun toplama amacıyla tasarlanmış olan *drenaj hattına* yönlendirilebilmesi sağlanmış olur. Drenaj hatlarının çoğu, sistemdeki suyun periyodik olarak alınabilmesini sağlamak üzere, elle kumanda edilen bir valfle donatılmıştır.

6.23 Hava dağıtım hatlarının içinde mevcut olabilecek suyu alabilmek için, tahliye noktalarının daima hattın en *üst* kısmına yerleştirilmesi gerekir. Hat içinde kalan su ve kirletici maddeler ise, drenaj hatları vasıtasıyla çıkış hattından alınabilir. Çıkış hatları pnömatik cihaz ve aletler tarafından ihtiyaç olunan hava miktarının sudan arıtılabilmesini sağlayacak, yeterli kapasiteye sahip olmalıdır.

6.24 Su boruları için kullanılan ve çok iyi bilinen bir sistem olan "National Pipe Thread" (NPT) (Amerikan Ulusal Boru Dişi Standardı), pnömatik boru donanımı için de kullanılabilir. NPT Normunun, diğ üstü boyunca bir spiral boşluk toleransına sahip olduğunu ve boru sızdırmazlık macunu yardımı ile hava kaçaklarına karşı bir sızdırmazlık sağladığını unutmayınız. Bu sızdırmazlık macunu, aynı zamanda, sürtünmeyi azaltır, sürtünmeden doğan ısınmayı önler ve vida dişli bağlantı elemanlarının eşit biçimde sıkılabilmesini mümkün kılar. Boruların birleştirilmesinde, aşağıda sırasıyla belirtilen işlemleri yapınız:

1. Boru uçlarında dıştan ve içten vida dişi çekilmiş kısımlardaki keskin köşeleri ve gevşek metal çapaklarını almak için, bu kısımlarda dikkatli bir biçimde talaş kaldırma işlemini uygulayınız.
2. Borular ile boru bağlantı parçalarını birbirlerine monte etmeden önce, yüzeylerdeki tüm eğe ve testere çapaklarını alarak gerekli yüzey temizliğini sağlayınız.
3. Boru sızdırmazlık macununu idareli kullanınız ve vida dişi uçlarına ASLA macun sürmeyiniz.
4. Eğer boru hattının uzun süre çalıştırılması söz konusu ise, çember veya askılar vasıtasıyla gerekli desteği sağlayınız.
5. İleride bazı ilave bağlantılar yapılması gereği varsa, kullanılacak manşonların veya flanşların kolay sökülebilir özelliğe olmasına dikkat ediniz.
6. Gereğinden fazla bağlantı parçası kullanmaktan ve birçok yerde ekleme yapmaktan kaçınınız.

Şekil 6-4 Drenaj eğimi



Metalik Tüp-Tipi Boru Tesisatı

6.25 Metalik tüp-tipi tesisatı, birkaç önemli hususta borudan farklılık gösterir. Öncelikle şunu belirtmek gerekir

ki; bu sistem, çekme, kaynak yaparak birleştirme, ekstrüzyon veya haddeden geçirme işlemiyle imal edilebilir. İkinci önemli fark; metalik tüp-tipi boru tesisatı daha hassas iç ve dış çap ölçülerine ve daha iyi işlenmiş yüzey kalitesine sahiptir. Üçüncüsü; bu sistem birçok değişik çap ve et kalınlarında yapılır. Belirtilmesi gereken sonuncu fark ise; metalik tüp-tipi boru tesisatının normal boruya kıyasla daha sağlam ve daha esnek malzemelerden yapılmış olduğu konusudur. Bu sistem malzemeleri; genellikle çelik, paslanmaz çelik, bakır, alüminyum ve pirinçtir. Metalik tüp-tipi boru sistemlerinin tümü, 17 bar'a kadar basınç değerlerine sahip pnömatik hatlar için tavsiye edilmektedir.

6.26 Çap itibarıyla 2 inç'den daha büyük olan metalik tüp-tipi boru tesisatı, pnömatik sistemlerde nadiren kullanılır. Genellikle 5/8 inç dış çaptan daha küçük olan ebatlar, bu tür bir sistem için tercih edilir. Daha küçük çaplı metalik tüp-tipi boru tesisatı kontrol hatları için ve değişik cihaz parçaları arasında yakın tolerans sınırları dahilinde, hassas geçmeli bağlantılar yapmak amacıyla kullanılır. Daha büyük çaplı tüp-tipi borular, kompresör ara ve son soğutucularında kanatçık geçirilmiş olarak (lamelli) kullanılır. Boru anma ebadının boru dış çapı ile aynı olduğuna dikkat ediniz.

6.27 Pnömatik sistem elemanlarını birbirine bağlayan metalik tüp-tipi boru tesisatının ebadı, cihazda mevcut kılavuz çekilmiş deliklerin ebadına göre belirlenir. Kılavuz çekilerek dış açılmış olan bu delikler, genellikle yeterli hava akışı sağlayabilecek büyüklüktedir. Dış açılmış deliklere daha küçük çapta metalik tüp-tipi boru bağlanması gerekli olduğu takdirde; aradaki boşluğu alabilmek için, ana hat borusunun kılavuz çekilmiş deliğine uygun bir burç geçirilir. Çeşitli ebattaki metalik tüp-tipi boru tesisatlarının hemen hemen hepsi yüksek değerlerde emniyetli çalışma basıncına sahip olmasına rağmen; söz konusu borunun normal uygulamalar dışındaki bir amaç için kullanılması önceden önce, boru mukavemetini kontrol etmek iyi bir fikirdir.

Tüp-Tipi Boru Bükme İşlemi

6.28 Yalnızca birkaç bağlantı gerektirdiği için, metalik tüp-tipi boru donanımının montajı hat borularının montajından daha kolaydır. Bu tür boru donanımının gerekli yön değiştirme işlemlerinin çoğu, hiçbir ek parçası kullanmaksızın doğrudan doğruya borunun kendisini bükme suretiyle gerçekleştirilir. Boru bükme işlemini yaparken çok dikkatli olmak şarttır; çünkü boruyu bir kez bükükten sonra, bozulmasına neden olmaksızın tekrar doğrultabilme veya büküm açısını değiştirebilme imkanı yoktur.

6.29 Boruyu uygun yarıçapta bükme için, boru bükme aletleri kullanılır. Farklı boru ebatları için izin verilebilir en az büküm yarıçapı değerleri şekil 6-5'de gösterilmektedir. Tabloda gösterilen değerden daha küçük olan bir büküm yarıçapı arzu edilmez; çünkü böyle bir durum, hat içinde sürünmeden doğan basınç kayıplarına neden olur. Boruya, sürekli yuvarlak kesitli olma özelliğini koruyabilen pürüzsüz bir dirsek oluşturacak biçimde

Tablo 6-5 Metalik tüp-tipi boru tesisatı ebat tanımı (inç)

Boru DÇ	Et kalınlığı	Boru İÇ	Boru DÇ	Et kalınlığı	Boru İÇ
$\frac{1}{2}$ (0.50)	0.035	0.430	$\frac{7}{8}$ (0.875)	0.049	0.777
	0.042	0.416		0.058	0.759
	0.065	0.370		0.072	0.731
	0.072	0.356		0.095	0.685
	0.095	0.310		0.109	0.657
$\frac{5}{8}$ (0.625)	0.035	0.555	1 (1.000)	0.049	0.902
	0.042	0.541		0.058	0.884
	0.065	0.495		0.083	0.834
	0.072	0.481		0.109	0.782
	0.095	0.435		0.120	0.760
$\frac{3}{4}$ (0.750)	0.049	0.652	$1 \frac{1}{4}$ (1.250)	0.049	1.152
	0.065	0.620		0.058	1.134
	0.072	0.606		0.083	1.084
	0.095	0.560		0.109	0.032
	0.109	0.532		0.120	0.010

şekil verilmelidir. Bir hat içinde mevcut bükümlü kısımların sayısını daima en az düzeyde tutunuz.

6.30 Bir borunun bükülmesi veya şekillendirilmesi sırasında çok dikkatli olma gereğinin yanısıra, boru bağlantılarının sıklık ve sızdırmazlığını sağlayabilmek için aşağıda belirtilen önlemleri alınız:

1. Bağlantı parçasına uygun biçimde monte edilebilmesi için, boruyu gönyesinde ve yeterli uzunlukta kesiniz.
2. Borunun iç ve dış yüzeylerindeki çapakları alarak pürüzsüz bir yüzey elde ediniz.
3. Boru ve bağlantı parçası yüzeylerindeki metal talaşlarını ve pislikleri alınız.
4. Boru ağızlarını açmadan ve boruyu bağlantı parçası içine yerleştirmeden önce, boru somunlarını ve manşonlarını takınız.
5. Boruyu bağlantı parçası içine dikkatle yerleştiriniz.
6. Somunları parmak sıklığında sıkınız.
7. Bağlantıları dikkatle sıkınız. Eğer bağlantının kalitesinden emin değilseniz, bağlantı parçasını sökünüz ve yeniden deneyiniz.
8. Birleşme yüzeylerinin herbirini dikkatle temizleyiniz ve kalıcı bağlantılar elde edebilmek için uygun metal ve pirinç kaynağı işlemlerini yapınız.

Tüp-Tipi Boru Bağlantı Elemanları

6.31 Çeşitli imalatçılardan temin edilebilen birçok pnömatrik sistem tüp-tipi boru bağlantı elemanları mevcuttur. Bağlantı elemanları, kesinlikle akışkan kaçaklarına yol açmayacak biçimde, boru tesisatını cihaz giriş çıkışlarına ve boruyu hortum rakorlarına sıkı olarak bağlamak amacıyla tasarlanmış olan bağlantı elemanlarıdır. Bu bağlantı elemanlarının çoğu, çeşitli hizmet tipleri için tavsiye edilen emniyetli çalışma basınçlarına sahiptir. Boru bağlantı elemanlarının seçimi, montajı, servis ve bakımı ve değiştirilmesi için; herbir hizmet tipi ile ilgili olarak imalatçılar tarafından tavsiye edilen en fazla çalışma basınçlarını kapsayan yayınlardan yararlanılmalıdır. Pnömatik sistemlerde kullanılan değişik bağlantı elemanları, şekil 6-6'da gösterilmiştir.

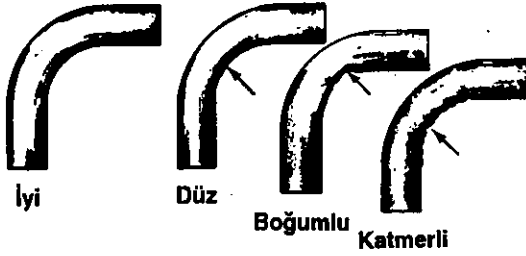
6.32 Bağlantı elemanları, bağlantılarda hava kaçaklarının meydana gelmesini önlemek ve boruyu muhtemel bir hasara karşı korumak amacıyla tasarlanır. Sistemde titreşim meydana gelme ihtimalinin bulunması halinde, gerekli dengenin sağlanabilmesi için, uzun faturalı somunları veya destek manşonları olan havşalı bağlantı elemanları kullanılır. 2 inç çapa kadar olan boru ebatlarının çoğu için, gerek sabit tip ve gerekse düz veya ters havşalı tip bağlantı elemanları mevcuttur. 1 inç çapa kadar olan borular için ise, sıkı geçmeli ve dış açılmış manşonlu tip bağlantı elemanları mevcut olup, piyasadan kolaylıkla temin edilebilir. Bu ikinci tip bağlantı elemanları havşalı ağız bulunmadığı için, bunların nominal basınç değerleri daha düşüktür.

Tüp-Tipi Boru Tesisatının Döşenmesi

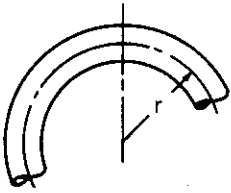
6.33 İyi çekilmiş bir boru tesisatı, darbe yüklerini ve sıcaklık değişimlerini en aza indirecek biçimde bükümlerin yapılmasını ve bağlantı parçalarının seçilmesini gerektirir. Bükümlerin gereğinden çok fazla, çok az veya zayıf olarak yerleştirilmiş olması, akış kayıplarının ve kaçaklarının artmasına neden olacaktır. Boru tesisatını çekerken, belirtilen işlemleri yapınız ve gerekli önlemleri alınız:

- Debi, basınç ve hizmet gereksinimlerine uygun boru donanımı ve bağlantı parçalarını seçiniz.
- Boru hatlarını çekerken, büküm ve dirseklerin en az sayıda olmasını dikkat ediniz.

Şekil 6.5 Boru bükme



Büküm yarıçapı (r)
borunun merkez
ekseninden



Boru anma dış çapı		En küçük büküm yarıçapı (R)	
(inç)	(mm)	(inç)	(mm)
3/8	10	1 1/4	32
7/16	13	1 1/4	32
1/2	15	1 1/4	32
5/8	18	1 1/2	40
3/4	20	1 3/4	45
7/8	23	2	50
1	25	3	75
1 1/8	30	3 1/2	90
1 1/4	32	3 3/4	95
1 3/8	35	5	125
1 1/2	40	5	125

- Valf, filtre ve diğer aksesuarların boru tesisatından bağımsız olarak desteklenmesi, yani boru tesisatından destek almaması gerekir.
- Boru tesisat gruplarının; sistemde herhangi bir esnemeye, bükülmeye veya hasara neden olmadan; kolaylıkla sökülüp takılabilmesi gerekir.
- Düz boru hatlarında bağlantı elemanı kullanmaktan kaçınılmalıdır.
- Uzun boru hatlarında kelepçe veya askılar kullanarak gerekli desteği sağlayınız.
- Boru hattı gruplarının tümü, uygun el aletleri kullanmak suretiyle sökülüp takılmalıdır.

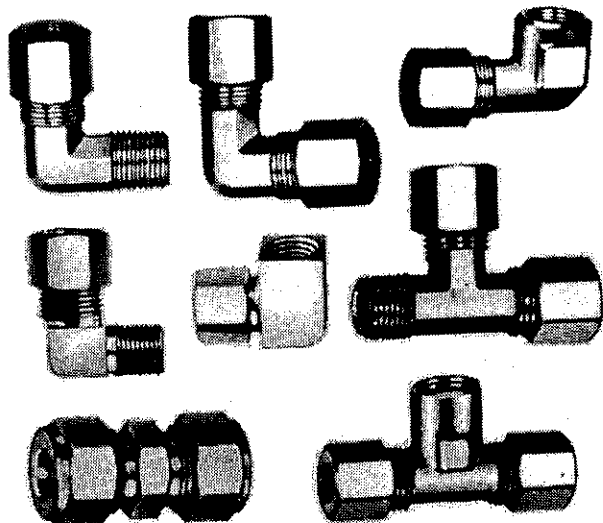
Metal Olmayan Tüp-Tipi Boru Tesisatı

6.34 Metal veya plastik tüp-tipi boru tesisatı; polietilen, polipropilen veya polivinil klorür malzemeden yapılabilir. Plastik boru tesisatının kullanımı 7 bar'ın altındaki basınçlarla ve 90 °C'den düşük sıcaklıklarla sınırlıdır.

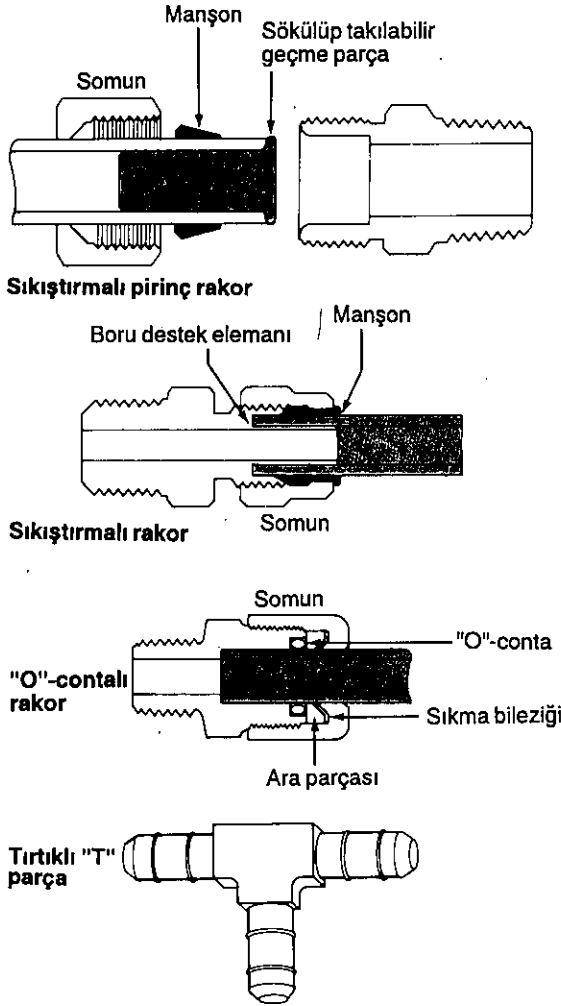
Bununla beraber, plastik boru sisteminin bazı tipleri, 90 °C sıcaklıkta 10 bar basınç kadar kullanılabilir. Kimyasal etkilere karşı direnç göstermesi ve paslanmaya uğramaması, plastik boru tesisatının üstünlüğüdür. Ayrıca, polietilen malzemenin çeşitli renklerde temini mümkündür ve bu da, karmaşık sistemlerde arıza arama ve bulma konusunda yardımcı olabilir. Aşırı sıcaklık uygulamaları (- 70°C ile 110 °C arasındaki sıcaklıklar) ve 17 bar'a kadar olan basınçlar için, takviyesiz naylon malzeme de kullanılabilir. Plastik veya naylon malzemeden yapılmış boru sistemleri, özellikle pilot kontrol hatları ve fazla esneme yapmayan düşük basınçlı hatlar için mükemmeldir.

6.35 Plastik tüp-tipi boru bağlantı elemanları; sıkıştırılabilir pirinç rakor, sıkıştırılabilir rakor, "O" halkalı rakor ve tırtıklı "T" tiplerini içine alır (Şekil 6-7). Sıkıştırılabilir rakorlar, plastik boruya destek vazifesi görerek, boru somunu

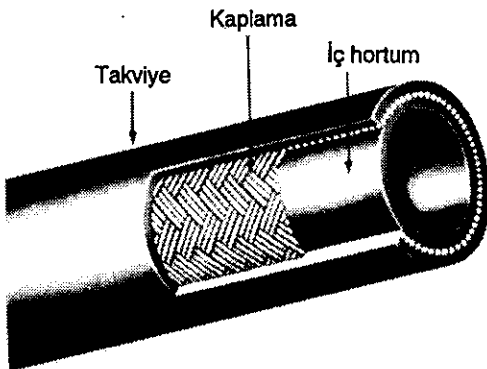
Şekil 6-6 Metal tüp-tipi boru bağlantı parçaları



Şekil 6-7 Plastik tüp-tipi boru bağlantı parçaları



Şekil 6-8 Bir hava hortumunun yapısı



sıkıldığında borunun çöküntü yapmamasını sağlar. Tırtıklı "T" parçalar ise, hat basıncına bağlı olarak, kelepçeli veya kelepçesiz olarak kullanılabilir. Pnömatik sistemlerde; plastik boru, rakor ve diğer ekleme parçalarını monte ederken, daima ilgili imalatçıların basınç ve sıcaklık değerlerine ilişkin tavsiyelerine uygun hareket ediniz.

Hortumlar

6.36 Çoğu tesiste, taşınabilir tip havalı cihaz ve aletlerin hat içine monte edilmiş hava besleme istasyonlarına bağlanabilmesi için hava hortumları kullanılır. Bu hortumlar 1.5 ile 15 m arasındaki bir uzunlukta olabilir. Hortumlar, hareketli ve sabit cihaz parçaları arasında esnek bağlantılar yapmak için de kullanılır. Hareketli bir cihazı sabit bir cihaza bağlamak için kullanıldığı takdirde hortumlar; darbe, gürültü ve titreşimlere karşı mükemmel bir yalıtım sağlar. Geçici bağlantılar ve sık sık kırıldığı için yeniden yapılması gereken bağlantılar için de yine hortum kullanılır. Ancak, hortumların, borular kadar dayanıklı olmaması nedeniyle, tesisin hava hatlarını kalıcı olarak bağlamak amacıyla kullanılmamaları gerekir.

6.37 Şekil 6-8'de gösterilen örnekte olduğu gibi, bir hava hortumu; havanın iletilmesini sağlayan bir iç hortum kısmı, uygun nitelikte bir takviye tabakası ve bu takviyeyi aşınma ve hasara karşı koruyan bir kaplamadan ibarettir. İç hortum kısmı, genellikle yağ, su ve ısıya karşı dayanıklı bir sentetik kauçuk malzemeden yapılır. Tabii veya sentetik iplik veya elyaflardan, metal tel örgüden ya da bu ikisinin birleşiminden oluşmuş yapıdaki takviye malzemesi, hortumun mukavemetini

belirler. Takviye malzemesini aşınmaya karşı korumak için, genellikle takviye malzemesi üzerine, plastik, kauçuk ya da sentetik malzemeden yapılmış bir kaplama yerleştirilmiştir.

6.38 Hortumların çoğu, 12 bar değerine kadar olan basınçlara karşı koyabilecek nitelikte düşük basınçlı hortum olarak sınıflandırılır. Bu tip hortumlar, çoğunlukla 1/4 inç'ten 5/8 inçe kadar değişen iç çapları kapsayan bir ebat aralığına ve bir veya iki kat takviyeye sahiptir. Tavsiye edilen en büyük çalışma sıcaklıkları, iç hortum malzemesinin özelliklerine bağlı olarak, yaklaşık 95 °C değerine kadar çıkabilir.

6.39 Hava hortumu, yalnızca bir cihazı, tesisin hava besleme hattına bağlamak için kullanılmaktadır. Eğer birden fazla cihazı bağlamak gerekli ise, bir "Y" bağlantı parçası ve iki ayrı hortum kullanınız. Uygun ebatla hava hortumu seçtiğinizden emin olunuz. Hortum seçiminde mutlaka dikkate alınması gereken faktörler arasında her bir ekipmanın ihtiyaç gösterdiği hava miktarı ve çalışma sıklığı sayılabilir. Eğer aynı anda havaya ihtiyaç gösteren birden fazla cihaz varsa, daha büyük çapta hortum kullanmak gerekebilir. Hava hortumu iç çapının aynı ebattaki bir borunun iç çapından daha küçük olması nedeniyle; uygun ebatlı hava hortumu, genellikle bağlantı borusunun dış anma çapından bir ebat daha büyük olanıdır. Aynı ebatla boru ve hortum kullanıldığı takdirde, meydana gelecek basınç düşmesi, ilgili pnömatik ekipmana yeterli hava basıncı sağlanamaması sonucunu doğurabilir.

Hortum Bağlantı Elemanları

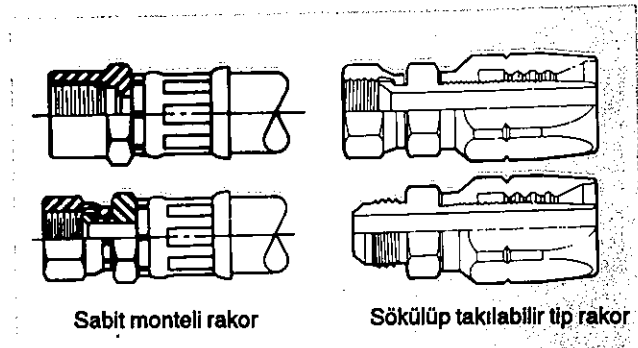
6.40 Çok sayıda sabit geçmeli ve sökülüp takılabilir tip hortum bağlantı elemanları mevcut olup, bunların bazıları Şekil 6-9'da gösterilmektedir. Bir hortum bağlantı elemanı esas itibarıyla iki parçadan oluşur. Bu parçalardan biri hortumu sıkıca kavrar, diğeri ise hortumu bütün olarak bağlantı elemanına bağlar. Bağlantı elemanının hortumu kavrayan parçası, hortumun hava kaçırmasını önlemek üzere, yeterli bir sıkıma kuvveti uygulanmak suretiyle hortum üzerine geçirilmelidir. Ancak bu geçmenin, iç hortum ile dış kaplama arasındaki takviyenin ayrılmasına veya kesilmesine neden olacak kadar sıkı olmaması da şarttır.

6.41 Sabit geçmeli bağlantı elemanlarının özel presler vasıtasıyla fabrikada monte edilmelerine karşın, sökülüp takılabilir tip bağlantı parçaları birbirine vidalanarak monte edilmek suretiyle hortuma bağlanır. Sökülüp takılabilir tip bağlantı elemanlarının monte ediliş yöntemi, imalatçılarına bağlı olarak değişir. Bağlantı elemanları ile bütün bir hortum grubunda mümkün olan en yüksek emniyetli çalışma basıncı elde edebilmek için, imalatçı talimatlarına daima dikkatle uyunuz.

Çabuk Bağlama/ Ayırma Kaplinleri

6.42 Pnömatik sistem hortumlarının herhangi bir kapatma valfi kullanmaya gerek olmaksızın çabuk bağlama ve ayırma yapabilmelerini sağlamak için; çabuk bağlama/ayırma tertibatına sahip olan özel kaplinler kullanılır. Bu kaplini oluşturan iki parçadan biri, sızdırmaz ve yay yükü altında çalışan bir supap başlığı veya keçesi; diğeri ise, kaplin bağlı durumda iken supap başlığını kaldırarak açılmasını sağlayan bir tertibat ihtiva eder. Emniyetli çalışma

Şekil 6-9 Hortum bağlantı elemanları



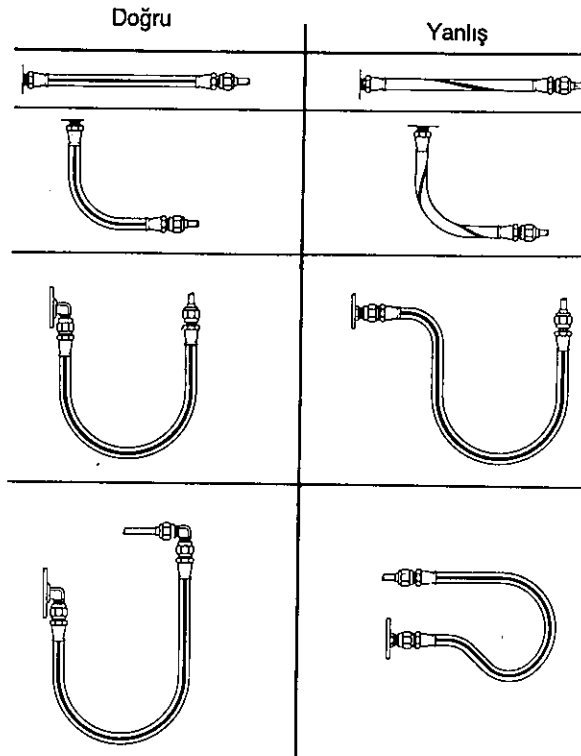
usulleri, otomatik kaplinlerin kullanılması halinde bile, hortumları ayırmadan önce içlerindeki basıncın ortadan kaldırılmasını gerektirir.

UYARI: Özellikle hava hatlarının bağlantılarını ayırırken, çok dikkatli davranınız. Bu, özellikle uzun ve yüksek basınçlı hava hatları için geçerlidir. Aksi taktirde, dışarı püsküren havanın içindeki pislik veya çapaklar gözlerinize kaçabilir ya da yüzünüze temas ettiğinde ciddi derecede yaralanmanıza sebep olabilir. Daima koruyucu gözlük takınız.

Hortum Tesisatı

6.43 Hortumların boru veya tüp-tipi boru tesisatına kıyasla daha esnek olmaları dolayısıyla, tesisatı daha kolay yapılabilir. Bununla beraber, hortumları bağlantı parçaları arasında kesinlikle gerdirmeyiniz veya Şekil 6-10 'da gösterildiği gibi, keskin köşeler oluşmasına yol açacak biçimde bükmeyiniz. Ayrıca, hortumları mümkün olduğu kadar geçitlerin dışında kalacak konumlarda yerleştiriniz ve diğer cisimlere sürtmesinden ve yanlış kullanımdan kaynaklanabilecek hasarlara karşı korumak için, kelepçeler vasıtasıyla sabitleyiniz.

Şekil 6-10 Hortum montaj teknikleri



6-9. Kompresör çıkış hatlarının, akış istikametinde, her m uzunluk için cm oranında eğimli olması gerekir.	6-9. BİR BİR Bkz. 6.22, Şekil 6-4
6-10. Pnömatik sistemler için kullanıldığı takdirde, NPT, yanak yanağa temas imkanı sağlar ve ile birlikte hava kaçaklarına karşı sızdırmazlık meydana getirir.	6-10. BORU SIZDIRMAZLIK MACUNU Bkz. 6.24)
6-11. Boruları birleştirirken, ASLA sızdırmazlık macunu sürmemeniz gerekir.	6-11. DIŞ UÇLARINA Bkz. 6.24
6-12. Daha hassas iç ve dış çap ölçülerine sahip olması, (boru/metalik tüp-tipi boru tesisatı) için bir üstünlüktür.	6-12. METALİK TÜP-TİPİ BORU TESİSATI Bkz. 6.25
6-13. Büküldükten sonra metalik tüp-tipi boru tesisatı kullanmaktan kaçınınız.	6-13. DOĞRULTULMUŞ Bkz. 6.28
6-14. Pnömatik boru hattına bir hortum bağlanması söz konusu ise, hortumun, bağlantı borusunun dış ebadından bir ebat daha olması gerekir. (büyük/küçük)	6-14. BÜYÜK Bkz. 6.39
6-15. Hortum rakorları, sabit geçmeli ve tip olarak sınıflandırılabilir.	6-15. SÖKÜLÜP TAKILABİLİR Bkz. 6.40
6-16. Hortum söküldüğünde çıkışı sızdırmaz bir biçimde kapamak için bir yaylı supap başlığı kullanan hortum rakoru tipine adı verilir.	6-16. ÇABUK AYIRMA/ BAĞLAMA KAPLİNİ Bkz. 6.42

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 6-1 Türbülanslı hava akışı ne sebebiyledir?
- ☐ a) En az sayıda boru dirsekleri
- ☐ b) Doğru ebatlandırılmış hat
- ☐ c) Hava akış hızının büyük oranda artması
- ☐ d) Boru bağlantı parçalarının uygun sayıda olması
- 6-2 Hava tankı ile en uzak hava kullanım noktası arasındaki basınç düşmesi, kompresörün devreden çıktığı basınç değerinin en fazla yüzde kaç üstünde olmalıdır?
- ☐ a) % 5
- ☐ b) % 10
- ☐ c) % 15
- ☐ d) % 20
- 6-3 Bir kapalı çevrim sisteminde aşağıdaki yardımcı ünitelerin hangisi kullanılmak suretiyle, pik akış süresince aşırı basınç düşmelerinin meydana gelmesi önlenir?
- ☐ a) Kompresör ve bağlantı elemanları
- ☐ b) Bağlantı elemanları ile hava tankları
- ☐ c) Hava tankları ve kompresörler
- ☐ d) Hava kilitleri ve yardımcı (serv.) valfler
- 6-4 Bir boru içindeki hava basıncında meydana gelen bir değişiklik, basınç kayıplarını nasıl etkiler?
- ☐ a) Basıncın artması (hiçbir-kayıp meydana getirmez)
- ☐ b) Basıncın artması (daha yüksek kayıplara neden olur)
- ☐ c) Basıncın azalması (daha düşük kayıplara neden olur)
- ☐ d) Basıncın azalması (daha yüksek kayıplara neden olur)
- 6-5 Boru bağlantı elemanları ve valflerin giriş ve çıkışı arasında meydana gelen basınç kaybı, hangi birim cinsinden hesaplanır?
- ☐ a) Metre cinsinden eşdeğer düz boru uzunluğu
- ☐ b) Metre/dakika
- ☐ c) kg/m^2
- ☐ d) Metreküp/dakika
- 6-6 Diş çekilmiş boru bağlantı elemanlarının hangi tipi, ağır hizmet hat uygulamalarının dışındaki tüm uygulamalar için en uygun olanıdır?
- ☐ a) 200 kg'lık alüminyum döküm
- ☐ b) 250 kg'lık demir döküm
- ☐ c) 270 kg'lık temper demir döküm
- ☐ d) 300 kg'lık temper demir döküm
- 6-7 Kompresör dağıtım hatlarını oluşturmak amacıyla kullanılan basınçlı hava boru tesisatı için, akış yönünde aşağı doğru verilmesi gereken eğim oranı nedir?
- ☐ a) Herbir metre uzunluk başına 1 cm
- ☐ b) Her 10 metre uzunluk başına 1 cm
- ☐ c) Her 100 metre uzunluk başına 1 cm
- ☐ d) Her 100 metre uzunluk başına 1 cm
- 6-8 Uzun boru hatları daima
- ☐ a) askılarla desteklenmelidir.
- ☐ b) sıkıştırılmalı tip rakorlarla korunmalıdır.
- ☐ c) tamamen yalıtılmalıdır.
- ☐ d) 5°'lik bir eğime sahip olmalıdır.
- 6-9 Metal olmayan tüp-tipi boru tesisatı, çoğunlukla hangi maksimum basınç ve sıcaklık değeri için kullanılabilir?
- ☐ a) 7 bar ve 70 °C
- ☐ b) 7 bar ve 90 °C
- ☐ c) 10 bar ve 90 °C
- ☐ d) 10 bar ve 110 °C
- 6-10 Bir hava hortum bağlantısını ayırırken, biri HARIÇ aşağıda belirtilen tüm önlemlerin alındığından emin olunuz.
- ☐ a) Hortum içindeki basıncı tamamen boşaltınız.
- ☐ b) Yanınızda bir yardımcı bulun-
- ☐ c) Varsa, kapatma valfini kullanınız.
- ☐ d) Koruyucu gözlük takınız.

Bölüm Özeti

Borular, tüp-tipi borular, hortumlar, valfler ve bu elemanları bağlamak için ihtiyaç olunan tüm bağlantı elemanları; hepsi birden, bir pnömatik sistemin hava dağıtım şebekesini oluşturur. Maksimum verim elde edebilmek için, boru tesisatının, havanın laminar (düzgün) modeline uygun biçimde akabilmesine imkan sağlaması gerekir. Bunu gerçekleştirebilmek için, boru hatlarında gereksiz dönüşlerden kaçınılmalı ve boru bağlantı elemanlarının sayısı en aza indirilmiş olmalıdır. Boru ebadı, hava tankı ile sistemdeki en uzak nokta arasındaki basınç düşmesinin kompresör çıkış basıncının % 10'undan daha fazla olmamasını sağlayabilecek büyüklükte olması kesinlikle şarttır. Endüstriyel amaçlı uygulamalar için tesis edilen hava hatları, genellikle siyah çelik borudan yapılır. Düşük basınçlı yardımcı sistem uygulamaları için ise, basınca dayanıklı hortumlar, metalik ve plastik tüp-tipi borular kullanılır. Borular; diş çekme, kaynaklı ve flanşlı bağlantı yöntemleriyle birbirine bağlanabilir.

Pnömatik güç sistemlerinde, dış çapı 5/8 inçten daha az olan metalik tüp-tipi borular tercih edilir. Doğru boru tesisatın ebadı, bağlanacak ekipmandaki kılavuz çekilmiş deliklerin ebadı ile belirlenir. Boru tesisatındaki dirsek ve bükülmüş kısımlar tamamen pürüzsüz olmalı ve bunların çok sayıda olmasından kaçınılmalıdır. Bazı istisnalar olmasına rağmen, 100 psi'den düşük çalışma basınçlarında ve 190F'nin altındaki sıcaklıklarda, normal olarak plastik tüp-tipi borular kullanılır. Plastik borular, birçok kimyasal maddeye karşı dayanıklıdır ve paslanmaya uğramazlar.

Taşınabilir tip (seyyar) pnömatik cihazın hatta monteli hava çıkış ağzlarına bağlanması ve hareketli ve sabit cihaz parçaları arasındaki esnek bağlantıların yapılabilmesi için hortumlar kullanılır. Sabit ve kalıcı hava hattı bağlantıları yapmak için hortum kullanılmamalıdır.

Uygulamalar

6-1. Çalıştığınız fabrikada kurulu basınçlı hava dağıtım sisteminde (veya sistemlerinde) bulunan borular, hortumlar ve metalik tüp-tipi boru tesisatı için hangi malzemeler kullanılmaktadır? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.

6-2. Çalıştığınız fabrikadaki pnömatik sistemlerin elemanlarını birleştirmek için hangi yöntemler kullanılmaktadır? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.

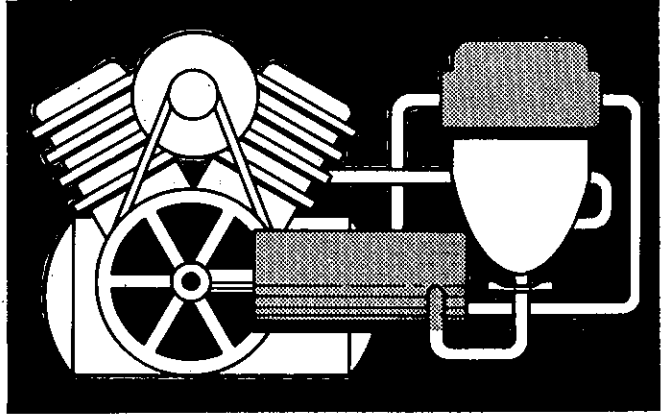
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|---|--|
| 6-1. c. Hava akış hızının büyük oranda artması
Bkz. 60.4 | 6-6. c. 270 kg'lık temper demir
döküm Bkz. 6.16 |
| 6-2. b. % 10. Bkz. 6.05 | 6-7. b. Her 1 metre uzunluk başına.
1 inç Bkz. 6.16 |
| 6-3. c. Hava tankları ve
kompresörler. Bkz. 6.06 | 6-8. a. Askılarla desteklenmelidir.
Bkz. 6.24 |
| 6-4. d. Basıncın azalması (daha
düşük kayıplara neden olur)
Bkz. 6.10 | 6-9. c. 10 bar ve 90 °C
Bkz. 6.34 |
| 6-5. a. Feet cinsinden eşdeğer düz boru
uzunluğu. Bkz.6-11 | 6-10. b. Yanınızda bir yardımcı
bulundurunuz. Bkz. 6.42 |

Temel Pnömatik

Yedinci Ders

Yön Kontrol Valfleri



Yedinci Ders

Yön Kontrol Valfleri

Konular

Yön Kontrol Valfleri
Elle Kumandalı Valfler
Otomatik Kumandalı Valfler
Yön Kontrol Valf elemanları

İki Yollu Valfler
Üç Yollu Valfler
Dört Yollu Valfler
Beş Yollu Valfler
Valf Aksesuarları

Yön Kontrol Valfleri

7.01 Bir pnömatik sistemdeki yön kontrol valfleri; pnömatik silindirleri, motorları ve diğer cihazları çalıştırabilmek, durdurabilmek veya hareket yönlerini tersine çevirebilmek üzere, basınçlı hava hatları içindeki hava akışının yönünü değiştirebilen cihazlardır. Yön kontrol valfleri elle çalıştırılabilir gibi; mekanik cihazlar, elektrik sinyalleri, basınçlı hava veya hidrolik güç vasıtasıyla otomatik kumandalı olarak da çalıştırılabilir. Yön kontrol valflerinin birçok tipi mevcut olmakla beraber; hemen hemen hepsi, basit yapıdaki ana elemanlardan veya bu elemanların birleşiminden yapılmıştır.

7.02 Pnömatik sistemlerde kullanılan yön kontrol valfleri, şu dört farklı yöntemle tanımlanabilir.

1. Bağlantı deliklerinin sayısı (iki, üç, dört ve beş yollu valf gibi). Giriş/çıkış ağzlarının sayısı genellikle valfi tanımlayıcı bir yöntem olmasına rağmen, bazı dört yollu valfler beş delikli olarak imal edilmektedir. Bu beşinci delik, ikinci bir çıkış ağzı olup, bunun dışında hiçbir görevi yoktur.
2. Kumanda konumlarının sayısı (uygulamaya bağlı olarak iki veya üç kumanda konumu mevcut olabilir). İki kumanda konumlu valflerin çoğu basit AÇMA/KAPAMA tertibatlı valflerdir. Üç kumanda konumlu valflerin konumları ise; SOL/MERKEZİ/SAĞ konum şeklindedir. İki ve üç yollu valfler genellikle iki konumludur. Dört veya beş yollu valfler ise, iki ya da üç kumanda konumuna sahip olabilir.
3. Kontrol elemanının tipi (silindirik supap, piston, ileri geri hareketli disk tipi ve döner tip olabilir). İki yollu valflerin çoğu silindirik supap tipindedir. Döner (rölatif) valfler ise pistonlu ya da plakalı tip olabilir.
4. Çalışma yöntemi (elle veya otomatik kumandalı olabilir). Valfleri çalıştırmak için kullanılan otomatik kontrol tertibatları; bir mekanik, elektrik, pnömatik veya hidrolik güç kaynağı vasıtasıyla çalıştırılabilir.

Elle Kumandalı Valfler

7.03 Endüstriyel amaçlı uygulamalarda, elle çalıştırılan valflerin çeşitli tipleri kullanılır. Muhtemelen bu valflerin birçok tipine aşinasınızdır. Elle kumandalı valflerin çoğunluğu, bir basınçlı hava sisteminde havayı yalıtma, sistem içine girmesini sağlamak veya tamamen kesmek için kullanılır.

Pnömatik sistemlerde kullanılan kontrol valfleri, çalışma prensibi bakımından, hidrolik sistemlerde kullanılan yön kontrol valflerine benzer. Bu valflerin ana amacı, pnömatik sistem içindeki hava akışını bir yerden bir başka yere yönlendirmek suretiyle, sistem elemanlarının işlevlerini istenen performansta yapabilmelerini sağlamaktır.

Kontrol valfleri iki yollu, üç yollu veya dört yollu tasarlanmış olabilir. Valfin yapısı, imalatçıya bağlı olarak ve valf sızdırmazlık elemanının tipine (örneğin pistonlu, bilyalı tapalı veya başlıklı valf tasarımı) göre değişir. Bu valflerin herbiri bu Bölümde incelenmektedir.

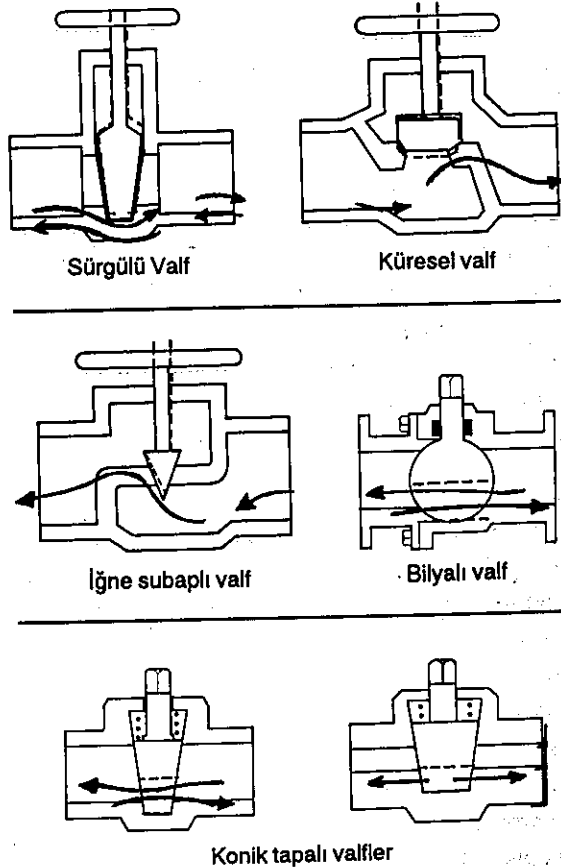
BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Kontrol valfi	(7.01): Bir pnömatik sistemde hava akışını bir yeden bir başka yere yönlendirmek suretiyle sistem elemanlarının görevlerini istenen performansta gerçekleştirebilmelerine imkan sağlamak için kullanılan bir valf.
Açma basıncı	(7.16): Bir valfin açmasını sağlayacak en düşük basınç değeri
Üç yollu valf	(7.29): Gövdesinin dış yüzeyinde üç ana hat bağlantısına, iç kısmında ise üç giriş/çıkış ağzına sahip olan bir valf
Beş yollu valf	(7.44): Beş adet dış bağlantısı bulunan özel bir dört yollu valf.

Bir pnömatik sistem, bir hidrolik sisteme kıyasla daha düşük işletme basıncına sahip olduğu için, çoğu boru hattı valfinin nominal basınç değerleri, bunların pnömatik sistemlerde kullanılmak üzere kabul edilebilir nitelikte olmalarını sağlar. Elle çalıştırılan valfler; iki yollu, üç yollu veya dört yollu tipte olabilir. İki yollu valfler, biri giriş biri de çıkış olmak üzere iki adet bağlantı ağzına sahiptir. Eğer tam açık ve tam kapalı durum arasındaki konumları dikkate alıyorsanız; bunlar, iki kumanda konumlu (AÇMA/KAPAMA) valf olarak düşünülebilir.

7.04 Şekil 7-1, en yaygın olarak kullanılan çeşitli tip iki yollu, el kumandalı valfleri göstermektedir. Küresel valflerin çoğu, 9 bar değerine kadar olan basınçlardaki hava ve su besleme hatlarında kullanılmaya uygundur. Bu tip valflerin bazı modelleri, 27.5 bar anma çalışma basıncına kadar ulaşabilir. Bronz döküm ve temper demir döküm, bu valflerin yapımında en yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Ancak, küresel valf, birtakım akış kayıplarına ve eğer uygun biçimde ebatlandırılmamış ise, türbülanslı akışa neden olabilecek bir eğilime sahiptir. Küresel valfler, kısmen açılmak suretiyle küçük miktarlardaki hava de-

Şekil 7-1 El kumandalı iki yollu valfler



bisini ayar edebilirse de; esasen, kısma valfi olarak kullanılmak amacıyla tasarlanmamıştır.

7.05 İki yollu valfin diğer bir tipi de *sürgülü* valftir. Bu valf; görev, yapı ve anma basınç değerleri itibariyle küresel valfe benzer olmakla beraber; küresel valfin aksine, akış kaybı düşüktür ve türbülanslı akışa neden olma eğilimi de çok azdır. Ancak, sürgülü valfin yalnızca kapatma valfi olarak kullanılması gerekir. Bu valf bir boru hattı içindeki hava akışını ayar etmek için kullanıldığı takdirde; metalik valf yatağı, genellikle çabuk aşınacak ve akışkan kaçacağına yol açacaktır.

7.06 Şekil 7.1'de gösterilen iki yollu "konik" valf, genellikle sadece 3.5 bar basınçtaki hava hatlarında kullanılmak üzere yapılır. Eğer 3.5 bar'dan daha yüksek basınç şartlarında kullanılırsa; konik tapa ile valf gövdesi arasındaki sızdırmazlığın sürekliliğini sağlamak için gerekli kuvvet, tapanın gövde içine sıkışmasına neden olacak ve çevrilmesini güçleştirecektir. Bununla beraber, bu tip bir valfin akış kaybı düşüktür ve kolu çeyrek tur çevirmek suretiyle tam açık veya tam kapalı konuma gelmesi sağlanabilir. 14 bar'a kadar anma basıncına sahip olan diğer konik tapalı valfler de mevcuttur.

7.07 Konik tapalı valf, üç veya dört yollu bir valfe dönüştürülebilir. Bu, valfin tabanındaki baskı yaylı tutucu tapayı sökmek ve onun yerine içi boş uygun bir bağlantı elemanı monte etmek suretiyle sağlanabilir. İçi boş bağlantı elemanı hem havanın valf tabanına girebilmesi için uygun bir yer sağlar ve hem de baskı yayını yerine tesbit edebilir. Eğer tapa için pirinç yerine, Teflon malzeme kullanılırsa; tapa ile gövde arasındaki sürtünme azalır. Valf gövdesine iki-üç veya dört çıkış ağzı açılabilir. Bu durumda valf sadece bir AÇMA/KAPAMA valfi olmayıp, aynı zamanda bir seçici valf haline gelmiş olur.

7.08 *Bilyalı* valf, iki yollu valfin bir başka tipidir, 170 bar basınçta hizmet vermeye elverişli olarak imal edilen çok sayıda bilyalı valf mevcuttur. Hassas olarak imal edilmiş bir bilyalı valf, içindeki akış kayıplarının çok düşük olması nedeniyle, bir konik tapalı valfe benzer. Bununla beraber; bilyalı valf, yuvarlak şekilli olması ve metalik olmayan sızdırmazlık halkalarının konumu dolayısıyla, bir konik tapalı valfe kıyasla daha kolay çalışabilir. Bilyalı valfler, esas itibariyle bir hat içindeki hava akımını harekete geçirmek veya kesmek amacıyla açma/kapama valfleri olarak kullanılır.

7.09 Bir *iğne* supap da iki yollu bir valf olup, çok yüksek basınçlı hizmet için veya bir kısma ya da debi düşürme cihazı olarak mükemmel bir valf tipidir. Bu valfin anma basınç değeri, anma salmastra basıncı ve valf gövdesinin mukavemetine bağlı olarak belirlenir. Supap yuvası, valfin giriş ve çıkış bağlantılarından daha küçük ebatta olduğu için, bu tip valflerde basınç kayıpları yüksektir. Valfin sık sık kapatılmasını gerektiren uygulamalar için, daha uzun bir hizmet ömrüne sahip olabildiğini sağlamak amacıyla yumuşak bir valf yuvası tavsiye edilir. Birçok imalatçı, pnömatik hizmet için elverişli özelliklere sahip iğne valfler imal etmektedir.

Otomatik Kumandalı Valfler

7.10 Otomatik kumandalı pnömatik sistem kontrol valfleri, çeşitli yöntemlerle çalıştırılabilir. Bu yöntemlerin en yaygın olanı, elektrik selenoid tertibatı ile sağlanan (direkt veya pilot kumandalı) tiptir. Pnömatik sistemlerde, pnömatik veya hidrolik olarak çalıştırılan otomatik kontrol valfleri de kullanılır. Pnömatik kumandalı valfin çalışma prensibine tam ters düşen bir biçimde iş yapan vakum kumandalı valflere de bazı cihazlarda rastlanılabilir.

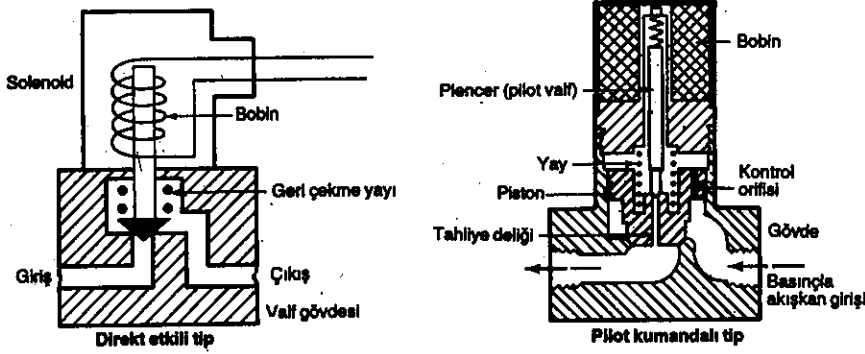
7.11 İki kumanda konumlu ve otomatik olarak çalışan valfler, genellikle *normalde açık* (NA)" veya *normalde kapalı* (NK) tip olarak tanımlanır. Bu tanım, kontrol devresi çalışmıyorken, valf elemanının konumunu belirtir. Örneğin normalde açık ve selenoid kumandalı bir valfin silindirik veya pistonlu elemanı açık konumda olup, selenoidde enerji yokken akışa izin verir. Bobin enerji-

lenip devreye girdiğinde, valf kapanır ve akışı keser. Üç kumanda konumlu valfler genellikle, kontrol devrelerinde enerji yokken yayla merkezlenir. Bu durumda, valf tasarımı, piston boş durumda (denge durumunda) iken hava akışını da kontrol eder.

7.12 Doğrudan etkili, normalde kapalı, iki yollu bir selenoid valf Şekil 7-2'de gösterilmiştir. Bu tip valfte, dalgiç piston, valf içindeki bütün hava akışını kontrol eder. Selenoid bobininde enerji yokken, piston, piston yayı tarafından valf yatağına bastırılarak sabit tutulur. Selenoid bobin enerjilendiği anda, pistonun yukarı kalkmasını sağlar ve böylece havanın valf içinden akmasını mümkün kılar.

7.13 Selenoid, kaldırma kuvveti ile sınırlı olduğu için, kapama yayının nispeten zayıf olması gerekir. Sınırlı bir yay kuvveti ile, yay, oldukça küçük bir valf yuvası karşısında çalışmadıkça, daha yüksek basınçlı akışları kesemez. Dolayısıyla, verilen bir uygulamada çalışma basıncı ne kadar yüksek ise, valf yuvasının (yatağının) ebadı da o kadar küçük olmalıdır.

Şekil 7-2 Selenoid valfler



7.14 Yüksek basınçlarda ve büyük debilerde havaya ihtiyaç olduğunda, hemen hemen daima pilot kumandalı selenoid valfler kullanılır. Şekil 7-2'de gösterilen pilot kumandalı selenoid valfte, bobin küçük bir pilot pistonu çalıştırır ve bu da sistem basıncı altındaki havanın silindirik valf kafasını veya pistonunu harekete geçirir. Pilot piston kapalı konuma geldiğinde, basınçlı hava pistondaki kontrol orifisi içinden geçerek, pistonu valf yuvasına bastırmak suretiyle sabit konumda tutar. Selenoid bobini enerjilendiği anda, pistonun yukarı kalkmasını sağlar ve pistonun üst tarafındaki hava basıncını tahliye eder. Bu durumda, giriş kanalındaki basınçlı hava pistonu yukarı kaldırır ve hava, valf çıkışı içinden akmaya başlar. Burada gösterilen selenoid valf, sadece bir tek akış yönüne imkan sağlayabilmesine rağmen; iki yönlü veya ters akışlı valfler de mevcut olup, bu valfler genellikle çek valf tipindedir.

7.15 Şekil 7-3'de gösterilen çek valfler; iki yollu, otomatik kontrollu ve iki konumlu tiplerdir. Bunlar, basınçlı havanın valf içinden sadece bir yönde serbestçe akabilmesine izin verirler. Genellikle akış yönü, valf gövdesinin dış yüzeyinde gösterilir. Çek valfler; bilyalı, silindirik kafalı, "O" halkalı veya diskli sızdırmazlık elemanları kullanır. Çoğu çek valf, sadece bir yönde hava akışı sağlayabilmek için kullanılır. Bazıları miktar ayar veya debi kontrol tertibatlarıyla çalıştırılır; diğerleri ise bir dış kuvvet etkisiyle çalışan pilot kumandalı tiplerdir. Bir çek valf ile ilgili şematik sembol de, Şekilde ayrıca gösterilmiştir.

7.16 Bilyalı, silindirik kafalı veya diskli çek valflerin tümünde bu sızdırmazlık elemanları, valf çalışmakta iken, bir yay tarafından valf yuvasına bastırılarak sabit konumda tutulur. Giriş ağzından valf içine giren hava, söz konusu sızdırmazlık elemanını yay kuvvetine karşı iterek açar ve böylece, valfin içinden geçerek çıkış ağzına akar. Eğer giriş hava debisi azaltılırsa veya tamamen kesilirse, valf çıkışındaki basınç sızdırmazlık elemanını (silindirik kafa, bilya veya diski) valf yuvasının içine bastırarak valfi kapatır ve böylece, çek valf içindeki hava akışı da durur. Çek valf elemanını yerinden oynatarak valfin açılmasını sağlayacak en düşük basınç değerine, *açma basıncı* adı verilir ve bu değer, yay kuvveti tarafından belirlenir. Bazı çek valfler, yaysız olarak dikey konumda monte edilir ve böylece bilya veya silindirik kafanın yuvasına sadece kendi ağırlığı ile bastırılabilmesi sağlanır.

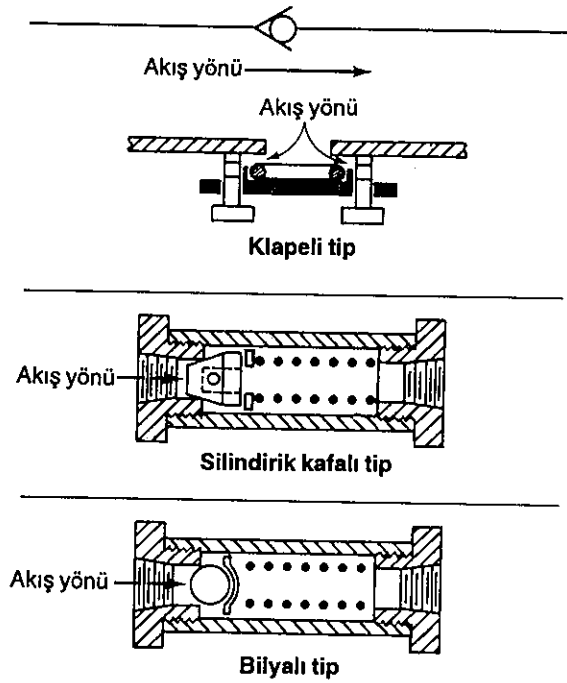
7.17 Kontrol ve dağıtım hatlarında kullanılan çek valflere ilaveten, kompresör çıkış hattında bulunan kapama valfinin (akış yönüne göre) önüne büyük bir çek valf de yerleştirilebilir. Şekil 7-4'de gösterilen tipe benzeyen büyük bir çek valfin hava tankının (akış yönüne göre) önüne yerleştirilmesi halinde ise, bu valf, hat içindeki titreşim ve darbeleri azaltıcı bir rol oynar. Ayrıca, kompresör basıncı hat basıncının altına düştüğü sürece basınçlı havanın tekrar kompresörün içine girmesini önler.

7.18 Kendinden hareketli veya mekik valfler, çalışma prensibi bakımından çek valflere benzer. Kendiliğinden çalışan valfler, genellikle, sadece belli kanallardan geçmek şartıyla havanın ters yönde akışına izin veren üç veya dört yollu valflerdir. Diğer taraftan, bir çek valf, havanın yalnızca bir tek yönde akabilmesine izin verir. Ayrıca Şekil 7-5'de görülen çek valf kendiliğinden harekete geçtiğinden dolayı valfin kapanması için harici bir hareketlendirici gerektirmez.

7.19 Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi, bir mekik valf, iki giriş ve bir de çıkış hattına sahiptir. Valfin içindeki basınç şartları ne olursa olsun, bir giriş ve bir çıkış daima açık durumdadır. Bir giriş hattındaki hava basıncı diğer girişteki basınçtan 7 kPa kadar daha yüksek bir değerde olduğu takdirde, valfin silindirik kafası veya mekiği, daha düşük basınçtaki giriş ağzına bastırılarak dayanır. Bu durumda, hava yalnızca, daha yüksek basınçtaki giriş ağzından çıkışa doğru akar. Daha düşük basınçtaki giriş ağzında hava akımı ise tamamen kesilir.

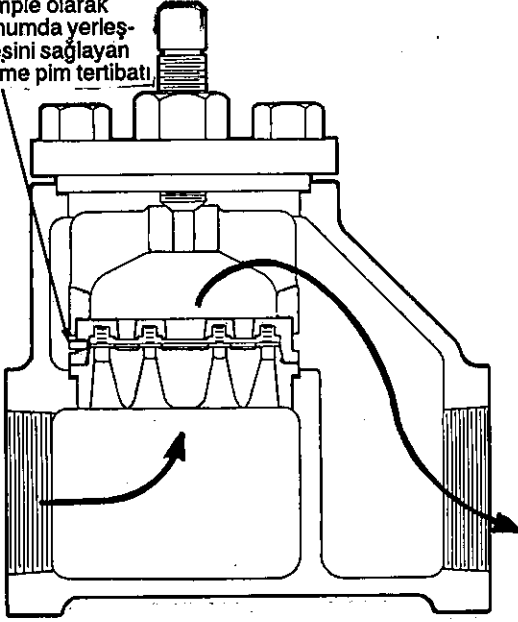
7.20 Mekik valfler, aynı silindiri çalıştırmak üzere çeşitli yerleşim düzeyindeki iki, üç veya dört yollu valflerle birlikte kullanılabilir. Şekil 7-5'de gösterildiği gibi, valflerin herhangi biri çalıştırıldığında, basınçlı hava mekik hareketli kafayı bir tarafa kaydırarak silindirde basınç meydana gelmesini sağlayacaktır. Silindirde basınç birikimi olduğu sürece, mekik eleman diğer valfin

Şekil 7-3 Çek valfler



Şekil 7-4 Bir ana hat çek valfi

Valfin komple olarak doğru konumda yerleştirilebilmesini sağlayan merkezleme pim tertibatı



silindiri çalıştırmasını önleyecektir. Aslında bu sistem, bir silindirin sadece bir tek vasıta ile çalıştırılabilmesine imkan sağladığı için, basit bir emniyet devresidir.

7.21 Şekil 7-5'de gösterilen diğer bir tip otomatik kumandalı valf de, *çabuk çıkışlı* valftir. Bu valf, silindirin geri strok etkisini iyileştirebilmek için, genellikle silindirin giriş ağzının yakınına yerleştirilir. Bu tip, bazı bakımlardan mekik valfe benzemekle beraber; mekik tipi valften ana farkı, giriş ve çıkış ağzları arasında pozitif sızdırmazlık oluşmasını engelleyen bir yaylı silindirik kafa ile donatılmış olmasıdır. Valfte basınç varken, yay sıkışır ve havanın silindire yönlendirilmesini sağlar. Giriş havası kapatılmış durumda iken ise, yay silindirik kafayı yukarı kaldırarak, silindir içindeki havanın çabuk bir biçimde valften dışarı çıkabilmesini mümkün kılar. Silindirin çabuk biçimde kısa strok hareketleri yaptığı ve yine çabuk biçimde geriye dönmesinin şart olduğu bir etiket makinasında, çabuk çıkışlı valf kullanılabilir.

Yön Kontrol Valf Elemanları

7.22 Bu bölümde daha önce bahsedildiği üzere; yön kontrol valfleri, valf içinden geçen hava akımını kontrol eden dahili elemanın tipine göre tanımlanır. Bu elemanları tanımlamak için kullanılan değişik isimler arasında; *piston*, *silindirik kafa*, "ileri geri hareketli disk" ve *döner* sayılabilir. Bu valf elemanları yapı itibarıyla birbirlerinden bazı farklılıklar göstermekle beraber; döner valf dışındakilerin tümü, işlev bakımından aynıdır. Döner valf, bir ileri-geri hareket veya mekik hareketi yerine, bir dönme hareketi vasıtasıyla hava akışının kontrolünü sağlar. Bununla beraber, kontrol valflerinin tümünde, valf gövdesinin harici veya giriş/çıkış bağlantılarını birbirine birleştiren bir çeşit dahili geçiş veya akış kanalı bulunur.

7.23 *Pistonlu* valf elemanı, en yaygın olarak kullanılan tiptir. İç kuvvetler birbirini dengelemeye çalıştığı için, bu tip valfin yüksek basınçlarda bile çalışması kolaydır. Ayrıca, piston tasarımı, valf içindeki akış güzergahlarında birçok değişikliğe izin vermesinin yanı sıra, dışarıya doğru akış güzergahı bakımından sürekli olarak aynı şekilde korunabilmesini de sağlar. Pistonlu valfler, pistonun birden fazla konuma kaydırılabilmesini mümkün kılacak biçimde yapılabilir. Valf çalışmıyorken, pistonun denge durumuna getirilebilmesi de mümkündür. Piston kaydırma işlemi, uygulamaya bağlı olarak, elle veya otomatik olarak yapılabilir.

7.24 Döner valfler, konik tapalı valflere ve bilyalı valflere benzer. ileri-geri hareketli (pistonlu, silindirik kafalı ve diskli) valfler gibi, bu tip valfler de elle veya otomatik olarak çalıştırılabilir. Diğer otomatik kumandalı valfler için de geçerli olmak üzere, otomatik kontrolü devreden çıkaran bir el

ile kumanda tertibatı sağlanabilir. Döner pistonlu valfler, valf gövdesinin yan yüzeyinde mevcut çeşitli giriş/çıkış ağzları veya delikleri ile aynı hiza-ya gelebilen kanallara sahip, bir yuvarlak elemandan yapılmıştır. Eğer bir eleman, Şekil 7-6'da gösterildiği gibi, bir adet geçiş kanalına sahipse, bu iki yollu bir valftir. Eğer iki tane kanalı varsa, üç yollu veya dört yollu bir valf olabilir. Daha önce incelenmiş olan konik tapalı valf ise, bir döner pistonlu valf olarak düşünülebilir.

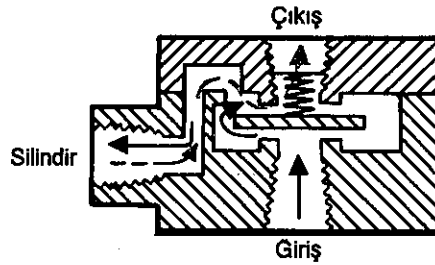
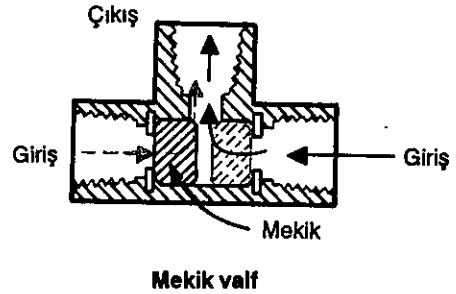
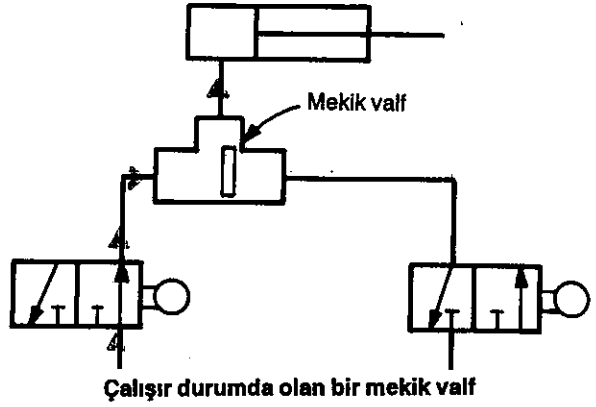
7.25 Döner plakalı veya disk tipi valfler, dış görünüş bakımından döner pistonlu valflere çok benzemekle beraber; iç yapısı oldukça farklıdır. Her imalatçı, kendi valfini diğerlerinden biraz farklı bir tasarımda yapmasına rağmen; çalışma prensibi bakımından, bunların tümü birbirine benzer. Bir giriş çıkış plakası ve valf diski, pnömatik ağzların birbiri ile irtibatlandırılmasını değişik yöntemlerle sağlar. Giriş-çıkış ağzları, valfin üst yüzeyine, tabanına veya yanlarına yerleştirilebilir. Disk içinde bulunan ve gövdedeki giriş-çıkış ağzlarını birbirine bağlayan geçiş kanalları, havanın valf içinden akabilmesini mümkün kılar.

İki Yollu Yön Kontrol Valfleri

7.26 İki yollu yön kontrol valfleri, normalde açık ya da normalde kapalı tip olarak sınıflandırılır. Şekil 7-7'de gösterilen normalde açık bir pistonlu valf, devre dışı olduğu sürece, havanın giriş ağzından girip valf içinden geçerek çıkış ağzına akabilmesini mümkün kılar. Valf devreye girdiği anda, hava akımını tamamen keser. Normalde kapalı bir valf ise, bunun karşıtı bir biçimde çalışır. Yani valf kapalı iken, hava akımı da yoktur. Pistonlu valf çalıştığı sürece, valf içinden hava akımı imkanı da sağlanmış olur. Her iki halde de bir yay vasıtasıyla valfin normal çalışma konumunda olması sağlanır. Bu iki tip arasındaki tek fark, giriş-çıkış ağzlarının değişik konumlarda olmasıdır.

7.27 Pnömatik sistemlerde iki yollu valfler genellikle tek etkili silindirleri çalıştırmak için kullanılır. Bu tip valfler, sadece bir yönde hava akımına ihtiyaç gösteren herhangi bir sistem için çok elverişlidir. Pnömatik pistonun geri hareket stroku boyunca hava, tekrar valf içinden geçirilmeye

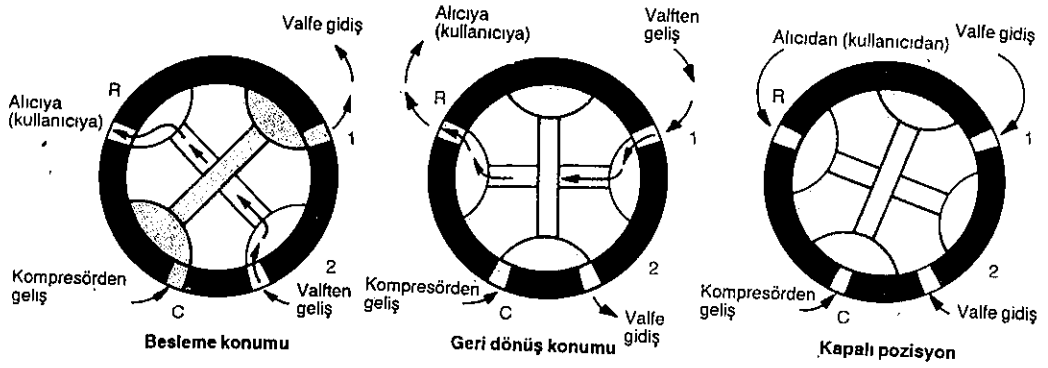
Şekil 7-5 Kendinden hareketli valfler



Çabuk çıkışlı valf

7-1. Kontrol valflerin tanımlanmasında kullanılan dört yöntemin isimlerini yazınız.	7-1. Bağlantı ağızlarının sayısı Kontrol konumlarının sayısı Kontrol elemanının tipi Çalışma prensibi Bkz. 7.02
7-2. El kumandalı olarak çalıştırılan valfler iki _____ na sahip oldukları için, iki yollu valf olarak sınıflandırılır.	7-2. BAĞLANTI AĞZI Bkz. 7.03
7-3. Bir sürgülü valf, akışın _____ amacıyla kullanılmamalıdır.	7-3. KISITLANMASI veya AYARLANMASI Bkz. 7.05
7-4. Akışın ayarlanması amacıyla kullanılan iğne valfler, yüksek _____ kayıplarına sahiptir.	7-4. BASINÇ Bkz. 7.09
7-5. Otomatik kumandalı valflerin kontrol tertibatında en yaygın olarak kullanılan yöntem, elektrikli _____ sistemidir.	7-5. SELENOİD Bkz. 7.10
7-6. İki konumlu ve otomatik kumandalı valfler, normalde _____ veya normalde _____ tip olarak sınıflandırılır.	7-6. AÇIK KAPALI Bkz. 7.11
7-7. Büyük miktarlardaki yüksek basınçlı havanın kontrolü, en iyi olarak _____ kumandalı selenoid valflerle sağlanır.	7-7. PİLOT Bkz. 7.14, Şekil 7-2
7-8. Çek valfler, iki yollu ve iki _____ otomatik valf olarak sınıflandırılır.	7-8. KONUMLU Bkz. 7.15, Şekil 7-3

Şekil 7-6 Döner valf



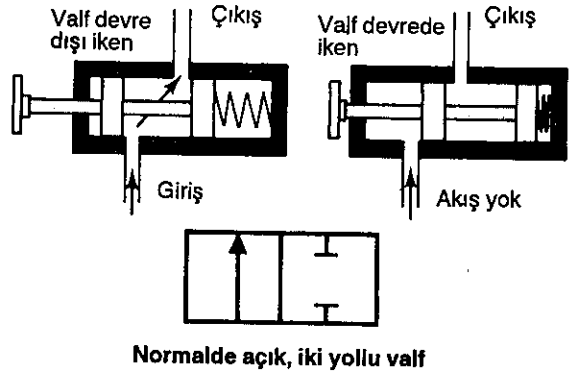
gerek olmaksızın silindirden dışarı atılır.

7.28 İki yollu tip pistonlu valflerde her zaman için basınç dengesinin sağlanamaması, bir olumsuzluk teşkil eder. Bu valfler normal çalışma konumunda iken, basınçlı hava, kontrol elemanının basınca maruz valf yüzeyleri üzerinde eşit olarak etki eder. Fakat kontrol elemanının konumu değiştiğinde, yalnızca bir valf yüzeyinde basınç etkisi olur. Dolayısıyla valfi tekrar normal konumuna getirebilmek için, bu dengelenmemiş basıncı yenmek üzere, mutlaka ilave bir basınç uygulanması gerekir.

Üç Yollu Yön Kontrol Valfleri

7.29 Üç yollu valflerde, valf gövdesinin dış yüzeyinde üç adet ana bağlantı (veya sistem bağlantısı), valf içinde ise üç adet giriş-çıkış ağzı mevcuttur. Üç yollu valflerin çoğu, devreye girerken ileri geri sarsıntı yapar. Bu valfler; yön değiştirici ve seçici valf, akışı sabit tutma valfi ve yön kontrol valfi olarak kullanılabilir. Şekil 7-8'de gösterildiği gibi, bu tip valflerin tümü esas itibarıyla aynı yapıya sahiptir. Aralarında mevcut olan farklılık, sadece bağlantıların yapı-ış yöntemi ile ilgilidir. Kendi ana işlevlerine ilaveten, bazı üç yollu valfler normalde açık veya normalde kapalı tip olarak da sınıflandırılabilir. Bu valfin devrede olmadığı süre içindeki uygulama şekline ve valf konumuna bağlıdır.

Şekil 7-7. 2/2'lik sürgülü tip yön kontrol valfleri



7.30 Şekil 7-8'de gösterilen üç yollu tip yön değiştirici valf devre dışı durumunda iken, kontrol elemanı, bir yay vasıtasıyla yerinde sabit tutulur. Bu durumda, girişindeki basınçlı hava, valf içinden ve 1 no.lu çıkış ağzından geçerek A silindrine gelir. Valf çubuğuna etki eden bir dış kuvvet nedeniyle valfin devreye girmesi halinde ise, P'deki basınçlı hava 2 no.lu çıkış ağzından geçerek B silindrine sevk edilir. Valfin devreye girmesine neden olan kuvvet ortadan kaldırıldığında, valf tekrar devre

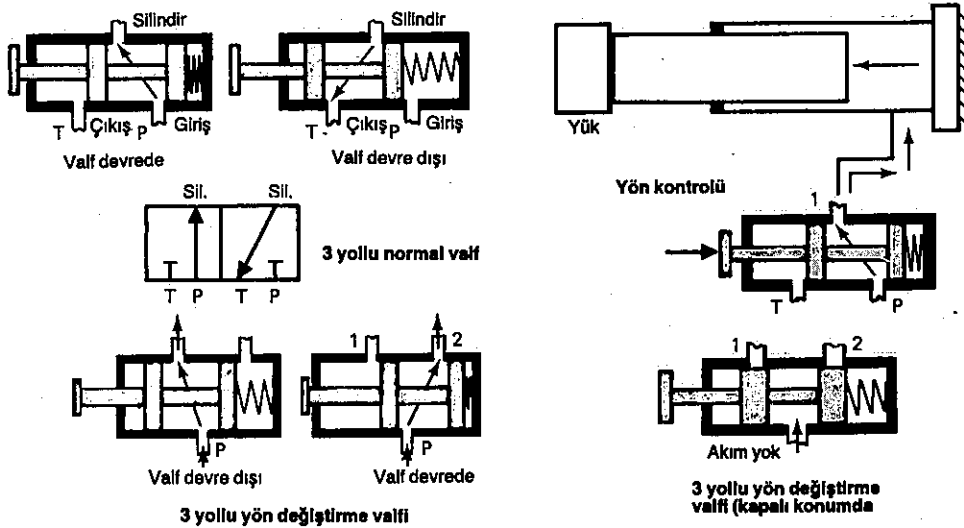
dışı konumuna döner. Yön kontrol valfi, iki ayrı silindirin dönüşümlü çalışmasını gerektiren bir uygulama için çok yararlıdır.

7.31 1 ve 2 no.lu çıkış ağzlarını aynı yatay silindirin pistonuna ve her iki uçtaki başlıklı kısımlara irtibatlandırmak suretiyle, üç yollu tip yön değiştirme valfi, silindirin hareketini kontrol etmek üzere bir seçici valf olarak kullanılabilir. Valf devre dışı konumda iken, kontrol elemanı bir yay mekanizması vasıtasıyla yerinde sabit tutulur. P'deki basınçlı hava valf içinden ve 1 no.lu çıkış ağzından geçerek silindirin piston tarafına gelir. Valfin devreye girmesiyle birlikte; bu defa basınçlı havanın yön değiştirerek silindirin başlıklı tarafına sevk edilmesi ve dolayısıyla onu ileri kaydırması sağlanır. Valf devre dışı konumuna kaydırılmış durumda iken hava basıncı, pistonun daima silindir içine çekili konumda olmasına yardım ettiği için; bu sistem, bir emniyet devresi olarak da düşünülebilir.

7.32 Üç yollu kontrol valfi, esas itibariyle, bir yükün yükseltilmiş veya indirilmiş konumda sabit tutulabilmesini sağlar. Valfin meydana getirdiği kontrol etkisi, çalıştırıldığı yöntemle bağlıdır. Şekilde gösterildiği gibi valf devre dışı konumda iken, kontrol elemanı bir yay mekanizması vasıtasıyla açık tutulur ve bunun sonucu olarak da, silindirin güç üreten tarafının valfteki T çıkış ağzına irtibatlandırılması sağlanmış olur. Valfin devrede olduğu süre içinde ise, basınçlı hava valf içinden akar ve silindiri yükseltir.

7.33 Bazı uygulamalar için, üç yollu bir valfin, belli zamanlarda ağzlarının tümünü bloke durumda tutması arzu edilebilir. Bu durumdaki bir valf, genellikle kapalı veya bloke merkezli valf adı verilir. Şekil 7-8'de gösterildiği gibi, valf kontrol elemanı tam orta konumda iken, giriş ağzı açık olmasına rağmen her iki çıkış da kapalıdır. Valf pistonu sağa veya sola kaydırıldığında ise, valf içinden hava akımı geçiş yapar. Bu tip valflerin çoğunda, pistonun otomatik olarak merkezi konuma gelebilmesini sağlamak üzere her iki tarafında yay mekanizması mevcuttur.

Şekil 7-8. Üç yollu valfler



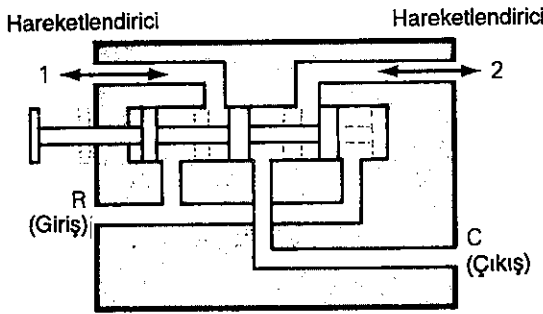
Dört Yollu Valfler

7.34 Basınçlı havanın, iş çevrimini tamamladıktan sonra tekrar depoya geri gönderilmesi gerekli

olmayıp, basit bir biçimde sistemden dışarı atılabilir. İki veya üç yollu valflerle donatılmış çok basit pnömatik devrelerde hava akışının ne kadar kolay yönlendirilebildiği hususu, muhtemelen dikkatinizi çekmiştir.

7.35 Bununla beraber, bir pnömatik devrenin daha karmaşık bir yapıda olduğu birçok durum da mevcuttur. Örneğin, sistemde bulunan bir veya daha fazla sayıdaki hareketlendiriciyi etkin biçimde

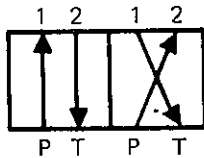
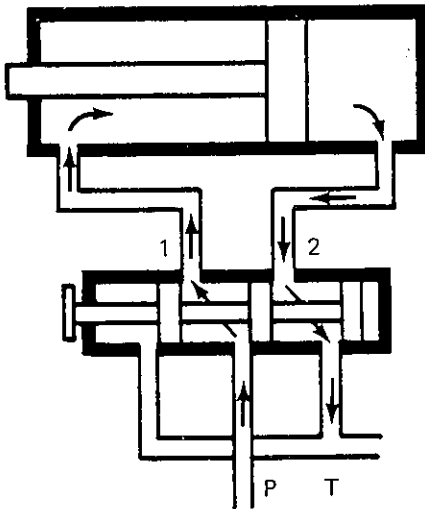
Şekil 7-9. Dört yollu bir valf



dir. Dört yollu valfler, pnömatik devreleri basitleştirmek amacıyla kullanılır. Bu tip valfler biraz daha karmaşık görünürse de, bir sistemde bulunan toplam kontrol düzeneklerinin sayısını azaltır.

7.36 Şekil 7-9'da gösterildiği gibi, dört yollu bir valf, dört ana bağlantıya veya hat bağlantısına

Şekil 7-10. İki konumlu, dört yollu valf



çalıştırabilmek için, bir çift iki yollu valfin aynı anda devreye sokulması gerekebilir. Veya, sistemde bir çift iki yollu valf kullanmak suretiyle; bir hareketlendiriciye giden hava akışını kontrol eden ve daha karmaşık bir yapıya sahip pilot kumanda tertibatlı üç ya da dört yollu valflerin pilot hatlarını kontrol etme gereği olabilir. Bununla beraber, birçok durumda, ayrı görevlere sahip birkaç basit valf kullanmak yerine, aynı anda birkaç görevi birlikte yapabilen bir tek valf kullanılabilir. Bu, özellikle otomatik kontrol sistemlerinde uygulanan bir yöntem-

sahip olup; bunlar bir basınç hattı (P), bir hava çıkış hattı (T) ve iki de hareketlendirici bağlantısından (1 ve 2 veya A ve B) ibarettir. Bu valfte iki dahili hava çıkış kanalı olmasına rağmen, sadece bir ana çıkış mevcuttur. Kullanılan veya harcanan hava doğrudan doğruya dış ortama (atmosfere) atıldığı için; birçok dört yollu valf, bir dahili kanal yerine dış ortama açılan veya çıkış ağızlı iki valften oluşur. Ancak, bu tip valfler yine de dört yollu valf adıyla bilinir.

7.37 Genellikle dört yollu bir valf, basınçlı havanın bir kapalı bölme içinden geçirilerek bir pnömatik silindirin bir tarafına beslenmesini sağlar ve bu arada, silindirin diğer tarafındaki havanın da dışarı atılabilmesini mümkün kılar. Valf konumu tersine çevrildiğinde, havanın akış yönü de ters olur. Diğer otomatik valflerde olduğu gibi,

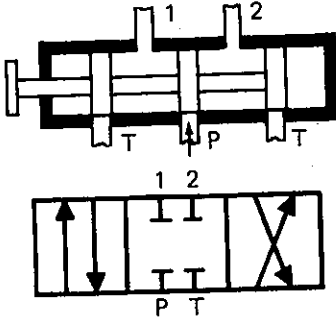
pilot kumanda hatları da ana hat olarak dikkate alınmaz ve kendi bağlantılarıyla ayrı olarak gösterilir.

7.38 Dört yollu valfler, işlevleri itibarıyla daha esnek nitelikte olmaları nedeniyle, çok konumlu valf olarak imal edilmektedir. Daha açık bir anlatımla, bu valfler, çalışma çevrimleri süresince birden fazla konuma kaydırılabilir. bazı istisnalar olmasına rağmen; dört yollu valflerin çoğu iki veya üç çalışma konumuna sahiptir. Üç konumlu olduğu takdirde, merkezi konum, boşa çalışma veya sıfır hareket konumudur. İki konumlu valflerde ise, uç konumlarından biri, boşa çalışma veya sıfır hareket noktası olur.

7.39 İki konumlu ve dört yollu bir valf şeması, şematik sembolü ile birlikte Şekil 7-10'da gösterilmiştir. Valf pistonu hareketsiz konumda (sola kaymış durumda) iken, (P) basınç hattındaki hava akımı 1 no.lu çıkış ağzı kanalıyla silindirin piston tarafına yönlendirilir. Aynı zamanda, silindir başlığı tarafı da 2 no.lu ağız vasıtasıyla valf egsoz ağzına irtibatlandırılır. Valf pistonu sağ konuma hareket ettirildiğinde, valf içinden geçerek silindire giden hava akımının yönü tersine çevrilir.

7.40 Bu iki konumlu valfe *kapalı geçitli* valf denir; çünkü kontrol elemanı orta konumdan geçmekte iken giriş-çıkış ağızları kapalıdır. İki konumlu pnömatik valflerin çoğu, kapalı geçitli tiptir. Bazı valfler, kontrol elemanı orta konumdan geçmekte iken tüm giriş-çıkış ağızlarının birbirlerine geçiş imkanı sağlayacak biçimde tasarlanır ve *açık geçitli* valf adını alır.

Şekil 7-11. Üç konumlu dört yollu valf



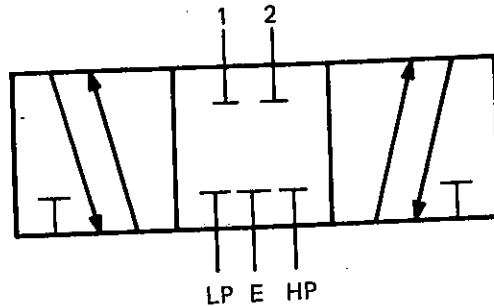
7.41 Şekil 7-11'de gösterilen üç konumlu dört yollu bir valf, kontrol elemanı sola veya sağa hareket ettiğinde, Şekil 7-10'daki iki konumlu dört yollu bir valf ile aynı dahili akış bağlantılarına (giriş-çıkış kanallarına) sahiptir. Aradaki tek fark, üç konumlu valfte kontrol elemanlarının ilave olarak bir de orta konumunun mevcut olmasıdır. Esasen, üç konumlu dört yollu valflerin hemen hemen hepsi, sol veya sağ konuma hareket etmiş durumda iken aynı dahili akış bağlantılarına sahiptir.

Bu özel tip valfin kontrol elemanı orta konumda iken, giriş-çıkış ağızlarının tümü kapalı durumdadır. Kontrol elemanının merkezi konumda tutulması genellikle, elemanın her iki ucuna yerleştirilmiş yaylar vasıtasıyla sağlanır.

7.42 Merkezi konumda kapalı bir valf kullanmak suretiyle, hareketlendirici kendi konumunda sıkıca tutulur, valf kaydırıldığı zaman hareketlendirici harekete geçirilir. Valf merkez konumda olduğu sürece P'deki hava basıncı, hareketlendirici ve atmosfere kapalıdır. Yay kuvvetiyle merkezlenen, Merkezi konumda kapalı olan valf, selenoid kumandalı kontrol tertibatıyla ziyadesiyle uyum içinde çalışır.

7.43 Merkezi konumda tam açık

Şekil 7-12. Beş yollu bir valfin şematik sembolü

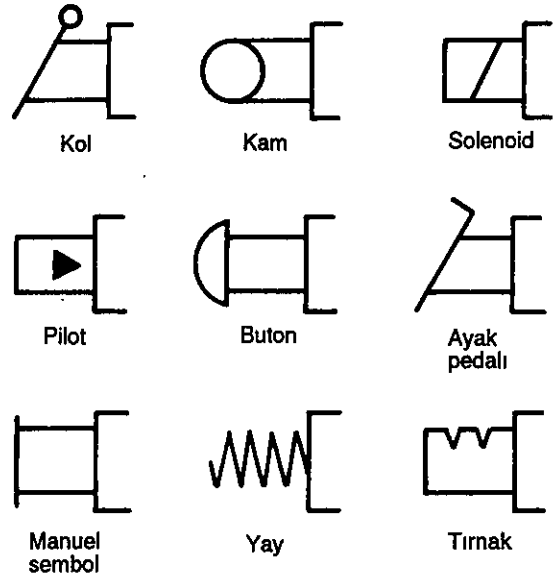


veya kısmen açık tipte üç konumlu, dört yollu valfler de imal edilmektedir. Bu tip valfin dış görünüşü, merkezi konumda kapalı bir valf ile genellikle aynı olmakla beraber; dahili giriş çıkışları ve kontrol elemanı oldukça farklıdır. Bu valflerin elle çalıştırılan tipleri de oldukça yaygın biçimde kullanılmakta ise de; çoğu, yaylı olarak merkezlenen ve pilot kumanda tertibatlı tiplerdir. Bu tip valflerin çalışmasını tarif eden şematik semboller, Şekil 7-11'de gösterilmektedir.

Beş Yollu Valfler

7.44 Beş yollu bir valf, esasen, beş harici bağlantısı olan dört yollu bir valften ibarettir. Evvelce bahsedildiği üzere; birçok dört yollu valf iki harici egsoz çıkışına sahip olmasına rağmen, yine de dört yollu valf olarak sınıflandırılır. Havayı dışarı atan bu iki egsoz çıkış kanalının basınçlı hava kanallarına dönüştürülmesi halinde, söz konusu valf, fiilen beş yollu bir valf olur. Şekil 7-12'de şematik olarak gösterildiği gibi, iki egsoz kanalı (E) basınçlı hava (P) kanallarına dönüştürülmüş (HP yüksek basınç, LP ise alçak basınç demektir); evvelce basınçlı hava kanalı olan ise P, egsoz (E) kanalı haline gelmiştir. Bu düzenleme, iki değişik basınç değerindeki havanın hareketlendiriciyi çalıştırabilmesini mümkün kılar. Bu sistem, bir silindirden hızlı ilerlemeyi sabit tutma imkanı; veya bir motor uygulamasında yüksek/düşük devirde çalışabilme imkanı sağlar.

Şekil 7-13. Hareket kumanda cihazlarına ait şematik semboller



Valf Aksesuarları

7.45 Standard veya yaygın olarak kullanılan valflerin çoğu, ilgili imalatçılardan ve bayilerinden raf teslimi esasına göre derhal temin edilebilir. Bunun yanı sıra, birçok valf yekpare yerine küçük parçalar şeklinde yapılmakta olup; böylece bu parçaların monte edilmesiyle hemen hemen her türlü özel valf yapabilme imkanı vardır. Özel valfler de imal edilmektedir;

fakat bu gibi durumlar bu kurala istisna teşkil eder. Akış kısıtlama üniteleri, çek valfler ve debi veya basınç ayarlayıcıları gibi özel aksesuarlar; valf gövdesi içinde sabit monteli olarak tesbit edilmiş ya da ayrı ünite olarak valfe monte edilmiş olabilir. Selenoid, pilot valf veya mekanik hareketlendirici gibi otomatik kontrol elemanları da valf gövdesinin dış yüzeyine bağlanır. Değişik tiplerde tasarlanmış hareket kumanda cihazlarının bazıları, Şekil 7-13'te şematik olarak gösterilmiştir.

7-9. Döner disk tipi valfler, dış görünüş olarak döner _____ valflere benzer.	7-9. PİSTONLU Bkz. 7.25
7-10. İki yollu pistonlu tip valflerin olumsuzluğu, bunların her zaman _____ sağlayamamasıdır.	7-10. DENGELİ BASINÇ Bkz. 7.28
7-11. Üç yollu valfler, üç _____ bağlantıya veya hat bağlantısına sahiptir.	7-11. ANA Bkz. 7.29
7-12. İki konumlu ve üç yollu bir valfin kontrol elemanının hareketsiz konumda sabit tutulabilmesi genellikle bir _____ vasıtasıyla sağlanır.	7-12. YAY Bkz. 7.30, Şekil 7-8
7-13. Merkezi konumda bloke durumda olan üç yollu valflerin merkezlenmesi, genellikle _____ sağlanır. (elle/otomatik olarak)	7-13. OTOMATİK OLARAK Bkz. 7.33
7-14. Basınçlı hava iş çevrimini tamamladığında, genellikle atmosfere _____	7-14. ATILIR Bkz. 7.34
7-15. Dört yollu valfler, bir sistemdeki _____ in toplam sayısını düşürür.	7-15. KONTROLLER Bkz. 7.35
7-16. Üç konumlu ve dört yollu bir valfin merkezlenmesi, genellikle _____ vasıtasıyla sağlanır.	7-16. YAYLAR Bkz. 7.41

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 7-1 Elle çalıştırılan (manuel kumandalı) bir akış kontrol valfi, biri HARIÇ aşağıdaki unsurların tümü ile tanımlanabilir. Tanımlayıcı unsur olmayanı belirtiniz.
- ☐ a) Kontrol konumlarının sayısı
☐ b) Kontrol elemanının tipi
☐ c) Bağlantı kanallarının sayısı
☐ d) Basınç kapasitesi
- 7-2 Elle kumanda edilerek çalıştırılan stop veya yalıtım valfleri (küresel, sürgülü veya bilyalı tip), hangi isim altında sınıflandırılır?
- ☐ a) Tek yollu valf
☐ b) İki yollu valf
☐ c) Üç yollu valf
☐ d) Dört yollu valf
- 7-3 Aşağıdaki faktörlerden hangisi, bir iğneli valfte yüksek basınç kayıplarına neden olur?
- ☐ a) Valf yuvası
☐ b) Salmastra
☐ c) Valf gövdesi
☐ d) Anma basınç değeri
- 7-4 Otomatik kumandalı akış kontrol valflerini harekete geçirme yöntemleri içinde en yaygın olarak kullanılanı aşağıdakilerden hangisidir?
- ☐ a) Elektrikli selenoidler
☐ b) Pnömatik pilot basıncı
☐ c) Hidrolik pilot basıncı
☐ d) Mekanik kamlar
- 7-5 Direkt etkili, iki yollu ve selenoid kumandalı bir valf içinden geçebilen hava miktarı, aşağıdaki faktörlerin hangisi tarafından sınırlandırılır?
- ☐ a) Bobin ebadı
☐ b) Valf mukavemeti
☐ c) Yay kuvveti
☐ d) Selenoid voltajı
- 7-6 Bir otomatik çek valf, aşağıda belirtilen tiplerin hangisi ile aynı sınıfa dahil edilebilir?
- ☐ a) Bir yollu, bir konumlu valf
☐ b) Bir yollu, iki konumlu valf
☐ c) İki yollu, bir konumlu valf
☐ d) İki yollu, iki konumlu valf
- 7-7 Üç yollu bir valfin yapısı, aşağıda belirtilenlerden hangisine sahiptir?
- ☐ a) Üç adet pilot kumanda bağlantısı
☐ b) Üç adet ana hat bağlantısı
☐ c) Üç adet ana aksam
☐ d) Üç adet kontrol konumu
- 7-8 İki konumlu üç yollu valflerin hareketsiz konumda sabit tutulabilmesi, aşağıda belirtilen faktörlerden hangisinin etkisi ile sağlanır?
- ☐ a) Hava basıncı
☐ b) Elektrik akımı
☐ c) Bir kam
☐ d) Bir yay
- 7-9 İş yaptıktan sonra, bir valf içinden geçerek sisteme geri dönen hava genellikle nereye yönlendirilir?
- ☐ a) Kompresöre
☐ b) Tanka
☐ c) Atmosfere
☐ d) Son soğutucuya
- 7-10 Hareketsiz durumda (devre dışında) bulunan iki konumlu ve dört yollu bir valfte, kaç yönde hava akımı sağlanabilir?
- ☐ a) Bir
☐ b) İki
☐ c) Üç
☐ d) Dört

Bölüm Özeti

Bir pnömatik sistemde bulunan kontrol valfleri, silindir, motor ve diğer cihazları çalıştırmak, durdurmak ve hareket yönünü ters çevirmek üzere hava akışını yönlendirir. Valfler elle (manuel) veya otomatik olarak çalıştırılır. Çoğunlukla havayı sistem içinde tecrit etmek, sisteme girişini sağlamak veya kesmek amacıyla kullanılan otomatik kumandalı valfler, iki yollu valf sınıfında yer alır. Sanayide yaygın olarak kullanılan iki yollu el kumandalı valfler; sürgülü, küresel, iğneli, bilyalı ve konik tapalı tipleri kapsar. Otomatik kumandalı valfler için uygulanan çalıştırma yöntemleri arasında en yaygın olanı, elektrikli selenoidler vasıtasıyla gerçekleştirilen yöntemdir. Pilot kumanda tertibatlı selenoid valfler ise, yüksek basınç ve debi değerlerine sahip akış özellikleri gerektiren sistemlerde kullanılır.

Kontrol valfleri şu dört yöntemle tanımlanır: Giriş-çıkış bağlantılarının sayısı, kontrol konumlarının sayısı, kontrol elemanının tipi ve işletim yöntemi.

Bir valfteki dahili kontrol elemanı; bir piston, silindirik kafa, ileri geri hareketli disk veya bir döner plaka ya da disk olabilir. Pistonlu kontrol valfi, pnömatik sistemlerde en yaygın kullanıma sahip olan valf tipidir.

Çoğu zaman ihtiyacınız olan kontrol valfini piyasada "raf teslimi" olarak hazır bulabilmeniz mümkündür. Ancak, bazı durumlarda da gerekli onarım işlemini yapabilmek için, piyasadan temin edeceğiniz valf parçalarını özel bir birleşik sistem oluşturmak üzere monte etmek zorunda kalabilirsiniz. Ayrıca; akış kısıtlama elemanları, çek valfler ve basınç ayarlayıcıları gibi özel aksesuarları da yine piyasadan temin edebilirsiniz.

Uygulamalar

7-1. Aşağıdaki boş yerlere, çalıştığınız sanayi tesisinde mevcut pnömatik sistemlerde kullanılan yön kontrol valflerinin isimlerini sırasıyla yazınız ve giriş çıkış bağlantılarının ve kontrol konumlarının sayısı, kontrol elemanının tipi vs. gibi özelliklerini de belirtiniz.

7-2. Bu pnömatik sistemlerin birine ait bir şematik resim üzerinde, 7-1'de sırasıyla belirttiğiniz her bir valf tipinin yerini sembolik olarak gösteriniz.

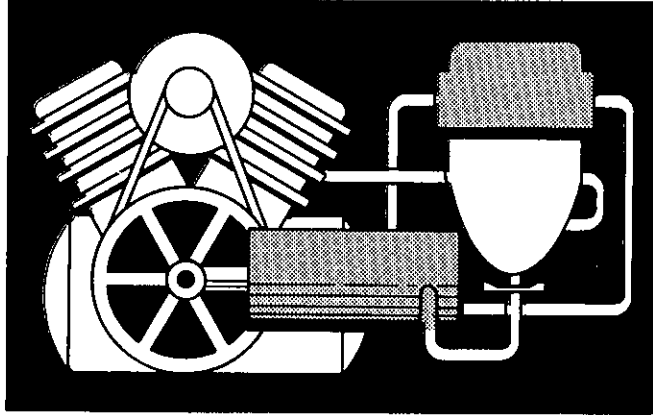
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|--|--|
| 7-1. d. Basınç kapasitesi.
Bkz. 7.02 | 7-6. d. İki yollu iki konumlu
valf. Bkz. 7.15 |
| 7-2. b. İki yollu valf.
Bkz. 7.03-7.08 | 7-7. b. Üç adet ana hat
bağlantısı. Bkz. 7.29 |
| 7-3. a. Valf yuvası. Bkz. 7.09 | 7-8. d. Bir yay.
Bkz. 7.30, Şekil 7-8 |
| 7-4. a. Elektrikli Selenoidler.
Bkz. 7.10 | 7-9. c. Atmosfere. Bkz. 7.34 |
| 7-5. c. Yay kuvveti. Bkz. 7.13 | 7-10. b. İki. Bkz. 7.38, 7.39 |

Temel Pnömatik

Sekizinci Ders

Basınç Kontrol Valfleri



Sekizinci Ders

Basınç Kontrol Valfleri

Konular

Basınç Kontrolü
Hava Tahliyesi Yöntemiyle Aşırı
Basıncın Düşürülmesi
Tahliye Valfinin Yapısı

Basınç Ayarlayıcıları (Regülatörler)
Değişik Ayarlayıcı Modelleri
Mantık Fonksiyonları

Basınç Kontrolü

8.01 Bir pnömatik sistemde, hava basıncını sınırlandırmak için birçok tipte kontrol elemanları kullanılmaktadır. Öncelikle hava tankına yerleştirilmiş basınç kontrol üniteleri, tank ve dağıtım hatları içindeki hava basıncının sınırlandırılması amacıyla kullanılır. Bu tür bir basınç kontrol düzeni, (genellikle 2 bar kadar bir basınç farkı değerine göre) kompresörün devreye girme ve devreden çıkma noktalarını belirler. Sistemdeki hava basıncı alçak basınç noktasına düştüğü anda, kompresör kontrol devresi kompresörü çalıştırarak devreye sokar. Hava tankı basıncının *maksimum basınç* değerine ulaşması halinde ise, kompresör çıkış basıncı düşürülür ya da kompresör otomatik olarak durur.

8.02 Bir *basınç kontrol valfi* vasıtasıyla kompresör çıkış basıncının sınırlandırılması, şu iki yöntemden birini kullanmak suretiyle gerçekleştirilir: Birincisi, kompresörü çalıştırma ve durdurma yöntemidir. İkinci yöntem ise, kompresör giriş veya çıkış valfleri yüklerinin boşaltılmasıdır. İkinci Derste okumuş olduğunuz gibi, yük boşaltma işlemi, kompresör dahili basıncının tahliye edilmesini ifade eder. Bu durumda yük boşaltma, valf giriş çıkış ağzlarını tamamen bloke etmek veya açık tutmak suretiyle sağlanır. Bu işlem, normal olarak herhangi bir yöne doğru akacak olan havanın, sistemde hiçbir iş yapılmadan, yönünü tersine çevirmek suretiyle tekrar valf içinden geçebilmesini sağlar. İki veya daha çok sayıdaki valfin havanın her bir silindire girebilmesine izin veren büyük kapasiteli kompresörlerle, sisteme sevk edilen havanın düzgün ve pürüzsüz akış şartlarına sahip olabilmelerini teminen, valflerin birbirlerinden ayrı veya kademeli olarak yük atabilmeleri sağlanır. Bu, ani olarak büyük basınç farklarının meydana gelmesini önler.

8.03 *Basınç ayar* valfleri, sistemdeki basınçlı havanın basıncını cihazın emniyetli çalışabilmesini sağlayacak bir seviyeye düşürerek kontrol eder. Örneğin; ana hat basıncı 17 bar, hattın beslediği cihaz ise sadece 6 bar basınç için tasarlanmış olduğu takdirde, ana hat basıncının düşürülmesi gerekir. Basınç ayarlayıcıları, genellikle hava istasyonlarına (veya çıkış noktalarına) ya da pnömatik cihazın müstakil parçaları üzerine yerleştirilir. Bunlar, çıkış noktasındaki hava basıncının yakın tolerans sınırları içinde kontrol edilebilmesini sağlamak için tasarlanmış hassas cihazlardır ve çalışmakta iken, tahliye valflerinin yaptığı gibi basınçlı havayı atmosfere atmaz; fakat basıncı kontrol eder veya düşürürler.

Hidrolik sistemden farklı olarak, bir pnömatik sistem içindeki akışkan (hava) kullanıldıkça, sistemin yeniden doldurulması (şarj edilmesi) gerekir. Yeniden doldurma işlemi süresi içinde, basınç önceden ayarlanmış bir seviyeye yükseltilir. Belli bir ölçüye kadar, hidrolik sistemde de aynı tür bir basınç artışı söz konusudur; fakat hidrolik akışkanın sıkıştırılmaz özelliğe olması nedeniyle, aşırı basınç birimi, genellikle sistem kaçakları biçiminde, derhal dikkat çeker.

Herhangi bir ayar tertibatına sahip olmayan bir pnömatik sistemde, kompresör çalıştığı sürece hava sıkıştırılmaya devam eder. Sistemde herhangi bir kontrol mevcut değilse, bu durum boruların ve sistem aksamının patlamasına neden olabilir. Bu tür bir hasarı önlemek için, basınç tahliye ve emniyet valflerine ihtiyaç vardır. Tahliye ve emniyet valfleri değişik tasarım ve çalışma yöntemlerine sahip olmalarına rağmen, aynı koruyucu görevi yerine getirirler. Tahliye valflerinin sistemi genel hasarlara karşı korumasına karşın, diğer valflar sistemin değişik parçalarındaki basıncı ayar eder. Ayar edilen (kontrollü) basınç değeri, daima toplam sistem basıncının altındaki bir seviyededir. Bu Derste inceleneceği üzere, bu valflerin tümü, basınç kontrol veya basınç ayarlama valfleri sınıfına dahildir.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Basınç ayarlama valfi	(8.03) : Basıncı emniyetli bir çalışma seviyesine düşürmek için, kapamak suretiyle sistem basıncını kontrol eden bir valf.
Emniyet valfi	(8.05) : Önceden ayarlanmış bir basınç değerinde açan ve basınç ayar seviyesinin altına düşüncüye kadar açık konumda kalarak havanın dışarı atılmasını sağlayan bir valf.
Basınç tahliye valfi	(8.06) : Basıncın ayar seviyesinin üstüne çıkması halinde fazla havanın sistemden boşaltılması için tedrici olarak açan bir valf.
Mantık fonksiyonları	(8.40) : Yalnızca belli bir işlem sırasının meydana gelmesinden sonra, bir hareketlendiricinin (aktüatörün) çalışabilmesini mümkün kılan pnömatik devreler

Hava Tahliyesi Yöntemiyle Aşırı Basıncın Düşürülmesi

8.04 Bir pnömatik sistemde sürekli olarak yeterli basınç sağlama yöntemlerine ilave olarak; maksimum veya emniyetli basınç değeri, *emniyet valfleri* veya *tahliye valfleri* vasıtasıyla kontrol edilir. Bu valfler; maksimum basınç noktasına ulaşıldığında, fazla hava basıncını atmosfere atmak suretiyle sistemin tümünde veya bir kısmında mevcut maksimum basınçları sınırlandırır. Bunlar, esas itibarıyla, sistem hatlarının ve cihazın, aşırı hava basıncının neden olabileceği hasarlara karşı koruyan emniyet cihazlarıdır.

8.05 Emniyet Valfleri: *Emniyet valflerinin* pnömatik sistemlerde kullanımı oldukça sınırlıdır. Birçok kompresör ve tankta emniyet valfi görünümünde çeşitli valfler bulunmasına rağmen, bunlar genellikle tahliye valfleridir. Bu iki tip valf arasındaki fark, çalışma yönteminin değişik oluşundan kaynaklanır. Bir emniyet valfi önceden ayarlanmış bir basınçta açar ve basınç, ayar değerinin altına düşene kadar havayı dışarı atar. Sonra da valf kapanır. Valfin açık durumda kalabilmesi için, fazla basıncın mutlaka denge durumunda (sabit değerde) olması gerekir. Eğer basınç ani olarak düşerse, valf kapanır. Önceden ayarlanmış basınç değerinin üzerinde tekrarlı olarak dalgalanma yapan basınç, "valf vuruntusu"na neden olabilir.

8.06 Tahliye valfleri : *Basınç tahliye valfleri*, emniyet valflerinden farklı olarak çalışır. Sistemin maksimum çalışma basıncına ulaşıldığında, kompresör kontrol tertibatları kompresörün devreden çıkmasını sağlayamadığı takdirde; hava basıncı, tahliye valfinin ayar değerine ulaşınca kadar yükselmeye devam eder. Bu noktada tahliye valfi açılır ve fazla havayı dışarı atar. Şayet hava basıncı artmaya devam ederse, tahliye valfi daha da çok açılarak daha fazla miktarda havanın dışarı atılabilmesini sağlar. Emniyet açısından valf, kompresörün besleyebileceği miktardan daha fazla miktardaki havanın sistemden boşaltılabilmesini sağlayacak, yeterli kapasiteye sahip olmalıdır.

8.07 Tahliye valfleri genellikle, bir pnömatik sistemin kompresör çıkışına veya hava tankına yerleştirilir. Pnömatik sistemlerin çok azında, dağıtım hatlarına yerleştirilmiş olan ilave tahliye valfleri de bulunabilir. Tahliye valflerinin basınç ayar değerleri, basınç kontrol valflerinin ayar değerlerinden daha yüksektir.

8.08 Bazı durumlarda tahliye valfleri, hava hattının basınç ayarlayıcısı ile ayrı bir cihaz parçası

arasında kalan kısmına da yerleştirilmiş olabilir. Bu, ayarlayıcının arıza yapması halinde, cihazı tüm çıkış hattı basıncına karşı korur. Bu ise, basınç ayar valfinin bir tahliye valfi ile donatılmış olması suretiyle gerçekleştirilebilir. Bu tahliye valfleri, basınç kontrol valfinin debi kapasitesine kıyasla daha düşük debi kapasitelerine sahip oldukları için, kapasite bakımından sınırlıdır. Sistemin neresine yerleştirilmiş olursa olsun; tahliye valfleri genellikle, ayar basıncından 3.5 kPa kadar yüksek bir değere ayarlanır. İki tip basınç tahliye valfi mevcut olup; bunlar silindirik kafalı ve bilyalı valflerdir.

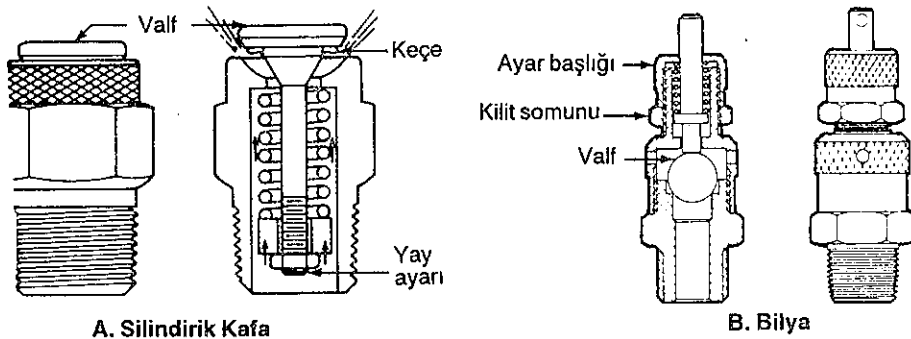
Tahliye Valfinin Yapısı

8.09 Silindirik kafalı valfler: Doğrudan etkili, basit bir silindirik valf şekil 8-1'de gösterilmiştir. Bu tahliye valfi, ilk bakışta bir çek valfe benzer görünürse de, değildir. Giriş ağzı, doğrudan hava tankına veya hat borusuna vidalanarak tesbit edilebilen dış çekilmiş bir taban parçası veya gövde içine yerleştirilmiştir. Çıkış ağzı ise, valfin diğer ucundadır. Silindirik kafa, ayarlanabilir bir yay kuvveti vasıtasıyla valf yuvasına bastırılarak sabit konumda tutulur. Tam bir sızdırmazlık sağlamak için, silindirik kafaya bir elastik parça takılmıştır.

8.10 Silindirik kafanın altındaki hava basıncı, ayar basıncına ulaştığı zaman, kafa yukarı kalkarak yuvasından ayrılır ve bir miktar havanın çıkış ağzı yolu ile dışarı atılmasını sağlar. Valfin ilk olarak açılmaya başladığı basınç, yani *açma basıncı*, yay kuvvetini ayarlamak suretiyle tayin edilir. Eğer valf kafasının altındaki hava basıncı artmaya devam ederse, kafa daha da çok açılarak tahliye debisi sınır değerine ulaşıncaya kadar daha fazla miktardaki havanın dışarı atılabilmesini mümkün kılar.

8.11 Bu valfler küçük bir yapıya ve sınırlı bir debi değerine sahip olmalarına rağmen, çok önemli bir işlevi yerine getirirler, $0.17 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'lık bir debi kapasitesinde 20 bar'a kadar anma basınç değerlerine sahiptir. Yay 7 bar açma değerine ayarlanmış olan bir silindirik valf kafasının altındaki basınç, $0.17 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'lık hava tahliye debisinde, 8.6 bar'da değerine kadar yükselebilir. Valf, 7.5 bar basınçta 0.03 m^3 'lük bir debi sağlayacak olmasına rağmen; 8.2 bar'da bu debi $0.1 \text{ m}^3/\text{dak}$ değerinde olacaktır. Bu tip valflerin çoğu, açma basıncının üstünde her 1 bar'lık basınç artışı için sadece $0.04 \text{ m}^3/\text{dak}$ debide hava tahliyesi sağlayacaktır.

Şekil 8-1. Silindirik kafalı tahliye valfleri



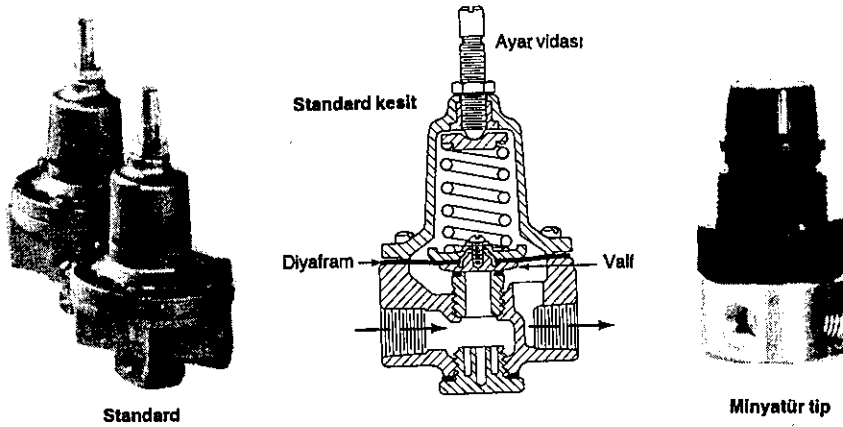
8.12 Şekil 8-1B, bir bilyalı tahliye valfini göstermektedir. Bu tip bir valf, silindirik kafalı bir valfe benzer tahliye debi ve basınç karakteristiklerine sahip olmakla beraber; yapı itibarıyla farklıdır. Valf sızdırmazlık noktası, yüzeyi hassas polisaj yapılmış bilya ile pirinç gövde içinde keskin köşeli yuva arasındadır. Bilya, ayarlanabilir yaylı bir pim vasıtasıyla sürekli olarak yuva ile temas halinde tutulur. Giriş ağzı valf gövdesinin tabanındadır. Çıkış noktaları ise başlığın yan yüzeyine yerleştirilmiştir.

Uzun pim, test amacıyla valf elemanının yuvasından elle kaldırılabilmesini veya sistem basıncının tahliye edilebilmesini sağlar.

8.13 Valf belli bir süre çalıştıktan sonra, bilyanın yuvasına tam bir sızdırmazlık elde edilecek biçimde sıkıca oturmadığı tespit edildiği takdirde, valfi hattan sökünüz, parçalarına ayırınız ve her bir parçayı bir çözücü ile temizleyiniz. Eğer bu işlem, kaçağı gidererek tam bir sızdırmazlık sağlayamazsa; bilya, küçük bir pirinç çekiçle hafifçe vurmak suretiyle yuvasına oturtulmaya çalışılır. Bu valfler ebat ve debi kapasitesi bakımından küçük oldukları için, kullanımı yaklaşık $0.3 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'lık uygulamalarla sınırlıdır.

8.14 Diyaframli valfler: Daha büyük debi veya daha düzgün bir tahliye kontrolü gerektiren uygulamalarda, Şekil 8-2'de gösterilen "diyaframli" tahliye valfleri kullanılabilir. Artan hava basıncına tepki göstererek çalışan bir diyaframli tahliye valfi, biraz önce açıklanmış olan silindirik kafalı bir valften çok daha hızlı açar. Bunun nedeni, basınçlı havanın, silindirik valflerdeki duruma kıyasla basınca duyarlı daha geniş bir alan üzerine etki etmesidir. Bu diyaframli bir valf olmasına rağmen, küçük ($1/4$ inç) çaplı borular için ölçülendirilmiştir. Sonuç olarak, bu valf, 7 bar basınçta açmaya başlamak üzere ayarlandığı takdirde, 8.6 bar'da yalnızca $0.34 \text{ m}^3/\text{dak}$ kadar bir hava tahliye imkanı sağlayabilir.

Şekil 8-2. Ayarlanabilir basınçlı, diyaframli tahliye valfleri



8.15 Bazı özellikleri bakımından bir ayarlayıcıyı andıran bu valfler, dış çekilmiş giriş ve çıkış bağlantılarına sahiptir. Valfin üst yüzeyinde bulunan ayar düğmesi (Şekil 8-2'ye bakınız), diyafram üzerindeki yay baskısını ayar eder. Normal şartlar altında, basınçlı hava giriş ağzından içeri girer ve valf gövdesi içinden geçerek diyaframın altındaki boşluğa sevk edilir. Ayarlanabilir yay, diyafram grubunu üstten bastırmak suretiyle valfin sızdırmazlık elemanını kapalı konumda tutar. Diyaframın altındaki hava basıncı yay kuvvetini yendiği anda, diyafram yukarı kalkar. Bu durumda, diyafram grubuna bağlı olan sızdırmazlık elemanı da yuvasından yukarı kalkmak suretiyle, havanın valf içinden geçerek egsoz çıkışına sevk edilebilmesini sağlar. Eğer diyaframın altındaki hava basıncı artmaya devam ederse, sızdırmazlık elemanı daha çok açılır ve daha fazla havanın dışarı atılabilmesine izin verir.

8.16 Şekil 8-2'de, daha büyük ebatlı veya standard diyaframli bir tahliye valfi de

gösterilmektedir. Bu tip valfte, bir ayar düğmesi yerine, birer ayar vidası ve kilit somunu bulunur. Bu tahliye valfleri, ayar değerlerinde sık sık değişiklik yapılmasını gerektirmeyen (1 inç boru çapına kadar olan) tesisatlar için kullanılmaya elverişlidir. Büyük kapasiteli diyafram tipi tahliye valflerinin çalışma prensibi, küçük kapasiteli olanlarla aynıdır. İki arasındaki büyük fark, büyük valflerin performans ve kapasitesidir. Anma değerler imalatçıdan imalatçıya değişiklik göstermesine rağmen; birçok büyük kapasiteli valf, ilk $0.3 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'lık modeller en yüksek basınç artışı sağlamak üzere, $3 \text{ m}^3/\text{dak}$ debiye kadar yüksek performansta çalışabilir. Örneğin açma basıncı 7 bar olduğu takdirde, valf içinden sadece $0.3 \text{ m}^3/\text{dak}$ debide hava geçmekle beraber, diyaframın altındaki basınç 8 bar'a çıkar. Basıncın 8.6 bar değerine (sadece 0.6 bar daha) yükselmesi halinde ise valf $2.26 \text{ m}^3/\text{dak}$ hava debisinde yüksek performans göstererek çalışabilir.

8.17 Tüm tahliye valflerinde açma basıncının, yay üzerindeki çekme kuvveti (yay gerginliği) ve yayın sıklığı ile belirlendiği hususunu daima akılda tutmak çok önemlidir. Zayıf bir yay kullanılması halinde, ne kadar çok ayar yapılırsa yapılsın, açma basıncı ancak biraz değiştirilebilir. Ayrıca, zayıf bir yay, silindirik kafanın veya diyaframın altında oluşan basınca karşı gereği gibi direnç gösteremeyecek ve akışın çok çabuk olarak tahliyesine neden olacaktır. Yumuşak yaylar, düşük basınç ayarlarının arzu edildiği uygulamalar için kullanılır.

8.18 Bir kural olarak, pnömatik sistemlerdeki tahliye valflerinin, basınç ayar değerleri itibariyle çok hassas olmalarına gerek yoktur. Bunun nedeni, genelde bu valflerin, sistemin tümü veya herhangi bir kısmının çalışma basınç aralığını ayarlamak amacıyla kullanılmamasıdır. Bu valflerin yegane görevi; basınç kontrol elemanlarının, herhangi bir arıza nedeniyle sistem çalışma basıncını tavsiye edilen aralık dahilinde sürekli olarak sabit tutmamaları durumunda, gerek sistemi ve gerekse sistem aksamını muhtemelen bir hasara karşı korumaktır. Genellikle, sistemin basınç sınırı kritik bir değer olmayıp; hem sistem hatlarının ve hem de cihazların, tahliye valfi ayar değerinden biraz daha yüksek hava basınçlarına emniyetli biçimde karşı koyabilmeleri mümkündür. Ancak, çok hassas çalışan bir cihaz parçası için kullanılan hassas basınç kontrol tertibatı buna istisna teşkil eder.

Basınç Ayarlayıcıları (Regülatörler)

8.19 Basınç ayarlayıcıları birçok değişik tipte imal edilebilmekte olup; bunların çoğu, belli bir uygulama itibariyle diğerlerinden fazla olarak bir veya iki üstünlüğe sahip olacak biçimde tasarlanmaktadır. Herbiri biraz farklı bir tasarımda ve yapıda olmasına rağmen, basınç ayarlayıcılarının tümü, esas itibariyle aynı çalışma prensibini izler. Diyaframlı tahliye valflerine benzerlik göstermekte ise de, tamamen zıt bir şekilde çalışırlar. Çünkü bir tahliye valfi belli bir basınç artışı halinde *açılır*; ayarlayıcı ise, çıkış basıncı arttığı zaman *kapanır*.

8.20 Bir diyafram tipi basınç ayar valfinin çalışması ile ilgili olarak aşağıda verilen açıklama, Şekil 8-3'ün incelenmesiyle daha açık biçimde anlaşılabilir. Dağıtıcı (veya kollektör) basınç hattı, valfin giriş ağzına bağlıdır. Çıkış (veya ayar) hattı ise, çıkış ağzına bağlanmıştır. Ayar vidası ve yay üzerinde etki eden hiçbir kuvvet mevcut olmaması halinde (sıfır basınç durumunda), ayarlayıcı içinde hiç akış yoktur. Bu durumda sızdırmazlık elemanı; valfin hemen altında bulunan küçük bir yay ve giriş hattındaki basınç vasıtasıyla yuvasına bastırılarak kapalı konumda tutulur.

8.21 Ayar vidası içeri doğru sıkıldığında, yayın sıkıştırılarak diyaframa daha fazla baskı yapması ve böylece diyaframı aşağı doğru iterek sızdırmazlık elemanını açması sağlanır. Sızdırmazlık elemanı, supap iğnesi vasıtasıyla diyaframa bağlı olduğu ve diyaframın herhangi bir hareketi elemana iletiği için; diyafram hareketi, elemanı açık konumda olmaya zorlar. Sızdırmazlık elemanı, yay kuvvetinin etkisiyle açık konumda olduğu sürece; havanın valf içinden geçerek çıkışa

doğru akabilmesi sağlanır. Birçok fabrika bakım teknisyeni giriş havasına birincil hava, çıkış havasına ise ikincil hava adını verir.

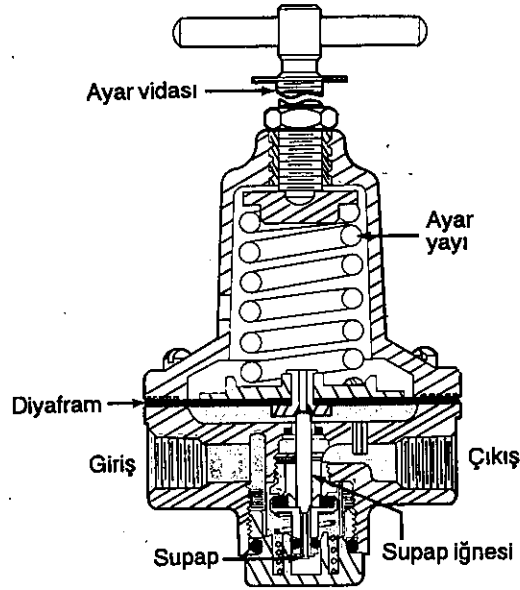
8.22 Hava ayarlayıcı çıkışı içinden geçerken, küçük bir miktar diyaframın alt tarafına kaçır ve diyaframı yay basıncına karşı yukarı doğru itmeye çalışır. İkincil basınç, yay basıncına eşit olduğunda, sızdırmazlık elemanı yukarı doğru çekilerek valf ağzını tamamen kapatır. İkincil hava kullanıldıkça hat basıncı düşer ve diyaframın aşağı doğru hareket edebilmesine izin verir, ki bu da, daha fazla havanın valf içinden geçebilmesini mümkün kılar.

8.23 Valfin sistem içindeki etkisinin, "akış" ve "sıfır akış" durumu cinsinden tanımlanmış olmasına

karşın, bu değişiklik veya ayar etkisinin, hava hattı kullanıldığı sürece devamlı olarak meydana geldiği hususu hiçbir zaman unutulmamalıdır. Örneğin; eğer ana hat basıncı 6 bar ise ve tali hat basıncı da 2.7 bar değerine ayarlanmışsa, tali hatta bulunan hava kullanılmakta iken diyafram, yay basıncı karşısında devamlı olarak yukarı ve aşağı doğru hareket eder. Diyaframın hareketi valfin tamamen açılıp kapanmasını sağlayamaz; fakat tali hat içinde hava kullanıldığı sürece sürekli olarak sabit bir basınç elde edilebilecek şekilde gerekli değişikliği sağlar.

8.24 Bu tip bir ayar valfi hakkında hatırdta tutulması gereken üç nokta daha vardır. Birincisi, basınç tahliyesi sağlayacak özellikte olmaması nedeniyle, bazı durumlarda bu valfe *tahliyesiz* ayarlayıcı adı verilir. Bunun anlamı şudur : Eğer sistemdeki yük şartları tali hatta veya valf çıkışındaki basınç hattında aşırı yüksek basınçlara neden olursa, bu fazla basınç miktarını, ayarlayıcı vasıtasıyla hava tahliyesi yapmak suretiyle normal değere düşürme imkanı yoktur. ikincisi; ana ve tali hatlar yüklü durumda iken ve ayarlayıcı belli bir basınç değerine ayarlanmış ise, havanın ilk kullanımı esnasında ve çıkış debisinin $0 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'dan pnömatik alet veya ekipmanın ihtiyaç gösterdiği değere çıkması sırasında, çıkış basıncı bir düşüş gösterir. Bu, Birinci Derste açıklanan Bernouille etkisinin bir sonucudur. Üçüncü önemli nokta da şudur: Çıkış debisi gerekli en büyük seviyeye yükselirken, basınçta hafif bir azalma meydana gelir. Pnömatik sanayiindeki yaygın adıyla "kuvvetten düşme veya takat düşüklüğü" denilen bu durum, artan dahili sürtünme nedeniyle ortaya çıkan basınç kaybının bir sonucudur.

Şekil 8-3. Bir diyaframlı basınç ayarlayıcısı



138 Programlı Alıştırmalar

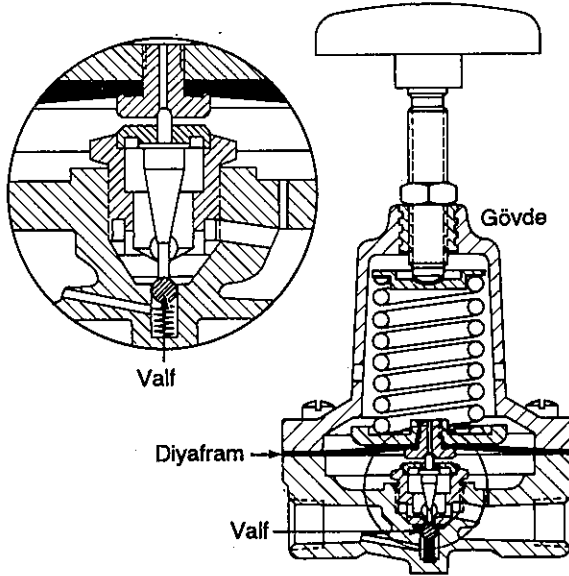
8-1. Bir pnömatik sistemdeki basınç kontrol tertibatları, hava basıncını _____ için kullanılır.	8-1. SINIRLANDIRMAK Bkz. 8.01
8-2. Hava basıncının sınırlandırılması, kompresörü çalıştırmak ve durdurmak suretiyle veya giriş ya da çıkış valflerinin _____ sağlanabilir.	8-2. YÜKÜNÜ BOŞALTARAK Bkz. 8.02
8-3. Bir kompresör, yük boşaltma işlemi süresince valfler _____ konumunda olacağı için, havayı sıkıştırmayacaktır.	8-3. AÇIK Bkz. 8.02
8-4. Basınç ayar valfleri, genellikle _____ veya _____ yerleştirilir.	8-4. ÇIKIŞ NOKTALARINA veya HAVA İSTASYONLARINA Bkz. 8.03
8-5. Basınç ayar valfleri, _____ ağzındaki havayı ayar eder.	8-5. ÇIKIŞ Bkz. 8.03
8-6. Bir pnömatik sistemde en büyük basınç kontrolü bir _____ valfi vasıtasıyla sağlanır.	8-6. EMNİYET Bkz. 8.04
8-7. Basınç tahliye valfleri genellikle sistem basınç ayarının hemen _____ bir basınç değeriinde açacak şekilde ayarlanır.	8-7. ÜSTÜNDEKİ Bkz. 8.06
8-8. Bir basınç tahliye valfi, mutlak surette _____ sisteme besleyebileceğı miktardan daha fazla havayı tahliye edebilmelidir.	8-8. KOMPRESÖRÜN Bkz. 8.06

Değişik Ayarlayıcı Modelleri

8.25 Basınç ayarlayıcıları, (regülatörler), birçok farklı şarta uyabilecek şekillerde imal edilmektedir. Bu özelliklerin birçoğu bazı imalatçılarda standard üniteler haline gelmiş bulunmaktadır. Hassas ayarlayıcılar bu sınıflamaya dahildir. Şekil 8-4'de gösterilen basit bir hassas ayarlayıcıda, supap bağlantı pimi üzerine kuvvet etki etmek suretiyle küçük bir bilyalı valfi çalıştıran, nispeten geniş bir diyafram mevcuttur. Ayarlayıcının çalışmakta olduğu süre içinde, ayar yayının diyafram grubu ve supap bağlantı pimini aşağı doğru iterek küçük bir bilyalı supabı açtığına dikkat ediniz. Bu etki, ana hattaki havanın doğrudan doğruya valf içinden geçerek tali hatta sevkedilebilmesini mümkün kılar.

8.26 Standard ayarlayıcının aksine, bu modelde mevcut supap bağlantı pimi ile diyafram yekpare bir sistem oluşturmak yerine, ayrı parçalar halindedir. Diyaframda, valf pimi hareketlendirici ünitesi içinden geçen küçük bir geçiş kanalı mevcut olup; bu kanal, diyaframın altındaki valf hücrelerinden sabit miktarda bir hava kütlelerinin çekilerek atmosfere atılabilmesini sağlar. Bu sabit hava akışı diyaframın şekil değiştirmesini önler ve ayarlayıcı içinde düşük debide hava akımı olması halinde yüksek bir doğruluk derecesi sağlanmasına yardımcı olur.

Şekil 8-4. Bir hassas kontrol tertibatlı ayarlayıcı (elle ayarlanabilir tip)



8.27 Daha karmaşık bir hassas ayarlayıcı, Şekil 8-5'te gösterilmektedir. Bu ayarlayıcı, 3.5 kPa ila 10 bar'lık bir basınç aralığında yalnızca düşük debilerde çalışabilme özelliğine de sahiptir. Çalışmakta olduğu sürece, birincil hava normal olduğu üzere ayarlayıcı içine girer. Bu hava akımının küçük bir kısmı, kontrol kanalı vasıtasıyla ölçü deliğinden geçerek kontrol hücreğine sevk edilir. Burada hava, hem pilot bilyalı valf ve hem de ana diyafram üzerine basınç tatbik eder. Eğer ayarlayıcı yayının meydana getirdiği basınç tali hat basıncının üzerinde ise, bilyalı valf kapalı kalır ve ayarlayıcı içinde miktarı ayarlanmış olan havanın ana diyaframa yönlendirilerek, diyaframa çarptırılmasını sağlar. Bu basınç da sızdırmazlık elemanını (silindirik

kafayı) yerinden oynatarak valfin açılmasını ve böylece havanın valf içinden akmasını mümkün kılar.

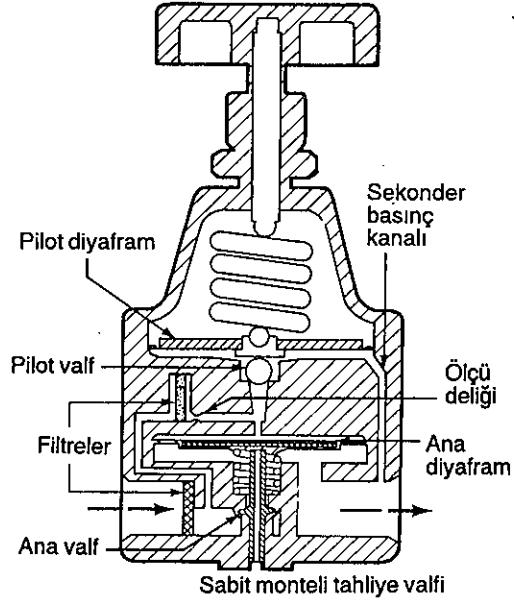
8.28 İkincil basınç, ayarlayıcı gövdesinde bulunan küçük bir kanal vasıtasıyla kontrol tertibatı diyaframının alt tarafına yönlendirilir. Bu basınç, diyaframı yukarı kaldırır ve dolayısıyla valf bilyasının yuvasından yukarı çıkmasına neden olur. Bu olay meydana geldiğinde, ölçülendirilmiş ve giriş basıncındaki hava akımı bilyalı valften geçerek ayarlayıcının ikincil basınç tarafına sevk edilir. Aynı zamanda, kontrol basıncı, kontrol hücrelerinden tahliye edilir ve ana diyafram yukarı kalkarak sızdırmazlık elemanının hattı kapatmasını sağlar. İkincil basınç düştükçe, kontrol yayı

supap bilyasına oturur ve ana diyafram, sızdırmazlık elemanını tekrar açar.

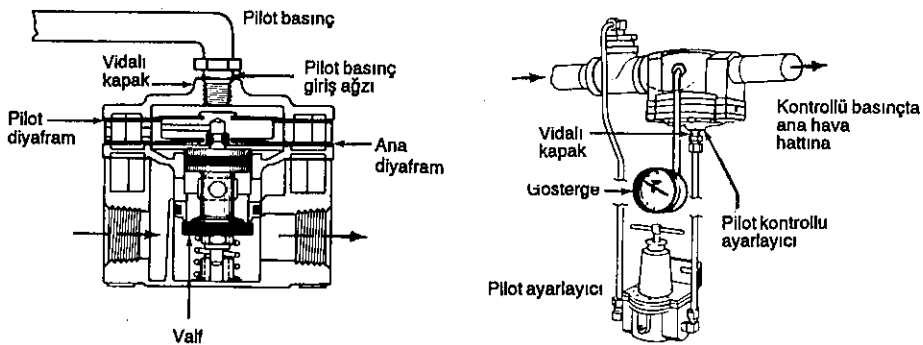
8.29 Bu ayarlayıcıda, ana diyaframın hemen altına yerleştirilmiş sabit monteli bir tahliye valfi mevcuttur. Eğer ikincil hat içinde ani bir yük veya basınç artışı meydana gelirse, ana diyafram yukarı kalkarak silindirik supap kumanda piminden ayrılır. Bu olay meydana geldiğinde, kumanda pimi içinde bulunan çok dar kesitli bir boğaz (orifis), havanın atmosfere atılabilmesi-ni mümkün kılar. Aynı zamanda kontrol diyaframı da harekete geçerek kontrol hücreesindeki havanın tahliye edilmesini sağlar.

8.30 Bazı uygulamalarda ayarlayıcının, daha yüksek performansta çalışabilmesi ve daha iyi bir hava kontrolü sağlayabilmesi için hat dışı bir yere monte edilmesi gerekir. Bu tür uygulamalar için, *uzaktan kumandalı* veya *pilot kontrollü* bir ayarlayıcı kullanılır. Şekil 8-6'da gösterildiği gibi, pilot kontrollü ayarlayıcı, standard ayarlayıcıya benzer bir gövdeye veya tabana sahip olmakla beraber; standard ayarlayıcıdan farklı olarak, ayar vidası ve yayı ile başlık kısmı bu ayarlayıcıda mevcut değildir. Başlık yerine, yalnızca vidalı bir kapak bulunur.

Şekil 8-5. Bir pilot kumandalı basınç ayarlayıcı



Şekil 8-6. Uzaktan kumandalı bir ayarlayıcı (regülatör)



8.31 Ayar edilmiş (kontrollü) hava basıncı diyaframa tatbik edildiğinde, silindirik valf açılır ve havanın ayarlayıcı içinden geçebilmesini sağlar. Diyaframın altındaki boşluğu dolduran hava, diyaframı yukarı kaldırmaya çalışacak ve basınç dengesine ulaşıldığı anda silindirik supabı kapatacaktır. Bir hava hattına monte edilmiş olan bir pilot kumandalı ayarlayıcının da, kendisinden beklenen görevi yerine getirebilmesi için, ayarlı bir hava basıncına ihtiyaç gösterir. Bu pilot hava basıncı, mutlaka kontrollü bir kaynaktan elde edilmelidir. Tüm diğer ayarlayıcılarda olduğu gibi,

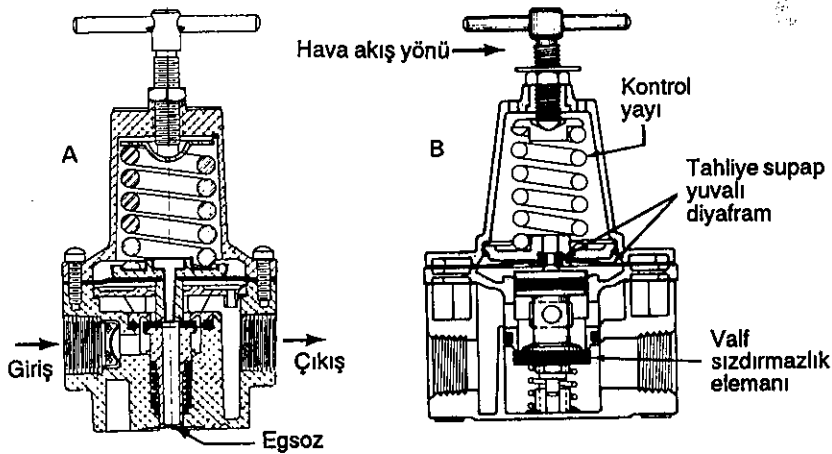
pilot kumanda tertibatıyla çalışan modeller de, valf içine sabit monteli olarak yerleştirilmiş tahliye veya tahliyeyi kesme vasıflarına sahip olabilir.

8.32 Eğer yüksek debi kapasiteli, büyük bir hava hattının ayarı gerekli ise, bir pilot kumanda tertibatlı ayarlayıcılar veya *yükseltici* ya da "servo" *yol verici* kullanılabilir. Bu ayarlayıcılar, büyük hacimdeki bir hava akımının kontrolünü, elle ayarlanabilir tip bir ayarlayıcılara kıyasla daha hassas biçimde gerçekleştirebilir. Pilot kumandalı ayarlayıcılar, pilot sistemli bir ayar cihazının ayar edebileceği hava miktarının üç katı hava akımının ayarlanmasını sağlayabilir. Daha yüksek debileri ayar edebilmesine ilave olarak, pilot kumandalı ayarlayıcılar daha yekpare bir yapıdadır.

8.33 Sanayide kullanılan ve muhtemelen birçoğunu yakından tanıdığınız daha başka ayarlayıcı modelleri de vardır. Örneğin düşük debilerde ayar işlevine sahip ayarlayıcıların yanı sıra; entegre pilot kumanda tertibatlı mini tip ünitelerle ve hatta yekpare tip standard modellere bile rastlayabilirsiniz. Ana besleme hatlarında kullanılan ve filtre/süzgeç mahfazaları içine sabit monteli olarak yerleştirilmiş ayarlayıcılar da mevcuttur.

8.34 Tahliye valflerinin basınç ayarlayıcıları içine sabit monteli olarak yerleştirilmesiyle ayarlayıcıların bu göreve sahip olmasının sağlanması için uygulanan çeşitli yöntemler vardır. Genellikle basınç tahliye özelliğine sahip olan ayarlayıcılar, sadece tali basınç hattında, düşük debideki aşırı basınç birikimlerini tahliye edebilirler. Çok yüksek debide aşırı basınç birikimlerinin meydana geldiği bir hatta kesinlikle ayrı bir tahliye valfi veya içinde uygun ölçülere sahip sabit monteli bir tahliye valfi bulunan bir ayarlayıcı kullanılmalıdır. Bununla beraber; regülatörden ayrı olarak yerleştirilmiş bir basınç tahliye valfinin, ayarlayıcı ayar basınç değerlerinin biraz üzerindeki

Şekil 8-7. Ayarlayıcı tahliye giriş çıkışları



basınçlarda çalışabilmesini sağlamak üzere ayarlanabilmesi güç bir iş olduğu için; bu tip uygulamaların çoğunda, tahliye valfi işlevine sahip ayarlayıcı kullanılması arzu edilir.

8.35 Şekil 8-7, basit bir ayarlayıcıda hava tahliyesinin sağlanması için yaygın olarak kullanılan iki ayrı yöntemi göstermektedir. *Gövdeden tahliye* tipinde (A), diyafram ve supap izleme elemanının yukarı itilmesi, tali hat basıncında meydana gelen herhangi bir artışla sağlanır. Bu basınç artışı, çıkış hücresinden başlayan ve doğrudan sızdırmazlık elemanı içinden geçerek dışarı açılan bir kanalı açar.

8.36 *Başlıktan tahliye* tipinde (B) ise, ayarlayıcının istenen çalışma basıncına ayarlanması her zamanki işlemlerin yapılmasıyla gerçekleştirilir. Tahliye kanalı, diyafram valf izleme elemanı içinde

yer alır. Diyaframın üzerindeki yay basıncı, normalde bu kanalı sürekli olarak kapalı durumda tutar. Ancak, tali hatta meydana gelen herhangi bir yük, diyaframın yerinden oynayarak yukarı kalkmasına neden olur ve bu da, tahliye kanalını açmak suretiyle gerekli basıncın dışarı atılmasını sağlar.

8.37 Belli bir uygulama için, yüksek debide hava tahliyesi yapabilme özelliğine sahip bir basınç ayarlayıcısı kullanılır. Bu ayarlayıcı, çeşitli aksam ve parçalarda mevcut olabilecek çapak ve pislikleri üfleyerek dışarı atacak hava hortumlarıyla donatılmıştır. ABD'deki eyalet kanunlarından biri; çapakların basınçlı hava üflemek suretiyle dışarı atılması için bir hava hortumu kullanıldığı takdirde, püskürtme memesi (nozül) basıncının 2 bar değerini geçmemesi gerektiğini hükme bağlamıştır. Bu özel basınç ayarlayıcısı, meme ucunun yanlışlıkla bir kişi ya da cisme doğru çevrilmesi halinde meydana gelebilecek tehlikeli bir basınç artışının bir yaralanma veya hasara neden olabilme ihtimali mevcut olduğu takdirde fazla basıncı tahliye edebilecek vasıfta, tamamen kapalı bir ünitedir.

UYARI: Basınçlı hava tehlikeli olabilir. Bu bakımdan kullanırken çok dikkatli olunuz ve fabrikada uygulanan emniyet tedbirlerinin tümüne uygun olarak hareket ediniz.

8.38 Yukarıda belirtildiği üzere, ayarlayıcılar, aynı temel özellikleri çok sayıda değişik biçimde biraraya toplayabilir. Örneğin devamlı bir hava tahliye hattının her zaman bir tahliye valfi içinden geçmesi gerekmez. Bunun yerine, diyafram içine delinmiş küçük bir delik de aynı işi görür. Keza, sadece bir tek sıkı ayar yayı kullanmak yerine, daha yumuşak yaylardan iki veya üç tanesi birarada kullanılarak daha iyi bir ayarlama elde edilebilir. Tahliye kanalları, isteğe göre tam veya kısmi akış sağlayabilecek biçimde tasarlanabilir.

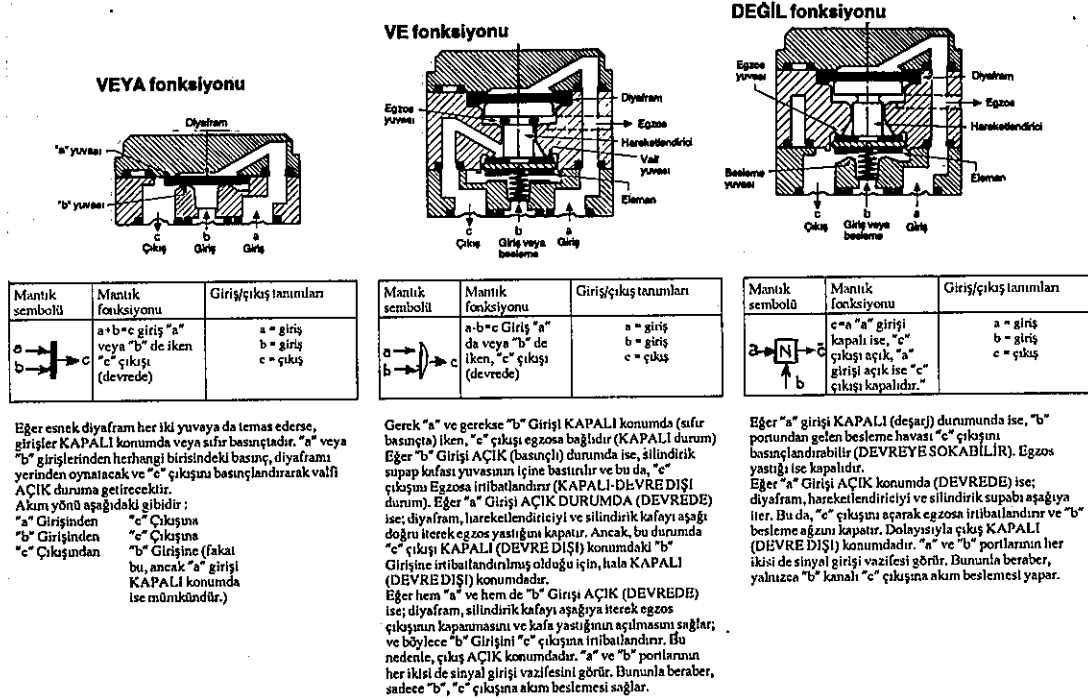
8.39 Tipi veya tasarımı ne olursa olsun, bir ayarlayıcının basınç veya mekanik ayarlarını yaparken şu kurallara uyunuz :

- Ayarlayıcının, ayara konu akış kapasitesi için yeterli büyüklükte olduğundan emin olunuz.
- Ayarlayıcıyı daima, istenen çıkış basıncının sürekli olarak girişteki basınç ve debi şartlarına göre korunabilmesini sağlayacak biçimde ayarlayınız.
- Bir ayarlayıcının istenen performansı verememesi halinde; yenisiyle değiştirme yoluna başvurmadan önce, karakteristik çalışma özelliklerini ve özellikle anma basınç aralığını kontrol ediniz.
- Söz konusu uygulamada iyi verim veremeyen bir ayarlayıcıyı seçmeyiniz.
- Bir ayarlayıcının değişik bir imalatçının ürünü olan yeni bir ayarlayıcıyla değiştirilmesi söz konusu olduğunda, bu yeni ayarlayıcının eskisi ile benzer çalışma özelliklerine sahip olduğundan emin olunuz.

Mantık Fonksiyonları

8.40 Bir pnömatik sistemdeki hava akışının ayar veya kontrolünü sağlamak için uygulanabilen diğer bir yöntem de, röleli devre anahtarlarından oluşan bir elektrik devresine bir devre oluşturmak üzere düzenlenmiş küçük veya mini pnömatik valflerin kullanılmasını içerir. Bu pnömatik devreler *mantık fonksiyonları* adıyla bilinir ve ancak belli bir sırada birtakım işlemlerin meydana gelmesinden sonra, bir hareketlendiricinin devreye girebilmesini sağlayacak şekilde tasarlanır. Bir pnömatik devreye mantık fonksiyonu denebilmesi için, en az iki etkinin var olması gerekir. Eğer bir pnömatik sistemde yalnızca bir tek valfin çalışmasıyla bir silindirin harekete geçmesi sağlanıyorsa, bu sistem

Şekil 8-8. Mantık fonksiyonları



bir mantık fonksiyonu olarak kabul edilemez.

8.41 Örneğin bir zımba presinin operatörü, makina çalışmakta iken, her iki elini de prestenden uzak tutmak zorundadır. Bunu yapabilmek için, operatörün birini sol eliyle diğerini de sağ eliyle olmak üzere, aynı anda iki valfe kumanda etmesi gerekir. Her iki valfin de devreye girmesi halinde, pres çalışacaktır. Bunun dışında, eğer bir makinanın birden fazla yerden kumanda edilerek çalıştırılması emniyetli ve gerekli ise, işlem sırası kontrol valflerini birbirleriyle irtibatlı olarak kullanarak, herhangi bir valfi harekete geçirmek suretiyle makinanın çalıştırılabilmesi sağlanır.

8.42 Mantık fonksiyonları değişik biçimlerde düzenlenebilir. Basit yapıdaki valfler, istenen sonuçların elde edilebilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilebilir veya birbirleriyle mekanik olarak irtibatlandırılabilir; yahut daha karmaşık yapıda bir tek valf tertibatı kullanılabilir. Bir ünitenin manifolduna fişli bağlantı ile irtibatlandırılabilen genellikle daha verimli kontrol devreleri bağlanabilir.

8.43 Bir mantık devresi bileşenleri, esas itibarıyla şu üç mantık fonksiyonunu yerine getirmek üzere tasarlanır: VEYA, VE ve DEĞİL. Bu işlevleri yapabilecek biçimde belli bir imalatçı tarafından üretilmiş olan valfler Şekil 8-8'de gösterilmiştir. VEYA ve DEĞİL fonksiyonlu valflerin birbirine benzer üniteler olduğuna; bununla beraber DEĞİL fonksiyonlu valfte ilave olarak bir de orta konum bulunduğu dikkat ediniz. Her bir valf resminin altında, söz konusu valfin çalışma prensibini yansıtan karakteristik özellikleri açıklanmıştır. Pnömatik sistem elemanlarının yerine getirebileceği diğer mantık fonksiyonları da vardır. Ancak bu fonksiyonlar karmaşık özellikler gösterdikleri için, bu kitapta ayrıntılı olarak incelenmemiş; fakat sadece bilginiz olması bakımından isimleri belirtilmiştir.

144 Programlı Alıştırmalar

8-9. İlk zamanlar "özel tip" olarak nitelendirilen hassas ayarlayıcılar, günümüzde artık bazı imalatçıların _____ üretimi haline gelmiştir.	8-9. STANDARD Bkz. 8.25, Şekil 8-4
8-10. Bir hassas ayarlayıcıda sürekli hava tahliyesi, diyaframın _____ önler.	8-10. DEĞİŞİKLİĞE UĞRAMASINI Bkz. 8.26
8-11. Erişilemeyen bir yerdeki hava basıncını ayar etmenin en iyi yolu, bir _____ ayarlayıcı kullanmaktır.	8-11. PİLOT KUMANDALI Bkz. 8.30
8-12. Pilot kumandalı ayarlayıcılar, _____ pilot sistem havasına ihtiyaç gösterir.	8-12. AYARLI Bkz. 8.31
8-13. Yüksek hacimli bir hatta mevcut hava basıncı, bir _____ kullanmak suretiyle ayar edilebilir.	8-13. PİLOT KUMANDALI AYARLAYICI veya YÜKSELTİCİ (SERVO) YÖLVERİCİ Bkz. 8.32
8-14. Basınç tahliye özelliğine sahip ayar valfleri, genellikle, sadece _____ hava akışının kontrolünü sağlamak için yapılırlar.	8-14. DÜŞÜK DEBİDE Bkz. 8.34
8-15. Hava tahliye tertibatlı ayar valflerinin tahliye kanalları, ya valf gövdesinde ya da _____ kısmındadır.	8-15. BAŞLIK Bkz. 8.35, 8.36, Şekil 8-7
8-16. Pislik ve çapakları basınçlı hava üfleyerek gidermek için kullanılan hava hatlarında, _____ bar'lık meme basıncında havayı dışarı atabilen özel bir regülatöre ihtiyaç vardır.	8-16. 2 Bkz. 8.37

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 8-1 Bir pnömatik sistemde mevcut tüm basınç kontrollerinin ana amacı:
- ☐ a) Sarsıntıları gidermektir.
- ☐ b) Pnömatik darbeyi önlemektir.
- ☐ c) Hava debisini sınırlamaktır.
- ☐ d) Hava basıncını sınırlamaktır.
- 8-2 Bir pnömatik sistemde, bir basınç ayar valfi için en iyi yer neresidir?
- ☐ a) Bir hava istasyonu
- ☐ b) Bir kompresör
- ☐ c) Tank
- ☐ d) Ana dağıtım hattı
- 8-3 Aşağıdaki valf tiplerinden hangisi, basınçlı havaya, pnömatik sistemde emniyetli ve en büyük basınç elde edilebilmesini sağlayacak biçimde sınırlandırır?
- ☐ a) Kısma valfi
- ☐ b) Emniyet valfi
- ☐ c) Kapatma valfi
- ☐ d) Tahliye valfi
- 8-4 Basınç tahliye valfleri, genellikle hangi basınç seviyesinde açmak üzere ayarlanır?
- ☐ a) Emniyet valfi ayar değerinin üzerinde
- ☐ b) Kontrol valfi ayar değerinin üzerinde
- ☐ c) Kontrol valfi ayar değerinin altında
- ☐ d) Hareketlendirici valfi ayar değerinin altında
- 8-5 Bir tahliye valfi, ilk olarak hangi basınçta açar?
- ☐ a) Maksimum basınçta
- ☐ b) Anma basıncında
- ☐ c) Açma basıncında
- ☐ d) Yuvasına oturduğu basınçta
- 8-6 Aşağıdaki tahliye valfi tiplerinden hangisi en pürüzsüz biçimde tahliye kontrolü sağlar?
- ☐ a) Diyaframli tip
- ☐ b) Bilyalı silindirik tip
- ☐ c) Pistonlu silindirik tip
- ☐ d) Emniyet tipi
- 8-7 Diyaframli basınç ayar valfi çalışmakta iken,
- ☐ a) tamamen açılır ve kapanır.
- ☐ b) hava akış yönünü tersine çevirir.
- ☐ c) havanın atmosfere tahliyesini sağlar
- ☐ d) hafif bir basınç değişikliği sağlar.
- 8-8 Aşağıdakilerden hangisi olmaksızın, pilot kontrollü ayarlayıcıların çalışması mümkün değildir.
- ☐ a) Ana hat basıncı
- ☐ b) Kontrollü pilot sistem havası
- ☐ c) Otomatik kontrolü devreden çıkaran bir hidrolik tertibat
- ☐ d) Bir emniyet valfi
- 8-9 Yüksek hacimli bir hava hattını ayar etmek için aşağıdaki valf tiplerinden hangisi kullanılır?
- ☐ a) Emniyet valfi
- ☐ b) Diyaframli hassas tip
- ☐ c) Yükseltici (servo) yolverici
- ☐ d) Silindirik kafalı hassas tip
- 8-10 ABD Federal Yasasına göre, basınçlı hava üfleme suretiyle çapak ve pislikleri almak için kullanılan hava hortumlarının meme (nozül) basıncı aşağıdaki değerlerden hangisini geçmemelidir?
- ☐ a) 1 bar
- ☐ b) 2 bar
- ☐ c) 3 bar
- ☐ d) 4 bar

Ders Özeti

Bir pnömatik sistemde, boruların ve diğer sistem aksamının emniyet altına alınabilmesi için, sistem hava basıncının kontrolü kesinlikle şarttır. Basınç tahliye ve emniyet valfleri, önceden ayarlanmış olan sınır değerine ulaşıldığında fazla havayı atmosfere atmak suretiyle, muhtemel hasarları önler. Basınç ayar (kontrol) valfleri, hava debisini kontrol ederek veya sınırlandırarak, doğru çalışma basıncının elde edilebilmesini mümkün kılar.

Tahliye valfleri, basınç arttıkça açılır. Bu valflerin silindirik kafalı ve diyaframlı tipleri mevcuttur. Diyaframlı valfler silindirik valflere kıyasla daha hızlı açılır ve genellikle, büyük debilere sahip ya da düzgün bir tahliye kontrolü gerektiren uygulamalar için kullanılır. Tüm tahliye valflerinde açma basıncı, yayın sıklığı ve yay üzerinde etki eden çekme kuvveti ile belirlenir.

Ayar valfleri ise, tahliye valflerinin aksine, çıkış basıncı arttığı zaman kapanır. Birçok basınç ayarlayıcısı, bazı değişiklikler yapılarak özel vasıflara sahip ünitelere dönüştürülebilir. Ayarlayıcının hat dışında bir başka yere yerleştirilmesini gerekli kılan durumlarda, bir uzaktan kumanda tertibatı kullanılır. Büyük debi değerlerine sahip bir hava hattının ayarı söz konusu olduğu takdirde ise, genellikle sisteme bir yükseltici (servo) yolverici dahil edilir. Özellikle düşük debilerdeki hava akımının ayarı ve diğer özel gereksinimler için uygun, değişik modeller de mevcuttur.

Karmaşık yapıdaki kontrol sistem ihtiyaçlarını basitleştirmek için; bazı durumlarda, mantık fonksiyonu olarak bilinen bir devre oluşturmak üzere çok sayıda mini pnömatik valften meydana gelen bir düzenleme yapılır. Belli bir işlemi tamamlamak için birden fazla valfin devrede olmasını gerektiren durumlarda, mantık fonksiyonları kullanılır.

Uygulamalar

- 8-1. Çalıştığınız sanayi tesisinin pnömatik sisteminde hava basıncını sınırlamak için, ne tip kontroller kullanılmaktadır? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.
-
- 8-2. 8-1 no.lu uygulamada sırasıyla belirttiğiniz kontrol elemanları, sistem içinde nerelere yerleştirilmiştir? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.
-

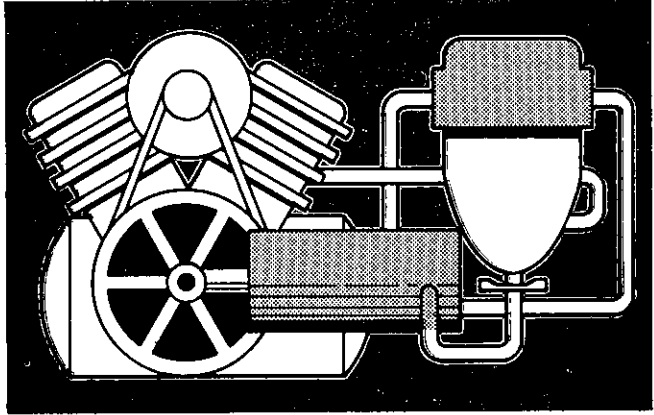
Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|---|--|
| 8-1. d. Hava basıncını sınırlama-tır.
Bkz. 8.01 | 8-6. a. Diyaframlı tip.
Bkz. 8.14 |
| 8-2. a. Bir hava istasyonu.
Bkz. 8.03 | 8-7. d. Hafif bir basınç değişikliği
sağlar. Bkz.8.23 |
| 8-3. b. Emniyet valfi. Bkz. 8.04 | 8-8. b. Kontrollü pilot sistem
havası. Bkz. 8.31 |
| 8-4. b. Kontrol valf ayar değerinin
üzerinde. Bkz.8.07 | 8-9. c. Yükseltici (servo)
yolverici.Bkz. 8.32 |
| 8-5. c. Açma basıncında.
Bkz. 8.10 | 8-10. d. 2 bar. Bkz. 8.37 |

Temel Pnömatik

Dokuzuncu Ders

Pnömatik Silindirler



Dokuzuncu Ders

Pnömatik Silindirler

Konular

Pnömatik Silindirler
Çift Etkili Silindirler
Tek Etkili Silindirler
Çift Pistonlu Silindirler

Silindir Yapısı
Piston kolu Yatakları
Silindir Montajı
Silindir Seçimi
Yastıklama

Pnömatik Silindirler

9.01 Pnömatik silindirler, basınçlı havanın basıncını ve hareketini *doğrusal* bir mekanik kuvvete (eksenel baskı *kuvveti* de denir) ve harekete dönüştüren ünitelerdir. ("Dönme" hareketi ise, pnömatik motorlar ve döner hareketlendiriciler (aktüatörler) tarafından meydana getirilmekte olup; bu konu, Onuncu Ders kapsamında yer almaktadır.) Silindirin bir ucundan giren basınçlı hava, pistonun hareket etmesine neden olur. Bu hareket, piston kolu vasıtasıyla iletilir ve mekanik bir kuvvet ortaya çıkarır. Piston üzerinde etki eden basınç ne kadar yüksekse, elde edilen mekanik kuvvet de o kadar büyük olur. Pistonun hareketi ve kuvveti birleşerek bir iş yapar. Akışkanın (Dersimizin konusu itibarıyla havanın) debisi, pistonun hızını ve keza pnömatik çıkış gücünü belirleyen bir faktördür.

9.02 Değişik uygulamalar için, birçok standard ve özel pnömatik silindir imal edilmektedir. Bunlar; tek ve çift etkili, çift pistonlu, ve çift piston kollu (biyelli) silindirleri içine alır. Standard silindirlerin birtakım değişiklikler yapılarak üretilen özel tipleri mevcut olup, bunların herbiri kendi özel adı ile bulunur. Bununla beraber, tüm silindirler benzer elemanlara ve yine benzer biçimlerde çalışan bir göreve sahiptir.

9.03 Pnömatik silindirlerin çoğu çelik veya pirinç borulardan yapılmış olup, iç yüzeyleri pürüzsüz bir satıh elde edilebilecek biçimde hassas olarak işlenmiştir. Silindir iç yüzeyleri, aşınma ve korozyonun azaltılmasına yardımcı olmak üzere krom kaplama da olabilir. Silindirin biyel ve kapak tarafları da çelik veya pirinç malzemeden yapılır ve bu kısımlar, dış çekilmiş çubuklar veya civatalar vasıtasıyla yerlerine tesbit edilebildiği gibi, silindire de kaynatılabilir.

9.04 Pistonlar genellikle yüksek kaliteli demir veya çelik döküm malzemeden yapılır; ve korozyona karşı dayanıklılık sağlamak ve daha uzun bir çalışma ömrü kazandırmak amacıyla yüzeyleri krom kaplama olabilir. Piston keçeleri, kalıplanarak şekil verilmiş kauçuğa benzer malzemelerden, "O" halkalardan veya köseleden yapılır. Piston kolları (biyeler) ise, normal veya paslanmaz çelikten imal edilir. Normal çelik malzeme kullanılması halinde, biyel yüzeyleri genellikle kaplanmıştır. Bir pnömatik silindirin metal ve metal olmayan yüzeylere sahip olması nedeniyle, daha uzun bir hizmet ömrü elde etmek için yağlamaya gerek vardır.

Bir sanayi tesisinde, basınçlı hava birçok amaca hizmet eder. Genellikle, makinalarda biriken pislik ve çapakları üfleyerek gidermek için sıkça kullanılır. Ayrıca; lastik şişirme, boya püskürtme, pnömatik güç gerektiren küçük aletlerin çalıştırılması için de kullanılabilir. İletim (konveyör) hatlarındaki yön kontrol sürgülerini kaydıran, kapıların kapanmasını veya iş parçalarının bir mængenede sıkıştırılmasını sağlayan pnömatik silindirleri harekete geçirmek için de basınçlı hava sık olarak kullanılır. Herhangi bir işin yapılması için bir pnömatik silindir kullanıldığı takdirde; silindirin en az bakım gerektirecek ve güvenilir bir biçimde çalışması kesinlikle şarttır.

Pnömatik silindirleri gerektiği gibi bakım yapmak suretiyle sürekli iyi durumda muhafaza edebilmek için; çalışma prensiplerini ve yapılarını çok iyi anlamış olmanız gerekir. Bu Ders kapsamında, hava silindirinin yapısı ve bir silindirin meydana getirebileceği kuvvet miktarını hesaplamak için kullanılan yöntemler incelenmektedir. Bir silindirin nasıl bir yapıda olduğu ve kuvvet veya enerjiyi nasıl meydana getirdiği hakkında bilgi sahibi olmak; silindirin arıza yapması halinde, arıza nedenlerini belirleyebilmeyi sağlayabilir. Bu bilgi, işletme sorunlarını çözümlenebilmek için gerekli ayarların yapılmasında da yardımcı olur.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

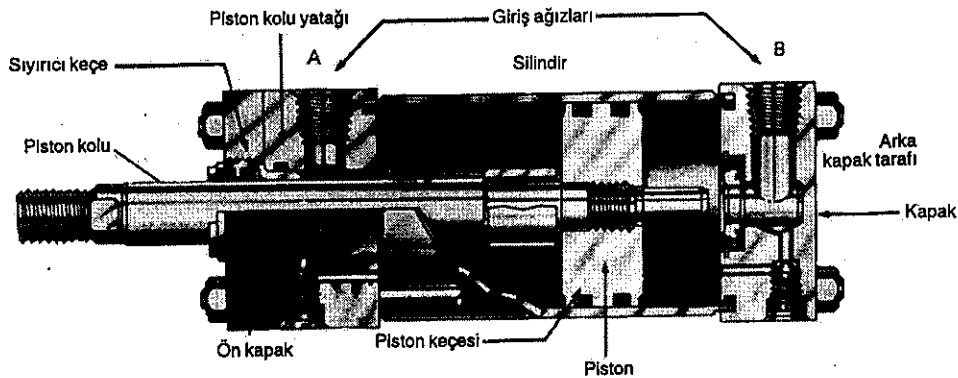
Çift etkili silindir	(9.06) : Her iki hareket yönünde de pnömatik kuvvet elde edebilen bir silindir.
Çift piston kollu (veya çift taraftan kollu) silindir	(9.08) : İleri geri hareket edebilen ve her iki hareket yönünde de eksenel baskı kuvveti sağlayabilen tek pistonlu bir silindir
Tek etkili silindir	(9.10) : Yalnızca bir yönde güç strokuna sahip olan bir silindir
Çift pistonlu silindir	(9.15) : Herbiri bağımsız hareket edebilme kapasitesine sahip iki piston ihtiva eden bir silindir
Kapasite katsayısı (C _v)	(9.38) : Bir kontrol valfinin bir silindire bağlı olarak sahip olduğu hava kapasitesi

Çift Etkili Silindirler

9.05 Tipik bir çift etkili silindirin ana parçaları Şekil 9-1'de gösterilmiştir. Bu parçaların şekli ve monte edilmesi için kullanılan yöntemler, değişik imalatçılara göre ufak tefek farklılıklar gösterebilir. Farklı uygulamalarda verimlerini yükseltmek için, birçok silindire bazı özel değişiklikler ilave edilir. Pnömatik silindirler hidrolik silindirlere benzemekle beraber; aralarında bir tek fark mevcut olup, o da şudur: Pnömatik silindirler, havanın tanka geri gönderilmesi için hava hatları kullanımını gerektirmez.

9.06 Şekil 9-1'de gösterilen *çift etkili* silindir, her iki hareket yönünde de pnömatik kuvvet meydana getirebilir. Hava, silindirin biyel tarafındaki A giriş ağzından içeri yönlendirildiğinde, piston sağa hareket eder. Silindirin kapak tarafındaki hava ise B ağzına doğru itilir ve bu kanalla dışarı atılır. Havanın B ağzından geçerek içeri doğru yönlendirilmesi halinde ise, piston sola hareket eder ve piston kolu tarafındaki hava A kanalıyla dışarı atılır. Uygulamaya bağlı olarak, çıkış kanalı ya silindir üzerine ya da yön kontrol valfi içine yerleştirilmiş olabilir.

Şekil 9-1. Çift etkili bir pnömatik silindirin parçaları

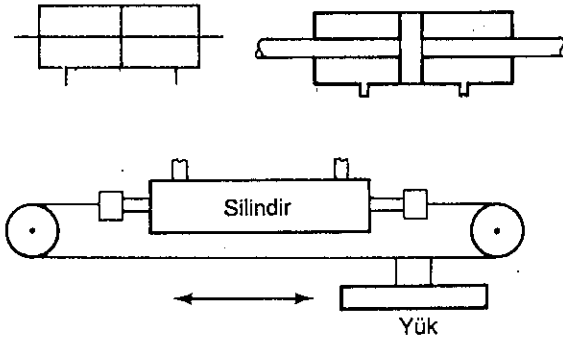


9.07 Piston kolu ile pistonun birleşme yüzeyine eşit bir kesit kaybının meydana gelmesi kaçınılmaz olduğu için; piston kolu tarafındaki yüzeyi üzerine etki eden eksenel baskı, kapak tarafındaki yüzeyine kıyasla daha azdır. Dolayısıyla, pistonun sola doğru hareket etmesi halinde meydana gelen eksenel baskı kuvveti, sağa hareket durumuna kıyasla daha büyüktür. Standard tip pnömatrik silindirlerin çoğu çift etkilidir.

9.08 Çift etkili silindirin değişik tasarımıdaki bir başka tipi, Şekil 9-2'de gösterildiği gibi, silindirin her iki ucundan dışarı doğru uzayabilen bir piston koluna sahiptir. Bu tipe, *çift piston kollu* veya *çift kollu* silindir adı verilir. Bu silindirde, pistonun yüzey alanı her iki tarafta da aynıdır ve dolayısıyla her iki hareket yönünde elde edilebilen baskı kuvveti eşittir.

9.09 Çift piston kollu bir silindir, her iki yönde veya silindirin her bir tarafında piston hareketine ihtiyaç gösteren ve sadece sınırlı bir kullanım alanının mevcut olduğu bir uygulamada kullanılır. Bu tip bir silindirde, silindirin her iki tarafında da birer piston kolu yatağı ve sızdırmazlık elemanları kullanılması gereklidir. Bir parçanın ileri-geri hareketi, Şekil 9-2'de gösterildiği gibi, çift taraflı bir silindir kullanmak suretiyle sağlanabilir. Ayrıca, tek piston kollu bir silindire monte edilemeyen eksantrik valflerin veya sınır şalterlerinin monte edilebilmesi için, aşırı uzun bir piston kolu da kullanılabilir.

Şekil 9-2. Çift kollu silindir



Tek Etkili Silindirler

9.10 Çift etkili silindirlere kıyasla, *tek etkili* silindirler çok daha değişik modeller halinde imal edilmekte olup; bunların bazıları Şekil 9-3'de gösterilmiştir. Tek etkili silindirde, sadece bir hareket yönünde güç stroku mevcuttur ve bu, genellikle piston kolunun dışarı doğru veya ileri hareketi esnasında elde edilir. Pistonun silindir kapağı tarafındaki yüzeyi daha geniş olduğu ve bu nedenle daha büyük bir kuvvetin elde edilebilmesine imkan

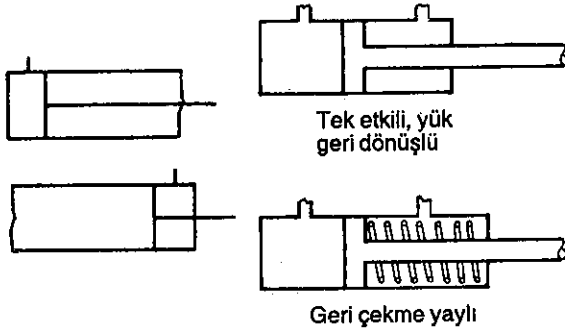
sağladığı için, strok seçimi tamamen tasarımcının kararına bağlı olan bir konudur. İş tamamlandığında, pistonu tekrar ilk konumuna getirmek için yük veya başka bir dış kuvvet kullanılır. Silindir çalışırken, atmosfer basıncındaki havanın silindir içindeki boşluğu doldurabilmesini sağlamak için, silindirin ölü tarafına küçük bir hava filtresinin yerleştirilmesi gerekir. Bu, piston keçelerinin ve piston kolu yatağının kuruyup bozulmalarını önler ve keza, bir hava kilitlemesinin meydana gelmesini de engeller.

9.11 Eğer basınçlı hava, kapak tarafı (veya ölü taraf) yerine pistonun kol tarafına yönlendiriliyorsa; içeri doğru (piston kolunun silindir içine girmesini sağlayacak biçimde) meydana gelen hareket stroku, güç stroku olur. Bu tür bir uygulama bakımından bu silindir, "çekme tipi" silindir adını alır.

9.12 Geri çekme yaylı silindir : Bir dahili yay ile donatılmış, değişik bir tek etkili silindir modelidir. Silindirin içine yerleştirilmiş olan yayın, güç stroku tamamlandıktan ve basınçlı hat içindeki havayı dışarı atabilecek kuvvette olması yeterlidir. Genellikle yay, ağır bir yükün geri getirilebilmesini sağlayacak kadar büyük değildir.

9.13 Geri çekme yaylı silindirlerin gövdesi, aynı strok mesafesine sahip çift etkili silindirle-

Şekil 9-3. Tek etkili silindirler



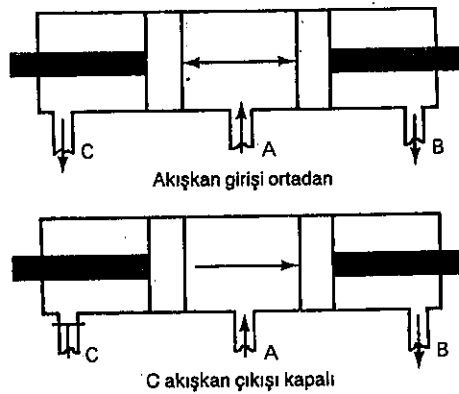
çubuğunun silindir içine girme hızını kontrol eder. İlâveten, bu kısıtlama, çabuk geri dönüş nedeniyle silindirin darbe ve sarsıntılara maruz kalmasını da önler. Çoğu defa bu kısıcı, ana amacı bu olmamakla birlikte, silindirin bir amortisör gibi hareket ederek darbeleri sönmüleyebilmesini sağlar.

Çift Pistonlu Silindirler

9.15 Çift pistonlu silindir, çift taraftan piston kollu bir silindire benzer. Ancak, çift pistonlu silindirde, ileri-geri hareketli bir piston yerine, birbirinden bağımsız olarak hareket eden iki piston vardır. Uygulamaya bağlı olarak, pistonlar ayrı olarak ya da tandem düzeninde (sırsırtı) hareket edebilir. Şekil 9-4'de gösterildiği gibi; B ve C ağzlarının atmosfere açık durumda olması şartıyla, basınçlı hava A ağzından içeri girdiğinde, pistonlar birbirinden uzaklaşacak biçimde hareket eder.

Basınçlı havanın B ve C ağzlarından geçerek silindir içine girmesi halinde ise, pistonlar birbirine bitişir. C ağzı kapalı ve B ağzı açık durumda iken basınçlı hava A ağzından içeri girdiği takdirde, yalnızca sağdaki piston hareket eder. Soldaki piston ise, B ağzını kapatmak ve C ağzını açmak suretiyle harekete geçirilebilir. Buna ilâveten, sürekli bir çevrimde pistonlardan birinin diğerinden önce hareket edebilmesini sağlamak üzere, pistonlar yön kontrol valfleriyle kontrol edilebilir.

Şekil 9-4. Çift pistonlu bir silindir



rinkine kıyasla daha uzundur. İlâve uzunluğa, yayın yataklanması için gerek vardır. Belli bir uygulama için ihtiyaç olunan yayın tipi ve mukavemeti, genellikle imalatçı tarafından seçilir. Zaman zaman, dahili yay yerine bir harici yay da kullanılabilir.

9.14 Birçok tek ve çift etkili silindir, dışarı atılan hava debisinin kontrolünü sağlayan kısma valfi ile donatılmıştır. Bu valf, kendi içinden geçerek silindirden dışarı atılacak hava miktarını kısıtlar ve böylece, piston

152 Programlı Alıştırmalar

9-1. Pnömatik silindirler, basınçlı havanın basıncını_____ hareket'e veya eksenel baskı kuvvetine dönüştürür.	9-1. DOĞRUSAL Bkz. 9.01
9-2. Silindirin hızı, hava _____ tarafından belirlenir.	9-2. DEBİSİ veya m ³ /dak DEĞERİ Bkz. 9.01
9-3. Bir silindirin daha iyi bir _____ ne sahip olabilmesi için, yağlanması gerekir.	9-3. HİZMET ÖMRÜ Bkz. 9.04
9-4. Pnömatik silindirler, hidrolik silindirlere benzer; fakat _____ hava hatlarına ihtiyaç GÖSTERMEZLER.	9-4. DÖNÜŞ Bkz. 9.05
9-5. Çift etkili bir pnömatik silindir (bir/iki) yönde kuvvet etkisi oluşturabilir.	9-5. İKİ (hem içeri ve hem de dışarı hareket strokunda) Bkz. 9.06, Şekil 9-1
9-6. Çift etkili bir silindirin içeri hareket (geri çekilme) stroku, dışarı hareket (uzama) strokuna kıyasla _____ güce sahiptir. (daha fazla/daha az)	9-6. DAHA AZ (çünkü pistonun yüzey alanı, kısmen piston kolu tarafından kaplandığı için daha küçüktür) Bkz. 9.07
9-7. Sadece bir hareket yönünde güç strokuna sahip olan bir silindire _____ silindir denir.	9-7. TEK ETKİLİ Bkz. 9.10, Şekil 9-3
9-8. Bir silindirde piston kolunun (çubuğunun) geri çekilme hızı, genellikle _____ sağlayan bir kısma valfi vasıtasıyla kontrol altında tutulur.	9-8. DIŞARI ATILAN HAVA DEBİSİNİN KONTROLÜNÜ Bkz. 9.14

Silindir Yapısı

9.16 Bu Derste daha önce öğrenmiş olduğunuz gibi, silindir gövdeleri ve kapakları genellikle çelik veya pirinç malzemeden imal edilmekte ve değişik stillerde yapılmaktadır. Özellikle ağırlığın önemli bir faktör olduğu durumlarda, pnömatik silindirlerin bazıları alüminyumdan da yapılabilir. Endüstriyel uygulamalar ile ilgili kullanılan silindirlerin çoğunda, kafa veya kapak kısımları, dört veya daha çok sayıdaki gergi çubukları vasıtasıyla silindir gövdesine tesbit edilir. Bu gergi çubukları, saplama veya uzun civatalar şeklinde olabilir.

9.17 Kafa kısımlarının gövdeye vidalı bağlantı yöntemiyle tesbit edilmiş olan silindirler, gıda sanayi makinaları ve paketlenme ekipmanlarında yaygın olarak kullanılır. Silindir kapakları vidalı bağlantı tipinde olduğu için, bu silindirler, kolaylıkla temiz tutulabilecek düzgün bir şekle sahiptir. Ayrıca, fazla yer işgal etmedikleri için alandan tasarruf imkanı sağlar ve çıkıntılı köşeleri veya civataları yoktur.

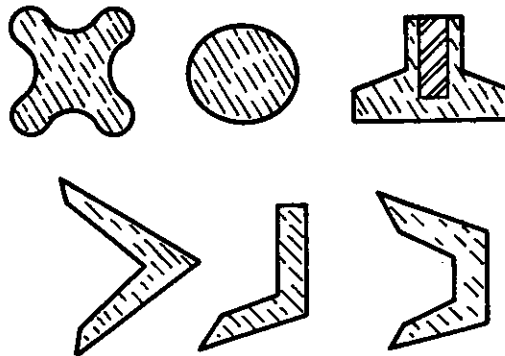
9.18 Kaynak bağlantılı tek parçalı silindirler, vidalı bağlantı tipdekilere benzer bir yapıdadır. Bu yekpare silindirler, iş makinalarında, tarım ekipmanlarında ve çok seyrek silindir onarımına ihtiyaç gösteren diğer seyyar ekipmanlarda kullanılır. seri imalat esasına göre ekonomik olarak üretilen bu tip silindirler aşınma ve yıpranmaya uğradıkları zaman, derhal ıskartaya ayrılır ve yerlerine yenileri yerleştirilir.

9.19 Tüm parçaların ve tesbit cihazlarının olumlu bir konumda muhafaza edilebilmelerini sağlamak için, bağlama ve tesbit aparatlarında kullanılan silindirlerin piston kolları kesinlikle dönme hareketi yapmamalıdır. Piston kolu dönmesine karşı getirilen bu tür bir kısıtlama, diğer uygulamalar için de geçerli olabilir. Piston kollarının dönmesini önlemek için, bu elemanlar özel olarak şekillendirilir (kare kesitli veya düz kısımları bulunabilir) yahut silindirin iç veya dış kısmına, dönmeyi önleyici bir mekanizma yerleştirilir.

9.20 Pnömatik silindirlerde, çeşitli piston keçeleri vs. gibi sızdırmazlık elemanları kullanılmakta olup bunların bazıları Şekil 9-5'de gösterilmiştir. En sık kullanılan piston keçesi, kalıplanarak şekil verilmiş olan bileşik tip bir keçedir. Genellikle bu sızdırmazlık halkaları, yarı sert kauçuğa benzeyen sentetik malzemelerden yapılır.

İmalatçıya bağlı olarak bu tip keçeler U veya çift V şeklinde olabilir. Özel şekilli kösele keçeler ve o-ringler de bazı uygulamalar için kullanılabilir. Kösele keçeler, esas itibariyle pistonlu pompalar gibi düşük devirli uygulamalarda kullanılır.

Şekil 9-5. Kalıplanarak şekillendirilmiş piston keçeleri ve sızdırmazlık elemanları kesitleri



Piston Kolu Yatakları

9.21 Piston kolu yatakları; çoklu V, U kovan, kaytan veya yekpare bilezik, parçalı halka veya O-halka tipinde olabilir. Değişik uygulamalar için çeşitli şekiller ve malzemeler mevcuttur. Bir sanayi tesisinde yatak malzemelerinin seçimi genellikle işletme veya bakım mühendisinin sorumluluğundadır.

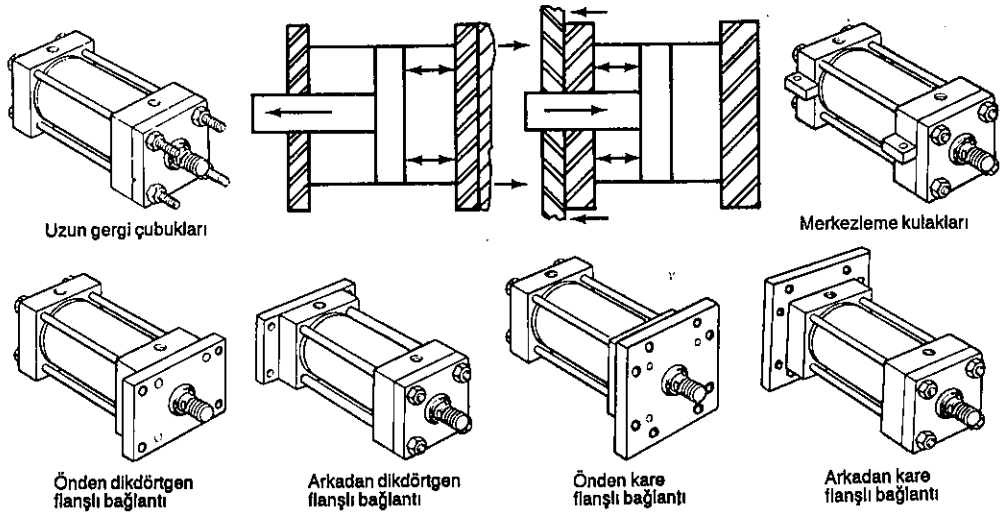
Silindir Montajı

9.22 Silindirler birçok değişik şekillerde monte edilir. Sabit ve mafsallı olmak üzere, iki değişik montaj tekniği vardır. Sabit montaj tekniği de, merkezlenmiş ve merkezlenmemiş montaj olarak iki alt gruba ayrılır.

9.23 Sabit ve merkezlenmiş montaj yöntemi : Şekil 9-6, *Sabit ve merkezlenmiş montaj yöntemi* kullanılarak monte edilmiş olan silindirleri göstermektedir. Bu tip montajda, kuvvet, silindirin merkez eksenini boyunca emilir. Montaj, flanşlarla, gergi çubuklarıyla veya merkez eksenini boyunca yerleştirilmiş tırnaklarla yapılabilir. Şekilde gösterildiği gibi, flanş ve gergi çubukları, silindirin her iki ucuna da yerleştirilebilir. Bu montaj biçimi, gerek silindirde ve gerekse silindirin monte edildiği şaside bükülme gerilmelerinin artmasını önler. Ağır hizmet tipi uygulamalar ve uzun strok mesafesine sahip silindirler için, bu yöntem tavsiye edilir.

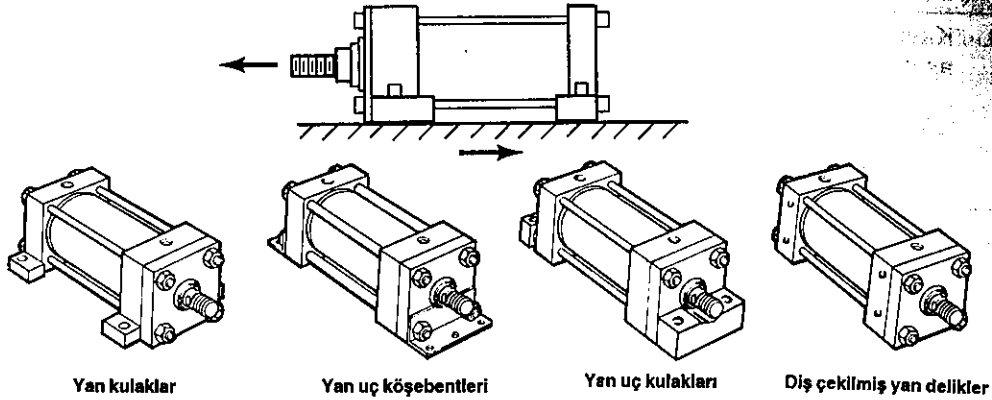
9.24 Ağır hizmet tipi itme veya aksenal baskı gerektiren uygulamalar için, kapak (veya başlık) tarafında kare flanşların kullanılması tavsiye edilir. Çekme veya germe yükleri için, piston kolu tarafında, ön kısımda flanş bağlantı, gergi çubukları veya merkezlenmiş montaj tırnakları vasıtasıyla bağlantı yöntemi tavsiye edilir. Orta hizmet tipi uygulamalar için, dikdörtgen kesitli flanş bağlantılarının kullanılması daha uygundur. Hafif hizmet tipi uygulamalar için ise, Şekilde gösterilen montaj yöntemlerinin herhangi biri kullanılabilir.

Şekil 9-6. Sabit silindirli, merkezlenmiş montaj yöntemi



9.25 Sabit ve merkezlenmemiş montaj yöntemi : *Sabit ve merkezlenmemiş silindir montaj* elemanları, Şekil 9-7'de gösterilmiştir. Bu yöntemle monte edilmiş olan silindirlerde kuvvet, silindirin merkez eksenini boyunca emilmez. Bunun yerine, silindirin içinden doğru merkezden kaçık olarak kuvvet iletimi sağlanır. Bu da, destek yapı içindeki eksantrik yüklerin meydana gelmesine yol açar. silindirlerin yerlerine monte edilmesi için, montaj tırnakları, köşebentleri ve yan yüzeylerde diş çekilmiş delikler kullanılır. Yan montaj tırnaklarıyla yandan bağlama yöntemi, bu grubun en dayanıklı montaj tipi olup; gerek aksenal baskı ve gerekse çekme yükleri için kullanılabilir. Daha sıkı bir montaj sağlamak için, yan montaj tırnakları genellikle dahili kamalı veya yarıklı olarak yapılmıştır. Bazı durumlarda, ön taraf veya piston kolu tarafındaki yatak tutucu plaka uzatılarak bir

Şekil 9-7. Sabit silindirli, merkezlenmemiş montaj yöntemi

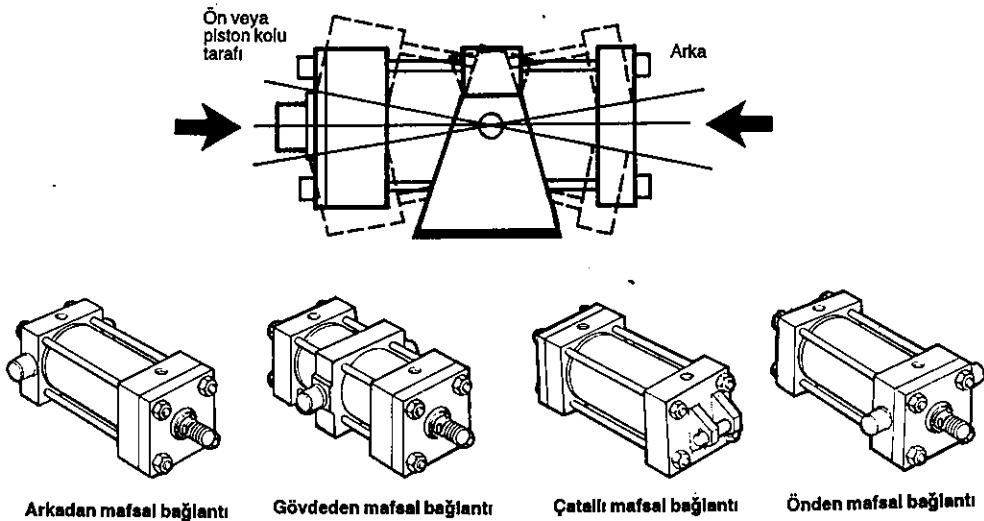


kama oluşturulur. Eğer kamalı tipte yapılmamışlarsa, tırnakların bir uçtan merkez saplaması veya pimi ile merkezlenmiş konumda olmaları gerekir.

9.26 Eğer silindir bir takım tezgahına monte edilmiş ise, tezgah ile silindir arasındaki merkezleme ayarında bozukluk olmamasına özen gösteriniz. Ayrıca, büyük kuvvetlere sahip uygulamalar için, merkezlenmemiş montaj elemanları olan silindirleri kullanmayınız. Yan yüzeyinde dış çekilmiş montaj delikleri veya uç bağlantı elemanları bulunan silindirler, sadece hafif hizmet tipi uygulamalar için tavsiye edilir.

9.27 Mafsallı silindir : Şekil 9-8'de gösterilen tiplerdeki *mafsallı* montaj elemanları, silindirin merkez eksenini boyunca kuvveti emebilme özelliğine sahiptir. Silindir ile silindirin bağlandığı sistem elemanı arasında devamlı ve hassas bir eksenellik ayarı mevcut olacak şekilde çalışırken, silindirin serbestçe veya bir mafsal vasıtasıyla dönme hareketi yapabilmesini gerektiren durumlarda, bu montaj yöntemi kullanılır. Ancak, silindirin bu dönme hareketi sırasında mafsaldan çok uzak bir mesafeye kadar gitmesi önlenmelidir. Aksi takdirde, piston kolunda bükülme olabilir. Bir mafsal

Şekil 9-8. Mafsallı silindir montaj yöntemi



156 Programlı Alıştırmalar

9-9. Endüstriyel tip pnömatik silindirlerin çoğunun piston kolu tarafları veya başlıkları, _____ vasıtasıyla yerlerine tesbit edilir.	9-9. GERGİ ÇUBUKLARI Bkz. 9.16
9-10. Kaynaklı tip yekpare bir silindir aşındığı takdirde, genellikle _____ ve yerine yenisi takılır.	9-10. ISKARTAYA AYRILIR Bkz. 9.18
9-11. Kalıplanarak şekil verilmiş piston sızdırmazlık elemanları veya keçelerinin hemen hemen tümü _____malzemelerden yapılır.	9-11. SENTETİK Bkz. 9.20
9-12. Silindirleri yerlerine monte etmek için kullanılan iki yöntemin adını yazınız. _____ _____	9-12. SABİT montaj MAFSALLI montaj Bkz. 9.22, Şekil 9-6
9-13. Sabit silindir montaj yöntemi, merkezlenmiş ve _____ montaj şekli olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır.	9-13. MERKEZLENMEMİŞ Bkz. 9.22
9-14. Merkezlenmemiş silindirler montaj yöntemi, destek yapısı içinde _____ bir yükleme durumu yaratır.	9-14. MERKEZDEN KAÇIK Bkz. 9.25
9-15. Takım tezgahlarına monte edilmiş oldukları takdirde, pnömatik silindirler, hassas bir _____ gerektirir.	9-15. EKSENELLİK AYARI Bkz. 9.26
9-16. Piston kolunun _____ önlemek için, mafsallı bir silindirin hareketi mutlaka kontrol altında tutulmalıdır.	9-16. BÜKÜLMESİNİ Bkz. 9.27

bağlantılı silindir kullanıldığı takdirde, piston kolunun bükülme veya tutukluk yapmasını önlemek için, silindirin piston kolu tarafının da mafsallı bağlantılı olması şarttır.

9.28 Mafsallı silindir montaj yöntemi; *mafsal pimli* veya *çatalı* bağlantı olarak sınıflandırılır ve hiç bir katı desteğe sahip değildir. Silindir üzerindeki bazı noktalardan çıkıntı yapan küçük silindirik çubuklara veya millere "mafsal pimi" denir. Bu mafsal pimleri silindir yüzeylerinin herhangi bir noktasına yerleştirilebilmelerine rağmen; eksenel baskı yüklerini karşılamak için, silindir kafasında veya silindirin piston kolu tarafında olmaları tavsiye edilir. Ortadan mafsal pimli montaj şekli, sadece hafif yükler için elverişlidir. Silindir başlığına yerleştirilmiş mafsal pimi ve çatal biçimindeki montaj elemanları ise, çekme yüklerinin mevcut olduğu durumlar için tavsiye edilir. Silindirin serbestçe hareket edebilmesini sağlamak için, mafsal pimlerinin ve çatalların yağlanması çok önemli bir husustur.

Silindir Seçimi

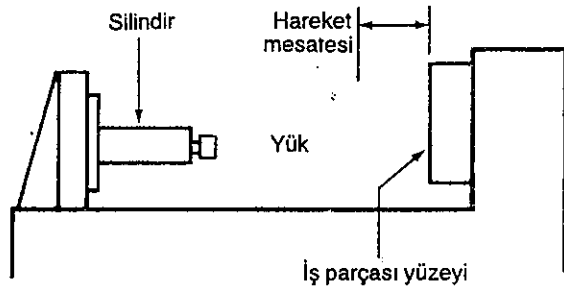
9.29 Belli bir uygulama için kullanılacak olan bir pnömatik silindirin seçimini etkileyen birçok etken vardır. Eğer mevcut bir silindiri değiştirmeniz söz konusu ise, sistemin basınç ve debi kapasitelerini bilmeniz gerekir. Söz konusu uygulamanın daha büyük bir silindir kullanımına ihtiyaç göstermesi halinde ise; mevcut hava hattı ve kontrol valflerinin, ilave debi gereksinimlerini karşılayabilecek büyüklükte olup olmadığını bilmeniz şarttır.

9.30 Mevcut sisteme yeni bir silindir monte etmeniz gerektiği takdirde, izlenecek işlemler biraz farklıdır. Öncelikle, silindirin, bulunduğunuz tesiste mevcut hava sisteminin basıncına karşı koyup koyamayacağından emin olunuz. Bundan sonra, silindirin ne kadar bir kuvvet meydana getirmesi gerektiğini ve hangi mesafede ve hızda hareket etmek zorunda olduğunu bulunuz. Son olarak da, hava hatlarının aşırı basınç kayıplarına yol açmaksızın, istenen miktardaki havayı sevk edemeyeceğinden emin olunuz.

9.31 Örneğin Şekil 9-9'da gösterilen düzenleme vasıtasıyla, bir yükü 30 cm'lik bir mesafeye hareket ettirmek istediğinizi varsayınız. Yükün 1,78 kN'luk bir kuvvet ve 0.60 m/s'lık bir hız gerektirdiğini düşünelim. Hava basıncının 7 bar, ana hat ve çıkış hattının ise istenen hava debisi için yeterli büyüklükte olduğu belirlenmiş olsun.

9.32 İlk aşama olarak yapılması gereken işlem, yükü hareket ettirmek için yeterli büyüklükte bir silindir seçmektir. (Bu örnekte havanın, pistonun kapak (başlık) tarafındaki toplam yüzey alanı üzerinde etki ettiğini varsayınız.) silindir imalatçıları, silindir seçiminde kullanılabilmek üzere değişik tablolar ve çeşitli eşitlikler hazırlamışlardır. Tablo 9-1; pistonların, üzerlerine hava basınçları etki ettiğinde, meydana getirebileceği

Şekil 9-9. İş yapmakta olan bir silindir



kuvvet miktarını göstermektedir. Silindir kapağı ve piston kolu tarafı için, gerek kuvvet ve gerekse etkili piston alanı değerleri de bu tabloda gösterilmektedir.

9.33 Tablo 9-1'e göre 6.5 cm çapındaki bir pistonun silindir kapak tarafındaki yüzeyi üzerine etki eden 7 bar'lık hava basıncı, 2.21 kN bir kuvvet meydana getirmektedir. Ancak; bu teorik bir değer

Tablo 9-1 Pnömatik silindir verileri

Silindir çapı (cm)	Piston kolu çapı (cm)	Piston alanı (cm ²)		Elde edilebilir silindir kuvveti kN (basınç bar cinsinden)						Her bir cm ³ - lik piston mesafesi için dm ³ yer değiştirme
		Kapak tarafı	Kol tarafı	2.75	3.0	4.0	5	6	7	
4.0	1.8	11.4	9.4	0.31	0.34	0.45	0.57	0.68	0.79	0.011
				0.26	0.28	0.37	0.47	0.56	0.65	
5.0	1.8	20.2	18.2	0.56	0.60	0.80	1.01	1.21	1.42	0.020
				0.50	0.54	0.73	0.91	1.09	1.27	
6.5	2.0	31.6	28.8	0.87	0.94	1.26	1.58	1.90	2.21	0.031
				0.81	0.89	1.18	1.44	1.78	2.01	
8.2	2.5	53.5	48.4	1.47	1.60	2.14	2.67	3.20	3.74	0.053
				1.33	1.45	1.93	2.42	2.90	3.39	
10.0	2.5	81.0	75.9	2.23	2.43	3.24	4.05	4.86	5.67	0.081
				2.09	2.27	3.04	3.80	4.55	5.31	
12.5	2.5	126.7	121.6	3.49	3.80	5.06	6.33	7.60	8.87	0.127
				3.35	3.65	4.86	6.08	7.29	8.51	
15.0	3.5	182.3	174.5	5.03	5.46	7.29	9.11	10.94	12.76	0.183
				4.76	5.18	6.91	8.72	10.36	12.21	
20.0	3.5	339.3	312.9	8.94	9.72	12.97	16.21	19.45	22.69	0.323
				8.67	9.44	12.58	15.64	18.88	21.90	

olup, pnömatik sistemdeki basınç kayıplarını da dikkate almanız gerekir. Örneğin, eğer basınç ayarlayıcısı ile piston yüzeyi arasında 2 bar'lık bir basınç düşmesi varsa, pistonu çalıştırmak için kullanılabilir basınç sadece 5 bar olacaktır. Bu da, 6.5 cm çapındaki pistonun yalnızca 1.58 kN'luk bir kuvvet meydana getirebilmesi anlamına gelir. Bu kuvvet yeterli olmayacağı için, 2.67 kN değerinde bir kuvvet etkisine sahip 8.2 cm iç piston çaplı bir silindir kullanmak gerekecektir. Bir silindirden beklenen gerçek kuvvetin belirlenmesinde rol oynayan sürtünme veya diğer faktörler, bu hesaplamalara dahil edilmemiştir.

9.34 Şekil 9-9'da gösterilen yük, kayar bir yükür. İlk hareket sırasında, sürtünme ağırlığın hareket edebilmesine direnç gösterir. Başlangıçtaki sürtünme katsayısının % 15 (0,15) olduğunu varsayalım. Referans kitaplarının çoğunda, değişik malzemelere ait sürtünme katsayıları bulunabilir. Buna göre, 1.78 kN'luk bir kuvvetin hareketine karşı direnç gösteren sürtünme kuvveti, $(0.15 \times 1.78) = 0.267$ kN'dir. Yani bu durumda, silindirin yükü hareket ettirebilmesi için en az 2.047 kN değerinde bir kuvvet etkisi yaratması kesinlikle şarttır.

9.35 Buraya kadar sadece bir silindirin yenmek zorunda olduğu ağırlık ve sürtünme yüklerini incelemiş bulunuyoruz. Silindir kuvvetini belirleyen diğer önemli faktörler, söz konusu işi yapabilmek için kullanılabilir hava basıncı ve debisidir. Hava hatları, basınç ayarlayıcısı ve kontrol valfleri de, havanın serbestçe akabilmesi için yeterli kapasiteye sahip olmalıdır. Eğer hava hatları silindir giriş-çıkış ağızları kadar büyük ise ve kontrol valfi ile silindir arasında kalan kısımları çok uzun değilse, genellikle iyi bir hava akışı sağlayacaktır.

9.36 Bir silindirin ihtiyaç gösterdiği serbest hava miktarını belirlemek için; silindirin iç kesit

Tablo 9-2 Sıkıştırma faktörleri ve "A" sabiteleri

Giriş basıncı (bar)	Sıkıştırma faktörü	Çeşitli basınç düşmesi (b.d.) değerleri için "A" sabiteleri		
		0.13 bar b.d.	0.34 bar b.d.	0.68 bar b.d.
0.68	1.6	.155	.102	
1.37	2.3	.129	.083	.066
2.06	3.0	.113	.072	.055
2.75	3.7	.097	.064	.048
3.44	4.4	.091	.059	.043
4.13	5.1	.084	.054	.040
4.82	5.7	.079	.050	.037
5.51	6.4	.075	.048	.035
6.20	7.1	.071	.045	.033
6.89	7.8	.068	.043	.031
7.58	8.5	.065	.041	.030
8.27	9.2	.062	.039	.029
8.96	9.9	.060	.038	.028
9.65	10.6	.058	.037	.027
10.34	11.2	.056	.036	.026
11.03	11.9	.055	.035	.026
11.72	12.6	.054	.034	.025
12.41	13.3	.052	.033	.024
13.10	14.0	.051	.032	.024
13.78	14.7	.050	.031	.023

çapını, strokunu ve dakikadaki çevrim veya strok sayısını bilmeniz gerekir. Bu, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak kolayca belirlenebilir :

$$= A \times l \times n$$

Burada;

$$A = \text{Piston alanı (m}^2\text{)}$$

$$l = \text{Strok boyu (m)}$$

$$n = \text{Dakikadaki strok sayısı}$$

ise, m³/dak cinsinden hava debisidir. Tablo 9-1'den yararlanarak, 8.2 cm iç kesit çapındaki bir silindirin piston tarafı için piston alanını bulabilirsiniz. Silindirin 30 cm strok değerine sahip olduğunu ve dakikada 10 strok gerçekleştirdiğini varsayalım. Bu değerleri yukarıdaki eşitlikte yerlerine koyduğumuzda; serbest hava debisi :

$$= \frac{53.5 \text{ cm}^2 \cdot 30 \text{ cm} \cdot 10}{10000 \cdot 100}$$

$$= 0.016 \text{ m}^3/\text{dak} = 16 \text{ litre/dak. olur.}$$

9.37 Sistemin debi kapasitesini kontrol etmenin yanı sıra, ayarlayıcının ve kontrol valflerinin de debi kapasitelerini kontrol ediniz. Eğer ayar valfi tam kapasitesine yakın bir değerde çalışıyorsa, ayarlayıcının değiştirilmesi veya silindire giden ayrı bir hat üzerine yeni bir ayarlayıcı yerleştirilmesi gerekir. Silindirin beklenen performansı verememesi halinde, çoğu defa ayarlayıcının muhtemel bir arıza kaynağı olduğu görülür.

9.38 Bir kontrol valfinin, silindir havasına uygun kapasitede performans gösterip gösteremediğini belirlemek amacıyla kontrol edilmesi, bir bakıma daha sık yapılması gereken bir iştir. Bu iş, daha ziyade, *kapasite katsayısı* (C_v)'nin hesaplanması olarak bilinir. Bir valfin C_v değeri; valf giriş-çıkış kanallarının ebadına, basınç düşmesine ve valf içinden geçen hava debisine bağlıdır. C_v 'yi, aşağıdaki eşitlik vasıtasıyla belirleyebilirsiniz :

$$C_v = A \times l \times n \times f_a \times f_c$$

Burada; A = Piston alanı (m²)

l = Strok boyu (m)

n = Dakikadaki strok sayısı

f_a = Basınç düşmesine ait "A" faktörü

ve f_c = Sıkıştırma faktörüdür.

9.39 Daha önce belirtildiği gibi, bu örnekteki yükün 0.60 m/s hızında hareket ettirilmesi gerekmektedir. Tablo 9-2'ye bakarak, sıkıştırma faktörünü ve valf içindeki basınç düşmesini (genellikle 0.34 bar) belirleyebilirsiniz. Silindirdeki kullanılabilir basınç değerinin sadece 5.51 bar olduğunu varsayarak ;

$$C_v = \frac{53.5 \times 30 \times 10 \times 0.048 \times 6.4}{10000 \cdot 100}$$

= 0.0049 (veya yuvarlatılmış değer olarak 0.005) 'dir.

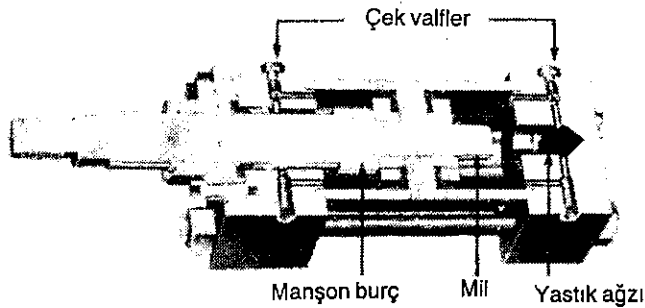
Bu, silindir hareketini kontrol etmek için kullanılan herhangi bir valfin, anma değeri itibariyle en az 2,1'lik bir C_v değeri gerektirdiği anlamına gelir. Eğer valf daha düşük bir C_v değerine sahipse, silindir istenen hızda çalışmaz.

9.40 Valf girişi-çıkış ağızlarının çapı, silindir giriş-çıkış ağızları çapından küçük olmamalıdır. Silindir giriş-çıkış ağızlarının çapları imalatçıdan imalatçıya farklılık göstermesine rağmen; çoğu imalatçı, belli bir silindir çapı için aynı ebatta ağızlar kullanmaktadır. Silindirin gerçek ağız ebadı, imalatçının kataloglarında yer alan orijinal teknik değerlere uygunluk bakımından kontrol edilmelidir. Eğer silindir ağız çapı $1/2$ inç ise, valf ağzının da yine $1/2$ inç çapta olması şarttır.

Yastıklama

9.41 Hemen hemen tüm silindirlerde, strok mesafesinin sonuna yaklaşılırken pistonu yavaşlatan bir cihaz mevcuttur. Bu hız düşürücü mekanizma, pistonun ani olarak durması halinde meydana gelebilecek darbe ihtimalini azaltır. Bu cihazların birçok tipleri kullanılmakta ise de; en yaygın olarak kullanılanı, Şekil 9-10'da gösterilen ve genellikle *mil* veya *manşon* tipi *yastıklama* adı verilen cihazdır.

Şekil 9-10. Silindir yastıkları



9.42 Yastıklama cihazları şöyle çalışır: piston kolu strok mesafesinin sonu yaklaşmakta iken, yastıklama mil veya manşonu, yastık kanalının içine girer. Bu, dışarı atılacak havanın silindiri terkederken içinden geçtiği ağız kesitini küçültür. Milin şekli, akış kanalının ne kadar çabuk kapanabileceğini ve piston çapının ne oranda düşürülebileceğini belirler. Geçiş kanalı kapalı durumda iken, silindir de kalmış olan hava, silindir kapağında bulunan ve akışı kısıtlayıcı bir iğne supap veya çek valf içinden geçerek dışarı çıkmaya zorlanır. Yastıklama mili şeklinin ve akışı kısıtlayıcı iğne supap ebadının seçimi, uygulamanın gerektirdiği şartlara bağlıdır. Yastıklama sistemi ile ilgili teknik bilgi, pnömatrik silindir imalatçılarından temin edilebilir.

9.43 Çoğu pnömatik silindirin birden fazla piston kol boyu veya çapa sahip değişik modelleri mevcuttur. Genel amaçlı uygulamalar için, nominal yüklerdeki standard silindirlere uygun çapta piston kollarının temini genellikle mümkündür. Uzun strok mesafesine ihtiyaç gösteren uygulamalar için ise, daha yüksek mukavemete sahip piston kolları ve desteklerinin kullanılması gerekli olabilir. Çoğu imalatçı, uygun biyel çaplarını ve destek elemanlarını seçebilmenizi mümkün kılan grafikler veya tabloları vermektedir.

9-17. Bir pnömatik silindirin değiştirilmesi söz konusu olduğunda, sistemin basınç ve _____ bilmeniz gerekir.	9-17. DEBİ kapasitelerini Bkz. 9.29
9-18. Mevcut bir pnömatik sisteme yeni bir silindir monte etmeden önce, silindirin pnömatik sistem _____ ni karşılayabileceğinden emin olunuz.	9-18. BASINCI Bkz. 9.30
9-19. Bir silindiri seçerken, _____ hareket ettirebilecek biçimde yeterli büyüklüğe sahip olduğundan emin olunuz.	9-19. YÜKÜ Bkz. 9.32
9-20. Bir silindirin hareket ettirmesi gereken yükü hesaplarken, daima _____ kuvvetlerini dikkate alınız.	9-20. SÜRTÜNME (sürtünme katsayısı, kullanılan malzemeye göre değişir) Bkz. 9.33, 9.34
9-21. Yeni bir silindir için, pnömatik sistem debi kapasitesini kontrol ederken, daima kontrol valflerinin ve _____ valflerinin anma değerlerini kontrol ediniz.	9-21. AYAR (Akış kısma) Bkz. 9.37
9-22. Bir hava silindirini yerine monte ederken, silindirin ağız ebadı ile _____ nin ağız ebadı ile aynı olduğundan emin olunuz.	9-22. KONTROL VALFİ Bkz. 9.40
9-23. Pnömatik sistemlerin çoğunda, meydana gelebilecek _____ önlemek için bir yastıklama cihazı kullanılır.	9-23. DARBELERİ Bkz. 9.41
9-24. Yastıklama mili yastık kanalına girdikten sonra; silindirin içinde kalmış olan hava, bir _____ içinden geçerek silindiri terkeder.	9-24. İĞNE SUPAP veya ÇEK VALF Bkz. 9.42

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

9-1 Aşağıdaki elemanların hangisi, bir pnömatik silindirin daha uzun bir hizmet ömrüne sahip olabilmesini sağlar?

- ☐ a) Bronz parçalar
- ☐ b) Yağlama
- ☐ c) Kösele piston keçeleri
- ☐ d) Dökme demir piston kolları

9-2 Pnömatik silindirlerin hidrolik silindirlerden başlıca farkı; aşağıdakilerden hangisidir?

- ☐ a) Dönüş hatlarının olmaması
- ☐ b) Montaj yöntemi
- ☐ c) Silindir iç kesit çapı
- ☐ d) Strok uzunluğu

9-3 Yalnızca piston kolunun silindir dışına uzama stroku sırasında iş yapan bir silindire ne denir?

- ☐ a) İleri hareket silindiri
- ☐ b) Tek yollu silindir
- ☐ c) Eksenel baskı silindiri
- ☐ d) Tek etkili silindir

9-4 Genellikle aşağıdaki elemanlardan hangisi, piston geri çekilme hızının kontrolünü sağlar?

- ☐ a) Sınır şalterleri
- ☐ b) Giriş havası ölçü valfi
- ☐ c) Kısıtlanmış çıkış havası valfi
- ☐ d) Yaylar

9-5 Pnömatik silindirlerin piston sızdırmazlık elemanları ve keçeleri, genellikle hangi malzemeden yapılır?

- ☐ a) Kösele
- ☐ b) Yumuşak kauçuk
- ☐ c) Sert kauçuk
- ☐ d) Sentetik malzemeler

9-6 Montaj turnakları, köşebentler veya diş çekilmiş yan delikleri bulunan bir pnömatik silindir, montaj yöntemi bakımından hangi isim altında sınıflandırılır?

- ☐ a) Merkezlenmiş, sabit montaj
- ☐ b) Merkezlenmemiş, sabit montaj
- ☐ c) Merkezlenmiş, mafsallı montaj
- ☐ d) Merkezlenmemiş, mafsallı montaj

9-7 Bir mafsallı silindirde hareket miktarının kısıtlanması gereğinin amacı nedir?

- ☐ a) Silindirin çökmesini önlemek
- ☐ b) Piston kolunu bükülmesini önlemek
- ☐ c) Çatal piminin tutukluk yapmasını önlemek
- ☐ d) Gergi çubuklarının uzama yapmalarını önlemek

9-8 Belli bir yükü hareket ettirmek için gerekli silindir ebadının belirlenmesinde, aşağıdaki faktörlerden hangisi dikkate ALINMAYABİLİR?

- ☐ a) Basınç kayıpları
- ☐ b) Sürtünme katsayısı
- ☐ c) Yükün ağırlığı
- ☐ d) Piston geri çekilme hızı

9-9 Bir silindiri seçerken, silindir giriş-çıkış ağzları ile aşağıdakilerden hangisinin aynı ebatla olmasına dikkat edilmelidir?

- ☐ a) Kontrol valfi giriş-çıkış ağzları
- ☐ b) Piston kolu
- ☐ c) Bağlantı boruları
- ☐ d) Yağlama cihazı boruları

9-10 Aşağıdaki elemanlardan hangisini kullanmak suretiyle, bir pnömatik silindir içindeki darbelerin önlenmesi mümkündür?

- ☐ a) Durdurma takozları
- ☐ b) Hava kontrol valfleri
- ☐ c) Yastıklama sistemi
- ☐ d) Sıkıştırma yayları

Ders Özeti

Bir pnömatik silindir tarafından yapılan iş, basınçlı havanın basıncını ve hareketini doğrusal bir mekanik kuvvete ve harekete dönüştürme sonucunda meydana gelir. Hava debisi, piston hızını ve pnömatik çıkış gücünü belirler.

Standard silindirlerin çoğu çift etkilidir. Yani, her iki hareket yönünde de kuvvet meydana getirebilirler. Çift piston kollu bir silindir ise, çift etkili silindirin değişik bir modeli olup; her iki hareket yönünde de eksenel baskı kuvvetine gerek olması halinde veya kullanım alanının sınırlı olduğu durumlarda kullanılabilir. Tek etkili silindirler ise, sadece bir yönde (ve genellikle dışarı strok hareketi sırasında) eksenel baskı meydana getirebilirler. Çift pistonlu bir silindir, birbirinden bağımsız olarak hareket edebilen iki pistonu sahiptir. Bu pistonlar ayrı ayrı veya sırsıra (tandem düzeninde) hareket edebilme imkanına sahip olacak şekilde yapılabilir. Ayrıca, yön kontrol valflerinin ilave edilmesiyle, belli bir çevrim sırasına göre hareket edebilmeleri de sağlanabilir.

Silindir yapısı, amaçlanmış olan uygulamaya bağlı olarak değişir. Silindir gövdeleri ve kapakları (başlıkları), genellikle çelik veya pirinç malzemeden yapılır. Alüminyumdan mamul bazı tipleri de mevcuttur. Pistonlar genellikle yüksek kaliteli demir veya çelik dökümden yapılmış olup, yüzeyleri krom kaplamadır. Piston kolları, ya paslanmaz çelik ya da kaplamalı normal çeliktir. Piston sızdırmazlık elemanları veya keçelerinin normal olarak yarı sertleştirilmiş kauçuğa benzeyen sentetik malzemelerden yapılmasına karşılık, bazı uygulamalarda U kesitinde kösele sızdırmazlık elemanları da kullanılabilir.

Silindirlerin yerlerine monte edilmesinde, sabit ve mafsallı montaj adı verilen iki ana yöntemden biri kullanılır. Sabit montaj yöntemi de, silindirlerin kuvveti merkez eksen boyuna emip emmemesine bağlı olarak, merkezlenmiş veya merkezlenmemiş montaj adı altında sınıflandırılır. Mafsallı montaj yönteminde mafsallı pimi veya çatallı bağlama elemanları kullanılmakta olup; hiçbir hareketsiz destek mevcut değildir.

Uygulamalar

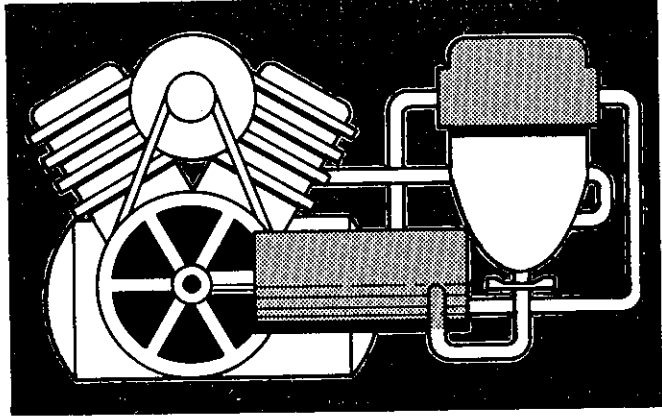
- 9-1. Çalıştığınız sanayi tesisinde bulunan hava silindirleri tarafından yapılan iş nedir? Cevaplarınızı aşağıdaki boş yerlere yazınız.
- 9-2. Çalıştığınız fabrikada kullanılan hava silindirlerinin iki değişik tipini belirleyiniz ve bunların yapı özelliklerini açıklayınız.

Kendini Kontrol Testi Cevapları

- | | |
|---|--|
| 9-1. b. Yağlama. Bkz. 9.04 | 9-6. b. Merkezlenmemiş, sabit montaj. Bkz. 9.25 |
| 9-2. a. Dönüş hatlarının olmaması. Bkz. 9.05 | 9-7. b. Piston kolunun bükülmesini önlemek. Bkz. 9.27 |
| 9-3. d. Tek etkili silindir. Bkz. 9.10, Şekil 9-3 | 9-8. d. Piston geri çekilme hızı. Bkz. 9.33, 9.34, Şekil 9-9 |
| 9-4. c. Kısıtlanmış çıkış havası valfi. Bkz. 9.14 | 9-9. a. Kontrol valfi giriş-çıkış ağızları. Bkz. 9.40 |
| 9-5. d. Sentetik malzemeler. Bkz. 9.20 | 9-10. c. Yastıklama cihazları. Bkz. 9.41 |

Onuncu Ders

Pnömatik Motorlar ve Döner Hareketlen- diriciler



Onuncu Ders

Pnömatik Motorlar ve Döner Hareketlendiriciler

Konular

Pnömatik Motorlar
Motorların Sınıflandırılması
Nominal Değerleri ve Motor
Seçimini Etkileyen Faktörler
Pnömatik Motor Yapısı

Döner Kanatlı Motorlar
Pistonlu Motorlar
Döner Hareketlendiriciler
Seyyar Hava Aletleri
Hava Yüksekletici Pompaları

Pnömatik Motorlar

10.01 Pnömatik motorlar, bir basınçlı hava akımının hareketini (kinetik enerjisini) ve basıncını (potansiyel enerjisini) devamlı bir döndürme kuvvetine veya dönme hareketine dönüştüren ünitelerdir. Genel anlamda, bir pnömatik motor, basınç enerjisini doğrudan mekanik enerjiye dönüştürür. Daha belirgin bir ifade ile; bir pnömatik motorda, basınçlı havanın kinetik enerjisi dönen bir milin kinetik enerjisine dönüştürülür. Çıkış mili, motorun çalıştırılacak makineye veya cihaza bağlandığı noktadır. Motora giren basınçlı havanın basıncı, motordan elde edilebilecek kuvveti veya çıkış torkunu tayin eder. Havanın debisi ise, motor hızını belirler. Basınç ve debinin her ikisi birlikte olarak, motor çıkış gücünü tayin eder.

10.02 Pnömatik motorların genel yapısı, bazı hidrolik motor ve pompalarınınkine benzer. Ancak, pnömatik motorlar üzerinde yapılan birtakım belli değişiklikler, bunların basınçlı hava ile daha verimli olarak çalışabilmelerini sağlar. Verim çok önemlidir; çünkü kompresörde ve pnömatik boru tesisatında meydana gelen güç kayıpları, motorun çalışmasına tesir eder. Bir hava kompresörünün sisteme mümkün olduğu kadar fazla miktarda basınçlı hava sevk edebilmesini sağlamak için, hacimsel verimi genellikle çok yüksektir (mekanik veriminden daha yüksektir). Bunun nedeni; piston, rotor ve diğer parçaların çok sıkı geçmeli bir yapıda olmaları ve dolayısıyla maksimum çıkış kapasitesi sağlamalarıdır. Fakat bu da, mekanik sürtünmenin artmasına sebep olur.

10.03 Bir motorun mümkün olduğu kadar büyük bir mekanik çıkış gücüne sahip olabilmesini sağlamak için; motorlar mümkün mertebe, daha yüksek mekanik ve toplam verim değerleri amaçlanarak tasarlanır. Genellikle, bir motorun mekanik verimi hacimsel verimine kıyasla daha yüksektir. Yani, motor büyük miktarda iş veya tork sağlayabilir; fakat bu da daha fazla miktarda hava kullanılmasına mal olur.

10.04 Uygun biçimde çalışabilmek için, pnömatik motorlar, tam yükte dönme hareketini başlatabilecek yeterli büyüklüğe sahip olan ve yaygın adıyla *moment* denilen bir ilk hareket kuvvetine veya çalıştırma kuvvetine ihtiyaç gösterir. Bu da, motorun içindeki toplam ilk hareket sürtünmesini ve motora bağlı yükü yenebilmek için yeterli bir kuvvet demektir. Ayrıca, motorun hız kazanma sürecinde atalet kuvvetlerini de yenmesi şarttır. Çalışmaya başladıktan sonra, yalnızca

Tipik bir sanayi tesisindeki birçok uygulamada, pnömatik motorlar ve diğer tip hareketlendiriciler (aktüatörler) kullanılır. Bundan sonra atelyeye ilk uğradığınızda, yontma çekicileri, taşlama makinaları ve havalı anahtarlar gibi taşınabilir (seyyar) havalı aletleri sayarak kaç tane mevcut olduğuna bakınız (basınçlı hava ile çalışan manipülatörleri ve ajitatörleri (döner karıştırıcıları) da dahil etmeyi unutmayınız. Eğer çalıştığınız fabrikada montaj gerektiren aksam üretimini yapılmakta ise, bu tip havalı aletlerin birçoğunu görebilme şansınız daha da fazladır.

Havali aletlerin ve hava motorlarının bir iş yapmak için basınçlı havadan nasıl yararlandıklarını bilmek, bir bakım teknisyeni açısından çok büyük önem taşır. Bunun gibi, pnömatik motor yapısını anlamamız ve hava motorları ile hareketlendiricilerin çalışma prensipleri hakkında tam bir bilgi sahibi olmanız, hiç şüphesiz, işinizi daha iyi yapabilmenizi sağlayacaktır.

BU DERSTEKİ TEKNİK TERİMLER

Pnömatik motor	(10.01) : Basınç enerjisini direkt olarak mekanik enerjiye dönüştüren bir motor
Pozitif yer değiştir-meli motor	(10.06) : Giriş ve çıkış ağızları arasındaki uygun bir yerde bir mekanik yatağı bulunan bir motor
Basınç verimliliği	(10.10) : Bir pnömatik motorun, hiçbir hasar veya dahili kaçağa yol açmayacak biçimde hava basıncına karşı koyabilme özelliği.
Moment	((10.12) : Bir cisim üzerinde etki eden döndürme kuvveti.
İlk hareket momenti	(10.13) : Motorun çalışır durumda iken etki ettiği ve hava basıncındaki herhangi bir değişime ile değişen çevirme kuvveti
Durdurma momenti	(10.13) : Tam yükte çalışmakta olan bir motoru durdurmak için gereken kuvvet

yükün devamlı olarak hareket ettirilebilmesini sağlayacak kadar bir moment değerine sahip olan bir motor, aynı yükün tamamen hareketsiz durumdan harekete geçirilmesi için gerekli momenti veremeyebilir.

Motorların Sınıflandırılması

10.05 Pnömatik motorlar, tahrik elemanlarına ve bunların dayandığı çalışma prensiplerine göre sınıflandırılır. Esasen, motorlar, motor elemanlarının veya mekanizmalarının tipine göre sınıflandırılır. En yaygın olarak kullanılan tipler; pistonlu motorlar (döner ve eksenel tip) ve kanatlı motorlardır. Bu Derste, bunların herbiri incelenmektedir.

10.06 Pnömatik motorlar tümüyle *pozitif yer değiştirmeli* tipte olup; giriş ve çıkış ağızları arasında herhangi bir yere yerleştirilmiş bir mekanik yatağı sahiptirler. Bir kanatlı motorda kanatlar, pistonlu motorda ise valf plakası mekanik yatak vazifesi görür. Bu yatak, hem dahili hava kaçaklarını önler hem de motor milinde sürekli olarak dengeli bir çıkış gücü sağlanabilmesine yardımcı olur. Türbin gibi pozitif yer değiştirmeli olmayan enerji dönüştürücüleri, pozitif yer değiştirmeli motorlar kadar verimli olmadıkları için, motor vazifesi görecektir şekilde seyrek olarak kullanılırlar.

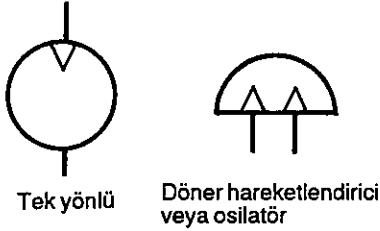
10.07 Hidrolik motorlar gibi, pnömatik motorlar da düzgün bir mil hareketi sağlayamazlar. Yapısal özellikleri nedeniyle, kesintili veya titreşimli bir mil hareketine sahiptirler. Ancak, bu titreşimler çok küçük değerlerde olup, uygulamada nispeten pürüzsüz bir hareket ve sabit bir moment elde edilebilir.

10.08 Pozitif yer değiştirmeli motorlar, genellikle *sabit debili* tiptedir. Pnömatik motor diyagramlarında bulunan grafik semboller Şekil 10-1'de gösterilmiştir. Yapılarındaki farklılıklar, herbir tipin kolayca tanımlanabilmesini mümkün kılar. Bir sabit debili motorun çıkış mili hızı, yalnızca, motora gönderilen basınçlı havanın basıncını ve debisini değiştirmek suretiyle değiştirilebilir.

Anma Değerleri ve Motor Seçimini Etkileyen Faktörler

10.09 Belli bir uygulama için kullanılacak olan bir motorun anma değerlerini ve nihai seçimini

Şekil 10-1. Pnömatik motora ait grafik semboller



etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bir pnömatik motor; toplam verimine, fiziksel ve işletme özelliklerine, genel yapısına ve hızına göre değerlendirilir. Seçimi etkileyen diğer faktörler genellikle; montaj maliyeti, işletme ve bakım maliyeti, basınç aralığı, hız aralığı, ilk hareket momenti, tahmini hizmet ömrü, ebat ve ağırlık, montaj ihtiyaçları ve gürültü seviyesidir. Değişik motorlar için verilen ebat, hız

ve moment faktörleri Tablo 10-1'de gösterilmiştir. Her bir faktör, aşağıdaki paragraflarda özet olarak incelenmektedir.

10.10 Bir pnömatik motorun *basınç verimliliği*, motorun herhangi bir hasara veya istenmeyen miktarda dahili kaçaklara neden olmaksızın hava basıncına karşı koyabilme kabiliyetine göre belirlenir. Birçok motor, belli bir *basınç aralığı* içinde çalışacak şekilde tasarlanır. Bu değer, motorun verimli olarak çalışabileceği basınç aralığıdır. Söz konusu basınç aralığının normal çalışma şartları altında hizmet verebilecek genişliğe sahip olması şarttır. Bir motorun basınç aralığı 2 bar'dan 10 bar'a kadar değişir. Çoğu motor ise, 4 ila 6.8 bar basınç aralığında verimli olarak çalışır. Motordaki hava basıncının, pnömatik sistem basıncı ile hat kayıpları arasındaki farka eşit olduğunu daima akılda tutunuz.

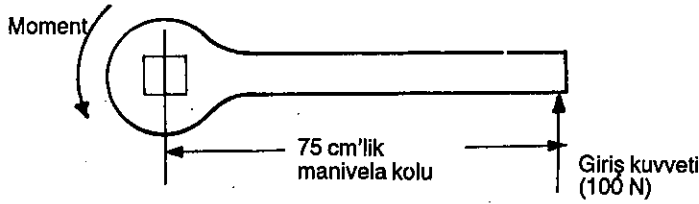
10.11 Pnömatik motorların *hız aralığı* ise, motor tipine ve tasarımına bağlı olarak, 500 dev/dak'den 6000 dev/dak değerine kadar değişir. Bazı küçük havalı aletler ise çok yüksek devirli olup; hız, 15000 dev/dak mertebesinde bulunabilir. Motor çalışma hızının seçimi, uygulamaya bağlı olarak belirlenir. Bununla beraber, örneğin bir uygulamanın 2500 dev/dak'lık bir motor kullanımını gerektirmesine karşın; elde mevcut motor yalnızca 2000 dev/dak'lık bir hız sağlayabiliyorsa, bu 2000 dev/dak'lık motorda bazı ayarlamalar yapmak suretiyle istenen amaca uygun biçimde kullanılabilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, pnömatik motorların devreye alınması sırasında tedbirli davranmak gerekir; çünkü bu tip motorlar çok çabuk olarak normal çalışma hızına ulaşırlar. Keza, bir hava motorundan iyi bir hizmet ömrü elde edebilmek için, imalatçının tavsiye ettiği en büyük hızı geçmemek çok önemli bir husustur.

10.12 Bir motorun *moment* değeri, bir cisim üzerine etki eden döndürme kuvvetidir. Şekil 10-2'de gösterildiği gibi, herhangi bir cisme bağlı olan bir kola bir kuvvet tatbik edildiğinde, giriş kuvveti çoğaltılmış olur. Pnömatik motorda ise, bunun tam tersi bir durum meydana gelir. Örneğin, Şekil 10-3'de gösterildiği üzere, 27 Nm'lik bir anma moment değerine sahip ve sisteme doğrudan bağlı olan bir pnömatik motor 120 cm çapındaki (60 cm yarıçapındaki) bir tekerleği çevirmekte ise, tekerlek jantında meydana gelen bileşke kuvvet yalnızca 45 N'dir. Eğer aynı motor 12 cm çapındaki (6.00 cm yarıçapındaki) bir ceraskal tamburunu çeviriyor olsa idi, tambur yüzeyindeki bileşke kuvvet yaklaşık 450 N olacaktı.

Tablo 10-1 Hava motoru nominal değerleri

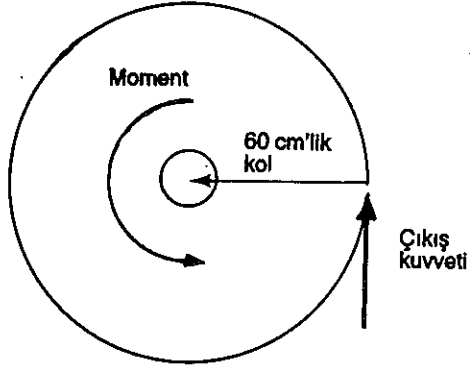
Ebat (6 bar'da kW olarak)	Kanatlı Tip		Pistonlu Tip			
	Anma hızı (dev/dak)	En büyük moment (Nm)	Eksenel		Radyal	
			Anma hızı (dev/dak)	En büyük moment (Nm)	Anma hızı (dev/dak)	En büyük moment (Nm)
0.07- 0.18	9000	2.7	-	-	-	-
0.18- 0.37	970	4.8	-	-	-	-
0.37- 0.56	640	14.2	2360	2.7	-	-
0.56- 0.93	480	32.0	2150	6.7	-	-
0.93- 1.67	1270	16.2	3500	14.9	1800	10.5
1.67- 2.23	525	73.2	1300	25.7	1400	25.7
2.23- 3.73	605	73.2	-	-	1400	35.2
3.73- 7.46	1800	61.0	-	-	1500	86.7
7.46- 11.19	-	-	-	-	1075	196.6
11.19- 14.92	2200	104.4	-	-	1000	250.8
14.92- 18.65	2580	119.3	-	-	1000	352.5

Şekil 10-2. Giriş Moment



$$\begin{aligned}
 T &= L \times F_1 (\text{moment} = \text{manivela kolunun uzunluğu} \times \text{giriş kuvveti}) \\
 &= 0.75\text{-m} \times 100\text{-N} \\
 &= 75\text{-Nm}
 \end{aligned}$$

Şekil 10-3. Çıkış momenti



$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{T}{L} \text{ (çıkış kuvveti) = moment/kol uzunluğu} \\ &= \frac{27 \text{ Nm}}{60 \text{ cm}} = \frac{27 \text{ Nm}}{0.6 \text{ m}} \\ &= 45 \text{ N} \end{aligned}$$

10-1. Bir pnömatik motor, basınçlı havanın kinetik enerjisini ve potansiyel enerjisini döner _____ ye dönüştürür.	10-1. MEKANİK ENERJİ Bkz. 10.01
10-2. Pnömatik motorların çıkış torku, basınçlı havanın _____ tarafından belirlenir.	10-2. BASINCI Bkz. 10.01
10-3. Pnömatik motorların, _____ ve _____ içindeki güç kayıplarına karşı koyabilecek şekilde verimli çalışmaları şarttır.	10-3. KOMPRESÖR BORU TESİSATI Bkz. 10.02
10-4. Bir motoru tam yüklü durumda iken çalıştırabilmek için gerekli kuvvete, ilk hareket _____ denir.	10-4. MOMENTİ Bkz. 10.04
10-5. Pnömatik motorlar, gerek tahrik üniteleri ve gerekse _____ prensiplerine göre sınıflandırılır.	10-5. ÇALIŞMA Bkz. 10.05
10-6. Türbinlerden veya enerji dönüştürücülerinden farklı olarak, tüm pnömatik motorlar _____ yer değiştirmeli tiptedir.	10-6. POZİTİF Bkz. 10.06
10-7. Yapı özellikleri nedeniyle, pnömatik motorların çıkış milleri düzgün bir _____ hareketi sağlayamaz.	10-7. DÖNER Bkz. 10.07
10-8. Sabit iletimli motorların çıkış hızı, hava _____ ve hava _____ tarafından ayar edilir.	10-8. BASINCI DEBİSİ Bkz. 10.08

Anma Değerleri ve Motor Seçimini Etkileyen Faktörler - Devam

10.13 Motor momenti üç ayrı kategoriye ayrılmış olup; bunlar ilk hareket momenti, çalışma momenti ve tam yükte durdurma momenti adını alır. *İlk hareket* momenti, motorun tam hareketsiz bir konumdan ilk harekete başlamak için etki ettiği kuvvettir. *Çalışma momenti* motor çalışmakta iken etki eden bir kuvvet olup; hava basıncındaki değişimlere bağlı olarak değişir. *Tam yükte durdurma* momenti ise, çalışmakta olan bir motoru durdurmak için gerekli olan kuvvettir. Kanatlı tip pnömatik motorların çoğunda, ilk hareket momenti, tam yükte durdurma momentinin yaklaşık % 75'idir. Pistonlu motorlarda ise; tam yükte durdurma momenti, ilk hareket momentinin iki katı kadardır. Belli bir yükü sürekli döner durumda tutabilmek için gereken momenti değeri, ilk hareket momentine kıyasla daha azdır. Bunun sonucu olarak; bir pnömatik motorun çalışır durumda iken durdurulduğu anda alabileceği yük, motorun ilk hareketi sırasındaki yüke kıyasla önemli derecede büyük olacaktır.

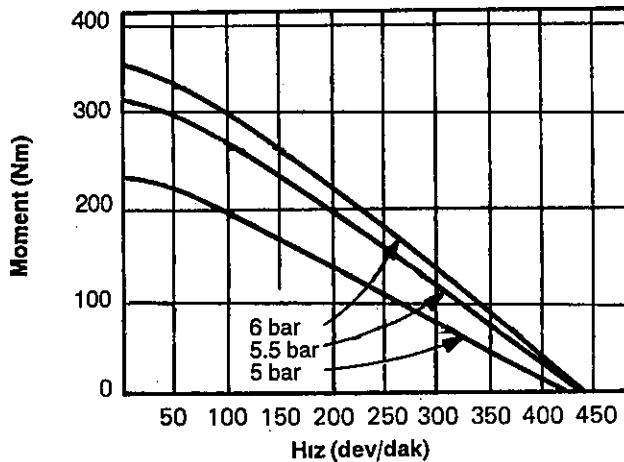
10.14 Bir pnömatik motora ait moment ve hız değerleri arasındaki bağıntı, Şekil 10-4'de gösterilmiştir. Söz konusu Şekilde verilen grafikten de görüleceği üzere; motor düşük devirde çalışmakta iken moment yüksektir. Yüksek devirde ise, moment düşüktür. Motorları bir dişli tertibatı vasıtasıyla birbirine irtibatlandırmak suretiyle, düşük devir ve yüksek moment bileşiminden oluşan bir sistem elde edilebilir. Pnömatik motorların yavaşlama veya aşırı yüksek yüklerle zorlanarak durduğunda, elektrik motorları gibi yanmaması önemli bir üstünlüktür.

10.15 Pnömatik motorların "kiloWatt" cinsinden *çıkış gücü*, mil hızı ile moment değerinin çarpımına eşit olup; aşağıdaki eşitlik vasıtasıyla hesaplanır :

$$\text{Güç (kW)} = \frac{\text{moment (N.m)} \times \text{hız (dev/dak)}}{60000}$$

Örneğin, 230 Nm'luk bir moment değerine sahip ve 2000 dev/dak hızda dönmekte olan bir motorun kW cinsinden gücünü hesaplamak istediğinizi varsayınız. Bu durumda, çıkış gücü;

Şekil 10-4. Moment/hız grafiği



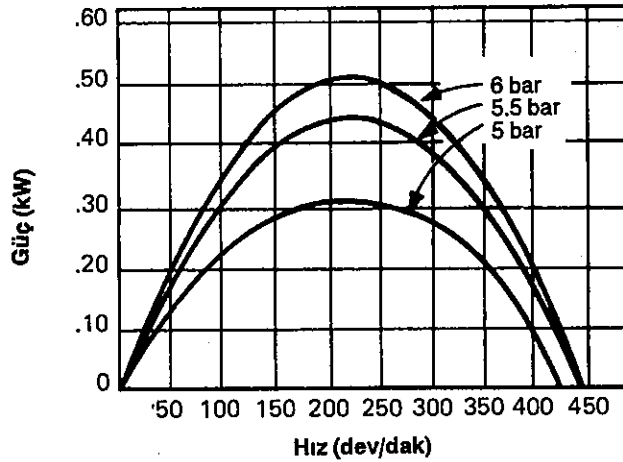
$$\frac{230 \times 2000}{60000} = 7,66 \text{ kW olur.}$$

10.16 Bir pnömatik motora ait tipik güç eğrisi, Şekil 10-5 de gösterilmiştir. Maksimum çıkış gücünün, ortalama bir hız ve yine ortalama bir çıkış momentinde elde edildiğine dikkat ediniz. Bu nedenle, herhangi bir uygulamada maksimum güç elde edebilmek için, motorun maksimum devirde çalışması gerekli değildir.

10.17 Bir pnömatik motorun seçilmesinde dikkate alınması gereken diğer bir faktör de, motorun çalışması için gerekli hava miktarıdır. 1.1 kW'tan daha büyük güce sahip motorlardaki maksimum hava tüketimi, tam yükte çalışma durumunda ve 6 bar basınçta, kW başına yaklaşık 1.1 m³/dak kadardır. 0.37 kW'nin altındaki motorlar ise, tam yükte çalışmak için her bir nominal kW için yaklaşık 1.5 m³/dak kadardır. 1.1 kW'nin altındaki motorlar ise, tam yükte çalışmak için her bir anma kW gücü için yaklaşık 1.5 m³/dak'lık bir hava debisine ihtiyaç gösterir. Bu şartların her biri, değişik imalatçılara ve motor tiplerine göre değişir.

10.18 Bir motorun *ebat*, *ağırlık* ve *montaj yöntemi* ile ilgili gereksinimleri; motor seçimini belirleyen önemli faktörlerdir. Genellikle, yekpare yapıda ve küçük hacimlere kolayca

Şekil 10-5. Bir hava motoru için tipik güç eğrileri



yerleştirilebilir özellikte olan motorlar tercih edilir. Motorun toplam ölçüleri, şekli, montaj tipi, mil bağlantıları ve hava hattı boru bağlantıları; genellikle imalatçı kataloğunda verilir.

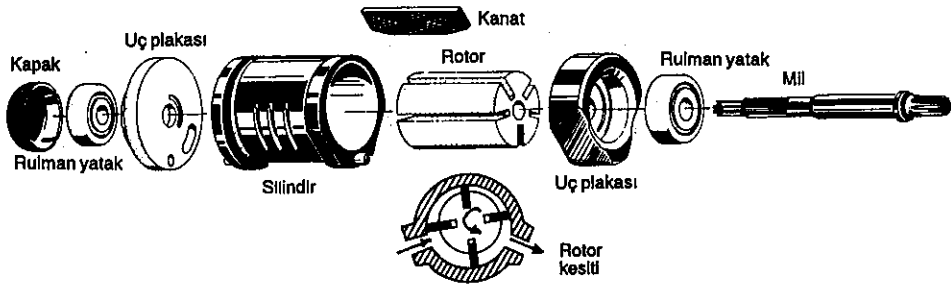
10.19 Bir pnömatik motorun aşırı çalışma veya aşırı yükleme yapmamasını sağlamak için, ilgili imalatçılar, motorlarının kullanım alanları veya kullanım biçimlerine ilişkin bir takım sınırlamalara uyulmasını şart koşarlar. Bu gibi sınırlamalar, kabul edilebilir çalışma sıcaklıkları, en az hava filtreleme ve yağlama şartları gibi birtakım şartlar içerir.

10.20 Belli bir tesisata yerleştirilmiş bulunan bir motorun *güvenilirliği* ve *hizmet ömrü* esas itibarıyla çalıştırmakta olduğu yük ile ne derecede bir uyum içinde çalıştığına bağlıdır. Güvenilirlik ve hizmet ömrü, motorun yapısı ile havanın ve sistemin ne derece temiz ve bakımlı muhafaza edildiği ne de bağlıdır. Motorların iki büyük bakım arasındaki hizmet ömrü, bazı tipler için 2500-3000 saat arasında değişir. Bu süre, diğer bazı tipler için daha uzun olabilir. Hizmet ömrü; çalışma saatine,

yük çevrimlerine ve motora güç veren basınçlı havanın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Basınçlı hava kalitesinin, uygun bir filtreleme ve yağlama ile sağlanabildiğini unutmayınız.

10.21 Anma güç ve moment değerleri kadar önemli olmamakla birlikte, farklı motorlardan kaynaklanan ilave maliyetler de motor seçimini etkileyebilen bir etkidir. Dolayısıyla hizmet ömrü, işletme ve parça değiştirme giderlerinin yanısıra; montaj, tesisat çekim ve mil bağlantı tertibatı ile

Şekil 10-6. Kanatlı tip bir hava motoru



ilgili maliyetlerin de satın alma fiyatı içinde dikkate alınması gerekir. Pnömatik motorların hidrolik motorlara kıyasla daha düşük basınç değerlerinde çalışmalarına karşın, taşınabilir ve daha kolay kontrol edilebilir özellikte olmaları da bir avantaj sayılabilir. Fakat, bu motorların çalışması için gerekli basınçlı hava temininin daha yüksek bir ilk yatırım maliyeti gerektirmesi de, işletme kolaylığı avantajını bir bakıma dengeler.

Pnömatik Motorun Yapısı

10.22 Pnömatik motorların yapısı; kanatlı, radyal pistonlu ve eksenel pistonlu modeller dahil, birkaç ana tasarım ile sınırlıdır. Bu motorların her biri pozitif yer değiştirmeli tipte olup; her bir tip de, hava haznesinin hacmini değiştirmek suretiyle görev yaparlar. Basınç altındaki hava motor içinde hareket etmekteyken, pnömatik enerjisi, motorun dönen miline aktarılır. Hareket eden parçalar arasındaki çok küçük toleranslı boşlukların etkili bir biçimde sızdırmazlığını sağlayan, sıkı geçme parçalar kullanmak suretiyle, basınçlı havanın motorun düşük basınçlı kısmına sızması önlenmiş olur. Farklı tipteki motorlarda, hava haznesi hacmini değiştirmek ve dahili kaçak veya kaymaları azaltmak için değişik düzenleme yöntemleri mevcut olmakla birlikte; bu tip motorların tümü aynı çalışma esasına dayanır.

Döner Kanatlı Motorlar

10.23 Şekil 10-6'da gösterilen tipteki bir pnömatik kanatlı motor, yapı itibarıyla, kanatlı tip bir kompresöre benzer. Esas itibarıyla bu tip motorlar, yuvarlak şekilli olmayan veya eksantrik şekilli bir halka ve silindirin merkezine yerleştirilmiş bir mile monteli olup üzerinde radyal yarıklar bulunan bir rotordan ibarettir. Yarıklara yerleştirilen rotor kanatları, uzun bir hizmet ömrü sağlamak ve silindirdeki aşınmaları azaltmak için, metalik olmayan malzemelerden yapılır. Kanatların çoğu, üzerlerinde hava basıncı etki ettiği zaman dalgalanma yapabilecek veya içeri ve dışarı doğru hareket edebilecek biçimde tasarlanmıştır. Bazılarında yay tertibatı mevcuttur. Silindir ve rotor yekpare bir şekilde monte edildiği için, bu tip motorlar sabit yer değiştirmeli tip olarak sınıflandırılır.

10-9. Üç tip motor momentinin isimlerini yazınız.	10-9. İLK HAREKET MOMENTİ ÇALIŞMA MOMENTİ TAM YÜKTE DURDURMA MOMENTİ Bkz. 10.13
10-10. Bir motor yüksek devirde çalışmakta iken, çıkış momenti <u>(yüksektir/düşüktür)</u> .	10-10. DÜŞÜKTÜR Bkz. 10.14, Şekil 10-4
10-11. Bir hava motorunun çıkış gücü, motor momenti ile _____ nın çarpımına eşittir.	10-11. MİL HIZI Bkz. 10.15
10-12. Bir pnömatik motor seçerken, motorun çalışması için gerekli maksimum hava _____ ni daima kontrol ediniz.	10-12. TÜKETİMİ Bkz. 10.17
10-13. Motor yapısı ile, havanın ve sistemin ne ölçüde temiz tutulduğu hususu; bir motorun güvenilirliğini ve _____ nü belirler.	10-13. HİZMET ÖMRÜ Bkz. 10.20
10-14. Hidrolik motorlarla karşılaştırıldığında, pnömatik motorların _____ daha kolaydır.	10-14. KONTROLÜ Bkz. 10.21
10-15. Üç tip pnömatik motor yapısının isimlerini yazınız.	10-15. KANATLI RADYAL PİSTONLU EKSENEL PİSTONLU Bkz. 10.22
10-16. Rotor kanatları, aşınmayı azaltmak ve faydalı ömürlerini arttırmak için, _____ malzemelerden yapılır.	10-16. METAL OLMAYAN Bkz. 10.23, Şekil 10-6

10.24 Çalışma sırasında, basınçlı hava motorun giriş ağzından içeri alınır. Motora gelen hava, giriş hücresi içindeki kanatlar üzerinde etki ederek rotorun dönmeye neden olur. Basınçlı hava, giriş ağzından çıkış ağzına doğru geçmekteyken basıncını kaydederek ve motordan dışarı atılır.

10.25 Taşınabilir tipteki pnömatik aletlerin birçoğunda, çift yönlü çalışabilir motorlar mevcuttur. Dönme yönünü tersine çevirmek için, giriş ve çıkış ağzlarındaki hava akış yönünü ters çevirmeniz gerekir. Hava akışını kontrol eden valf, döner ya da sürgülü tip olabilir. Döner valflerdeki hava kanalları, valfin yan yüzeyi içine açılmıştır. Sürgülü valflerde ise geçiş ağzları veya kertikleri bulunur.

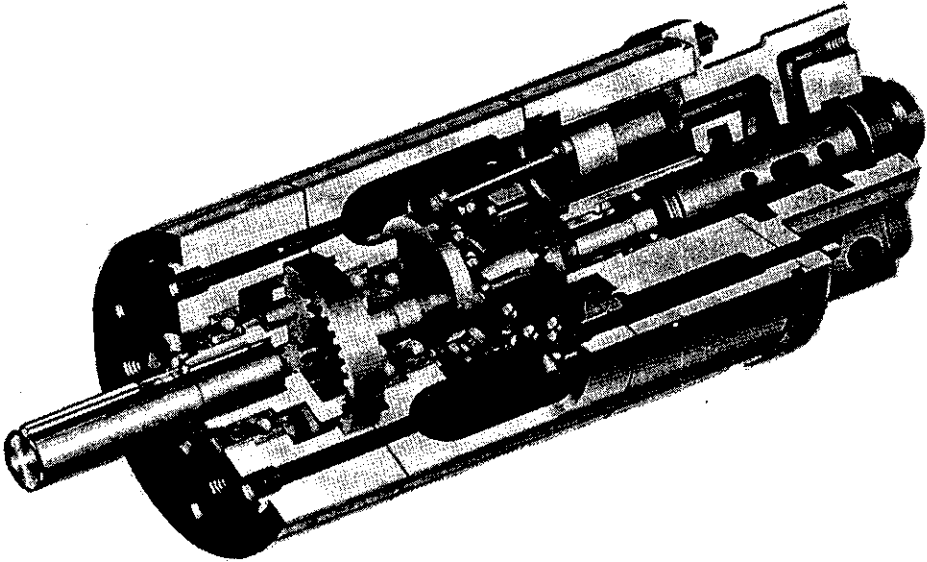
Pistonlu Motorlar

10.26 Basit bir *eksenel pistonlu* motorun kesit görünüşü Şekil 10-7'de gösterilmiştir. Giriş ağzından içeri giren basınçlı hava piston üzerine etki ederek, pistonu sola iter. Denge miline bağlı *salgılı* (veya eksantrik) *plaka* üzerine etki eden pistonun baskı kuvveti, eksantrik plakanın dönmeye neden olur. Bu dönme hareketi de bir dişli tertibatı vasıtasıyla çıkış miline iletilir. Denge mili dönmekte iken, giriş ağzındaki kontrol valfi de döner ve basınçlı havayı değişik pistonlara yönlendirir. Piston üzerinde meydana gelen kuvvet, havanın basıncına; piston hızı ise, debiye bağlıdır.

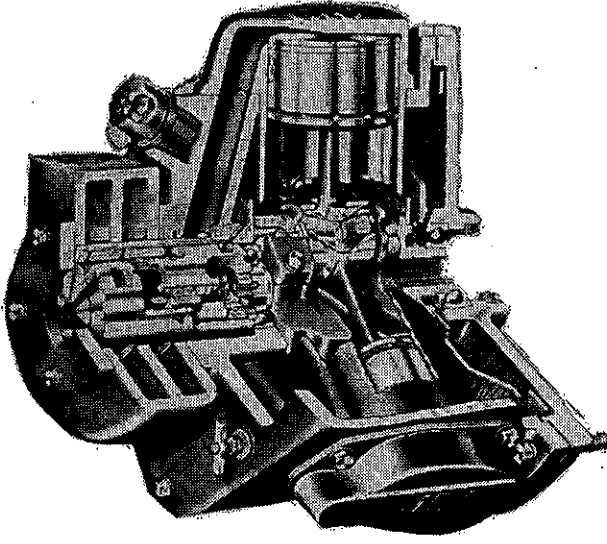
10.27 Piston strokunu tamamladıktan ve piston içindeki hava basıncı düşerek genleştikten sonra, hava çıkış ağzından geçerek dışarı atılır. Eksenel pistonlu motorlarda hava debisinin kontrolü, giriş ve çıkış ağzlarının düzenlenmesi ile sağlanır.

10.28 Şekil 10-8'de gösterilen *radyal pistonlu* pnömatik motor, tek yönlü veya çift yönlü çalışma imkanı sağlayabilen düzeneklere sahip bir yapıda olabilir. Yapı bakımından farklı olmakla birlikte; bu tipteki bir pnömatik motor, radyal pistonlu hidrolik motor ile oldukça benzer çalışma prensibine sahiptir. Pistonlar, çıkış miline kama ile tesbit edilmiş olan beş taraflı eksantrik bir valf blokunun çevresine monte edilmiştir. Pistonların bağlı olduğu valf grubu, ileri geri doğrusal hareketin milin

Şekil 10-7. Eksenel pistonlu hava motoru



Şekil 10-8. Radyal pistonlu hava motoru



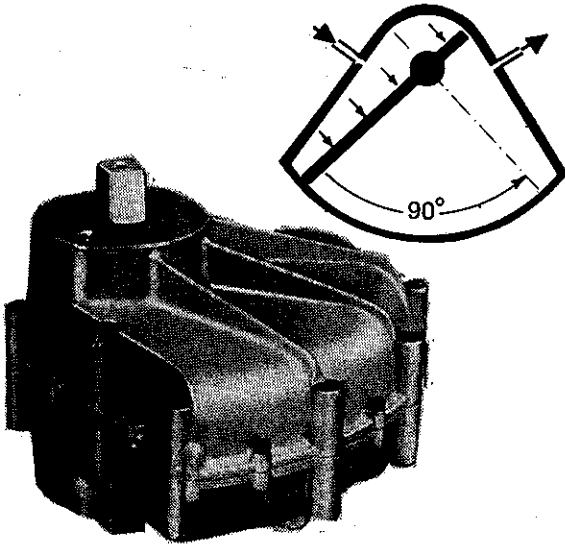
dönme hareketine dönüştürülmesini sağlar.

10.29 Radyal pistonlu motor çalışmakta iken, basınçlı hava giriş ağzından içeri girer ve döner valfin içinden geçecek şekilde yönlendirilir. Bu valf, havanın valf bloku içinden geçerek motor mahfazasında bulunan bir piston yüzeyine etki etmesini sağlar. Pistonun üst kısmı üzerinde etki eden basınçlı hava, pistonu içeri doğru hareket ettirerek valf blokunun konumunu kaydırır. Değişik konuma gelen valf bloku da eksantriği ve döner valfi döndürür. Eksantrik, motor miline bağlı olduğu için, motor mili de döner.

10.30 Piston strokunu tamamlayarak tabana ulaştığında ve havanın daha

fazla iş yapma imkanı kalmaması nedeniyle, döner valf, havanın pistondan dışarı atılabileceğini mümkün kılar. Eğer döner valf konumunu değiştirmeye devam ederse, hemen hemen sıfır basınçtaki hava, pistondan çıkış kanalına geçmeye zorlanır ve buradan da dışarı atılır.

Şekil 10-9. Kanatlı tip döner hareketlendirici



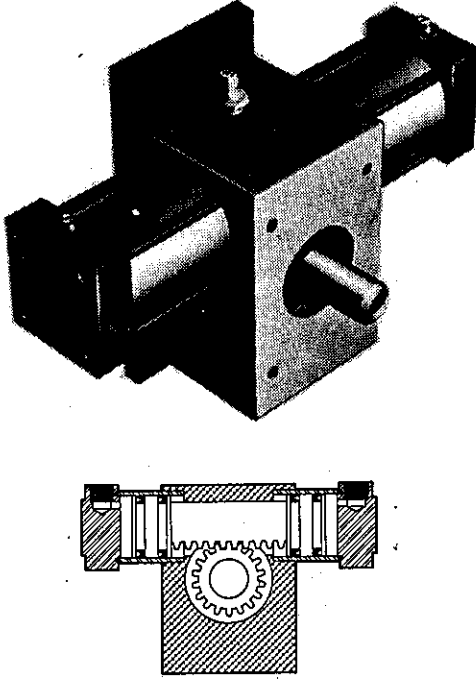
Döner Hareketlendiriciler

10.31 Hava ile çalışan döner hareketlendiriciler, döner motora benzer bir etkiye sahiptir. Bununla beraber, bu üniteler, bir tam devirden daha küçük olan bir yay içinde hareket eder. Hareket aralığı genellikle 90° ' den 330° 'ye kadar değişir. Kullanılabilir dönme miktarı, imalatçıya ve uygulamaya göre değişir. Döner hareketlendiriciler yüksek moment değerine ve nispeten basit bir yapıya sahip olup, yerlerine monte edilmeleri de kolaydır. Bunlar, kumanda kollarını çalıştırmak ve tahrik ünitelerinin kısmi bir dönme hareketi yapabilesini sağlamak için kullanılır. Bu cihazların ana güç

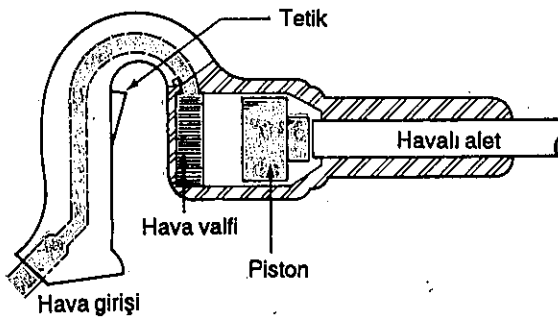
kaynağı, döner kanatlı hareketlendiriciler veya hava silindirleridir.

10.32 Şekil 10-9' da gösterilen *kanatlı tip* döner hareketlendirici, bir döner kapıya çok benzer bir biçimde çalışır. Çıkış mili, kanat destek payandasına direkt bağlıdır. Kanat ve payanda, yapıya bağlı

Şekil 10-10. Pistonla çalışan bir döner hareketlendirici



Şekil 10-11. Bir darbeli motor



redüktör vasıtasıyla çalıştırabilir. Darbeli anahtarlar veya moment yükseltici aletler; bir dişli grubunun yanısıra, ayarlanabilir bir kavrama ya da moment anahtarı tarafından tatbik edilmesi istenen sıkma kuvvetini sağlamak üzere ayarlanabilen bir darbeli cihaz ile birlikte komple olarak imal edilmektedir.

10.35 Yontma çekiçleri veya yüzey taşı temizleme aletleri, biraz farklı bir yapıya sahiptir. Şekil 10-11'de gösterildiği gibi, yontma çekici, alet üzerinde gerekli darbeyi meydana getirmek üzere bir silindir içinde ileri-geri mekik hareketi yapan bir piston mekanizmasından yararlanır. Basınçlı hava

olarak, havanın bir veya daha fazla sayıdaki giriş ağzına yönlendirilmesiyle ileri ve geri hareket ettirilebilir. Bazı ünitelerde, hava beslemesi kesildiğinde ilk konumlarına geri dönmelerini sağlayan yay tertibatı mevcuttur. Giriş ağzından içeri giren basınçlı hava, kanat üzerine etki ederek milin dönmesini sağlar. Bazı hareketlendiriciler bilyalı valflerin konumunu değiştirmek için kullanılır; bazıları ise frenleri, sıkma tertibatlarını ve elektrik anahtarlarını çalıştırır.

10.33 *Pistonlu tip* döner hareketlendiriciler çeşitli imalatçılar tarafından üretilmektedir. Yaygın olarak kullanılan bir pistonlu döner hareketlendirici, Şekil 10-10'da gösterilmiştir. Bu ünite; kremayer dişli bir piston kolu ihtiva eden, çift pistonlu bir pnömomatik silindir vardır. Kremayer, pinyon dişliye geçerek ileri-geri doğrusal hareketin ileri-geri dönme hareketine dönüştürülmesini sağlar.

Taşınabilir Tip (Seyyar) Havalı Aletler

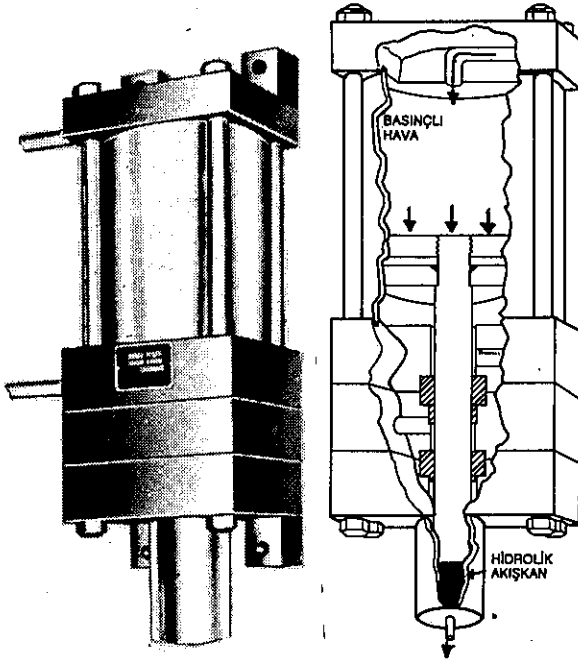
10.34 Seyyar havalı aletler; delik delme, taşlama, civata sökme takma, yüzey taşlarını ve çapaklarını temizleme amacıyla kullanılır. Döner havalı aletler (matkaplar, taşlama makinaları vb.), evvelce açıklanan tiplere benzer kanatlı motorlar vasıtasıyla çalıştırılır. Uygulamaya bağlı olarak, motor aleti ya direkt olarak ya da arada mevcut bir

silindirin içine girdiğinde, piston ileriye itilir ve alete çarpar. Daha sonra bir dahili valf vasıtasıyla ters yönde hareket etmesi sağlanan hava, pistonun tekrar ilk konumuna dönmesini sağlar. Bu noktada havanın yönü tekrar tersine çevrilir ve pistonu alete doğru kuvvetle iter. Tüm havalı aletlerde, pistonun geri hareket stroku yastıklanmış olup, böylece alete hasar gelmesi önlenmiştir.

Havalı Yükseltici Pompalar

10.36 Pnömatik olarak çalışan hidrolik güç yükselticileri, hava motorunun diğer bir şeklidir. Bunlar, 140 bar'lık hidrolik basınç sağlayabilen yükseltici pompalarını çalıştırmak için 5.5 - 6 bar basınçta sıkıştırılmış hava kullanan *doğrusal* hareketli cihazlardır. Şekil 10-12, hidrolik piston vazifesi gören bir çubuğa bağlı pnömatik silindirden oluşmuş olan bir hava yükselticisini göstermektedir.

Şekil 10-12. Bir havalı yükseltici pompa



10.37 Bir hava yükselticisi çalışmakta iken, basınçlı hava akımı pnömatik silindirin üst veya kapak tarafına yönlendirilir. Pistonun aşağı doğru hareketi sırasında çubuğun ucu, alt hazne içinde bulunan hidrolik akışkan üzerinde bir kuvvet etkisi sağlar. Birinci Derste öğrenmiş olduğunuz gibi; bir piston yüzeyine uygulanan herhangi bir kuvvet, piston kolunun ucuna iletilir. Bu durumda çubuğun uç kesit alanı daha küçüktür. Dolayısıyla, cihaz bir basınç yükseltici olarak işlev yapar. Yani, hidrolik akışkana etki eden kuvvet daha küçük bir alan üzerine yayılarak daha büyük bir basınç meydana getirir.

10.38 Basınçların birbirine oranı, piston alanlarının birbirine oranına eşittir. Alanların birbirine oranı ise, piston çaplarının karelerinin birbirine

oranına eşittir. Örneğin 6 cm çapındaki bir hava pistonu, 1 cm çapındaki bir piston koluna sahipse; hidrolik silindir içinde yaratılan basınç, pnömatik silindirdeki basıncın 6^2 veya 36 katıdır. Küçük makinalar için, bu sistem, kendi hidrolik pompası ve basınç kontrolleri bulunan bir sisteme kıyasla daha ekonomiktir.

180 Programlı Alıştırmalar

10-17. Eksenel pistonlu motorun ileri-geri doğrusal hareketi, _____ vasıtasıyla dönme hareketine dönüştürülür.	10.17. SALGILI PLAKA Bkz. 10.26, Şekil 10-7
10-18. Bir radyal pistonlu motor çalışmakta iken, içeri giren basınçlı hava önce bir <i>(sabit/döner)</i> valfe yönlendirilir.	10-18. DÖNER Bkz. 10.29, Şekil 10-8
10-19. Döner tip pnömatik hareketlendiriciler, genellikle bir tam _____ den daha küçük bir dönme açısında hareket eder.	10-19. DEVİR Bkz. 10.31
10-20. Pistonlu tip döner hareketlendirici tarafından meydana getirilen ileri-geri dönme hareketi, bir _____ düzeni vasıtasıyla sağlanır.	10-20. KREMAYER-PİNYON-DİŞLİ Bkz. 10.33, Şekil 10-10
10-21. Bir pnömatik darbeli anahtara sevk edilen moment miktarının kontrolü, genellikle söz konusu havalı aletin tahrik tertibatında bulunan ayarlanabilir bir _____ vasıtasıyla sağlanır.	10-21. KAVRAMA Bkz. 10.34
10-22. Yontma çekiçlerinin çalışması için gerekli güç, genellikle ileri-geri hareketli bir _____ vasıtasıyla sağlanır.	10-22. PİSTON Bkz. 10.35, Şekil 10-11
10-23. Bir hidrolik sistem basıncının bir pnömatik sistem tarafından yükseltilebilmesi, bir hava _____ kullanmak suretiyle gerçekleştirilir.	10-23. YÜKSELTİCİSİ Bkz. 10.36
10-24. Bir hava yükselticisinde hidrolik akışkan, <i>(küçük/büyük)</i> çaplı hazneyi işgal eder.	10-24. KÜÇÜK Bkz. 10.37, Şekil 10-12

Aşağıdaki sorulara, en uygun cevabın yanına "X" işareti koyarak cevaplandırın.

- 10-1 Bir pnömatik motordan ne tür bir enerji elde edilebilir?
- ☐ a) Potansiyel enerji
☐ b) Pnömatik enerji
☐ c) Mekanik kinetik enerji
☐ d) Akışkan enerjisi
- 10-2 Pnömatik motorlar, aşağıdaki özelliklerin hangisine göre sınıflandırılır?
- ☐ a) Tahrik elemanları ve hızı
☐ b) Tahrik elemanları ve çalışma prensibi
☐ c) Tahrik elemanları ve dönme hareketi
☐ d) Dönme hareketi ve hızı
- 10-3 Tümü, bir mekanik yataklı yapıya sahip olan pnömatik motorlar ne tip bir çalışma prensibine göre çalışırlar?
- ☐ a) Pozitif iletimli
☐ b) Eksenel akışlı
☐ c) Serbest çıkışlı türbin
☐ d) Çok kademeli basınç yükseltme
- 10-4 Aşağıdaki ilişkilerden hangisinin bir pnömatik motorda bulunma ihtimali en fazladır?
- ☐ a) Çalışma momenti = İlk hareket momentinin % 75'i
☐ b) İlk hareket moment = Çalışma momentinin % 75'i
☐ c) Çalışma momenti = Tam yükte durdurma momentinin % 75'i
☐ d) İlk hareket moment = Tam yükte durdurma momentinin % 75'i
- 10-5 Bir pnömatik motorun çıkış gücü, motorun hangi teknik değerlerine dayanarak hesaplanır?
- ☐ a) Hız ve ebat
☐ b) Ebat ve ağırlık
☐ c) Hız ve ağırlık
☐ d) Moment ve hız
- 10-6 Aşağıdaki değerlerden hangisi, bir pnömatik motor seçiminde dikkate alınması gereken en önemli faktördür?
- ☐ a) Hava tüketimi
☐ b) Çıkış mili çapı
☐ c) Yağlama gereksinimleri
☐ d) Montaj özellikleri
- 10-7 Hidrolik motorlara kıyasla pnömatik motorların sahip olduğu en önemli özellik şudur: Pnömatik motorlar
- ☐ a) Daha uzun bir hizmet ömrüne sahiptir.
☐ b) daha kolay taşınabilir.
☐ c) daha yekpare bir yapıdadır.
☐ d) daha yakın boşluk toleranslarına sahiptir.
- 10-8 Aşağıda belirtilen tiplerin hangisi, pozitif yer değiştirmeli bir motor DEĞİLDİR?
- ☐ a) Eksenel pistonlu tip
☐ b) Radyal pistonlu tip
☐ c) Kanatlı tip
☐ d) Döner hareketlendiricili tip
- 10-9 Bir pnömatik motorda dönme yönünün değiştirebilmesi, hangi ünite veya işlem vasıtasıyla sağlanır?
- ☐ a) Dişlilerin dönme yönünün değiştirilmesi
☐ b) Çift yönlü kavrama
☐ c) Hava akış yönünün tersine çevrilmesi
☐ d) Çift yönlü piston
- 10-10 Kanatlı motorlar çoğunlukla hangi ünitelerde bulunur?
- ☐ a) Havalı matkaplar ve anahtarlar
☐ b) Havalı vinçler
☐ c) Havalı keskinler (yontma çekiçleri)
☐ d) Seyyar tip yüzey taşı temizleme makinaları

Ders Özeti

Pnömatik motorlar, havalı alet ve diğer mekanik cihazların çalışması için gerekli enerjiyi sağlar. Bu üniteler, basınçtan doğan enerjiyi doğrudan mekanik enerjiye dönüştürür. Motora giren havanın basıncı motor çıkış momentini etkiler. Bir pnömatik motorun çıkış kuvveti, motor momentinin dönmekte olan tekerleğin yarıçapına bölünmesi ile bulunan değere eşittir.

Pnömatik motorların tümü pozitif yer değiştirmeli tiptedir. Yani, bu motorlarda, hava kaçacağını önlemek ve çıkış milinde sürekli olarak dengeli bir hareket elde edilebilmesi için giriş ve çıkış ağzları arasına yerleştirilmiş bir mekanik yatak mevcuttur. Pnömatik motorların çoğu sabit iletimli tipte de olabilir. Yani bu tip motorlarda, motora giren basınçlı havanın basınç ve debisini ayarlamak suretiyle çıkış mili hızının değiştirilebilmesi mümkündür.

Hava motorlarının en yaygın biçimde uygulanan tasarım tipleri, kanatlı, radyal pistonlu ve eksenel pistonlu modellerdir. Bunların hespi de aynı temel prensibe dayalı olarak çalışır. Ancak, esas itibarıyla bu üç model, hava hücresinin hareketli cidar tarafından kuvvetin mile aktarılış yöntemine göre birbirlerinden farklılık gösterirler. Döner hareketlendiriciler (aktüatörler) ise, döner motorun dönme hareketine benzer bir etkiye sahip olmakla beraber; bunların hareketi, tam devirden daha küçük bir daire yayı içinde gerçekleşir. Hareketlendiricinin diğer bir şekli de hava yükselticisidir. Yükseltici, basınçlı hava vasıtasıyla bir pistonu hareket ettirir; piston da bitişik hücrede bulunan hidrolik akışkan üzerinde etki eden kuvveti çoğaltır.

Hava motorları, sahip oldukları basınç verimliliğine (herhangi bir hasara ve kaçağa neden olmadan hava basıncına karşı koyabilme kabiliyetine) ve basınç aralığına (verimli bir çalışma sağlanabilmesini mümkün kılan basınç aralığına) göre de sınıflandırılabilir. Sınıflandırmayı etkileyen diğer faktörler; motorun hız aralığı (pnömatik motorlarda, çoğunlukla 500-6000 dev/dak) ve moment değeridir. Motorlar, ayrıca, moment ile hız çarpımıyla bulunan çıkış gücü değerlerine göre de sınıflandırılır.

Uygulamalar

10-1. Çalıştığınız fabrikadaki pnömatik motorlara ilişkin uygulamaların bazıları nelerdir?

10-2. 10-1'de sırasıyla belirttiğiniz herbir motorun ilk hareket, çalışma ve tüm yükte durdurma momentleri nelerdir?

Kendi Kendini Kontrol Testi Cevapları

10-1. c. Mekanik kinetik enerji.
Bkz. 10.01

10-2. b. Tahrik elemanları ve çalışma prensibi.Bkz.10.05

10-3. a. Pozitif yer değiştirmeli.
Bkz. 10.06

10-4. d. İlk hareket momenti=Tam yükte durdurma momentinin % 75'i. Bkz. 10.13

10-5. d. Moment ve hız.Bkz. 10.15

10-6. a. Hava tüketimi.Bkz.10.17

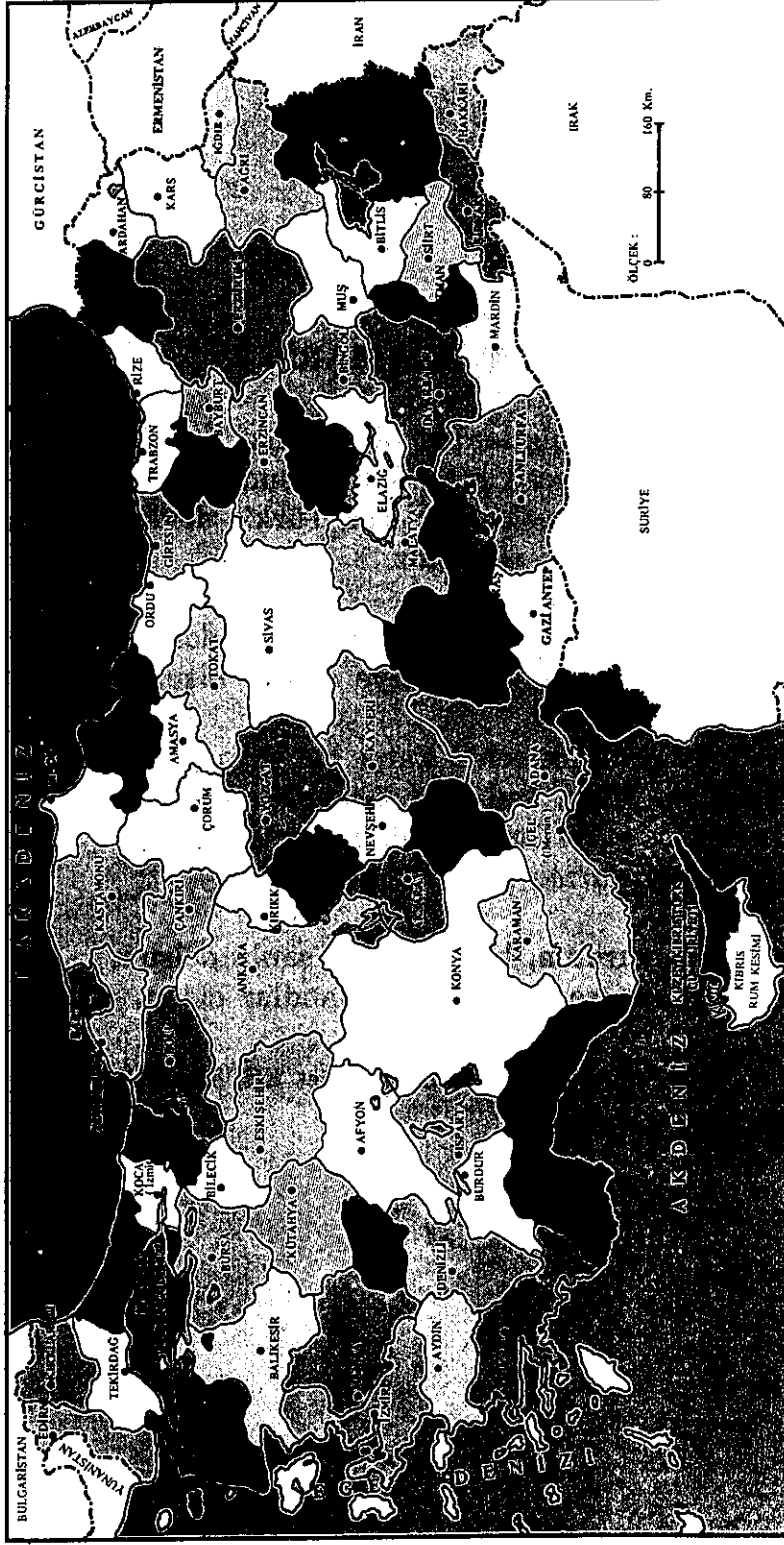
10-7. b. Daha kolay taşınabilir.
Bkz. 10.21

10-8. d. Döner hareketlendiricili tip. Bkz. 10.22

10-9. c. Hava akış yönünün tersine çevrilmesi.
Bkz.10.25

10-10. a. Havalı matkaplar ve anahtarlar.Bkz.10.34

TÜRKİYE HARİTASI



ÖĞRETMEN MARŞI

Alnımızda bilgilerden bir çelenk,
Nura doğru can atan Türk genciyiz.
Yeryüzünde yoktur, olmaz Türk'e denk;
Korku bilmez soyumuz.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

Candan açtık cehle karşı bir savaş,
Ey bu yolda and içen genç arkadaş!
Öğren, öğret halka hakkı, gürle coş;
Durma durma koş.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

İsmail Hikmet ERTAYLAN

Satış fiyatı: 54.000 Tl
KDV: 5
KDV'li SATIŞ FİYATI: 59.000

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Adana, Ankara, Burdur, Elazığ,
Erzurum, İzmir, Samsun, Sivas, Trabzon , Van ve Zonguldak
Bölge Şeflikleri.

PERAKENDE SATIŞ

Millî Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık yayınları satıcısı kitapçılar.