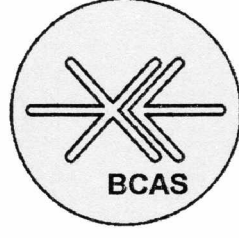
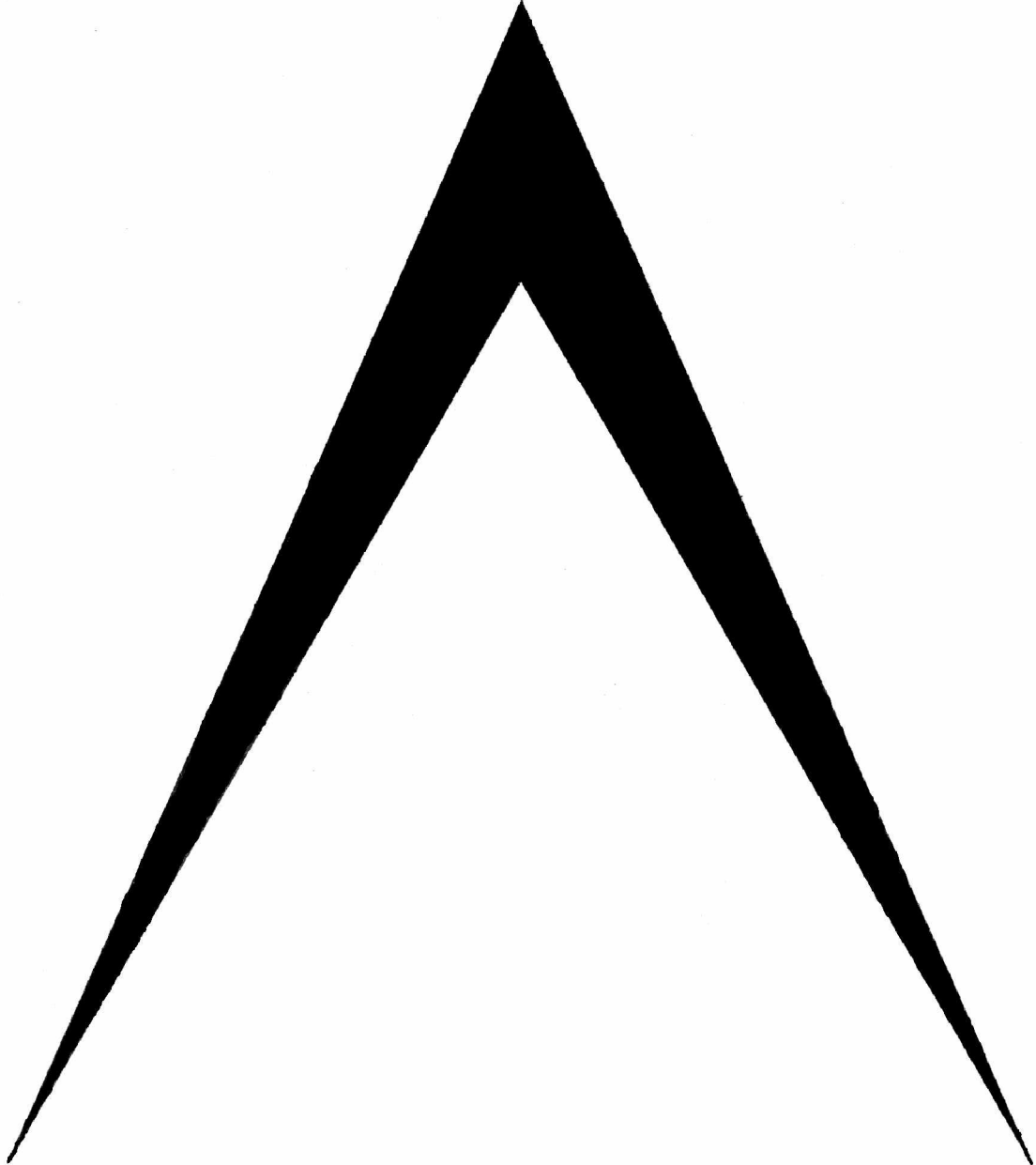


 **CompAir** BroomWade



**BASINÇLI HAVA KILAVUZU**



## British Compressed Air Society

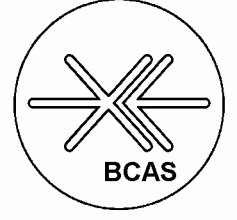
Leicester House

8 Leicester Street

London WC2H 2BN

Telephone: 01 437 0678

Facsimile: 01 437 4901



# **BASINÇLI HAVA SERVİSLERİNİN SEÇİM VE TESİS ETME (KURMA) KILAVUZU**

*Guide to the Selection and Installation of Compressed Air Services*

TÜRKÇEYE ÇEVİREN : ERDOĞAN TAN

TAHAŞ TAZYİKLİ HAVA SAN. VE TİC. A.Ş.  
İSTANBUL



# **CompAir** BroomWade

CompAir BroomWade Limited, Hughenden Avenue  
High Wycombe, Bucks. HP13 5SF  
United Kingdom  
Telephone: +44 (0) 1494 605300  
Facsimile: +44 (0) 1494 462624

# 1 GİRİŞ

Enerji değişik yöntemlerle depolanabilir (biriktirilebilir) yada taşınabilir; endüstride en çok kullanılan yöntemler elektrik, hidrolik yada basınçlı hava sistemleridir. Basınçlı hava sistemleri emniyet, temizlik, esneklik ve çalışma maddesi olan havanın bolluğu açısından avantajlıdır. Bu avantajları dolayısıyla, basınçlı hava, imalat, proses ve bakım endüstrilerinde, inşaat ve madencilik sektörlerinde yaygın olarak kullanılır.

Kullanıcının kendisine en uygun basınçlı hava sistemini kurması ve yüksek bir verimlilikle (etkinlikle) çalıştırabilmesi için yardımcı olmak amacıyla, İngiliz Basınçlı Hava Topluluğu (British Compressed Air Society, BCAS) 'Basınçlı Hava Servislerinin Seçim ve Tesis Etme (Kurma) Kılavuzu' adı altında bu yeni ve geniş kapsamlı (kapsamı genişletilmiş) yayını çıkarmıştır. Bu kılavuz geniş kapsamlı olmasına karşılık, konuları genel düzeyde ele alır (işler). Dolayısıyla, kullanıcıya, basınçlı hava tesisindeki her bir donanımın (ekipmanın) yerleştirilmesi (kurulması) ve çalıştırılması konusundaki son kararını vermeden önce, o donanımın (ekipmanın) üreticisine yada satıcısına danışması (kuvvetle) tavsiye edilir.

Basınçlı hava kaynağı olan kompresörün ve yardımcı donanımın seçimine, çalıştırılmasına ve bakımına özel dikkat (özen) gösterilmelidir. Birçok durumda, basınçlı hava sistemi tesisin (fabrikanın) başta gelen enerji tüketicisidir ve basınçlı hava sistemindeki verimliliğin düşmesi tesisin (fabrikanın) enerji sarfiyatını (harcamasını, giderini) önemli oranda artırır. Kılavuzun 7. bölümü bu konuyu (enerji tasarrufunu) ele almaktadır.

Bu kılavuz 1.6 bar ile 16 bar arasında (efektif) çalışma basıncı olan basınçlı hava sistemlerini esas almaktadır. Hava dışındaki gazlar kullanılan ve 16 bar'ın üstünde çalışma basıncı olan sistemler için, donanım üreticilerinden sağlanacak ayrıntılı bilgilere göre hareket edilmesi (BCAS tarafından, özellikle) tavsiye edilir.

## 2 TERMİNOLOJİ

Aşağıdaki tanımlar okuyucuya bu kılavuzda yer alan adları ve kavramları açıklar. Burada yer almayan adlar ve kavramlar ilgili bölümlerde açıklanmıştır.

- 2.1 Mutlak Basınç.** Mutlak sıfırı ve aynı zamanda mutlak vakumu referans alan basınç değeri. Atmosfer basıncı ile manometre basıncının toplamıdır. (Bölüm 2.19 Manometre Basıncı) (ISO 3857/1).
- 2.2 Mutlak Sıcaklık.** Mutlak sıfır noktasından başlayarak ölçülendirilmiş sıcaklık (ISO 3857/1).
- 2.3 Aktuatör.** Güç uygulayan herhangi bir pnömatik aygıt; örneğin, bir silindir yada motor.
- 2.4 Adyabatik.** Bir gazın ısı kaybı yada kazancı olmadığı varsayılarak sıkışması yada genleşmesi.
- 2.5 Nihai (Son) Soğutma.** Kompresyon (Sıkıştırma) tamamlandıktan sonra (basınçlı) havanın soğutulması.
- 2.6 Ortam Sıcaklığı.** Donanımın (Makinanın yada makinaların) çalıştığı yerin sıcaklığı.
- 2.7 Atmosfer Basıncı.** Atmosferin (belirli koşullar altında ölçülen) mutlak basıncı (ISO 3857/1).
- 2.8 Kapalı Çevrim Sistemi.** Aktuatörlerden (Hava motorlarından veya silindirlerinden) çıkan havanın kompresör girişine geri döndürüldüğü kapalı basınçlı sistem.
- 2.9 Kompresör.** Bir gazın basınca karşı akışını sağlayan makina (aygıt); mekanik kuvveti ve hareketi pnömatik akışkan kuvvetine dönüştürür. (Kompresör tipleri için bölüm 4.1'i okuyun).
- 2.10 Kompresör Kapasitesi.** Genel olarak, kompresörün standard çıkış noktasında, emiş koşullarına göre ve Serbest Hava Debisi (Free Air Delivery, FAD) cinsinden hesaplanan akış miktarı (debi). (Bölüm 2.17 Serbest Hava) (ISO 3857/2).
- 2.11 Regülatör (Kompresör Regülatörü).** Kompresörün hava çıkışını (kapasitesini) kontrol (regüle) etmek (düzenlemek, dengelemek) için, kompresöre monte edilen aygıt. (Kompresörün bastığı hava miktarının ve basıncın talebe göre dengelenmesini sağlar.)
- 2.12 Kondensat (Yoğuşum).** Hava içerisindeki su buharının (nemin) sıcaklık düşmesi yada basınç artışı dolayısıyla yoğuşması sonucunda oluşan sıvı. (Yağlı kompresörlerde bu sıvıya kompresör çıkışına kaçan yağ zerreleri de karışır.)
- 2.13 Çiğ Noktası.** Belirli bir basınç altında, su buharının tamamen doyduğu (sıvıya dönüşeceği) sıcaklık.
- 2.14 Yer Değiştirme.** İlk kademede (1. kademe) kompresyon elemanının birim zamanda yer değiştirdiği (yerini aldığı) hacim.
- 2.15 Kurutucu.** Basınçlı hava içindeki su buharı (nem) miktarını (oranını) azaltan makina (aygıt).
- 2.16 Filtre.** Çalışma maddesi (Basınçlı hava sistemi söz konusu ise, hava) içerisindeki yabancı maddeleri süzen (tutan, çıkaran) aygıt.
- 2.17 Serbest Hava.** Kompresörden etkilenmemiş (Kompresyonun başlamadığı) emiş noktasında, atmosfer koşulları altındaki hava; bir kompresörün çıkış kapasitesi, hava kullanan aletler yada pnömatik silindirlerin hava sarfiyatı standard atmosfer (koşulları) referans alınarak hesaplanır. (Bak 2.36).
- 2.18 Emniyet Tapası (veya Sıcaklık Switch'i).** Kompresörün (en) sıcak bir çıkış noktasına, aşırı yüksek sıcaklığa karşı koruma sağlamak amacıyla konulan (yardımcı) aygıt.
- 2.19 Manometre Basıncı (Efektif Basınç).** Atmosfer basıncını referans alan (Atmosfer basıncının üstündeki) basınç; 'bar' cinsinden ölçülendirilir. (ISO 3857/1).
- 2.20 Ara Soğutma.** Çok kademeli kompresyon durumunda, kademeler arasında yapılan (hava) soğutma.
- 2.21 İzotermal.** Bir gazın sıcaklığının değişmediği (sabit kaldığı) varsayılan sıkışması yada genleşmesi.
- 2.22 Yağlayıcı (Lubrikatör).** Çalışma maddesi (Basınçlı hava sistemi söz konusu ise, hava) içerisine katılacak yağ miktarını kontrol eden (yağlamayı istenen miktarda gerçekleştiren) aygıt.
- 2.23 Çok Kademeli Kompresyon (Sıkıştırma).** Başlangıç basıncından final basıncına (son basınca) kadar, iki yada daha çok kademede ve her iki kademe arasında soğutma yapılarak gerçekleştirilen sıkıştırma (kompresyon). (Bak. 2.33 Tek Kademeli Kompresyon).

- 2.24 Tüm (Tümden) Kademe Basınç Oranı.** Çok kademeli kompresyon durumunda, bir kademenin çıkışında, ara soğutmadan (separatör dahil, ara soğutucudan) sonra ölçülen basıncın giriş basıncına oranı. Bu oran saptanırken, mutlak basınç değerleri referans (esas) alınır. (Bak. 2.35 Kademe Basınç Oranı) (ISO 3857/2).
- 2.25 (Toplam) Basınç Oranı.** Mutlak çıkış basıncının mutlak giriş (emiş) basıncına oranı. (ISO 3857/2) (Ayrıca Bölüm 2.35'i okuyun).
- 2.26 Basınç Regülatörü (Basınç Düşürme Valfi).** Bulunduğu hattaki basıncı belirli bir değere düşüren ve o değerde, giriş basıncı ile çıkış debisinin değişimine rağmen, basıncı sabit tutan aygıt.
- 2.27 Emniyet Valfi.** Basıncın sistemin dizayn edildiği maksimum basınç değerini (sınırını) aşmasını önlemek için kullanılan aygıt. Arkasındaki (Klapesi önündeki) basınç ayarlandığı değeri aştığı zaman açılıp, basıncı normale düşürecek miktarda basınçlı havayı atmosfere boşaltarak, sistemi (aşırı yüksek basıncın oluşturacağı tehlikeye karşı) korur.
- 2.28 Titreşim (Atma, Vuruntu) Damperi (Alıcı, Azaltıcı).** Pistonlu (İlerigeri hareketli) kompresörlerin emişine yada çıkışına monte edilerek, titreşimlerin (atmaların, vuruntuların) giderilmesini ve rezonansın (öztitreşimin) önlenmesini sağlayan parça (çember).
- 2.29 Hava Deposu (Hava Tankı).** Basınçlı havanın depolandığı basınçlı kap.
- 2.30 Relatif (Bağıl) Nem.** Belirli bir sıcaklık ve basınçtaki (birim hacimdeki) havanın içerdiği su miktarının (kütlesinin) aynı koşullarda olabilecek maksimum (en yüksek) miktara göre yüzdesi.
- 2.31 Çember (Ring, Halka) Tipi (Biçimli) Ana Boru Şebekesi.** Kompresörde başlayan ve kompresörde biten; böylece, her bir çıkışın iki koldan (kaynaktan, yoldan) beslenebildiği ana boru şebekesi.
- 2.32 Separatör.** Basınçlı hava içerisindeki sıvıları basınçlı havadan ayıran aygıt.
- 2.33 Tek Kademeli Kompresyon (Sıkıştırma).** Başlangıç basıncından final basıncına (son basınca) kadar, tek kademede gerçekleştirilen sıkıştırma (kompresyon). (Bak. 2.23 Çok Kademeli Kompresyon).
- 2.34 Özgül Güç Sarfiyatı (Harcaması).** Kompresörün birim kapasitesi başına shaft (kompresörün motor shaftına -miline- uygulanan) giriş gücü (Joule/litre = kW.s/m<sup>3</sup>) (ISO 3857/2).
- 2.35 Kademe Basınç Oranı.** Çok kademeli kompresörün, belirli bir kademesinin basınç oranı. Bu oran hesaplanırken, çıkış basıncı olarak, ara soğutmadan önceki basınç esas (dikkate) alınır. (Bak. 2.24 ve 2.25).
- 2.36 Standard Atmosfer.** Diğer atmosfer koşullarında elde edilen değerlerin ve test sonuçlarının (standarda göre) düzeltilmesi (uyarlanması) için, standard olarak referans (esas) alınan atmosfer koşulları (ISO R558). Pnömatik akışkan (güç) hesapları için, 1013 mbar, 20°C ve %65 relatif nem (RH) esas alınır (ISO R554); kompresör ve pnömatik alet endüstrisi, 1000 mbar, 20°C ve %65 relatif nemi (ISO 2787) esas alır (tercih eder); havacılık/uzay (ISO 2533) ve petrol (ISO 5024) endüstrileri için, 1013 mbar basıncında ve 15°C sıcaklığında kuru hava, deniz seviyesi anlamında referans alınır.
- 2.37 Volümetrik (Hacimsel) Verim.** Bastığı hava miktarının (hacminin), kompresörün yer değiştirme (öteleme, süpürme) miktarına oranı; yüzde olarak hesaplanır (ifade edilir). Kondensat (Yoğuşum) hesaba (sonuca) dahil edilebilmektedir (ISO 3857/2).

### 3 BİR TESİSİN HAVA SARFIYATININ BULUNMASI

**3.1** Bir kompresör tesisinin yapılmasında ana düşünce yeterli miktarda basınçlı havayı en düşük maliyetle ve güvenilir olarak sağlayabilmektir. Basınçlı hava tesisi işletme ve bakım giderlerini de kapsayan sermaye yatırımı gerektirir. Dolayısıyla, tesisin büyüklüğünün ve özelliklerinin mümkün olduğunca doğru hesaplanması gerekir.

**3.2** Basınçlı hava tesisi kurulurken dikkate alınması gereken önemli faktörler:

**3.2.1 Çalışma Basıncı.** Basınçlı hava donanımları genelde 6 bar (efektif) basıncında hava ile çalışırlar. İletim kayıplarını karşılayabilmek için kompresör çıkışında 7 bar (efektif) basınç olması istenir. (Bak. Tablo 5A, 5B, 5C, 5D.)

Herhangi bir aygıtın kontrolü için, (hava şebekesinde mevcut hava basıncından) daha düşük basınç gerekirse, basınç regülatörü kullanılarak istenen basınç değeri elde edilir.

Sisteme bağlanmış tüm donanımın dizayn basıncı kompresörün maksimum çıkış basıncından yüksek olmalıdır yada donanıma etkiyen hava basıncının donanımın dizayn basıncını aşmaması için tedbir alınmalıdır. (Bak. 11.5.)

Genel olarak, kullanılan hava basıncından daha yüksek yada daha düşük basınçlı hava ihtiyacı hatırı sayılır seviyede ise, ayrı bir kompresör kullanmak daha ekonomiktir.

**3.2.2 Maksimum ve Ortalama Yük.** İdeal toplam kapasite donanımın yada proses ihtiyaçlarının tam olarak bilinmesine bağlıdır. Hava sarfiyatı düşük tahmin edilerek kompresör tesisi kurulursa, sistemde istenen basınç sağlanamaz.

Hava sarfiyatı (aşırı) yüksek tahmin edilirse, yatırım maliyeti gerektiğinden fazla olur ve kompresör tesisinin boşa çalışma sırasında harcayacağı enerji dolayısıyla, gereksiz enerji sarfiyatı olur.

Bununla birlikte, kapasite olması gerekenden biraz yüksek tahmin edilirse, ileride ortaya çıkabilecek kapasite artışı karşılanabileceği için zararı yoktur.

**3.2.3 Kullanım Faktörü.** Gerekli kompresör kapasitesini saptamak için basınçlı hava sisteminden hava kullanacak makina ve aletlerin hava sarfiyatlarını hesaplamak gerekir. Tablo 1 ve Tablo 2'de çeşitli tiplerde pnömatik makina yada aletlerin hava sarfiyatları ile kullanım faktörleri yer almaktadır. Bazı durumlarda, benzeri bir tesisten elde edilen tecrübelerle dayanarak, daha doğru bir analiz yapmak mümkündür.

**3.2.4 İleride Olabilecek Sarfiyat Artışı.** Yeni bir tesis kurulurken, ileride olabilecek sarfiyat artışının dikkate alınması gerekir. Kompresör kapasitesinin ileriye yönelik olarak belirlenmesi, tesise yapılacak eklemelerin (basınçlı hava sistemi açısından) problemsiz gerçekleşmesini sağlar.

**3.2.5 Hava Kaçakları için Eklemeler.** Tecrübeler göstermiştir ki, başlangıçta hesaplanan toplam kompresör kapasitesi hava kaçaklarını da kapsmalıdır.

Borulardaki kaçaklar, tesisatın yapılışına (yapısına) bağlı olarak önlenebilir. Buna rağmen; hortum, nipel (rakor) ve valflerden dikkate alınması gereken miktarda hava kaçağı olabilmektedir.

Kaçakların düzenli bir şekilde izlenmesi ve giderilmesi koşuluyla, %5 oranında minimum kaçak eklemesi yeterli olur. (Bölüm 10.2'yi okuyun.) Önemli bir miktarda hava harcayan alet yada aygıt aralıklı olarak çalıştığı halde, küçük bir delikten (sürekli olarak) kaçan hava miktarı, söz konusu alet yada aygıtın harcadığından daha çok hava kaybına neden olabilir..

## 4 KOMPRESÖR TESİSİNİN SEÇİLMESİ

**4.1 Hava Kompresörleri.** Kompresör tipleri ve bu tiplere ait temel karakteristikler aşağıda açıklanmıştır. (Ayrıca Şekil 1'e bakın.)

**4.1.1 Pozitif Yerdeğiştirmeli Kompresörler.** Pozitif yerdeğiştirmeli kompresörlerde, sınırlanmış (kapalı) bir hacime ard arda yığılan havanın basıncı artar ve böylece basınçlı hava elde edilmiş olur. Pozitif yerdeğiştirmeli kompresörlerin kapasitesi çalışma basıncından önemli oranda etkilenmez.

(a) *İlerigeri Hareketli (Pistonlu) Kompresörler.* Bu tip kompresörlerin sıkıştırma ve yerdeğiştirme elemanı olan piston yada diyafram ilerigeri hareket eder. Pistonlu kompresörler yağlı yada yağsız (çalışan) tip olabilir.

(b) *Vidalı Kompresörler.* Biri loblu diğeri yivli olmak üzere, içiçe geçmiş iki helisel rotoru olan kompresörlerdir. Bu tip kompresörlerde, hava iki rotor ile rotorları çevreleyen gövde arasında helisel olarak ötelenir ve (böylece) sıkıştırılır. Hava çıkışı dalgasızdır (vurmasızdır). Vidalı kompresörlerin yağlı ve yağsız tipleri vardır. Rotorların dönme hızı yüksektir.

(c) *Kayar Kanatlı Kompresörler.* Silindik gövde içerisinde eksentrik olarak yerleştirilmiş kanatlı rotorun dönmesi sonucunda havayı sıkıştıran kompresör tipidir. Yağlı ve yağsız tipleri vardır. Hava çıkışı dalgasızdır.

(d) *İki Rotorlu Düz Loblu Kompresörler ve Blowerler.* Bu tip kompresörlerde, iki adet içiçe geçmiş olarak ama birbirine değmeden dönen düz (helisel olmayan) yivli ve loblu rotorun kıştırdığı hava emişten çıkışa taşınır. Yağsız çalışırlar. Hava çıkışı dalgasızdır. Rotorların dönme hızı yüksektir.

**4.1.2 Dinamik Kompresörler.** Dinamik kompresörler, hızla dönen elemanın havaya hız kazandırması ve bu hızın çıkışta basınca dönüşmesi prensibine göre çalışan sürekli akışlı makinalardır. Basınç artışı kısmen dönen eleman içinde, kısmen de sabit difüzör yada kanatlarda gerçekleşir. Dinamik kompresörlerin kapasitesi çalışma basıncından önemli oranda etkilenir.

(a) *Santrifüj Kompresörler.* Bu tip kompresörlerde, havayı gerektiği kadar hızlandırabilmek için bir yada birden çok rotor (radyal tip turbo rotor) çok yüksek bir devir sayısı ile döndürülür. Hava çıkışı dalgasızdır. Santrifüj kompresörler yağsız çalışır.

(b) *Eksenel Kompresörler.* Eksenel kompresörlerde, üzerinde kanatlar olan rotor eksenini doğrultusunda emdiği havayı, eksenini doğrultusunda basar. Hava rotor kanatlarının etkisiyle hızlanır ve bu hız (rotor çıkışında) basınca dönüşür. Rotorun kanatları rotor çapı kadar akış kanalı oluşturacak şekilde çevrenir. Eksenel kompresörler yağsız çalışır. Rotor çok yüksek bir devir sayısı ile döner. Hava debisi yüksektir.

**4.1.3 Özgül Güç Sarfıyatı.** Kompresör büyüklüğüne ve tipine göre değişir. Kompresör üreticisinden (veya distribütöründen) öğrenilebilir.

**4.2 Kapasite ve Basınç Limitleri.** Şekil 2'de her bir kompresör tipi için yaklaşık kapasite ve basınç limitleri gösterilmiştir. Birden çok kompresöre ait alanlara karşılık gelen kapasite ve basınçlar için, bundan önceki paragraflarda yapılan açıklamalara, kullanım koşullarına dikkat ederek kompresör seçimi yapılabilir. Kompresör üreticisinin (veya distribütörünün) tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

**4.2.1 Kompresör Stand-by Kapasitesi.** Bir çok tesis kurulurken, kompresör ünitelerinin sayısı ve kapasitesi bir ünitenin bakıma alınmak üzere stop ettirilmesine olanak verecek şekilde belirlenir. Bu tip tesislerde, bir kompresör stand-by (çalışmaya hazır) durumunda bekler. Sürekli ve sabit bir miktarda hava kullanılması gereken yerlerde (bir kompresörün devre dışı kalması tesisin çalışmasını engelleyecekse), stand-by kompresör bulundurulmalıdır.

**4.2.2 Yük Paylaştırma.** Tüm tesislerde düşük yüklenme yada bakım yapabilmek için, en az iki kompresör kullanılmalıdır. Böylece, bir kompresör bakıma alınabilir ve diğer kompresör ile düşük kapasiteli çalışma yapılabilir.

**4.2.3 Kapalı Çevrim Sistemleri.** Yukarıdaki açıklamalara paralel olarak, düşük kapasiteli çalışmada, iki seviyeli (kademeli) kapalı çevrim sistemleri tercih edilebilir. Kapalı çevrim sisteminde kompresörün giriş gücü (enerji sarfıyatı) azaltılmış olur. Kapalı çevrim sistemine alternatif olarak, düşük yüklerde, bu tip kompresörler yerine, ihtiyacı karşılayacak kadar hava basabilen küçük bir kompresör kullanılabilir. (Bak. Bölüm 2.8.)



**4.3 Çıkış Kontrolü.** Kompresörün bastığı hava miktarı (çıkışı) talebe göre değişebilmelidir. Bu maksatla, her kompresör ünitesinin istenen düzeyde basınç regülasyonu yapılabilmesini sağlamak için düzenlenmiş bir kontrol sistemi vardır. Kontrol metodu kompresör tipine ve modeline göre değişik olabilir. Genel olarak; kompresörler pnömatik, hidro-pnömatik ve elektronik esaslı olarak kontrol edilebilir. Kompresör tipleri için kullanılan kontrol metodları:

(a) *İlerigeri Hareketli (Pistonlu) Kompresörler.*

- (1) Otomatik stop/start mekanizması kullanarak, aralıklı çalışma.
- (2) Emiş valfini kapatarak, emişi kısarak, harici by-pass kullanarak, emiş valfini boşlayarak veya açık cep kullanarak sabit hızlı çalışma.
- (3) Değişken hız.
- (4) Yukarıdakilerin kombinasyonu.

(b) *Kayar Kanatlı Kompresörler.*

- (1) Otomatik stop/start mekanizması kullanarak, aralıklı çalışma.
- (2) Emiş valfini kapatarak, emişi kısarak veya harici by-pass kullanarak, sabit hızlı çalışma.
- (3) Değişken hız; minimum dönme hızı kanatların stator ile tam temas etmesine yetecek kadar yüksek olmalıdır.

(c) *Vidalı Kompresörler.*

- (1) Harici by-pass yada emişi kısıp atmosfere boşaltma yaparak, sabit hızlı çalışma.
- (2) Değişken hız.

(d) *Dinamik Kompresörler.*

- (1) Emişi kısıp atmosfere boşaltma yaparak, sabit hızlı çalışma.
- (2) Değişken hız.

Özel uygulamalar için, en uygun kontrol metodu konusunda kompresör üreticisinden tavsiye istenmelidir.

**4.4 Kompresöre hareket veren makinanın seçilmesi.** Tesisin ekonomik olması açısından, kompresörü süren makinanın doğru (uygun) seçilmesi önemlidir. En çok kullanılan sürücü makinalar şunlardır:

- Elektrik motoru.
- Dizel veya Otto çevrimli petrol yada gaz motoru.
- Gaz veya buhar türbini.

Elektrik motorunun avantajları kompakt ve kolay kontrol edilir olmasıdır. İçten yanmalı motorlar (Dizel yada Otto motorları) taşınabilir ünitelerde, emniyet amacıyla yedek bekleyen ünitelerde yada elektrik olmayan yerlerde tercih edilir.

Türbin buhar yada gaz enerjisi kullanılan tesislerde enerji dengesi sağlamak için kullanılır. Türbin tipi sürücü makinalarda hız kolay kontrol edilebilir. Türbin, gaz veya buhar elde kullanılan tesislerde enerji ekonomisi sağlar.

Tek başına sürücü makina tipini belirlemek yeterli değildir, sürücü makinanın kompresöre uygun olması gerekir.

**4.4.1 Uygulama Gereksinimleri.** Hesaplamaların hazırlanmasında gecikme olmaması için ve zorunlu olmayan (ek) giderler ortaya çıkmaması için, tüm gerekli verilerin mevcut olması ve kayıtlanması önemlidir. Dolayısıyla, aşağıda belirtilen parametrelerin saptanması gerekir:

**4.4.2 Kompresör Çıkış Koşulları.**

- (a) Gelecekteki (muhtemel) artışı da kapsayan Serbest Hava Debisi (litre/saniye).
- (b) Minimum çıkış basıncı; kullanım noktasında ihtiyaç duyulan çalışma basıncının kabul edilebilir değerinin altına düşmemesi için, kompresörün çıkışında olması gereken minimum basınç.
- (c) Hava Kalitesi; Havanın istenen temizlik derecesi. (PNEUROPO Yayın 66110, Tablo 14'de listelenmiştir.)
- (d) Havanın kullanılma amacı.
- (e) Hava talebinin biçimi; aralıklı yada sürekli hava talebi olup olmadığı.
- (f) Bir haftadaki çalışma günü.
- (g) Kontrol tipi. (Bak. 4.3.)
- (h) Hava deposu ihtiyacı.
- (i) Kompresörün uyması gereken herhangi bir özel koşul yada koşullar.
- (j) Su pompaları, valfler, boru bağlantıları, titreşim takozları, nihai soğutucular (hava soğutucuları), kurutucular, emiş filtreleri ve susturucular gibi yardımcı donanım ihtiyaçları.

**4.4.3 Yer Koşulları.**

- (a) Sabit, taşınabilir yada seyyar (gezgin) ünite gerekip gerekmediği.
- (b) Soğutucu akışkan olarak hava kullanılacaksa, havanın sıcaklık derecesi.
- (c) Soğutucu akışkan olarak su kullanılacaksa, suyun sıcaklığı, basıncı ve gereken su miktarı.
- (d) Soğutma suyu kullanılacaksa, soğutma suyunun tipi ve kirlilik derecesi. (Su analizi için gerekli.)
- (e) Sürücü makinanın tipi ve enerji besleme koşulları. ( Tüm karakteristiklerin, özelliklerin ve çizimlerin hazır olması gerekir.)
- (f) Planlanan yerin tüm ayrıntısı. (Coğrafik konum ve zemin durumu ile ilgili ayrıntılar.)
- (g) Kompresörü üreticisinin (distribütörünün) yerleştirip yerleştirmeyeceği.
- (h) Boşta (Yüksüz) çalışma durumu olup olmayacağı, kullanılan donanımın kapasitesi.
- (i) Gürültü ile ilgili lokal sınırlamalar, izin verilen en yüksek gürültü seviyesi.
- (j) Kompresörün yerleşimini etkileyebilecek titreşim kaynakları.

**4.4.4 Kompresör Emiş Koşulları.**

- (a) Emiş basıncı, atmosferik basınç yada belirli bir basınç değeri.
- (b) Emiş sıcaklığı.
- (c) Ortam koşullarında, beklenen en yüksek bağıl nem.
- (d) Deniz seviyesinden yükseklik. (Motor güç ihtiyacını ve verimi etkiler. Ayrıntı için, kompresör üreticisine -yada distribütörüne- danışabilirsiniz.)
- (e) Mevcut emiş havasının kirlilik derecesi.

Dünyanın bir çok bölgesine ait Sıcaklık, Bağıl Nem, Deniz Seviyesinden Yükseklik tabloları Britanya (İngiltere) Meteoroloji Ofisi tarafından yayınlanmıştır ve (İngiltere'de) HMSO'dan temin edilebilir.

**4.5 Maliyet Hesabı.** Büyüklük olarak, kompresörleri üç guruba ayırabiliriz:

- Küçük.... Kapasitesi 40 L/s'ye kadar olanlar.
- Orta..... Kapasitesi 40 L/s ile 300 L/s arasında olanlar.
- Büyük.... Kapasitesi 300 L/s'den fazla olanlar.

Hangi kompresör tipinin maliyetce daha uygun olduğunu saptamak için, kompresörün tesis, çalıştırma ve bakım maliyetleri hesaplanmalıdır. Bu hesap ile ilgili faktörler:

- (a) Verim... En yüksek verim ile en düşük özgül enerji sarfiyatı (Joule/litre= $kW.s/m^3$ ) elde edilir.
- (b) Elektrik yada yakıt maliyeti.
- (c) Emniyet.
- (d) Bakım maliyeti..
- (e) Soğutma maliyeti.
- (f) Kontrol (İdare, Nezaret) maliyeti.
- (g) Boşluk gereksinimi... Bakım yapabilmek için, kompresör etrafında bırakılması gereken boşluklar.
- (h) Tesis kolaylığı... Kaldırma ve taşıma donanımı ile ilgili olanaklar.
- (i) Servis olanakları. (Servis kuruluşlarının durumu.)
- (j) Elektrik donanımı... Standard motor ve kumanda donanımı tercih edilir.
- (k) Yedek parça durumu ve servis (bakım/onarım) kolaylıkları.

## 5 KOMPRESÖR ÜNİTESİ YARDIMCI DONANIMININ SEÇİLMESİ

**Kompresör tesisinde genel olarak kullanılan yardımcı donanımı oluşturan makinalar ve aygıtlar aşağıda açıklanmıştır. Bunlardan bazıları (özel gereksinimler dışında) kullanılmayabilir. (Bak. Şekil 3.)**

**5.1 Nihai Soğutucu (Hava Soğutucusu).** Atmosfer basıncındaki hava sıkıştırılırken, sıkışmanın etkisiyle havanın sıcaklığı artar. Normal olarak, havanın içindeki nem sıcaklığın yüksek olması dolayısıyla yoğunlaşmaz; buhar fazında kalır. Kompresörden çıkan hava boru şebekesi içerisinde soğurken, havanın nem taşıma kabiliyeti düşer; basınçlı hava içindeki nem belirli bir oranda yoğunlaşır ve suya dönüşür.

Yoğuşumu basınçlı hava sistemi dışına atmanın en etkili yolu, kompresörün hemen çıkışında havayı soğutmak ve böylece, toplanan yoğuşumu (kondensatı) boşaltmaktır. Nihai soğutucu (Hava soğutucusu) bu maksatla kullanılır. Nihai soğutucunun çıkışında, havanın içerdiği nem tamamen yoğunlaşmaz. Kalan nem boru şebekesi içinde yoğunlaşır. Boru şebekesi içinde (soğuma etkisiyle) oluşan suyun (kondensatın) tutulabilmesi için filtre kullanılır. Filtrenin yanı sıra; daha ileri düzeyde soğutma yapıp, daha yüksek oranda yoğunlaşma sağlamak için (havayı kurutmak için), hava kurutucusu kullanılır. (Bak. 5.4 Hava Kurutucuları, 9.2 Filtreler.)

Basınçlı havanın soğutulması ve içerisindeki nemin yoğunlaştırılarak alınması, borulardaki ve donanımdaki korozyonun azalmasını sağladığı gibi, kompresörden kaçan pulverize yağın tutulup sistem dışına atılmasına yardımcı olur. Çok kademeli kompresörlerde havanın içerdiği nemin bir kısmı, kademeler arasındaki soğutucular vasıtasıyla sistem dışına atılır.

Nihai soğutucunun temizlenebilecek ve sökülebilecek şekilde yapılması gerekir. Nihai soğutucu çıkışında bir kondenstop (yoğuşum tutucu, su trapı) olması gerekir. Kondenstopda toplanan suyun otomatik olarak boşaltılması tercih edilir.

Normal olarak, nihai soğutucularda emniyet valfi, manometre ve boşaltma (drenaj) valfi bulunur. Yukarıda belirtilenlerin yanısıra, hava ve su sıcaklığının ölçülebilmesi için uygun yerlerinde termometre yuvaları olan nihai soğutucu tavsiye edilir.

Nihai soğutucular kullanıldıkları ülkelerin basınçlı kap standartlarına (talimatnamelerine) uygun olmalıdır.

**5.1.1 Nihai Soğutucu (Hava Soğutucusu) Tipleri.** En çok kullanılan nihai soğutucu tipleri:

(a) *Hava Soğutmalı.* Bu tip soğutucular fan vasıtasıyla basılan soğuk havanın dıştan geçerek soğuttuğu borulardan oluşur. Soğutucu akışkan olarak havanın kullanıldığı nihai soğutucularda, soğutucudan çıkan basınçlı havanın sıcaklığı soğutma havası sıcaklığından 10°C yüksek olacak şekilde soğutma yapılabilir.

(b) *Su Soğutmalı.* Genelde silindirik bir çelik dış gövde ve içerisine yerleştirilmiş borulardan oluşan soğutucularda, basınçlı hava boruların içinden, soğutma suyu boruların dışından veya tam tersi olacak şekilde zıt yönlü (suyun girişi havanın çıkışına karşılık gelerek) akar. Bu tip soğutucularda, soğutulan havanın çıkış sıcaklığı soğutma suyu giriş sıcaklığından en çok 10°C yüksek olacak şekilde soğutma yapılabilir.

**5.2 Hava Deposu.** Hava deposu kompresör çıkışındaki basınç dalgalarını absorbe eder. Düzgün, aniden değişmeyen hava basıncı sağlar. Kompresör kapasitesini aşan ani hava taleplerinin karşılanabilmesi için gereken miktarda havayı depolar. (Bak. 8.4 Depolanması Gereken Hava Miktarı.)

Hava deposu kapasitesi kompresör kapasitesine ve hava talebinin şekline bağlı olarak saptanır. Hava deposunun litre olarak kapasitesi kompresörün litre/saniye olarak kapasitesinin 6 katından 10 katına kadar seçilebilir. Tablo 3'de tipik hava deposu kapasiteleri verilmiştir.

Hava deposunun ikinci faydası; hava içindeki nemin yoğunlaşmasını ve oluşan yoğuşumun (kondensatın) boşaltılmasını kolaylaştırmasıdır. Nemin yoğunlaşması sonucunda hava deposu dibinde toplanan su traplar (otomatik tahliye aygıtları) vasıtasıyla sistem dışına atılmalıdır. (Bak. 5.3 Kondensat Trapları.)

Hava deposu mümkünse o tesisdeki en soğuk yere yerleştirilmelidir. Ortam havası korozyon yapıyorsa, hava deposunun özel bir astar boya ile boyanması gerekir. Gerekirse, hava deposu yapılmadan (alınmadan) önce depo üreticisinden yada distribütöründen tavsiye istenmelidir.

Hava deposunun üzerinde emniyet valfi, manometre, kontrol deliği, boşaltma (drenaj) deliği ve tanıtıcı plaketa olmalıdır (BS 5169 ve BS 6244). Deponun destek (taşıma) ayakları olmalıdır. Hava deposu basınçlı hava tesisindeki yerine depo gövdesinin tamamına erişecek ve inceleyebilecek şekilde monte edilmelidir.

Hava deposu kullanıldığı ülkedeki standartlara (talimatnamelere) uygun olmalıdır. Hava deposu ihraç edilecekse, deponun ihraç edileceği ülkenin adı depo üreticisine bildirilmelidir. Bu bildirim depo siparişi uygulamaya sokulmadan önce yapılırsa, deponun kullanılacağı ülkeye göre dizayn edilmesi için yeterli zaman bırakılmış olur.

Aralıklı ve aşırı yüksek hava talebi olan yerlerde, hava deposu kullanılması dolayısıyla, talep edilen hava debisinden daha küçük kapasiteli kompresör seçilebilir. Hava deposu kompresör kapasitesini aşan ama sürekli olmayan hava talebini karşılar. Hava deposunun hacmi talep süresince basıncı izin verilen en düşük değerin altına düşürmeyecek şekilde belirlenir. Hava deposunun depolama kapasitesi yukarıda belirtilen basınç alt limitini koruyabilmek için gerekli serbest hava miktarına karşılık gelmelidir. (Bak. 8.4 Depolanması Gereken Hava Miktarı.)

Hava deposu tesis edilirken, doğru işlem yapabilmek için, kompresör ve/veya hava deposu üreticisine yada bunların distribütörüne danışılması tavsiye edilir.

**5.3 Kondensat Trapları (Otomatik Tahliye Aygıtları).** Traplar, basınçlı hava sistemindeki nemin yoğunlaşmasıyla oluşan suyun yada su/yağ karışımının boşaltılmasını sağlar. Trap yerine vana kullanmak pratik ve ucuz yöntem olmakla birlikte; yoğunlaşmanın yeterince birikmesine bağlı olarak, boşaltılma zamanını doğru belirlemek ve o zaman için orada hazır bir personel bulundurmamak pek mümkün olmayacağı için, otomatik tahliye aygıtları kullanmak gerekir. Aksi takdirde, rastgele yapılan elle tahliye hava ve zaman kaybına neden olacaktır. En iyisi, tüm drenaj (boşaltma) noktalarına uygun bir ağır hizmet tipi otomatik tahliye aygıtı yerleştirmektir. Trapın istendiğinde by-pass yapılması ve kondensatın vana (valf) vasıtasıyla tahliye edilebilmesi için, trap düzeneğinin by-pass'lı olması gerekir. (Trap bakıma alınırken trap ile basınçlı hava sistemi arasındaki bağlantı kesilebilmeli ama drenaj iptal olmamalı...)

**5.4 Hava Kurutucuları.** Basınçlı hava sistemlerindeki su aşağıda belirtilen dolaylı maliyetlerin birine veya birden çoğuna neden olabilir:

- Makina ve aygıtların üretimi sırasında suyun sebep olduğu hasar nedeniyle üretim kayıpları.
- Ürün bozulması.
- Boru şebekesinde paslanmaya neden olur. Paslanma etkisi ile traplar, contalar, valfler v.s. kaçırabilir.
- Pnömatik aygıtlar, silindirler ve aletlerin su nedeniyle hasar görmesi.
- Nem tutabilen malzemeler kullanılan basınçlı hava donanımında tıkanmaya neden olur.

Havanın içindeki nemi alabilmek için önce nihai soğutucu kullanılır. (Bak. 5.1.) Nihai soğutucu (Hava soğutucusu) soğutucu akışkan sıcaklığının 10°C üstüne kadar havayı soğutabilir. Bununla birlikte, nihai soğutucudan çıkan basınçlı havanın sıcaklığı, boru şebekesinin diğer kısımlarındaki basınçlı hava sıcaklığından yüksek olur. Nihai soğutucudan çıktıktan sonra soğuması devam eden hava içinde kalan nemin bir kısmı daha yoğunlaşır.

Basınçlı hava boru şebekesi içinde yoğunlaşma önlemenin en etkili yolu hava kurutucusu kullanmaktır. (Şekil 3.)

**5.4.1 Genel Hususlar.** Hava kurutucuları soğutucu akışkanlı (refrigerant), veya kimyasal (desiccant yada adsorption, yani; nem emici) tip olabilir. Kurutucu seçerken, hizmet koşullarını, satın alma ve tesis maliyetini, çalışma ve bakım giserlerini dikkate almak gerekir.

Genel maksatlı olarak, basınçlı hava boru şebekesinin bulunduğu ortamın sıcaklığı (daima) 0°C'nin üstünde ise, soğutucu akışkanlı (refrigerant) veya nem emici (kimyasal) kurutucu kullanılabilir. 0°C veya daha düşük çığ noktası gerektiği zaman (havanın birdenbire genişmesi yada boru hattının bina dışında olması durumunda) kimyasal kurutucu kullanmak gerekir.

**5.4.2 Soğutucu Akışkanlı (Refrigerant) Kurutucu.** Bu kurutucularda soğutucu akışkan bir yada birden çok ısı eşanjörü vasıtasıyla basınçlı havayı soğutarak içindeki nemin alınmasını sağlar. Soğutucu akışkan kurutucunun içinde (kurutucunun kompresörü vasıtasıyla) soğutma çevrimi Gerçekleştirilecek şekilde dolaştırılır. Soğutucu akışkan herhangi bir izin verilebilir çalışma basıncına sahip havayı 2°C olan çığ noktasına kadar soğutabilir.

**5.4.3 Nem Emici (Desiccant yada Adsorption) Kurutucu.** Nem emici kurucularında, bir kapalı hacime (kaba, tüpe) yerleştirilmiş adsorption (nem emici) malzemesi içinden geçirilen basınçlı hava nemini tutan bu malzeme sayesinde kurutulur. Bu tip kurutucular 7 bar'da -40°C çığ noktasına sahip olabilmektedirler.

Genel olarak, iki adet tüp otomatik olarak görev değişikliği yapacak şekilde çalışır. Tüplerden birisi kurutma yaparken, diğesinde nem emici (desiccant) malzemenin rejenerasyon işlemi gerçekleşir.

**5.4.4 Eriyikli yada Kimyasal Nem Emici (Adsorption) Kurutucu.** Basınçlı hava, içinde nem ile reaksiyona giren bir kimyasal madde (eriyik) olan kaptan geçirilir. Nem almış çözelti (eriyik) kabın dibinden boşaltılır. 7 bar'da çığ noktası nihai soğutucunun verimliliğine bağlı olarak 16°C ile 28°C arasında gerçekleşir. Bu tip kurutucuların periyodik olarak şarj edilmesi gerekir.

**5.4.5 İstenen Özellikler ve Test.** 6603 sayılı PNEUROP Basınçlı Hava Kurutucuları İstenen Özellikler ve Test konulu yayına göre, belirtilmesi gerekenler:

- (a) Minimum ve maksimum çalışma basıncı.
- (b) Maksimum emiş havası sıcaklığı.
- (c) Hava kapasitesi.
- (d) Uygulama tipi.
- (e) İstenen çığ noktası. (66110 sayılı PNEUROP yayınındaki tavsiyeleri dikkate alın.)
- (f) Enerji besleme tipi ve kapasitesi.
- (g) Talep biçimi; örneğin, sabit, normal kapasitenin üstünde tepe noktalarına sahip değişken, 24 saat vardiyalı çalışma gibi.
- (h) Kurutucu giriş ve çıkışı arasında kabul edilebilir basınç düşümü değeri.

**5.4.6 Üretici yada Distribütörler İle Görüşme.** Kurutucular üreticinin yada distribütörünün görüşünü almadan, klima aygıtlarında olduğu gibi, solunacak (nefes alınacak) hava elde etmek için kullanılmamalıdır. Hangi tesis olursa olsun, kullanacağınız kurutucunun üreticisinin veya distribütörünün görüşünü almadan son kararı vermeyin.

**5.5 Yeniden Isıtıcılar.** Yeniden ısıtıcılar basınçlı havanın hacmini artırmak ve bağıl (relatif) nemini düşürmek için kullanılır. Basınçlı havanın hava ile çalışan bir makineye girmeden önce ısıtılması, bağıl neminin düşürülmesini sağlar ve böylece havalı makina ve aletlerin ekzost (çıkış) deliklerindeki donma önlenir. Basınçlı hava içindeki nem ve yağ bu aşamaya gelinceye kadar yüksek bir oranda (havadan) ayrıldığı ve sistem dışına boşaltıldığı için; yeniden ısıtmanın bu açıdan sakıncası yoktur. Buna karşılık, ısıtıcının bulunduğu yerde aşırı ısınma nedeniyle patlama olabileceğini dikkate almak gerekir.

**5.6 Ölçü Aletleri (Göstergeler).** Bozuk yada yanlış değer gösteren (manometre, termometre gibi) bir ölçü aleti emniyet açısından sakıncalıdır.

**5.6.1 Manometreler.** Tüm basınçlı hava sistemlerinde; ara soğutma, çıkış, yağ, soğutma suyu basınçlarının görülebilmesi için manometre kullanılması gerekir.

Manometre seçilirken istenen nitelikte olmasına dikkat edilmeli ve belirli aralıklarla, manometrenin gösterdiği basıncın doğruluğu kontrol edilmelidir.

**5.6.2 Termometreler.** Soğutma suyu, hava çıkışı, yağ ve nihai soğutucu sıcaklıklarının ölçülebilmesi için ilgili yerlere termometre bağlanmalıdır.

**5.7 Koruyucu Switch'ler.** Hava, yağ ve su devrelerinde aşırı ısınmaya karşı koruyucu switch'ler kullanılabilir.

Su soğutma devrelerinde (yeterli akış olup olmadığını anlamak ve ona göre sistemi kontrol etmek için) akış switch'leri kullanmak isabetli olur.

**5.8 Emniyet Valfi.** Pozitif yerdeğiştirmeli kompresörün (ara kademe yada son) çıkışında emniyet valfi kullanılması zorunludur. Emniyet valfi izin verilebilir en yüksek çalışma basıncının %10 üstünde bir basınç oluşması durumunda açılmalıdır (BS 6244).

**5.9 Hava Çıkış Susturucusu.** Kompresör çıkışındaki gürültüyü azaltmak için, gürültü olarak duyulan frekanstaki sesi zayıflatacak şekilde susturucu kullanılabilir. Susturucu hava akışına mümkün olduğunca düşük direnç göstermelidir.

- 5.10 Hava Emiş Susturucusu.** Ofis ve benzeri işyerlerinde kullanılan kompresörlerde emilen havanın çıkardığı ses rahatsızlık verebilir. Bu nedenle, emiş susturucusu kullanılabilir. Susturucunun hava akışına mümkün olduğunca düşük direnç göstermesi gerekir. (Bak. 4.4.3 (i).)
- 5.11 Hava Emiş Filtresi.** Kompresörün güvenilir (emniyetli) ve dayanıklı olması için hava emiş filtresi kullanılması zorunludur. Filtre kompresöre uygun ve verimli olacak şekilde seçilmelidir. Filtre hava içindeki tozları (zerreleri, kirleri) tutarak, (bundan kaynaklanan) yıpranmayı (aşınmayı) önler.
- 5.12 Soğutma Suyu Filtresi.** Soğutma suyunun filtrelenmesi tavsiye edilir. (Bak 4.4.3 (d).)
- 5.13 Dağıtıcı Boru Şebekesi.** Borular çelikten, ABS (çekme termoplastik bir malzeme) plastikten ve basınçlı hava taşımaya uygun bakırdan olabilir.

Tavsiye edilen servis koşulları ve malzemenin genel verileri 8.2, 9.1 ve 9.5'de açıklanmıştır.

ABS dışında plastik borular basınçlı hava sistemlerine uygunluğu üreticisi tarafından garanti edilmemişse, kullanılmamalıdır. (Bak. 8.2.2.)

## 6 KOMPRESÖRÜN YERLEŞTİRİLMESİ

**6.1 Yerleşim Tipi.** Kompresör tesisini planlarken ilk düşünülmesi gerekenlerden birisi merkezi kompresör tesisi yada ana kullanım noktalarına yakın yerlere ayrı ayrı yerleştirme yapıp yapılmayacağıdır. Aşağıdaki açıklamalar bu konudaki genel bilgileri kapsar. Mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlara göre seçilmesi gereken yerleşim tipi yada tesis büyüklüğü ile ilgili ayrıntılar için, kompresör üreticisinin yada distribütörünün tavsiyelerine uyulmalıdır. (Bak. Bölüm 4.)

### 6.1.1 Merkezi Yerleştirmenin Faydaları

- (a) Daha düşük toplam kullanılan kompresör kapasitesi ve muhtemelen daha düşük başlangıç maliyeti.
- (b) Muhtemelen daha yüksek verim ve böylece daha düşük enerji maliyeti.
- (c) Daha düşük süpervizyon (kontrol, yönetme) maliyeti.

### 6.1.2 Merkezi Olmayan Yerleştirmenin Faydaları

- (a) Debi ve/veya basınç her bir özel tesis bölümüne uygun olacak şekilde değişebilir.
- (b) Boru çapı düşürülebilir; böylece, daha az kaçak olur ve maliyet düşer.
- (c) Kompresörler ve/veya yardımcı donanım talep düştüğü zaman kapatılabilir yada sadece belirli kısmı etkileyecek şekilde bakıma alınabilir. (Ayrıca 7.2.2.5'i okuyun.)

**6.2 Kompresörün Yerinin Ayarlanması.** Kompresörün bulunduğu yer ve ortamın iklim durumu (sıcaklık ve nem durumu) tesis edilmiş donanım kadar kompresörün yerleştirilmesini etkiler. Kompresörün yerine ilişkin olarak, aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

**6.2.1 Zemin.** Kompresör tesisinin iyi bir zemin üzerine kurulması (yerleştirilmesi) gerekir.

Bazı durumlarda kompresörün yerleştirildiği zeminin ana bina zemininden titreşim aktarımını önlemek amacıyla izole edilmesi faydalı olabilir. Böylece, kompresörün titreşiminin diğer donanımı veya daha çok titreşimi olan bir makina donanımının kompresörü etkilemesi önlenebilir. Titreşimin çok fazla olmadığı yerlerde, elastik tamponlar (takozlar) kullanılabilir. Özellikle, depo monte edilmiş (hava depolu) ünitelerin serbest yada titreşim takozları (elastik tamponlar) üzerinde duruyor olmasında fayda vardır. (Bu konuda bir probleminiz varsa, kompresörü aldığımız yere -bayiye- başvurun.)

**6.2.2 Servis Kolaylığı.** Küçük ve orta büyüklükte kompresörler sadece yerleştirilirken yada yerleri değiştirilirken kaldırma donanımı gerektirir. Genelde, bu kompresörlerin parçaları 16 kg'ı geçmediği için özel bir kaldırma donanımı yada kaldırma makinası gerekmeden taşınabilirler. Büyük kompresörlerin (komponent söküp takmak gibi) bakım/onarım işlemleri için, (caraskal, vinç yada forklift gibi) kaldırma donanımı kullanmak gerekir. Kompresörün maksimum kaldırma yükü (toplam ağırlığı ve en ağır parçanın ağırlığı) kompresörü satan kuruluştan (bayiden) öğrenilebilir. (Ayrıca, kompresörün kullanma kılavuzunda belirtiliyor olabilir...)

**6.2.3 Hava Koşullarına (İklim, Açık Havaya) Karşı Koruma.** Yağmur, nem, aşırı düşük yada aşırı yüksek sıcaklık ve kirlilik gibi hava (ortam) koşullarına karşı yeterli koruma sağlanmalıdır.

**6.2.4 Ventilasyon.** Kompresör çalışırken ısı oluşur ve bu ısının kompresör ünitesi dışına atılması gerekir. Kapalı bir yerde (odada, bölmede) çalışan hava soğutmalı kompresörlerin oluşturduğu ısının kompresörün bulunduğu ortamın (odanın, bölmenin) sıcaklığını kabul edilebilir bir değerin üstüne çıkarmaması için, oluşan artık ısının dışarı atılması gerekir. Artık ısı atmosfere (tesis dışına) atılabileceği gibi başka bir ortamı ısıtmak için kullanılabilir.

Kompresör ünitesinin bulunduğu yerde ısınmayı önlemek için yeterli açıklıklar (ventilasyon açıklıkları) olmalıdır; ancak, toz ve diğer yabancı maddelerin (havaya karışarak) kompresör odası içine girmesi engellenmelidir. (Kompresör odasının emiş filtrasyonuna özen gösterilmelidir. Kompresör odasına giren hava ve odanın içi temiz -tozsuz, kirsiz- olmalıdır. Kompresör emişi oda içinden değil de, ayrı bir kanaldan yapılıyorsa; aynı koşullar emiş kanalı için de geçerlidir...)

**6.2.5 Gürültü.** Kompresör tesislerinde farklı kaynaklardan ileri gelen bir gürültü artışı olur. Her bir gürültü kaynağı farklı bir ses basınç düzeyine ve frekans özelliklerine sahiptir. Gürültü genel olarak iki guruba ayrılır:

- (a) Hava emiş sesinden kaynaklanan düşük frekanslı gürültü.
- (b) Kompresör, hareket veren makina (motor) ve fanlardan kaynaklanan yüksek frekanslı gürültü.

Lokal (Kompresörün kullanıldığı ülkedeki) yasal koşullara göre, tesisin gürültü düzeyi ölçülerek; gerekirse, kompresörü satan kuruluş tarafından gürültü düzeyinin istenen sınırları aşmaması sağlanabilir.

### 6.3 Kompresör Emişi

**6.3.1 Genel.** Kompresörün emdiği hava temiz olmalı ve katı yada gaz halindeki yabancı maddeler içermemelidir. Özellikle, aşındırıcı tozların ve korozyon yapıcı gazların emiş havasına karışması önlenmelidir. Basınçlı havanın havalandırma amacıyla (solunmak üzere veya solunacak şekilde) kullanılması durumunda, emilen havanın ekzost dumanları içermemesi gerekir. Emiş havasının başka bir tesisin (donanımın, makinanın) atık havası ile yada emniyet valfi gibi hava boşaltan bir aygıtın boşalttığı hava ile birleşmesini önlemek için; gerekirse, emiş istikameti (yönü) değiştirilmelidir.

Maksimum verim elde edebilmek için emiş havasının mümkün olduğunca soğuk olması gerekir. Öyle ki; Emilen havanın sıcaklığının 3°C azalması, basılan hava miktarının (debinin) %1 artmasına neden olur.

Hava emişi (Hava emiş kesitleri) basınç kaybını minimum düzeyde tutacak şekilde boyutlandırılmalıdır. (Bölüm 6.3.4'deki Emiş Kanalları açıklamasını okuyun.) Her bir kompresörün ayrıca (kendine ait) bir emiş filtresi olmalıdır.

Pistonlu kompresörler havanın dalgalı olarak emilmesine; dolayısıyla, emiş sistemi içinde basınç dalgalanmasına neden olur. Emiş borusunun uzunluğuna bağlı olarak; kompresör kapasitesinin düşmesine, rahatsız edici bir gürültüye, hatta, hasar verici bir zorlamaya neden olacak şekilde, bir rezonans (öz titreşim) ortaya çıkabilir.

**6.3.2 Emişin Susturulması.** (Bak. Bölüm 5.10.)

**6.3.3 Emiş Filtresi.** Kompresörün hava emiş filtresi (Bölüm 5.11.) küçük boyutlu aşındırıcı maddelerin kompresör içine emilmesini önlemeli, yüksek miktarlarda yabancı maddeyi tutabilmeli ve buna karşılık; hava akışında ve filtreleme kabiliyetinde önemli bir düşüş olmamalıdır.

Normalde, emiş filtresi kompresöre mümkün olduğunca yakın monte edilir. Emiş susturucusu kullanılması durumunda, susturucunun emiş filtresi ile kompresör arasına monte edilmesi gerekir.

Filtre, inceleme yada temizleme amacıyla ulaşılmak istendiği zaman, kolaylık sağlayacak bir yere monte edilmiş olmalıdır.

Kullanımı yaygın olan emiş filtresi tipleri şunlardır:

- (a) Kağıt.
- (b) Yağlı labirent.
- (c) Yünlü bez.
- (d) Yağ banyosu.

Bu filtre tiplerinin herhangi biri yada birleşimlerinden oluşan filtre paketi susturuculu veya susturucu olmadan kullanılabilir.

Taş ocakları yada çimento tesisleri gibi aşırı miktarda tozlanma olan yerlerde kullanılan kompresörler için ek filtreleme yada otomatik olarak temizlenen filtre gerekir; aksi takdirde, (hava) emiş filtresi çok çabuk tıkanır. Filtrelerin tıkanmış olduğunu anlamak için, filtre tıkanıklık göstergeleri kullanılması tavsiye edilir.

**6.3.4 Emiş Kanalları.** Kompresörün emdiği hava mümkün olduğunca soğuk (serin), temiz ve kuru (nemsiz) olmalıdır. Bina dışına (Açık havaya) yerleştirilen kompresörlerin hava emişi yağmur v.s. olumsuz hava koşullarına karşı korunmalıdır. (Bak. Bölüm 6.3.1.)

Hava emişinin gürültü düzeyini izin verilen en yüksek değer altında tutacak şekilde dizayn edilmesi ve konumlandırılması gerekir. (Bak. Bölüm 6.2.5.)

Büyük kompresör tesislerinde vinçler (kaldırma/iletme donanımı) için yeterli açıklıklar bırakmak amacıyla, hava emişi zemin altından geçen boru yada kanal vasıtası ile yapılabilir. Aşırı basınç kaybı olmaması için, emiş kanalının (veya borularının) kesiti yeterince büyük seçilmeli ve mümkün olduğunca az sayıda dirsek (kıvrım, dönüş) kullanılmalıdır.

Emiş kanalları (boruları) korozyon direnci yüksek olan (paslanmaz, aşınmaz) malzemeden yapılmalı ve emiş kanalına hava dışında (katı, sıvı yada gaz) yabancı bir maddenin girmesi önlenmelidir. Emiş kanalı (borusu) kompresöre monte edilmeden önce (tamamen) temizlenmelidir.

Emiş borularında titreşimler söz konusu olduğundan, emiş borularının duvarlara yada tavana esnek olmayan bir şekilde bağlanmaması gerekir; aksi takdirde, (kompresördeki ve borulardaki) titreşim binaya geçer.



**6.3.5 Korozyon Yapan Gazların Emilmesi.** Özellikle, kimyasal tesislerde veya kimyasal tesislere yakın kompresör tesislerinde, asitik ve korozyon yapıcı nitelikteki gazlar kompresör içine emilip, kompresörde ve basınçlı hava sisteminde korozyona neden olabilir. Bu durumdaki (Böyle bir risk olan) tesislerde, özel bir filtrasyon yada özel malzemeler kullanmak gerekebilir. Korozyon riski yüksek olan kompresör tesislerinde alınacak önlemlerle ilgili olarak kompresörü satan kuruluşa (bayaie) danışılmalıdır.

## 6.4 Kompresör Çıkışı

**6.4.1 Çıkış Borusu Özellikleri ve Konumlandırma.** Kompresör çıkış borusunun çapı kompresör çıkışında kullanılan çaptan küçük olmamalı (kompresör çıkışına uygun olmalı) ve kompresöre bakım yapılmasını engellemeyecek şekilde flanşlı yada kaplinli (sökülebilir nitelikte) bağlantı yapılmalıdır. Çıkış boru bağlantısı yapılırken, vibrasyon (titreşim) dikkate alınmalıdır.

Çıkış borusunun sıcak olacağı bilinmeli ve (fazla ise) bu sıcaklığın tehlike oluşturması önlenmelidir.

Kompresörden nihai soğutucuya (hava soğutucusuna) yada hava deposuna giden boru donanımının iç kısımları, tutuşabilir (yanabilir) nitelikte yağlı karbon tortusunun (depozitinin) oluşmasını önlemek için, düzenli olarak temizlenmelidir. Tüm borular hava akış yönüne doğru eğik yerleştirilmeli; böylece, boru içinde yoğunlaşmanın (ve diğer atıkların) en düşük (yükseklikteki) noktadan tahliye edilmesi (dışarı atılması) sağlanmalıdır.

Çıkış borularının döşemenin (zeminin) altına yerleştirilmesinde veya döşeme üzerine yatırılmasında sakınca yoktur; ancak, çıkış borularından drenaj (kondensat boşaltma) yapılabilmesi gerekir.

Kompresör çıkışında veya çıkış boru donanımı üzerinde (en düşük yükseklik seviyesinde) kondensatın (su/yağ karışımının) toplanabileceği bir kondensat (cep, drenaj kabı, genişleme) olmalı ve bu kondensatın altından solenoid valf ile veya trap (otomatik tahliye aygıtı) kullanarak yada en azından bir vana kullanarak kondensat (su ve yağ karışımı) boşaltılabilir.

Belirli tesis (yerleştirme) ve yerleştirme koşulları altında, çıkış borularındaki atmalar (titreşimler, çarpıntılar) kontrol altına alınabilir. Çıkış boru donanımının titreşiminin giderilmesi veya en azından titreşimin binaya geçmesini önlemek için, kompresörü satan kuruluşun (üreticinin yada distribütörünün) tavsiyelerine uyulmalıdır.

Kompresör çıkış boru donanımında termoplastik malzemeler kullanılmamalıdır. (Termoplastik veya benzeri tutuşabilir malzemelerden yapılmış borular yangına neden olabilir yada sıcaklık etkisiyle deforme olabilir.)

**6.4.2 Kesme Valfi.** Kompresör çıkışına kompresör ile boru şebekesi arasındaki bağlantıyı kesmeye yarayan bir valf (vana) yerleştirilmişse, kesme valfinin kompresör tarafında kalan (kompresör içerisinde kalan) boru hattını (ve kompresörü) korumak için, uygun bir emniyet valfi kullanmak gerekir. Emniyet valfi kompresör tam kapasite çalışırken, (koruduğu) sistemdeki basınç kompresörün maksimum (izin verilen en yüksek) çalışma basıncını % 10'dan fazla geçmeyecek şekilde boşaltma yapabilecek kapasitede (boyutta) olmalıdır. (BS 6244 Bölüm 21.)

**6.4.3 Birden Çok Kompresör.** İki yada daha çok kompresör tek bir hava şebekesini besliyor ise, herbir kompresörün çıkışına bir geri dönüşsüz (çek) valf ve kompresör çıkışının en uzak noktasına (ortak boru hattından hemen önceki yere) bir kesme valfi yerleştirmek gerekir. (Bak. Şekil 3.) Kesme valfinin kompresör tarafından (6.4.2'de belirtildiği ve Şekil 3'de gösterildiği gibi) emniyet valfi olmalıdır.

**6.4.4 Geri Dönüşsüz (Çek) Valfler.** Kompresör çıkış hatlarında kullanılan geri dönüşsüz (çek) valfler maksimum çalışma basıncına, basınçlı havanın olası en yüksek sıcaklığına uygun ve basınçlı hava titreşimlerine (atmalara) dayanıklı olmalıdır.

## 6.5 Soğutma Suyu Sistemi.

**6.5.1 Genel.** Soğutucu akışkan olarak su kullanılan kompresör tesislerinde, soğutma suyunun sıcaklık ve basınç değerleri kompresör üreticisinin yada distribütörün tavsiyelerine uygun olmalı ve soğutma suyu içerisinde zararlı yabancı maddeler bulunmamalıdır.

Yüksek bir volümetrik verim (daha az miktarda su ile daha çok soğutma) elde edebilmek için ve nihai soğutucuda (hava soğutucusunda) daha yüksek oranda yoğunlaşma olabilmesi için (havanın nemden daha yüksek bir oranda arındırılabilmesi için), soğutma suyu giriş sıcaklığı düşük olmalıdır.

**6.5.2 Aşırı Soğutma.** Gerektiğinden fazla soğutma kompresör içinde yoğuşmaya neden olacağı için zararlıdır ve dolayısıyla, aşırı soğutmadan kaçınılmalıdır. (Yoğuşmanın kompresör dışında gerçekleşmesi istenir.)

**6.5.3 Su Kalitesi.** Soğutma suyu kalitesinin iyi olması gerekir. (Bak. 4.4.3 Yer Koşulları.)

**6.5.4 Soğutma Suyunun Soğutulması.** Su kullanımında ekonomi (tasarruf) sağlayabilmek için, soğutma suyunun (bir çevrime sokularak) yeniden soğutulması gerekir. Yeniden soğutma işlemi (soğutma çevrimi) sonucunda kompresörden suya geçen ısı, soğutma havuzları, kuleleri yada mekanik soğutucular kullanılarak havaya (açık havaya) transfer edilir. (Böylece, suyun sıcaklığı belirli bir sınırı geçmeyecek şekilde dengede tutulur.) Soğutma işlemi için harcanan enerjiyi ve soğutma derecesini kontrol etmek ve koruyabilmek amacı ile, sıcaklık regülatörleri kullanılabilir.

**6.5.5 Mekanik Soğutucular.** Soğutma suyunun maliyeti önemli bir faktördür ve bir çok durumda, kullanılan (ısınmış) soğutma suyunu sistem dışına atmaktansa, mekanik soğutucular vasıtası ile soğutup yeniden kullanmak daha ekonomik bir yöntemdir. Cebri (Basılan hava ile) soğutulan mekanik soğutucularda (genel olarak), soğutma suyu bir üst ve bir alt bölme (kollektör) arasında ısı transfer yüzeyini artırmak için yapılmış bir dizi (boru yada kanal tipi) soğutma elemanı içinde dolaşırken; bir fan vasıtasıyla basılan soğutma havası, içinden su geçen elemanların dış yüzeylerini soğutarak, suyun ısınımasını alır.

Bu tip soğutucuların bina içerisinde yer alması durumunda, ısınan soğutma havası (fan vasıtasıyla bir çıkış kanalına verilip) bina dışına atılmalıdır. Ayrıca, soğutma sistemindeki suyun donmaması için gerekli önlemler alınmış olmalıdır.

**6.5.6 Soğutma Kuleleri.** Soğutma kuleleri soğutma havasının (direkt) su yüzeyi ile (hareketli olarak) temas etmesi yöntemine göre çalışır. Havanın suya teması doğal olarak veya bir fan vasıtasıyla gerçekleştirilir.

Soğutma kulelerinin içi hava ile su arasında iyi bir ısı transferi sağlamak amacıyla, suyu ince film (çok ince tabaka) halinde yayarak (saçarak) akıtacak şekilde düzenlenmiştir. Soğutma kulelerinde, suyun kuleden çıkış sıcaklığının ortam sıcaklığından 5°C yüksek olması beklenebilir. Bağıl nemin düşük olması durumunda, yüksek ortam sıcaklıklarında dahi, iyi bir soğutma sağlanabilir. Buna karşılık, aşırı tropik (sıcak ve nemli) iklimlerde soğutma kabiliyeti düşer.

Soğutma kulesi yöntemi ile soğutma suyu soğutulan tesislerde, buharlaşma nedeniyle eksilen soğutma suyunun takviye edilmesi gerekir. Eklenmesi gereken su miktarı, soğutma suyu çevrimi (soğutma suyunu soğutma ve yeniden kullanma işlemi) olmayan tesislerde kullanılması gereken su miktarına kıyasla, önemli ölçüde düşüktür.

Soğutma kuleleri vasıtasıyla soğutma yöntemi atmosferi aşırı kirli yerlerde kullanılmamalıdır.

**6.5.7 Soğutma Havuzları.** Soğutma suyu havuzu kullanmak, soğutma suyunu soğutma yöntemleri arasında en basit düzenlemesi (düzeni, yapısı) olan yöntemdir. Sadece, havuzun hava sirkülasyonuna (hava hareketlerine, esintiye) engel bulunmayan bir yere yapılması gerekir.

Havuzla dönen sıcak suyun buharlaşma kabiliyeti, dönen suyu serpen (saçan) bir donanım kullanılması durumunda artar; böylece, buharlaşma dolayısıyla, soğutma verimi artırılmış olur. Buna karşılık, buharlaşarak eksilen suyun takviye edilmesi gerekir.

Soğutma kulesi yönteminde olduğu gibi, soğutma havuzu yöntemi de, temiz bir atmosfer gerektirir ve dolayısıyla, atmosferi aşırı kirli yerlerde bu yöntemleri kullanmak doğru olmaz.

**6.5.8 Soğutma Tankları.** Soğutma tanklarının küçük bir soğutma havuzu işlevi görmesine karşın, tank içerisindeki suyu temiz tutmak zor olduğundan, bu yöntem tavsiye edilmez.

**6.5.9 Soğutma Sisteminin Temiz Tutulması.** Soğutma suyu içine karışacak katı maddelerin pompalara hasar vermesi ve/veya tıkanmalara neden olması dolayısıyla, soğutma suyunun filtrelenmesi ve bu filtrelerin düzenli olarak temizlenmesi gerekir. (Bak. 4.4.3 (d).)

Tüm soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Kum, çamur, pas v.s. suyun normal akış yönünün tersi yönde yıkama yapılarak temizlenebilir. Kireç tortularını gidermek zor olduğu için, kireç tortularının oluşması soğutma suyu çıkış sıcaklığını düşük tutarak (bir ölçüde) engellenebilir. Su ile yıkayarak giderilemeyen aşırı miktarda tortu oluşmuşsa, bir uzman çağrılarak, kimyasal yöntemlerle temizleme işlemi yaptırılabilir.

**6.6 Ventilasyon (Havalandırma).** Kompresör ünitesi çalışırken, kompresörün ve motorun (elektrik motorunun) oluşturduğu ısı kompresör ünitesinin bulunduğu ortama (ortam havasına) geçer. Kapalı odalarda çalışan kompresör üniteleri için, ortam sıcaklığındaki artışı sınırlamak (önlemek) amacıyla, ortama (ortam havasına) geçen ısının dışarıya atılması gerekir. Ortamdaki ısının bir kısmı duvarlardan, pencerelerden döşeme ve tavadan (çatıdan) doğal olarak dışarıya iletilir; ama, bu şekilde olan ısı transferi (genelde) yetersiz kalacağı için, kompresör odasının (bölmesinin) özel (cebri) olarak havalandırılması; yani, ventilasyon yapılarak, oda sıcaklığındaki artışın önlenmesi gerekir. Bazı durumlarda, ısı gerikazanma donanımı vasıtasıyla, kompresörün bulunduğu ortamın sıcaklığının artması önlenilebileceği gibi, buradan elde edilen ısı tesisin başka kısımlarının ısıtılması için (veya sıcak su elde etmek için) kullanılabilir.

Tümüyle su soğutmalı olan kompresör tesislerinde, kompresör ünitesinin oluşturduğu artık ısının büyük bir kısmının suya geçmesi dolayısıyla, ventilasyonla atılması gereken ısı miktarı nispeten (oransal olarak) düşüktür.

Yetersiz ventilasyon (havalandırma) elektrik motorunun ömrünü kısaltır. Havanın kompresör odası içinden emildiği kompresör tesislerinde, zayıf ventilasyon (ortam ve basılan hava sıcaklığının artması dolayısıyla) kompresörün hasar görmesine yol açabileceği gibi; en azından, basılan havanın sıcaklığının yüksek olmasına ve buna bağlı (bununla ilişkili) olumsuzluklara yol açar. Kompresör odasının ventilasyon havasının uzun kanallar gerekmeden sağlanabileceği bir konumda olması gerekir. Doğal hava dolaşımına uygun olması için, emiş havasının en soğuk duvarın alt kısmından alınıp, karşı duvarın üst kısmından dışarı verilmesi gerekir. (Isınan hava yükseldiği için, soğuk tarafın alt kısmından sıcak tarafın üst kısmına doğru olur. Dolayısıyla, doğal akış yönü ile cebri akış yönünün aynı olması randımanı -verimi- artırır.)

Modern ve tümüyle hava soğutmalı olan kompresör tesislerinde fanlı (cebri hava sirkülasyonlu) nihai (son) soğutucular kullanılır. Nihai (Son) soğutucunun oda ventilasyonuna yardımcı olacak biçimde yerleştirilmesi gerekir. Yılın büyük bir kısmında, nihai soğutucu fanının sağladığı sirkülasyon (hava dolaşımı) oda ventilasyonu (havalandırması) için yeterli olmakla birlikte; sıcak yaz günleri (ayları) için, ekstra (ek) fanlar kullanmak gerekebilir.

## 7 ENERJİ TASARRUFU VE ISI GERİKAZANMA

### 7.1 Giriş

Dünyadaki enerji krizi, özellikle enerjiyi yoğun olarak kullanan ülkeler olmak üzere, bir çok ülkenin enerji sarfiyatında dramatik (etkileyici) bir düşüşe neden oldu. Bununla birlikte, hemen hemen dünyanın her yerinde, hava kompresörlerinin atık ısını (potansiyel enerji kaynağı olarak) değerlendirerek enerji tasarruf edilebileceği gerçeği gözden kaçırıldı.

Tipine bakılmaksızın, tüm kompresörler önemli bir enerji (ısı) gerikazanma kaynağıdır ve dolayısıyla, aşağıdaki (bundan sonraki) açıklamalar dikkatlice okunmalıdır. Herhangi bir enerji gerikazanma sisteminin verimliliği (randımanı) ile ilgili olarak kabul edilmiş bir ölçü (kıstas) yoktur; her bir kompresör tesisi tek başına dikkate alınmalıdır. Ayrıca, enerji geri kazanma sisteminin seçimi (belirlenmesi, kurulması) ile ilgili olarak, (enerji gerikazanma sistemine katılacak) kompresör ünitesini (veya ünitelerini) satan üretici yada distribütör (dağıtıcı, bayi) ile ortak hareket etmekte fayda vardır.

Basınçlı hava sistemi kurulacağı (tesis edileceği) zaman, hava kompresörünün tesisin (tüm) enerji sisteminin bir parçası ("Toplam Enerji Sistemi" içinde) olacağı düşünülmeli; tümüyle (tam olarak) kompresörün üreticisine yada distribütörüne ve ısıtma-havalandırma uzmanlarına danışılmalıdır.

### 7.2 Enerji Tasarrufu

Aşağıdaki (bundan sonraki) açıklamalar güç (enerji) sarfiyatını etkileyen faktörlere ilişkindir ve bunlarla ilgili olarak, kompresör üreticisi yada distribütörü ile görüşmek gerekir.

#### 7.2.1 Yağın Viskozite Derecesi (Yağlı Kompresörler İçin)

Yağın viskozite derecesi performansı (verimi) etkiler. Yüksek viskozite değeri hava debisinin (düşük viskoziteli yağa kıyasla) yüksek olmasına katkı sağlar ama güç (enerji) sarfiyatını artırır. Aşırı düşük viskozite değeri ise tam tersi bir etki yapar.

Kullanılacak yağın seçimi kompresör üreticisinin tavsiyesine göre yapılmalıdır. (Kompresör üreticisinin tavsiye ettiği yağ -viskozitesi ve tipi- tercih edilmelidir.)

#### 7.2.2 Kontrol Sistemleri

Kompresörlerin büyük bir çoğunluğu, ömürleri (kullanımda oldukları süre) boyunca tam yükün (kapasitenin) altında çalışırlar. Tüm kompresörler kullanma basıncını (hava şebekesinde istenen basıncı) koruyabilmek amacıyla, hava talebine göre basılan miktarını değiştirmeyi sağlayan kontrol sistemine sahiptir. Enerji tasarrufu açısından bakıldığında, her bir uygulama için doğru bir kontrol sisteminin kullanılması önemlidir.

Elektrikle (Elektrik motoru vasıtasıyla) sürülen kompresörlerde, uzun çalışma süreleri dikkate alınır, kompresör kısmen yada tamamen boşa (yüksüz çalışmaya) geçmiş olsa bile, güç sarfiyatı tam yükün (kapasitenin) %75'i kadar olabilmektedir. Kısmen yükte hatta boşa çalıştığı halde, kompresörün tam yüke kıyasla pek düşük olmayan bir enerji harcaması, düşük yük faktöründen, elektrik motorunun tam yükün altında daha düşük verimle çalışmasından (ve -sürtünme kayıpları, yağ dolaşımına harcanan güç gibi- yüke bağlı olmayan -asgari- enerji sarfiyatından) kaynaklanır.

#### 7.2.2.1 Modülasyon (Uyarılma) ve Boşa Geçirme

Hava kompresörlerinin büyük bir çoğunluğu modülasyon (uyarlama) yada boşa geçirme yöntemine göre çalışan kontrol sistemine sahiptir. Bazı kompresörlerde modülasyon ve boşa geçirme yöntemlerinin ikisi birden kullanılır ve bir seçici switch (anahtar, buton) vasıtasıyla bu iki yöntemden biri (istenen yöntem) seçilebilir. Boşa geçirme (Yüksüz çalıştırma) yönteminde, (boşa geçirme yapıldıktan sonra, yeniden yüke geçirilinceye kadar) kompresör hava basmadan çalışır.

Her iki yöntemde de, bir kelebek valf yada başka bir tip emiş (emiş kısma) valfi (klape) kullanılır. Modülasyon (Uyarılma, Dengeleme, Uydurma) yönteminde, valfin açıklığı (kısılması), çıkış basıncını sabit tutacak şekilde, hava talebine göre kontrol (modüle) edilir.

Boşa geçirme yönteminde, emiş valfi (klape yada emiş kelebeği) ya tam açık (tam yük konumu) yada tam kapalı (boşa çalışma konumu) olup; hava şebekesindeki basıncın dengeli (sabit) tutulabilmesi için, hava deposu yada büyük depolama kapasitesi olan boru şebekesi kullanılması gerekir.

### 7.2.2.2 Stop/Start (Durdurma/Çalıştırma)

Basınç durdurma (üst sınır) değerine yükseldiği zaman kompresörün çalışması (otomatik olarak) durdurulur. Hava şebekesinden (Basınçlı hava sisteminden) hava çekildikçe, basınç düşer ve (basınç) çalıştırma (alt sınır) değerine düştüğü anda, kompresör (otomatik olarak) yeniden çalıştırılır. Start/Stop (Durdurma/Çalıştırma) yönteminde, kompresörün sık sık start/stop yapmasını önlemek için, hava deposu kullanmak gerekir. (Bak. 5.2 ve 7.2.2.3.)

### 7.2.2.3 Otomatik İkili (Oto Dual) Kontrol

Bu kontrol sistemi otomatik stop/start (durdurma/çalıştırma) esasına dayanır. Kompresör 10 dakika (kadar) boşta çalışırsa, boşta çalışma süresini tutan bir zaman rölesi (timer, zaman sayacı) vasıtasıyla stop ettirilir. Elektrik motoru üreticilerinin çoğu tarafından 1 saat'de 6'dan çok start (yol verme, kalkış) yapılmaması tavsiye edildiği için, boşta çalışma süresi elektrik motoruna 1 saat'de 6'dan çok start (kalkış) yaptırmama koşuluna göre belirlenir. Sistemdeki basınç (hava sarfiyatı dolayısıyla) ayarlanan bir alt sınır değerine düşünce, kompresör otomatik olarak (yeniden) çalışır.

### 7.2.2.4 Değişken Hız

Pozitif yerdeğiştirmeli kompresörler için hız (devir sayısı) değiştirmek en ideal (uygun) kontrol yöntemidir. Değişken hızlı elektrik motorları pahalıdır ve kontrol sistemleri hantaldır; bununla birlikte, kompakt (küçültülmüş) ve düşük maliyetli değişken hız kontrol sistemleri vardır ve değişken hız kontrolü zamanla (ileride) hava kompresörlerinin standard kontrol yöntemi haline gelebilir. Yeni geliştirilen değişken hız kontrol sistemleri 'Soft Start' ('Yumuşak Kalkış', 'Hafif Kalkış') özelliğine sahiptir ve bu özellik dolayısıyla, kompresöre 1 saat'de 6'dan çok start yaptırılabilir.

### 7.2.2.5 Çoklu Kontrol (Çok Üniteli Kontrol)

Özellikle hava talebinin aşırı ve düzensizce değiştiği tesislerde, tek bir büyük kompresör yerine birden çok küçük kompresörü tek merkezden kontrol edilecek şekilde (ana kontrol sistemine bağlı olarak) kullanmak daha isabetlidir (uygundur). Bu düzende çalışan ünitelerden (veya guruplardan) biri stop ettirildiği zaman, hiç elektrik harcamayacağı gibi, (fazla) çalışarak aşınması ve yıpranması önlenmiş olur. Örneğin; iki üniteden (veya guruptan) biri çalışırken enerji sarfiyatı en az %50 düşer.

Çoklu kontrolün pnömatik yada elektriksel esaslı olanlarından mikroişlemcili olanlarına kadar, değişik biçimleri vardır. Çoklu kontrolde esas olan enerji (güç) sarfiyatını en aza indirmek ve bunun yanısıra ünitelerin (kompresör guruplarının) çalışma saatlerini v.s. dengelemektir.

### 7.2.3 Kaçaklar

Basınçlı hava kaçakları (sızıntıları, kayıpları) elektrik kaçakları gibi tehlikeli yada hidrolik kaçaklar gibi kirleyici değildir ama enerji kaybına neden oldukları da bir gerçektir. Hava kullanılmayan bir zamanda fabrika (tesis) içinde yürürken, kompresörlerin çalıştığını görmek ve hava kaçaklarından ileri gelen sesleri duymak hoş (istenir) bir şey değildir ama yine de kaçakları saptamak açısından faydalıdır. Kaçaklardan dolayı kaybedilen basınçlı hava miktarı, hava kullanımı olmayan zamanda (yukarıda bahsedildiği gibi bir ortamda), kompresörün yükte ve boşta çalıştığı süreler tutularak (kestirmeden) bulunabilir. (Bak. Bölüm 10.)

### 7.2.4 Borulardaki Basınç Düşümü (Borulardaki Basınç Kayıpları)

Genel olarak, çember (ring) tipi bir ana boru şebekesi fabrikaların (tesislerin) basınçlı hava sistemleri için en uygun boru şebekesi tipidir. (Bak. Bölüm 8.) Basınçlı hava sisteminde kullanılacak boruların çapı, boru içinden geçen havanın hızı 6 m/s (sınır) değerinin altında olacak şekilde seçilmelidir. (Bak. Tablo 5A.)

Örneğin: 100 kW ve 265 L/s kapasiteli bir kompresör tesisinin ana boru şebekesinde kullanılan boru çapının en az 80 mm (iç) ölçüsünde olması gerekir.

Kompresör gücü 100 kW ve basıncı 7 bar bir basınçlı hava sisteminde ana boru şebekesinin 100 metre uzunluğuna için (uzunluğu başına) basınç düşümü (kayıbı) değerleri:

Boru Anma Çapı mm	100 metre'deki basınç düşümü bar	Eşdeğer güç kaybı kW
40	1.8	9.5
50	0.65	3.4
65	0.22	1.2
80	0.04	0.2
100	0.02	0.1

### 7.3 Isı Gerikazanma

Tipik bir endüstri tesisinde kullanılan tüm gücün (elektrik enerjisinin) yaklaşık %10-15'inin hava kompresörleri tarafından harcadığı söylenebilir.

Kompresör giriş gücünün %80'i ile %90'ı arasında bir kısmı enerji gerikazanma donanımı vasıtasıyla gerikazanılabilir. Enerji gerikazanma donanımının yatırım maliyeti düşüktür ve kısa sürede kendini amorti edebilir.

Kompresör tesisinin yıllık işletme maliyeti, bu tesisin yatırım (kuruluş, satın alma, sermaye) maliyetine yaklaşır ve normalde, harcanan enerjinin en az %90'ı kullanılmayan ısıya dönüşür. Sonuç olarak, ısı gerikazanma sistemi basınçlı havanın kullanma maliyetinde önemli (etkileyici) bir düşüş sağlar.

#### 7.3.1 Hava Soğutmalı Kompresörlerden Isı Gerikazanma

100 kW gücünde kompresör gurubu (ünitesi) 93 kW güce denk gelen ısıyı yağ ve hava soğutucularına aktarır. Bu enerji soğutuculardan soğutma havasına geçer ve yılın bir kısmında fabrikayı (tesisi) ısıtmak için kullanılabilir. (Emniyet tedbiri olarak, 11.6'yi okuyun.)

Kompresörlerin yeri belirlenirken, kompresörden çıkan soğutma havasının fabrikayı (tesisi) ısıtmak için kullanabilmesi açısından en uygun konumun dikkate alınması gerekir. 50°C'yi aşan soğutma havası (kompresörden) çıkış sıcaklığı fabrikayı ısıtmak için ideal (uygun) bir sıcaklıktır. Bununla birlikte, soğutma havasının bir kanala verilmesi ve böylece, yazın (istenmeyen sıcaklıktaki soğutma havasının) fabrika dışına yönlendirilebilmesi (atılabilmesi) gerekir.

Kompresör ünitelerinin bulunduğu yerdeki gürültüyü (1 metre mesafeden yapılan ölçüme göre) 75 dB(A) düzeyinin üstüne çıkarmaması durumunda, birbirine yanaşık (grup olarak) konumlandırılmasında pek sakınca yoktur. Ayrıca, birden çok kompresör ünitesini grup olarak konumlandırma zorunluluğu yoktur; herhangi bir kompresör hava kullanılan (hava talebi olan) yere daha yakın konumlandırılabilir.

#### 7.3.2 Su Soğutmalı Kompresörlerden Isı Gerikazanma

Su soğutmalı kompresörlerin soğutma suyu uygun bir (başka) sudan suya (iki tarafında da su olan) ısı eşanjörü (değiştirgeci) vasıtasıyla personelin ihtiyacı olan sıcak suyu elde etmek yada proses (teknik işlem) ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir. Bu şekilde bir ısı gerikazanma olanağından tüm yıl boyunca faydalanılabilir.

#### 7.3.3 Isı Gerikazanma İçin Özel Düzenleme

Hava soğutmalı yağlı kompresörlere için tüm yıl boyunca ısı gerikazanımı sağlayacak özel ısı gerikazanma üniteleri geliştirilmiştir.

Yağlı ve hava soğutmalı olan kompresörlerde yağ (soğutma yağı) soğutucu yerine (by-pass yapılarak) yağdan suya (bir tarafında yağ, diğer tarafında su olan) bir ısı eşanjöründen geçirilir ve böylece, yağın ısı suya aktarılır.

Yağın ısıttığı su yağ/su eşanjöründen çıkarak, aynı zamanda yalıtılmış bir sıcak su akümülatörü (biriktiricisi, tankı) niteliğindeki ısı eşanjörüne girerek (diğer taraftaki su ile karışmadan) personelin ihtiyacı olan yada proses ihtiyacı olan sıcak suyun elde edilmesini sağlar.

Özel kontrol ekipmanının (donanımının) kompresör yağını kısmen veya tamamen normal (hava soğutmalı) yağ soğutucuna yönlendirebilmesi ve böylece sıcaklık regülasyonu (düzenlemesi, ayarlaması) yapabilmek için, sıcak su talebinin ve dolayısıyla sıcak suya aktarılacak ısı enerjisinin yağın verebileceği ısı enerjisinden daha düşük olması gerekir.

Kompresörden gerikazanılabilecek ısı enerjisinin gerçek değerini saptayabilmek açısından, gerikazanılamayacak enerjinin yada belirli bir maksatla kullanılmayacak enerjinin hesaba katılmaması önerilir. Hava kompresöründen ortama (açık havaya) geçen ısı (kayıp enerji) gerikazanılabilir enerji olarak düşünülmemelidir.

Buna göre, aşağıdaki enerji kayıpları geri kazanılamaz enerji kayıplarıdır:

- (a) Radyasyon ve kompresörden çıkan (ısınmış) soğutma havası kaçakları.
- (b) Basınçlı havadan geri kazanılamayacak enerji.

İlk kategoride belirtilen enerji kayıpları kolayca anlaşılacaktır ancak ikinci kategoride belirtilen enerji kayıpları oldukça kompleks (karmaşık) olup, bu kitabın kapsamına alınmamıştır. Laboratuvar testleri göstermiştir ki; kompresör tarafından harcanan enerjinin yaklaşık %80'i ısı olarak geri kazanılabilir.

## 8 ANA BORU ŞEBEKESİNİN KURULMASI (TESİS EDİLMESİ)

**8.1 Ana Boru Şebekesi.** Ana boru şebekesinin maliyeti (genelde) basınçlı hava sisteminin tesis (kuruluş) maliyetinin yüksek bir kısmını (oranını) oluşturur. Boru çapını küçük seçmek yatırım (sermaye, kuruluş) maliyetini düşürür; ama, sistemdeki basınç kaybı (basınç düşümü) boru çapı küçüldükçe büyüdüğü için, basınçlı hava sisteminin işletme (çalışma) maliyeti yükselir. Sonuç olarak, (başlangıçta) boru çapını küçük seçerek yapılacak maliyet tasarrufu (azaltma), kısa bir süre sonra, basınç kayıplarından ileri gelen işletme maliyeti artışının altında kalarak, anlamını yitirebilir.

Yeni yada yeniden düzenlenen bir tesiste (fabrikada) basınçlı hava sisteminin boru yerleşimi (buhar, su v.s boru şebekesi ve elektrik bağlantılarından daha) öncelikli olarak planlanmalıdır; aksi takdirde, ana boru şebekesinin diğer boru şebekeleri ve elektrik bağlantıları çakışmaması için, dolambaçlı yapılması gerekir ki; bu da, basınç kayıplarının artmasına yol açar.

Basınçlı hava sistemi ana boru şebekesi iki türlü olabilir:

- Kullanım noktasına yada noktalarına kadar giden tek bir hat (besleme hattı).
- Çember (Halka, Ring) düzeninde ana boru şebesi.

Kullanım noktası ve besleme (kompresör) yeri birbirine yakın tesisler için, tek hatlı ana boru şebekesi yeterlidir. Bu durumda, boru çapının borudan geçecek en yüksek hava miktarına (debisine) göre bulunacak basınç düşümü (kayıbı) değerinin izin verilen en yüksek basınç düşümünden (kaybından) az olmasını sağlayacak büyüklükte (veya daha büyük) olması gerekir. (Bak. Tablo 5A, 5B, 5C, 5D.) Tüm boru şebekesinin iyi desteklenmesi gerekir. (Bak. Tablo 6A, 6B ve BS 3974 Kısım 1.) Kompresör çıkış borusu olarak (Kompresör çıkışında) termoplastik borular kullanılmamalıdır. Aşırı enerji kayıplarını önleyebilmek için, boru içindeki hava akış hızının 6 m/s değerinin altında kalması sağlayacak bir boru çapı seçilmelidir. (Bak. Tablo 5A.) Havanın (boru içinden) akış hızı aşağıdaki formülü kullanarak hesaplanabilir:

$$V = 1273 \cdot Q / (P+1) \cdot D^2$$

- V = metre/saniye (m/s) olarak hava akış hızı.  
 Q = litre/saniye (L/s) olarak serbest hava debisi (verimi).  
 P = bar (efektif) olarak hava basıncı.  
 D = milimetre (mm) olarak boru iç çapı. (Bak. Tablo 5A.)

Yukarıdaki formülün yanısıra, serbest hava debisi bilinen bir ana boru şebekesinin, hava akış hızı 6 m/s değerinin altında olması için gerekli en düşük (minimum) boru çapı formülü:

$$D \text{ (mm)} = (212 \cdot Q / (P+1))^{1/2}$$

7 bar (efektif) basınca göre dizayn edilecek ana boru şebekesinin çapını belirlemek için basit formül:

$$D \text{ (mm)} > 5 \cdot Q^{1/2}$$

Çok sayıda hava çekme (kullanım) noktaları olan büyük tesislerde, çember (ring) şeklinde ana boru şebekesi dizaynı her hangi kullanım noktasına giden hava hızının düşük tutulabilmesini sağlar. Tek bir kullanım noktasına iki ayrı yönden hava gelmesi dolayısıyla, (ana boru şebekesi içinde) kullanım noktasına (branza) giden havanın akış hızı düşük olur. Şebekenin uygun yerlerine konulan kesme valfleri (vanalar) vasıtasıyla, gereken zamanlarda ana boru şebekesinin bir kısmının bakıma alınmak üzere devre dışı bırakılması sağlanabilir. (Bak. Şekil 4.)

Ana boru şebekesi, gerekirse, zemin altından tavan seviyesine kadar, herhangi bir seviyede olabilir. Kolay servis ve kondensat boşaltma (drenaj) yapılabilmesi ve kolay erişilebilmesi açısından, ana boru şebekesinin yüksek seviyede (zeminden yukarıda) olması avantajlıdır. Ana boru şebekesinin çalışma (kullanım) alanını sarması (tam alarak kapsaması) ve direkt (dolambaçsız) bağlantılı olması (öncelikle) sağlanmalıdır. Basınç kayıplarının düşük tutulabilmesi için, çember (halka, ring) hava şebekesi büyük eğrilik yarıçaplı bükümlerden yapılmalıdır, (ani dönüşlü) dirsek kullanılmamalıdır.

Ana boru şebekesinin akış yönüne doğru yaklaşık %1 eğimli yapılması ve uygun aralıklarla, tersine eğim verilerek (karşı tarafta) ilk seviyesine (keskin olmayan bükümler kullanarak) getirilmesi gerekir.

En düşük seviyelerde boşaltma (tahliye, drenaj) cepleri (kapları) olmalı ve bu noktalardan boşaltma valfleri yada aygıtları vasıtasıyla kondensat (su veya su/yağ karışımı) boşaltılabilmelidir.

Boru şebekesinin eğimli yapılması ve düşük seviyelerde kondensat toplanıp, boşaltma yapılabilmesi, kondensatın kullanım noktalarına taşınmasını önler. Buna karşılık, hava kurutucusu kullanılan bir testiste bu önlemlerin alınması zorunlu olmayabilir. (Bak. Bölüm 5.4.)

Kavşaklarda ve vanalar içinde hava akışı bozulur (hava akışına karşı direnç artar); dolayısıyla, basınç kaybı artar. Bu nedenle, eğrilik yarıçapı büyük fittingsler (dirsekler, patent dirsekler v.b. bağlantı elemanları) ve tam akışlı (tam geçişli) vanalar kullanılmalıdır. Basınç kayıplarını azaltan bu önlemler (uygun fittings ve vanaları kullanmak v.s.) çarpımlar etkisiyle belirli noktalarda (çarpma noktalarında) oluşan kondensat birikmesini de önler.

Ana boru şebekesindeki hava sıcaklığı yerine göre değişir. Örneğin: Bir binadan diğerine giden boruda sıcaklık düşer ve sıcaklığın düştüğü tarafta yoğunlaşma olur (hava içindeki nem yoğunlaşır). Yoğunlaşmanın (Kondensatın) toplanması ve sistem dışına atılabilmesi (tahliye edilebilmesi) için, ilgili yerlere (bir binadan diğerine giden boru şebekesi için, gittiği binanın girişine) kondensat separatörleri (ayırıcıları, filtreleri), boşaltma cepleri (kapları, kondenstoplar) ve tahliye aygıtları (trapezler) konulması gerekir.

Açıktaki ana boru şebekesinin içindeki yoğunlaşmanın donmasını önlemek için, borular yalıtılmalıdır.

Betona gömülmüş ise (örneğin, karayolu altından geçen) boru hattının en az %1 eğimli olması gerekir. Böylece, en düşük noktadan boşaltma (drenaj) yapılabilir.

**8.2 Hava Boruları ve Fittingsler (Bağlantı Elemanları) İçin Kullanılabilecek Malzemeler.** Ana boru şebekelerinde çelik, bakır (bakır alaşımı) yada ABS malzemeden yapılmış boru ve fittingsler (rakor, nipel v.b. bağlantı elemanları) kullanılabilir. Genel olarak, 25 mm'den büyük (delik) çaplı boru şebekesinde bakır (bakır alaşımı) yada ince cidarlı (etsiz, et kalınlığı düşük) paslanmaz çelik malzeme kullanılmaz (tercih edilmez).

**8.2.1 Çelik Borular.** Basınçlı hava sisteminde kullanılacak çelik boruların BS 1387'e uygun siyah yada galvanizli borular olması gerekir. Ek olarak, korozyon (paslanma, aşınma) direnci düşük boru kullanımından kaçınılması tavsiye edilir. Bu tip borulara, boru çapına uygun (dövme çelikten, dişli) fittings (rakor, nipel vana v.s. bağlantı elemanı) bağlanabilmesi için diş açılabilmesi ve açılacak dişin BS 21'e uygun olması gerekir. İç çapı 65 mm'den (Dış çapı 76 mm'den) büyük boruların birleştirilmesinde BS 1965'e uygun kaynaklı (kaynak yapılan) bağlantıların kullanılması (diş yerine flanş kullanmak v.s.) tavsiye edilir.

**8.2.2 ABS Borular.** ABS korozyona uğramayan (korozyon direnci olan, paslanmaz, aşınmaz, bozulmaz) ve zehirli (toksik) olmayan bir polimer (polimerik) malzemedir. ABS'nin (çok) dayanıklı, boru yapmaya (boru olarak şekillendirmeye) elverişli olması, basınçlı hava iletiminde özellikle kullanılmasına yol açmıştır. BS 1710'a göre, basınçlı hava sistemlerinde kullanılacak ABS boruların doğal (imalat, öz, orijinal) rengi açık mavidir. Bütün termoplastikler gibi, ABS boruların da kullanıma (çalışma) sıcaklığı sınırlıdır. Dolayısıyla, ABS boru kullanmadan önce, sıcaklık sınırlamaları ve ilgili diğer koşullar açısından, üreticisine veya distribütörüne danışmak gerekir. Basınçlı hava sistemleri için, ABS dışındaki termoplastik borular, basınçlı hava sisteminin basınç ve sıcaklık koşullarına uygun olduğuna ilişkin üretici garantisiz olmadan (üreticisinin -garantili- oluru alınmadan) kullanılmamalıdır.

ABS borulara diş açılmamalı, metal parçalara (komponentlere) uygun adaptörlerle veya boruya birleşik (boru ile birleştirilmiş) olan bağlantı elemanları vasıtasıyla bağlanmalıdır. Sadece ABS ile uyumlu birleştirme malzemeleri kullanılmalıdır.

ABS boru sisteminin çalışma (kullanma) basıncı (normalde) 20°C'de 12.5 bar ve 50°C'de 8 bar'dır. 20°C ve 50°C arasında kullanma basıncı değerleri, boru üreticisinin verdiği basınç ve sıcaklık değerleri ile karşılaştırılmalıdır. (ABS boru istenen koşullara uygun olduğu garanti ediliyorsa kullanılmalıdır.)

Sentetik yağların çoğu ve mineral yağların az bir kısmı (birkaçı) termoplastik ve elastomer malzemeleri bozar. Bu nedenle, kullanılan yağın boru şebekesine zarar verip vermeyeceği, boru üreticisine yada distribütörüne danışarak (onlarla birlikte) kontrol edilmelidir.

**8.2.3 Bakır (Bakır Alaşımı) Borular.** Ana boru şebekesinde 40 mm boru (iç) çapına kadar, bakır (veya bakır alaşımı) boru kullanılabilir. Borunun BS 2871, Kısım 2 (Tablo 13) ile uyumlu olması gerekir. Borular ve fittingsler (bağlantı elemanları) en yüksek (maksimum) çalışma basıncına uygun olmalıdır. Fittingsler (Bağlantı elemanları) basınç tipi olmalıdır.

Bakır borular (yerine) kolayca uydurulabilir ve (standard) büküm elemanlarının (dirseklerin, dönüşlerin) kullanılabilmesi dolayısıyla, gerekli fittings (rakor, nipel v.s.) sayısı azaltılabilir.



Çelik boru ve bakır boru arasında tercih (seçim) yapılırken, başlangıç (satın alma) maliyetinin yanısıra, işçilik maliyeti (süresi ve bedeli) hesaba katılmalıdır (dikkate alınmalıdır).

Küçük akış (debi) değerleri olan ana boru şebekeleri dışında, bakır borulu (ve fittingsli) ana boru şebekesinin maliyetinin (tercih edilmeyecek derecede) yüksek olduğu bilinmektedir.

**8.2.4 Dövme Çelik Fittingsler (Bağlantı Elemanları).** Dövme çelikten yapılma (ve dışı) fittingslerin (bağlantı elemanlarının) BS 143 ve BS 1256'ya uygun olması gerekir.

**8.2.5 ABS Fittingsler (Bağlantı Elemanları).** 16 mm'den 110 mm'ye kadar dış çapa sahip olabilen ABS borular ve fittingsler (bağlantı elemanları) solvent vasıtasıyla (eriterek) birleştirilir.

**8.2.6 Bakır (Bakır Alaşımı) Boru Fittingsleri (Bağlantı Elemanları).** Bakır basınç (kompresyon) fittingslerini (bağlantı elemanlarını) monte ederken (dışı bozan) sürtmeyi (ovalamayı) önlemek amacıyla, bağlantı yapılacak dişlere gres sürülmesi tavsiye edilir. Bağlantı sıkıldıktan sonra, bağlanacak (diğer) boru ile hizaya getirilmeli ve daha sonra tamamen sıkılmalıdır.

**8.2.7 Temiz Bağlantı.** Hastaneler gibi temiz hava bağlantısı istenen yerlerde, boruların ve boru bağlantılarının özel koşullara (temiz hava koşullarına) uygun olması gerekir. Hastanelerin en son (geçerli) hava bağlantısı koşulları için (İngiltere'de) DHSS (talimatları) referans alınmalıdır.

**8.3 Boru Çapının Belirlenmesi.** Ana boru şebekesi ve branşların (dalların, ayrılan hatların) boru çapı, izin verilen en yüksek hava akış hızı ve boru içindeki sürtünmeden (çarpmadan) ileri gelen basınç düşümü (kayıbı) esas (referans) alınarak belirlenir. (Bak. Tablo 4A, 4B, 5A, 5B.) Ana boru şebekesindeki boru çapları belirlenirken, basınçlı hava sistemine gelecekte yapılabilecek eklemeler (kompresör eklenmesi, kullanılan hava debisinin artması v.b.) dikkate alınmalıdır.

Ek olarak, aşırı basınç düşümü (kayıbı) özellikle uzun boru hatlarından kaynaklanır ve yüksek hava akış hızı, havanın içindeki nemin (suyun) tutulmayıp, borular içerisinde hava ile birlikte akmaya devam etmesine yol açar.

Tüm tesisler için, basınç düşümünün (kayıbının) minimum (en az) seviyede tutulması önemlidir. Tablo 5A ve 5B'de çelik boruların nominal (anma) çapına göre tavsiye edilen maksimum (en yüksek) akış (debi) değerleri yer almaktadır. ABS boruların dış çapına göre (bu borular dış çaplarına göre dizayn edilir) tavsiye edilen en yüksek (maksimum) akış (debi) değeri Tablo 4B'den bulunabilir. (Bak. Bölüm 8.1.)

Boru hatlarının büyük bir çoğunluğunda, ek sürtünme ve çarpma (yön değiştirme, daralma, genişleme) kayıplarına yol açan dirsekler (bükümler) ve valfler (vanalar) yer alır. Düz boru dışındaki (çok kullanılan) boru şebekesi (hattı) elemanlarının sürtünme, çarpma (yön değiştirme, daralma, genişleme) etkisi dolayısıyla neden oldukları basınç kayıpları, eşdeğer (denk) boru uzunlukları (metre) cinsinden Tablo 5C ve Tablo 5D'de verilmiştir (gösterilmiştir).

Ana boru şebekesindeki hava akış hızının 6 m/s değerini asla aşmaması koşuluna karşılık (Bölüm 8.1.), yukarıdan aşağıya doğru olan (dik) branşlarda (branş hatlarında, dallarda), branş uzunluğunun 15 m'yi geçmemesi koşuluyla, (en çok) 15 m/s hava akış hızına izin verilebilir. (Bölüm 9.1.)

Branşlarda (Branş hatlarında) izin verilen en yüksek akış (debi) değerleri için Tablo 5B'nin yanısıra, aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$Q = (P+1) \cdot D^2 / 85$$

D = milimetre (mm) olarak boru iç çapı.

Q = litre/saniye (L/s) olarak serbest hava debisi (verimi).

P = bar (efektif) olarak hava basıncı.

**8.4 Hazır Tutulması (Depolanması) Gereken Hava Miktarı.** Bazı durumlarda, kısa bir süre için büyük miktarda hava kullanımı olabilir. Havayı kullanan ekipman (donanım, makina yada aygıt) kompresörden biraz uzakta olabilir ve istenen miktarda havayı minimum (en düşük) basınç kaybıyla kullanım yerine iletmek için gerekli boru çapı anormal büyük olabilir. Böyle bir durumda, havayı kullanacak ekipmanın yakınına yardımcı bir hava deposu (tankı) yerleştirmek yararlı (faydalı) olur. Hazır tutulması (depolanması) gereken hava miktarı, işlem (operasyon) başına düşen (harcanacak) hava miktarına ve kabul edilebilir basınç düşümü (azalması) değerine bağlı olarak, aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

Gerekli Depolama Hacmi (litre) = İşlem Başına Hava Talebi (litre serbest hava) / Basınç Düşümü (bar)

Kompresörün bir sonraki yüksek hava talebi periyodundan (sürecinden) önce, hava deposundaki (tankındaki) havanın basıncını orijinal (eski) değerine çıkarabilecek kapasitede hava basabilmesi (bu kapsamda) önemlidir. (Aksi takdirde hava depolamak çözüm olmaz.)

**8.5 Ana Boru Şebekesinin Yardımcı Ekipmanları (Aygıtları).** Hava hatlarından düzenli aralıklarla kondensat boşaltılması (drenaj yapılması) gerekir. Kondensat boşaltma işlemleri, otomatik boşaltma (tahliye) aygıtları (vasıtasıyla otomatik olarak) veya vanalar vasıtasıyla (personel -insanlar- tarafından, manual olarak, el ile) yapılabilir. Kondensat boşaltma işlemlerini savsaklamak (ihmal etmek), basınçlı hava sistemi içindeki kondensatın (su veya su/yağ karışımının) pnömatik ekipmana (basınçlı hava kullanan makina yada aygıtlara) ulaşmasına ve bu (pnömatik) ekipmanın zarar görmesine yol açabilir.

İlgili açıklamaların sonucunda anlaşılacağı gibi; basınçlı hava sistemini dizayn ederken, sistemin bir kısmının kullanılmaması dolayısıyla enerji tasarruf edebilmek, hava kaçağı v.s. nedenlerden dolayı bakıma alınması gereken kısmı bakıma alabilmek yada (kullanım noktalarından birini yada bir kaçını) yeniden düzenlemek gerektiğinde sistemi tümünden devre dışı bırakmak zorunda kalmamak için, gereken yerlere kesme (izolasyon) valfleri yani vanalar konulmalıdır. Gereken (Kritik) noktalara manometre koymak yada (basınç) ölçüm noktaları düzenlemek, servis (kontrol) açısından ve bakım mühendislerinin (teknisyenlerin) sistemde basınç olup olmadığını anlayabilmeleri (uyarılması) açısından yararlıdır. (Emniyet valfleri ile ilgili bir uyarı için Bölüm 6.4.2'yi okuyun.)

**8.6 Ana Boru Şebekesinin Konumlandırılması (Yerleştirilmesi).** Ana boru şebekesi uzunluğu boyunca destenmelidir. Böylece, boru şebekesi emniyete alındığı (sağlamlaştırıldığı) gibi, eğimi ve düzgünlüğü korunarak (bel vermesi engellenerek), kondensatın sadece boşaltma (drenaj) noktalarında toplanması sağlanabilir.

Boru şebekesinin ısınma dolayısıyla oluşacak uzamayı (genişlemeyi) karşılayabilecek şekilde yerleştirilmesi (konumlandırılması, desteklenmesi, bağlanması) gerekir. (Aynı sıcaklıktaki uzama miktarı boru malzemesi cinsine göre değişir.)

Boru destekleri arasındaki mesafelerin Tablo 6A (çelik borular) ve Tablo 6B (ABS borular) ile uyumlu olması tavsiye edilir.

Boruların tanıtıcı renk kodlarına göre (BS 1710, Tablo 13) boyanması (işaretlenmesi), hangi servis (hizmet, maksat) için kullandıklarının, düşük basınç ve yüksek basınç borusu olup olmadıklarının anlaşılmasını sağlar. (Bak. Bölüm 8.2.2.)

**8.7 Basınçlı Hava Sisteminin Test (Kontrol) Edilmesi.** Ana boru şebekesini ve branşları (branş hatlarını, dalları) kurduktan sonra; kompresörü, inişleri (dikey hava çekme bağlantılarını) ve hava tankını bağlamadan önce, sistemin Bölüm 10'da açıklandığı gibi test edilmesi (denenmesi, kontrol edilmesi) kuvvetle tavsiye edilir.

## 9 KULLANIM HATLARININ KURULMASI (TESİS EDİLMESİ)

**9.1 İniş ve Besleme Hatları.** İniş hatları (Ana boru şebekesinden dikey olarak ayrılan hatlar) çelik, ABS, bakır (bakır alaşımı), ince cidarlı (etsiz) paslanmaz çelik, bakır kaplanmış çelik veya naylon takviyeli PVC borudan yapılabilir. İniş hatları üzerinde, uygun bir pozisyonda kesme valfi yer alması gerekir. Kesme valfleri bakıma alınmış makina yada aygıtın kapalı (off) pozisyonunda kalmasını yani kazayla yeniden çalışmasını önleyecek (kendiliğinden boşaltma -ekzost- yapabilen veya kendinden kontrollü) cinsten olmalıdır.

İniş hatları ana boru şebekesine yada brans hatlarına üst noktalarından eğrilik (büküm) yarıçapı büyük dönüşler yapılarak (eğrilik yarıçapı büyük dirsekler -bükümler- kullanılarak) bağlanmalıdır. (Şekil 4.) İniş hatlarının boru çapı asgari (en azından istenen) değerlere uygun olmalıdır. (Bak. Tablo 5A ve 5B.)

Brans (hattı) ile hava kullanım noktası arasındaki (kullanım hattındaki) basınç düşümü kontrol edilmelidir. Kullanım noktasındaki basınç, hava kullanan makina yada aygıtın (aletin) üreticisi tarafından belirtilen minimum (en düşük) çalışma basıncından az olmamalıdır.

Hava kurutucusu bağlanmamış ise, makina yada aygıtlara giden besleme hatları, İniş hatlarına bir 'T' üzerinden (T'nin yatay tarafına) bağlanmalı ve besleme hattı başlangıcında kesme valfi (vana) olmalıdır. İniş hattı 'T' bağlantısının altından kondensat boşaltma (drenaj) noktasına kadar devam ettirilmelidir. İniş hattının alt ucunda (Kondensat boşaltma noktasında) otomatik yada el kontrollü (manual) boşaltma valfi olmalıdır. El kontrollü (Manual) boşaltma valfleri kullanılacaksa, boşaltma kabının (ayağının, cebinin) kondensat boşaltma periyodları arasında birikecek kondensatı (taşırmandan) toplayabilecek hacimde olması gerekir. (Tüm bu açıklamalarla ilgili olarak, Şekil 4'e bakın.)

Otomatik boşaltma valfleri bağlanmış boşaltma kaplarından (ayaklarından, ceplerinden) hemen önce yerleştirilmiş bir kesme valfi (vana), otomatik boşaltma valflerine servis (bakım/onarım) işlemi yapılabilmesi açısından gereklidir. Otomatik yada el kontrollü (manual) boşaltma valflerinin yanısıra, basınç yokken açılan (basınç varken kapalı olan) boşaltma tapaları (purjörler) vardır. Drenaj noktalarından atılan kondensatın ayrı bir hatla (boru sistemi ile) uygun toplama tanklarına (veya kaplarına) yada kanallarına verilmesi tavsiye edilir.

**9.2 Filtreler/Separatörler.** Hava kurutucusunun yer aldığı sistemler dışında, kullanma noktasındaki havanın (nem açısından) doymuş (su içeren) hava olduğu söylenebilir. Ayrıca; toz (kir), boru döküntüleri, sızdırmazlık malzemesi artıkları, yanmış yada bozulmuş yağ (hava içinde sürüklenerek) basınçlı hava aygıtlarına (makinalarına, aletlerine) geçebilir. Suyun ve diğer katı yada sıvı maddelerin karışımından oluşan tortuların basınçlı hava ile çalışan makina ve aygıtlara (korozyon ve zamansız -erken- aşındırma etkisi dolayısıyla) zarar vermesini önlemek açısından, filtrasyon (filtreleme) yapmak önemlidir. Sonuç olarak, su ve diğer zararlı (tortu yapıcı, aşındırıcı) maddelerin sistem dışına atılabilmesi için filtreler (basınçlı hava filtreleri, yağ ve su tutucu filtreler) kullanılır. Kompresöre yakın bir noktaya ana hat (ana boru şebekesi) filtresi yerleştirilmiş olsa bile, kullanım noktasında ilave (ek) filtreler (filtre) bulunması gerekir. Hava kurutucusu olsa dahi, kullanım noktasında (kullanım hattında) filtre/separatör (filtreler/separatörler) bulunması, hava kurutucusunun (sisteme zarar vermeden) bakıma alınabilmesini sağlar. Filtreler basınçlı hava kurutucusunun (hiç bir zaman) engelleyemeyeceği (boru şebekesi içindeki) kir ve döküntülerin kullanım noktalarındaki makina ve aletlere geçmesini engeller.

Bir filtrenin/separatörün seçilmesi ve monte edilmesi için önemli noktalar:

- Katı ve sıvı partikülleri (zerreleri) tutma kabiliyeti.
- Hava hattının (basınç) durumunu göstermesi, basit bir boşaltma ve temizleme aksamı olması, kondensat boşaltma işlemini mümkünse otomatik olarak gerçekleştirilmesi.
- Filtrenin akış (debi) kapasitesi boru çapından daha önemlidir; Filtre çok büyükse, gereksiz yere pahalı filtre kullanılmış olacağı gibi, optimum performans (en iyi verim) elde edilemeyebilir. Filtre çok küçük ise, basınç düşümü (kayıbı) fazla olacak ve hava akışı kısıllacaktır.
- Katı partikül (zerre) tutma hassasiyeti basınçlı havanın kullanılma amacına (ne için kullanıldığına) bağlıdır. (Havanın kullanma amacına bağlı olarak, değişik hassasiyetli filtre kullanılabilir.)
- Bakım kolaylığı açısından, (bir yerine) iki filtre (değiştirme vanaları ile birlikte) paralel olarak (bağlanarak) kullanılabilir.
- Filtrenin giriş ve çıkışı arasındaki basınç düşümünü (kayıbını) gösterebilmesi yada basınç farkını (kayıbını, düşümünü) gösteren bir alete (aygıt) bağlanabilmesi istenir; özellikle, çok yüksek hassasiyetli filtrelerin tıkanıldığını anlayabilmek için, görsel yada işitsel tıkanıklık uyarıcıları (tıkanıklık göstergesi v.b.) kullanılmalıdır.

Sprey boyama (Boya tabancası ile boyama) yada otomatik kontrol (basınçlı hava ile cihaz kontrolü) sistemlerinde yüksek düzeyde (standardlı, kaliteli) filtrasyon (filtreleme) esastır. Hassas kimya ve ilaç tesislerinde, bira ve gıda endüstrisinde ve hastanelerde kullanılan havanın çok yüksek düzeyde (standardlı, kaliteli) filtrelenmesi gerekir. Aşırı temiz ve steril (mikropdan arındırılmış, aseptik) hava istendiği zaman, ekipmanı (donanımı) üreten yada satan kuruluşa danışmak gerekir.

Yağsız kompresör kullanılırsa, filtrasyon (yağ filtrasyonu) yapılmış gibi olur; ancak, basılan havanın (temizlik) kalitesi, emilen havanın (temizlik) kalitesine bağlıdır.

Basınçlı hava hattı (şebekesi) filtreleri esas olarak katı maddelerin (ve yağın) tutulmasını da sağlayan su tutucularıdır (separatörleridir). Bu filtrelerle (Basınçlı hava hattı filtreleri ile) kompresör emiş filtrelerinin çalışma prensipleri farklıdır (işlevleri ve işlev görme biçimleri farklıdır), karıştırılmamaları gerekir.

Filtre kapları (Filtrelerin alt gövdeleri) şeffaf plastikten yada metalden yapılmış olabilir. Şeffaflık, topladığı kondensat elle (manual) tahliye edilen filtrelerin sıvı (kondensat) seviyesinin görülmesini sağlar ve aynı zamanda, otomatik tahliye yapılan filtrelerin otomatik tahliye aksamının görevini yapıp yapmadığı (şeffaf alt kap sayesinde) anlaşılabilir. Plastik filtre kaplarının üreticisi tarafından belirtilen çalışma koşullarına uygun (koşullarda) kullanıldığından emin olmak gerekir. Plastik filtre kapları ile ilgili olarak BS 6005 ve özellikle Ek A'daki kalıpta şekillendirilmiş polikarbonat (polycarbonate) kapların uygun kullanımına ilişkin açıklamalar okunmalıdır. Plastik filtre (alt) kaplarının mekanik (darbelere dolaylı) hasar görmelerini engellemek için, plastik kabın içine yerleştirildiği metal koruyucu (destek, muhafaza) kullanılabilir.

Filtre üreticilerinin çoğu, her bir özel uygulama için farklı büyüklüklerde filtre elemanları verebilmektedir. Filtre elemanının kullanma (temizleme yada değiştirme) süresini uzun tutmak açısından, aynı kapasite (aralığı) için büyük olan (yüzeyi büyük olan) filtre elemanını seçmek daha doğru olur.

'Genel Kullanım için Basınçlı Hava' konulu ve 66110 numaralı PNEUROP tavsiyesi'ne (1984) göre, doyurucu sonuçlar veren filtrasyon düzeyleri:

<i>Ekipman</i>	<i>Tutulan (Uzaklaştırılan) Partikül</i>
Ağır döküm (dökümhane) ekipmanı	40 µm'den (mikron'dan) büyük
Normal endüstriyel aletler (aygıtlar) ve genel olarak atölye (mekanik atölye) havası	40 µm'den büyük
Yüksek hızlı aletler ve küçük açıklıkları (boşlukları) olan diğer ekipman	5 µm'den büyük
Çok temiz hava ve havalı yataklar	1 µm'den büyük

1 µm'den (mikron'dan, mikrometre'den) küçük partiküllerin (zerrelerin) tutulması için dizayn edilmiş filtreler temizlenmeye uygun değildir ve zamanı gelince (tıkanınca, kirlenince) değiştirilmeleri gerekir. Tüm çok yüksek hassasiyetli filtreler, 1 µm'den küçük sıvı ve katı partikülleri tutacak, basınçlı hava içindeki yağ miktarını 0.5 mg/m<sup>3</sup> değerinin altına düşürecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu tip filtrelerin 5 µm'den büyük parçaları geçirmeyecek düzeyde hassasiyeti olan ön filtreler kullanılarak korunması gerekir.

**9.3 Basınç Regülatörleri.** Havalı (Basınçlı hava ile çalışan) makina yada aletlerin büyük bir çoğunluğu en verimli çalışmasını (genel olarak) bir optimum (en uygun) basınç altında gerçekleştirir. Optimum (Ideal) değer üstündeki basınçlarda, (basınç artışından ileri gelen) hız artışının aşınmayı artırmasına karşın, elde edilen (mekanik) enerjide ciddi (önemli) bir artış olmaz; dolayısıyla, enerji (kompresörün tahrik -sürme- gücü) kısmen de olsa, boşa harcanmış olur.

Basınç regülatörü kullanarak optimum (en uygun) kullanma basıncını sağlamak, havalı makina yada aletin işletme (çalışma) ve bakım maliyetlerini düşürür. Buna karşılık, gerektiğinden düşük basınçlı hava ile çalıştırmak, ilgili ekipmanın çalışma verimini (iş kabiliyetini) düşüreceği için, üretim (imalat) süresi uzar. (Süre uzaması hem işçilik kaybına -maliyet- hem de iş gecikmesine -maliyet- yol açar.)

Uygulamaların çoğunda, kendinden emniyetli basınç regülatörü tercih edilir; böylece, regülatörlerin çıkış tarafındaki basınç artışı, (yine) regülatörün emniyet aksamı tarafından atmosfere boşaltma yaparak engellenebilmektedir.

Basınç regülatörünün çıkış tarafında kalan tüm ekipman (donanım) ya dizayn basıncı kompresörün maksimum çıkış basıncından büyük olacak şekilde seçilmiş olmalı yada aşırı yüksek basınca karşı (tedbir olarak) korunmuş olmalıdır. (Bak. Bölüm 11.5.) Hava tabancaları, emniyetli modeller dışında, 2 bar (efektif) basınç değerinin üstünde kullanılmamalıdır; aksi takdirde, personelin emniyeti ve ekonomiklik açısından sakınca doğurur.

Regülatör seçileceği ve ekipman üreticilerinden (satıcılarından) tavsiye isteneceği zaman, aşağıdaki noktalara (hususlara) dikkat gösterilmelidir:

- Regülatörün kontrol (regülasyon) hassasiyeti (doğruluk derecesi); genel maksatlı kullanımda, (genel maksatlı regülatörde) ayar basıncından  $\pm 0.1$  bar sapmalar normaldir. Özel maksatlı (Çok hassas) regülatörlerin hassasiyeti  $\pm 1$  mbar (milibar) veya daha yüksek (hassas) olabilmektedir.
- Maksimum (En yüksek) debi (akış) değeri ve (ikinci derecede önemli olarak) maksimum debi değerine karşılık gelen basınç kaybı.
- Regülatör kontrol yayının optimum (en iyi) performansa sahip olması.
- Regülatörün boru şebekesi üzerindeki yeri; (kolay) eşişilemeyecek bir yere konacak istenmeyen (yetkisiz veya yanlış) ayarlama girişimlerini önlemek için, pilot (kılavuz) kontrollü regülatör tercih edilebilir.
- Basınç redüksiyon (azaltma, düşürme) miktarı; giriş ve çıkış basınçları arasında en az 1.6 bar fark olmadıkça, maksimum hava talebi (akışı) sırasındaki performans yüksek (iyi) olmaz.
- Doğru (tip) manometre seçimi. (Bak. Bölüm 5.6.1.)

## 9.4 Yağlama.

**9.4.1 Basınçlı Hava Hattı Yağlayıcıları.** Prömatik ekipmanın (makina ve aletlerin) doğru olarak yağlanması sıkıcı bir zorunluluk olarak değerlendirilmemelidir; sürtünmeyi azaltması, aşınmayı ve hareketli parçaların korozyonunu (bozulmasını, paslanmasını v.s.) önlemesi açısından basınçlı hava hattı yağlayıcıları kullanılması gerekmektedir.

Pnömatik ekipmanın yağlanması için en etkili ve ekonomik yöntem, bir yağlayıcı vasıtasıyla, akan hava içerisine yağ damlatma yöntemidir. Yağlayıcının mümkün olduğu kadar, (ekipman) kullanma noktasına noktasına yakın monte edilmesi ve monte edildiği yerin basınç regülatörünün çıkış tarafında olması gerekir. Yanlış (Hatalı, Eksik yada fazla) yağlamayı önlemek açısından, yağ besleme ayarı olması ve yağ damlatma işleminin (yağlayıcının içinin) görünebilmesi gerekir.

Yağlayıcı seçerken aşağıdaki noktalara (hususlara) dikkate edilmelidir:

- Yağlayıcı ile pnömatik silindir veya diğer aletler arasındaki boru yada hortumun boyu ve çapı. Hortumun kıvrılmasından (sarılmasından, döndürülmesinden) kaçınılmalıdır.
- Hava debisi ihtiyacı; genelde, yağlayıcıların daha düşük değerde doyurucu olarak görev yapmayacağı bir minimum debi değeri vardır. Ters durumda, yağlayıcının maksimum değerini aşan hava debisi değerlerinde, basınç kaybı fazla olur. Buna karşılık, boru için tavsiye edilen maksimum debi değerleri aşılmadıkça, yağlayıcıdaki basınç kaybı aşırı yüksek olmaz. (Bak. Tablo 5A, 5B ve Tablo 9.)
- Yağlayıcı dizaynı; esas (temel) olarak üç tip yağlayıcı vardır:
  - Direkt (Doğrudan) enjeksiyonlu venturi emişi; kaba bir yağ pulverizasyonu (buğusu) sağlar, bol yağ besleme istendiği zaman tercih edilir.
  - Endirekt (Doğrudan olmayan) enjeksiyonlu venturi emişi; hassas (ince) bir yağ pulverizasyonu (buğusu) sağlar, küçük dozlarda (miktarlarda) yağ besleme istendiği zaman tercih edilir.
  - Ayrı bir yağ besleme hattından, pnömatik olarak çalıştırılan mini (küçük bir) enjeksiyon pompası vasıtasıyla, silindir yada diğer tip basınçlı hava kullanan aletin (aygıtın) girişine yağ enjekte edilir. Böylece, yağ besleme ayarı hassas olarak yapılabilir. Bu sistemde, merkezi bir yağ tankı vardır ve bu tankdaki yağ değişik (çeşitli) yağlama noktalarına basılabilir. Yağ tankında yağın ulaştırılacağı en uzak noktaya bağlı olarak, 0.5-0.8 bar arasında bir düşük hava basıncı olması gerekebilir.

Genel olarak, yağlayıcılar (ve yağ tankları) yağ seviyesi görünecek (izlenebilecek) şekilde dizayn edilmiştir. Her tip yağlayıcı kendince avantajlara sahiptir; optimum sonuç elde etmek için yağlayıcıyı üreten kuruluşun tavsiyelerine uyulması gerekir.

Birden çok aleti (aygıtı, makinayı) yağlamak için tek bir venturi emişli yağlayıcı kullanılması durumunda, hava talebi aralıklı ve geniş oranda değişen yerlerde yağlayıcı ile yağlanması gereken ekipman arasındaki boru şebekesi hacmine dikkat etmek gerekir. Kısa süreli (Aralıklı) talep ve büyük hacimli boru şebekesi olan sistemlerde, yağlayıcıdan uzaktaki ekipman yeterince yağlanamayabilir.

Bir yağlayıcının kap (yağ kabı, yağ haznesi) boyutunu seçerken; yağ sarfiyatını, kap hacmini ve bakım personelinin yağ doldurma periyodu dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde, (yağ kabında yağ kalmadığı farkedilene kadar), yağsız çalışan ekipman zarar görebilir. Mümkünse ve istenirse, yağ kaplarına yağ minimum seviyenin altına düştüğü zaman uyarı veren aygıtlar takılabilir.

Kolay ulaşılamayan noktalarda veya çok sayıda yağ kabına yağ doldurmak gereken durumlarda, yağlayıcıların yağ kaplarını otomatik olarak dolduran özel aygıtlar kullanılabilir. Söz konusu otomatik yağ doldurma aygıtları, yağ kabındaki yağ en yüksek (maksimum) seviyeye ulaştığı anda, yağ beslemeyi keser.

**9.4.2** Basınçlı hava hattı yağlayıcılarının doyurucu ve etkili (verimli) bir yağlama yapabilmesi, yağ seçiminin doğru olmasına bağlıdır. Bu iş için kullanılan yağların (yağlama yağlarının) büyük bir çoğunluğu, standard sınıflandırmalara uygun olarak, iyi bir korozyon (aşınma, bozulma) ve oksidasyon (paslanma, oksitlenme) direncine sahiptir. (Bak. Tablo 11.) Tablo 11’de belirtilen yağlar mevcut yağların çok az bir kısmı olmakla birlikte, test edilmiş ve doyuruculukları (kaliteleri) kanıtlanmıştır. Bunlar dışında yağ kullanmak istemeniz durumunda veya herhangi bir şüpheniz varsa, yağ satın aldığınız kuruluştan yağ önermesini veya önerdiği yağın uygunluğunu gösteren bilgiler vermesini isteyebilirsiniz.

Grafit, sabun, dolgu maddesi v.s. içeren yağ bileşikleri kullanılmamalıdır. Bazı özel yağlar, özellikle sentetik olanlar, yağlayıcının şeffaf (plastik) kabı, yağlanacak ekipmanın O-Ring ve contaları uyumsuz olup, bunlara zarar verebilir. Yağın kullanılacak ekipmana zara vermeyeceğini garantiye almak için, yağlanacak ekipmanın üreticisinin tavsiyelerine uyulmalıdır. Yağlayıcı kapları ve bunların kullanma koşulları BS 6005’e uygun olmalıdır. (Bak. Tablo 13.)

**9.5 Hortumlar ve Fittingsler (Bağlantı Elemanları).** Kullanma (hizmet) koşullarına uygun yapılı, takviyeli (kuvvetlendirilmiş), yağ direnci yüksek, kaliteli lastik yada plastik hortumlar kullanılmalıdır.

Hortumların ve fittingslerin (rakor, nipel v.s.) delik çapına özellikle dikkat gösterilmelidir; yetersiz büyüklükte delik çapı aşırı basınç kaybına neden olabilir. (Tablo 10.)

PNömatik aletlerin kolay sökülmesi, değiştirilmesi yada bakıma alınabilmesi açısından, çabuk sökülebilen kendinden sızdırmazlık özelliğine sahip rakorlar (çabuk değiştirme valfleri yada otomatik rakor olarak bilinen rakorlar v.b.) kullanmakta fayda vardır.

İki çabuk sökülebilen rakor kullanarak, biri hortumun sabit boru bağlantısı olan tarafında, diğeri basınçlı havayı kullanacak ekipman (alet) tarafına monte edilirse; gerektiğinde hortumu değiştirmek (çabuk) değiştirmek kolaylaşır.

Çabuk sökülebilen rakorun soket kısmı hortumun ekipmana (alete) bağlanacak ucuna takılır, fiş (erkek parça, sokete geçen parça, plug) kısmı ise alete takılır. Genelde, çabuk değiştirme rakorunun fişi aletin giriş deliğine direkt bağlanmaz (vidalanmaz); çabuk değiştirme rakoru ile havayı kullanacak alet arasında, aletin titreşiminin çabuk sökülebilen rakorun soket ve fişine geçmemesi için, kısa bir hortum kullanılması gerekir.

Hava hatlarının yanısıra, yağ hatlarında da kullanılan çabuk sökülebilen rakorlar (otomatik rakorlar) söküldükleri zaman, anında sızdırmazlık sağlayacak (akışı kesecek) şekilde imal edilirler. Böylece, enjeksiyon pompalı (tip) yağlayıcıların kullanılması kolaylaşır.

10 mm’den büyük delik çapı olan veya 7 bar’dan yüksek basınçta kullanılan 10 m’den uzun olan hortumları basınçlı hava ekipmanına bağlamak için, hortumlar sökülmeden önce (sökülürken, önce) açılacak ucu tarafında kalan basınçlı havayı (basıncı) tahliye edebilen bir kendinden boşaltmalı sokete sahip (otomatik) rakor kullanılmalıdır. Buna alternatif olarak, kontrol edilebilir boşaltma özelliğine sahip bağlantı adaptörü (plug, rakor fişi, erkek parça, sokete geçen parça) kullanılabilir. Bu önlemler, (hortum) bağlandığı aletten (aygıttan) söküldüğü zaman, hortumun içindeki basıncın etkisiyle kırbaç gibi hareket etmesini önlemeye yöneliktir.

19 mm veya daha büyük delik çapı olan hortumların arızalı (yıpranmış) olması yada kaza ile yerinden çıkması (sökülmesi) hortumun çok tehlikeli bir şekilde kırbaç gibi sallanmasına neden olabilir ve havayı kullanan ekipmandaki ani basınç kaybı (düşümü) sistemin herhangi bir yerinde (yapılan iş üzerinde, ekipmanda v.s.) hasara yol açabilir.

Hortumun ucunun açıkta kalması sonucunda kırbaç gibi sallanmasını önlemek için, akış sınırlama valfleri kullanılabilir. Bu tip bir valf sabit boru şebekesi ile hortumun arasına monte edilir. Hortumun ucunun açılması sonucunda aşırı bir hava akışı oluşursa, akış sınırlama valfi hava akışını keser ve normal şartlar yeniden oluşuncaya kadar kapalı kalır.

Çabuk sökülebilir rakor (Otomatik rakor yada çabuk değiştirme valfi) kullanılmıyacaksa, ekipmanın devreye sokulup çıkarılmasına ve hortumun değiştirilmesine olanak sağlayabilmek için, hortumun sabit boru şebekesi tarafına delik çapı boru çapına eşit bir (kısıtıcı olmayan) vana konulmalıdır.

Filtre, regülatör ve yağlayıcıları bakıma almak için izole edilebilmek (sistemden ayırabilmek) amacıyla, bu aygıtların girişleri ile girişlerine bağlanan borular arasına kesme valfleri (vanalar) yerleştirilmelidir.

## 10 SİSTEMİN TEST (KONTROL) EDİLMESİ

**10.1 Ana Boru Şebekesinin ve Branşların Test (Kontrol) Edilmesi.** Ana boru şebekesi ve branşlar (barın hatları) tesis edildikten sonra; (dikey) iniş hatlarına, kompresöre ve hava deposuna (tankına) bağlantı yapılmadan önce, hidrolik olarak (su ile) çalışma basıncının 1.5 katı basınç uygulayarak test edilmelidir. Bu test kullanıcının gözü önünde (huzunda) yapılmalıdır. (Gerekirse, test suyu içine korozyon -paslanma- önleyici madde katılabilir.) test tarihi ve uygulanan hidrolik test basıncının belirtildiği bir kayıt (tutanak) tutulmalı ve tesisatı (boru şebekesini) yapanla birlikte, kullanıcıya imzalatılmalıdır. (Tesisatı yapan firma ise firma yetkilisi, kişi ise kişinin kendisi tesisatı yapan olarak; tesisatın sahibi firma ise firmayı temsilen yetkilisi, kişi ise kişinin kendisi kullanıcı olarak imza atmalıdır. Testi yapan kullanıcının adamı yada üçüncü bir taraf ise, ayrıca imzalamalıdır.) Boru şebekesinin testi yapıldıktan sonra tutulan kayıttan bir kopyesi (veya aslı) tam kompresörün yada hava tankının bağlanacağı noktada, boru şebekesi üzerine (kolay görülecek biçimde) asılmalıdır. Test işlemi tamamlandıktan sonra boru şebekesindeki su düşük basınçlı hava basarak (hava yardımıyla) sistem dışına (şebeke dışına) atılmalıdır.

**10.2 Kaçakların Test (Kontrol) Edilmesi.** Boru hatlarındaki hava kaçakları güç kaybına neden olur. (Bak. Tablo 8.) Bununla birlikte, basınçlı hava kaçakları (sızıntıları) su kaçakları gibi görünür, elektrik arızası gibi sigorta attırır, gaz kaçağı gibi kokar cinsten olmadığı için, kolay anlaşılabilir. Hava kaçaklarının tesisi hizmete sokarken ve daha sonra düzenli aralıklarla kontrol edilmesi tavsiye edilir. Hava kaçağı miktarını saptamak için aşağıda açıklanan iki yöntemden biri kullanılabilir.

### 10.2.1 Kaçak Hava Debisinin Saptama Yöntemleri.

(a) İlk olarak, hava deposunun vanasından (kesme valfinden) başlayarak, tüm ana boru şebekesinin hacmi (V), branşlar ve iniş hatları da katılarak, (litre cinsinden) hesaplanır. Sonra, tüm sisteme normal çalışma basıncına (P<sub>1</sub>) ulaşınca kadar hava basılır ve basınç (P<sub>1</sub>) değerine ulaştığı zaman kompresör stop ettirilir (durdurulur). Hava deposunun vanası kapatılır, tüm havalı alet ve hava kullanan ekipman kapalı (kapatılmış) iken, basıncın keyfi belirlenmiş alt sınır değerine (P<sub>2</sub>) düştüğü görülene kadarki süre (saniye) tutulur. Üst ve alt basınç değerleri arasındaki fark (P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub> basınç farkı) basınç düşümü (bar) olarak hesaba katılır ve sonuçta aşağıdaki formüle göre kaçak hava debisi bulunur:

$$V * (P_1 - P_2) / t$$

Örnek : V (litre) = 300 litre  
P<sub>1</sub> (bar) = 7 bar  
P<sub>2</sub> (bar) = 6 bar  
t (saniye) = 300 saniye

$$300 * (7-6) / 300 = 1 \text{ litre/saniye (L/s)}$$

(b) İkinci yöntem: Kapasitesi bilinen bir kompresör ve çapı 100 mm'den az olmayan yüksek hassasiyetli, test basıncına göre (yakın zamanda) kalibre edilmiş bir manometre ile kronometre yada (hassas bir) saat kullanmayı gerektirir. Bu yöntemde önce, tüm basınçlı hava ekipmanları kapatılır (izole edilir) ve (maksimum) çalışma basıncı değerine ulaşıncaya kadar sisteme hava basılır. Basınç 1 dakika süre ile sabit kalacak şekilde, kompresörün çalışması devam ettirilir; 1 dakika sonra, basınç ve zaman (hassas olarak) kayıtlanarak, kompresör stop ettirilir. Sistem basıncı, yaklaşık olarak, kayıtlanan (çalışma basıncı, en yüksek basınç) değerinin 1 bar altına düştüğü anda, basınç değeri ve geçen süre ('t' saniye) hassas olarak kayıtlanır. Kompresör yeniden çalıştırılır ve çalıştırıldığı andan başlayarak, basınç daha önceden (en başta) kayıtlanmış (maksimum) çalışma basıncı değerine ulaşınca kadar geçen süre ('T' saniye) hassas olarak tutulur. Kompresör (tekrar) stop ettirilir ve bu şekilde yapılan ölçümler, ortalama değerleri ('T' ve 't' saniye değerlerinin ortalamasını) elde etmek amacıyla, en az 4 kez tekrarlanır.

Kompresör kapasitesi Q L/s (litre/saniye) ise, basılan hava miktarı Q\*T litre'dir. Toplam kaçak zamanı, T+t saniye'dir. Bu verilere göre, ortalama kaçak hava debisi:

$$Q * T / T + t \text{ litre/saniye (L/s) olur.}$$

Kompresör kapasitesi bilinmese dahi, bu yöntemle, kaçak hava debisi maksimum kompresör çıkışının (kompresör kapasitesinin) yüzdesi olarak bulunabilir. (Bak. Bölüm 3.2.5.)



## 11 EMNİYET TEDBİRLERİ

‘Pnömatik Akışkan Gücü Kullanan Transmisyon ve Kontrol Sistemlerinin Ekipmanları için Tavsiyeler’ konulu Uluslararası Standard ISO 4414’e ve ‘Sabit Hava Kompresörleri için Uygulama Talimatları’ konulu BS 6244’e (aynı zamanda ISO 5388’e karşılık gelir) uygun hareket edilmelidir. ISO 4414’ün emniyet talimatlarının özeti (bu) kılavuza eklenmiştir. Bu iki döküman önemli olup, basınçlı hava kılavuzunun yanısıra okunmaları gerekir.

**11.1 Hizmete Sokma Sırasında Alınacak Tedbirler.** Basınçlı hava hattı filtreleri, regülatörler ve yağlayıcılar yerleştirilmeden önce, sisteme düşük basınçta hava basarak, yabancı maddeler uzaklaştırılmalıdır.

Kompresör üzerindeki herhangi bir kör flanş yada levhayı sökmeden önce kompresörün içinde basınç olmadığından emin olunmalıdır; asal (kimyasal etkisiz, inert) gaz basılmış (yükü) durumda olabilir. Varsa, nem alıcı torbalar (keseler) çıkarılmalıdır.

Kompresör çıkışına kesici valf (vana) yada geri dönüşsüz (çek) valf monte edilmişse, valf ile kompresör arasındaki devrede (yeterli bir) emniyet valfi bulunduğu ve kesici valf (vana) kullanılmışsa, bu valfin (vananın) açık olduğu görülmelidir.

Kompresör tesisini çalıştırmadan önce, (varsa) yağ (yağlayıcı yağının) doldurulması ve yağlayıcının yağ besleme ayarının yapılması gerekir. Su soğutmalı tesislerde, kullanılacak soğutma suyunun hazırlanmış olması gerekir.

Herhangi bir makineye yol verilmeden önce, onunla ilgili tüm koruyucular (muhafazalar) yerinde ve sağlam olmalıdır.

İlk çalıştırma sırasında, kompresörün dönüş yönü kontrol edilmelidir; yanlış yönde dönen kompresör hasar görebilir.

Basınçlı hava hattı yağlayıcısına herhangi bir ekipman bağlamadan önce, yağlamanın gerçekleştiği görülene kadar boru yada hortumdan atmosfere hava boşaltılmalıdır. Daha sonra, ekipman bağlanabilir ve yağlayıcı (yağ besleme derecesi) ayarlanabilir.

Birkaç saat çalıştırarak, tesisin perfonması gözlenmelidir; özellikle, ara soğutuculara ve nihai (son) soğutuculara bağlı otomatik (kondensat) tahliye aygıtlarının (kondenstopların, trapların, solenoid valflerin v.s.) çalışması kontrol edilmelidir.

**11.2 Çalıştırma Sırasında Alınacak Tedbirler.** Yağ sarfiyatı, sıcaklık ve basınç, ara kademe sıcaklıkları ve basınçları, son kademe sıcaklıkları ve basınçları, su giriş ve çıkış sıcaklıkları, güç sarfiyatı v.s. önemli değerlerin sürekli olarak (bir deftere) kayıtlanmasında fayda vardır. Böylece, normal koşullardan ve normal çalışmadan sapmalar kolayca fark edilebilir. Anormal bir okuma (kayıt) görüldüğü zaman kompresör stop ettirilmeli ve problemin nereden kaynaklandığı araştırılmalıdır.

Filtreler ve filtre elemanları ile ilgili olarak, ilk çalıştırma sırasında ve daha sonra, üreticilerinin tavsiyelerine göre kontroller (düzenlemeler) yapılmalıdır.

**11.3 Personel Emniyeti (Güvenliği) İçin Alınacak Tedbirler.**

**11.3.1 Emniyet Tedbirlerine İlişkin Resmi Tavsiyeler (Talimatlar).** Personelin emniyetini sağlamak için alınması gereken önlemlere ilişkin (resmi) yayınlar:

(a) *1961 Tarihli Fabrikalar Yasası.* Diğer yasaların birleştirilmesinden (pekiştirilmesinden, konsolidasyonundan) oluşmuştur. (İngiltere) Çalışma Bakanlığının yayınladığı kısa bir kılavuz da (ISBN 11 360361 4) vardır. Her iki döküman (İngiltere’de) HMSO’dan temin edilebilir. 36 ve 37 (2) numaralı bölümler (kısımlar) hava tankları ile ilgilidir ve özellikle basınçlı hava donanımı (ekipmanı) kullananlar için önemlidir.

(b) *1974 Tarihli Kirlilik (Kirlenme) Kontrolü Yasası (ISBN 0 10 544074 4).* Bölüm (Kısım) 68 tesis ve makinalardaki gürültü ile ilgili olup; özellikle, kompresör üreticileri ve kullanıcıları açısından önem taşır.

- (c) 1974 Tarihli İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yasası (ISBN 0 10 544074 4). Bu yasanın 6. bölümü (kısmı) makina üreticileri ve donanım tesis edenlerle son derece ilgili hükümler içerir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Komisyonu'nun GS8 kodlu kılavuzunda (ISBN 0 11 883172 0) yasanın 6. bölümünün (kısmının) açıklamaları yer alır. Bu bölümde (kısmında) test, deneme ve araştırma (inceleme) işlemlerinin yapılmasına ilişkin sorumlulukları belirtilir. Üretici uygun (tavsiye edildiği gibi) kullanıldığında tehlike oluşturmayacak bir donanımı üretmekle sorumlu olmasına karşın; yasanın 2. bölümünde (kısmında) kullanıcının tesisi emniyetli durumda tutmak ve tesisin kullanılmasına ilişkin talimatları (çalışmaları) düzenlemekle sorumlu olduğu belirtilir.
- (d) İşyerinde İşitmenin Korunması, Tavsiye (Danışma) Dökümanı (ISBN 0 11 8834312).
- (e) Basınçlı Sistemler İçin Yeni Yasa Teklifi. Bu tavsiye dökümanı (yardımcı döküman) işçi sağlığı ve iş güvenliği komisyonunca yayınlanmıştır ve mevcut 1974 tarihli yasada değiştirilmesi yada eklenmesi istenen hususları kapsar. Teklif edilen hususların yasalaşması, basınçlı tesis ve sistemlerin üreticisi, montajcısı (tesis eden) ve kullanıcısının uyması gereken koşullar, bu dökümandan okunabilir.
- (f) Kompresör Gürültüsünü Azaltma Kılavuzu. Bu kılavuz İngiliz Basınçlı Hava Topluluğu (BCAS) yayınıdır.
- (g) Pnömatik El Aletlerinde Vibrasyon.  
 (1) Elde Tutulan Taşlama Makinalarının İncelenmesi.  
 (2) Elde Tutulan Darbeli Aletlerin İncelenmesi.  
 Bu PNEUROP yayınları BCAS'dan ücretsiz olarak temin edilebilir.
- (h) Taşınabilir Pnömatik Aletlerin Kullanımı ve Çalışması İle İlgili PNEUROP Emniyet Tavsiyeleri. BCAS'dan temin edilebilir.
- (i) Basınçlı Hava Emniyeti. Taş ocaklarında basınçlı havanın emniyetli olarak kullanılmasına ilişkin İngiliz Taş Ocakları ve Curuf İşletmeleri Federasyonu yayını. 'Makinaların Emniyet Muhafazaları İçin Uygulama Talimatı' konulu BS 5304 referans alınmıştır.
- (j) (Yüklerin Elle Kaldırılmasına İlişkin) Sağlık ve Emniyet Talimatları Teklifi ve Açıklamalar. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Komisyonu Tarafından Hazırlanmıştır. (Emniyetli Ağırıklar.)

## 11.4 Basınçlı Havanın Emniyetli Kullanımı.

### 11.4.1 Emniyet Açıklamaları.

- (a) Hava Deposu (Tankı) olarak; sadece, BS 5169 gibi ulusal yada uluslararası standartlara uygun imal edilmiş basınçlı kaplar kullanılmalıdır.
- (b) Kompresör çıkışına, bir başka kompresör ile paralel çalışma durumunda veya mevcut bir hava besleme sistemine katılması durumunda, geri dönüşsüz ve kesici bir valf yerleştirilmesi esastır. Böyle bir durumda; kompresör üzerinde yok ise, valfin (çek valfin veya vananın) giriş tarafına bir emniyet valfi monte etme zorunluluğu vardır. (Bak. 11.5 (b).)
- (c) Dağıtım boruları yada hortumları doğru çapta ve maksimum (en yüksek) çalışma basıncına uygun olmalıdır. Kompresyon (Basınç) Etkisindeki Fittingslerin (Rakor ve Nipel gibi Bağlantı elemanlarının) sıklığı düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- (d) Yıpranmış, hasar görmüş yada (yapısı) bozulmuş hortumlar kullanılmamalıdır. Hortumların ısı kaynaklarından uzak ve doğrudan güneş ışığı almayan yerlerde depolanmasında fayda vardır. Bozuk (Arızalı) hortumun yaralanmaya neden olabileceği dikkate alınmalıdır.
- (e) Hortum bağlantılarında kullanılan fittingslerin doğru tip ve doğru boyutlu olması; özellikle basınçlı hava için imal edilmiş, sağlam yapılı kelepçelerin kullanılması gerekir.
- (f) Herhangi bir ekipmanı basınçlı hava ile temizlerken emniyet gözlüğü kullanılmalı ve personelin yada makina aksamının kirlerden (parçacıklardan) etkilenmemesi için aşırı dikkat gösterilmelidir. (Bak. 9.3 Hava Tabancaları.)
- (g) Bir hortumdan yada hava hattından boşaltma yaparken, açık ucun sağlam tutulması gerekir. serbest kalan hortum kırbaç gibi savrulurken yaralanmaya neden olabilir. Havayı açarken dikkat edilmelidir. Tıkanmış bir hortumun içindeki (tıkayıcı) parça basınç etkisiyle, mermi gibi fırlayabilir.
- (h) Basınçlı hava deriye (vücuda) yada bir kişiye tutulmamalıdır. Hava basıncı 1 bar dahi olsa, ciddi yaralanmalara neden olabilir. Dolayısıyla, elbise (giysi) kirlerini temizlemek için basınçlı hava kullanılmamalıdır.
- (i) Basınçlı hava doğrudan soluma (nefes alma) amacıyla yada soluma amaçlı hava tüplerini doldurmak için kullanılmamalıdır. Basınçlı havayı soluma amaçlı kullanabilmek için, özel bir filtre (soluma filtresi) ve regülatör donanımı kullanmak gerekir.

- (j) Basınçlı hava sisteminin hiçbir elemanı, dizayn edildiği (maksimum) çalışma basıncından basınçtan daha yüksek basınçta çalıştırılmamalıdır (kullanılmamalıdır). Çalışma basıncı kompresörün maksimum çıkış basıncından düşük olan alet (aygıt) yada makinaların aşırı yüksek basınca karşı korunması gerekir. (Bak. 11.5.)
- (k) Bir hortumu yada hava hattını (boruyu) sökmeden önce, giriş tarafında kalan kesme valfini (vanayı) kapamak ve (sökülecek hat) üzerindeki basıncı tahliye etmek gerekir. (Bak. 9.1.) Sadece, giriş tarafında kalan basınçlı hava ile sökülecek hat arasındaki hava bağlantısını kesen otomatik valf olması durumunda, ayrıca bir kapama ve/veya tahliye işlemi yapılmadan bağlantı (hortum v.s.) sökülebilir.
- (l) Yukarıdaki emniyet açıklamalarına ek olarak, bu kılavuzun sonunda (ek bölümünde) yer alan ISO 4414 emniyet talimatları (gereksinimleri) okunmalıdır.

#### 11.4.2 Çalışma Sırasında Alınması Gereken Tedbirler.

- (a) Susturulmuş ünitelerin (tesislerin) kapıları (kapakları) kapalı tutulmalıdır. Diğer ünitelerin (tesislerin) kapılarının (kapaklarının) çalışırken kapalı olması gerekip gerekmediği (açık tutulup tutulmayacağı) ünite (tesisin) dizaynına bağlıdır.
- (b) Çalıştırma talimatlarını referans alarak, tüm basınç ve sıcaklık değerlerinin doğruluğu (uygunluğu) kontrol edilmelidir.
- (c) Uyarı ışıkları (lambaları) yanmışsa yada göstergeler anormal (kabul edilebilir sınırlar dışında) değerler gösteriyorsa, ünitenin (tesisin) çalışması durdurulmalıdır. Arızayı (Ayarsızlığı, Hatayı) gidermek için uzman olmayan kişiler görevlendirilmemelidir; (uzman) servis görevlisi (personeli) çağırılmalıdır.
- (d) Gereken tedbirler (önlemler) alınmadıkça, çalışan bir makinanın (kasası, kaidesi, şasisi) üzerinde (içinde) ayarlamalar yapılmamalıdır.
- (e) Muhafazalar (Koruyucular) sökülmemelidir.
- (f) Makina, uygun dizayn edilmemişse, yangın tehlikesi olan bir alanda (kısmında) kullanılmamalıdır. Zehirli dumanların olduğu yerde makina çalıştırılmamalıdır.
- (g) Tüm pnömatik kontrol ve basınçlı hava hattı ekipmanının (aksamının) maksimum çalışma basınçları ve sıcaklıkları altında (basınç ve sıcaklıklarda) çalıştırıldığından emin olunmalıdır. (Bak. 11.5.)

#### 11.4.3 Bakım Sırasında Alınacak Tedbirler.

- (a) Bakım yapılacağı zaman, sistem tamamen basınçtan arındırılmalı ve diğer hava sistemleri ile olan bağlantısı kesilmelidir. Birden çok kompresör kullanılan tesislerde (bölüm 6.4.3'de açıklandığı gibi) bakıma alınacak kompresörü, diğer kompresörleri durdurmadan bakıma alabilmek için, ilk önce kesme (yalıtma) valfi (vanası) kapatılır ve böylece, kompresör çıkışındaki basınç ortadan kaldırılıp, hava şebekesine olan bağlantı kesildikten sonra bakım işlemlerine geçilebilir.
- (b) Kompresörün (Elektrik motoru ile sürülen kompresörün) istenmeden (kaza ile) çalıştırılmasını önlemek için, elektrik bağlantısı kesilmeli (şalter açılmalı) ve o pozisyonda emniyete alınmalıdır (kilitlenmelidir). Kesici (Şalter) üzerine uyarı levhaları konularak, diğer kişiler uyarılmalıdır.
- (c) Yukarıya doğru açılan kapakların kaza ile kapanmasını (aşağıya düşmesini) önlemek için, açık pozisyonda sabitlenmeleri gerekir.
- (d) Ünite (Tesis) üzerinde çalışırken:
  - (1) Yeterli kapasitede ve o işe uygun olan kaldırma donanımı kullanılmalıdır.
  - (2) Kaldırma işlemine başlamadan önce (halat, zincir, palanga gibi) kaldırma aksamının durumu kontrol edilmelidir.
  - (3) O (Yapılacak) işe uygun olan aletler kullanılmalıdır.
  - (4) Temizlik yapmak için, bir kimsiyal madde yada solvent kullanırken; üreticisinin talimatlarına uyulmalıdır. Herhangi bir sıvı madde kullanırken, bunun (yüksek basınç altında) kimyasal reaksiyona veya patlamaya neden olmayacağından emin olunmalıdır. Halojenli (Halogenated) hidrokarbonlar alüminyum yada galvaniz kaplanmış ekipmanlara temsa edecek şekilde (temizlik v.s. maksatla) kullanılmamalıdır. Trikloroetan ve metilen klorid alüminyum ve galvanizli parçalara temas edince, şiddetli bir kimyasal reaksiyon başlar; korozyon oluşur ve kapalı (entrapped) bölümlerde çok yüksek basınç artışı ortaya çıkar.
  - (5) Elektrik, yağ ve yakıt sistemleri yakınında kaynak yada benzeri yüksek ısı (sıcaklık) altında gerçekleşen işlem yapılmamalıdır. Yağ ve yakıt tanklarına, buhar püskürterek temizleme gibi etkili bir yöntemle, tamamen temizlenmeden kaynak (elektrik yada oksijen kaynağı) yapılmamalıdır.
  - (6) Herhangi bir basınçlı kap (depo/tank v.s.) üzerinde değişiklik amacıyla kaynak ve benzeri işlem yapılmamalıdır.

- (e) Makinayı kullanıma sokmadan önce:
- (1) Yağ karterine yada tankına doğru cins (tipi ve viskozitesi doğru) yağ doldurulduğundan emin olunmalıdır. Sentetik yağ kullanılması durumunda, kullanılacak yağın kompresör üreticisi tarafından uygun bulunduğu ve donanımına zarar vermeyeceği anlaşılmış (kesinleşmiş) olmalıdır.
  - (2) Su soğutmalı kompresörlerde, soğutma suyu dolaşımı (akışı) kontrol edilmelidir.
  - (3) Dönüş yönü kontrol edilmelidir.
  - (4) Çalışma basınçlarının, sıcaklıklarının ve hızın (devir sayısının, dönme hızının) doğru olup olmadığı; kontrol ve durdurma aygıtlarının görevini (doğru olarak) yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.
- (f) Her altı ayda bir deşarj (çıkış) borusunun ve deşarj titreşim (atma) damperinin karbon depozitleri (tortuları) kontrol edilmeli, fazla ise temizlenmelidir.
- (g) Kesme valfleri, kendinden ekzostlu (boşaltmalı) tipden ve mümkünse, kapalı (off) pozisyonda kilitlenecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır. Pnömatik olarak çalışna makinaların servise alındığı zamanlarda, kesme valflerinin kapalı pozisyonda kilitlenmesi, bu makinaların istenmeden (kaza ile, yanlışlık yapılarak) çalıştırılmasını önler.
- (h) Filtrelerin üretici talimatlarına (tavsiyelerine) uygun olarak kullanılması gerekir. Tıkanmış bir filtre elemanı, geçen havayı kısarak, düşük basınç (basınç azalması) dolayısıyla pnömatik ekipmanın (makina ve aletlerin) arıza yapmasına yol açabilir.
- (i) Hortumlar, esnek (elastik, flexible) hatlar (borular), basınçlı hava içeren plastik komponentler düzenli aralıklarla kontrol edilmeli; kırılma/yarılma belirtileri ve diğer tip mekanik hasarlar görülürse (var ise) değiştirilmelidir.

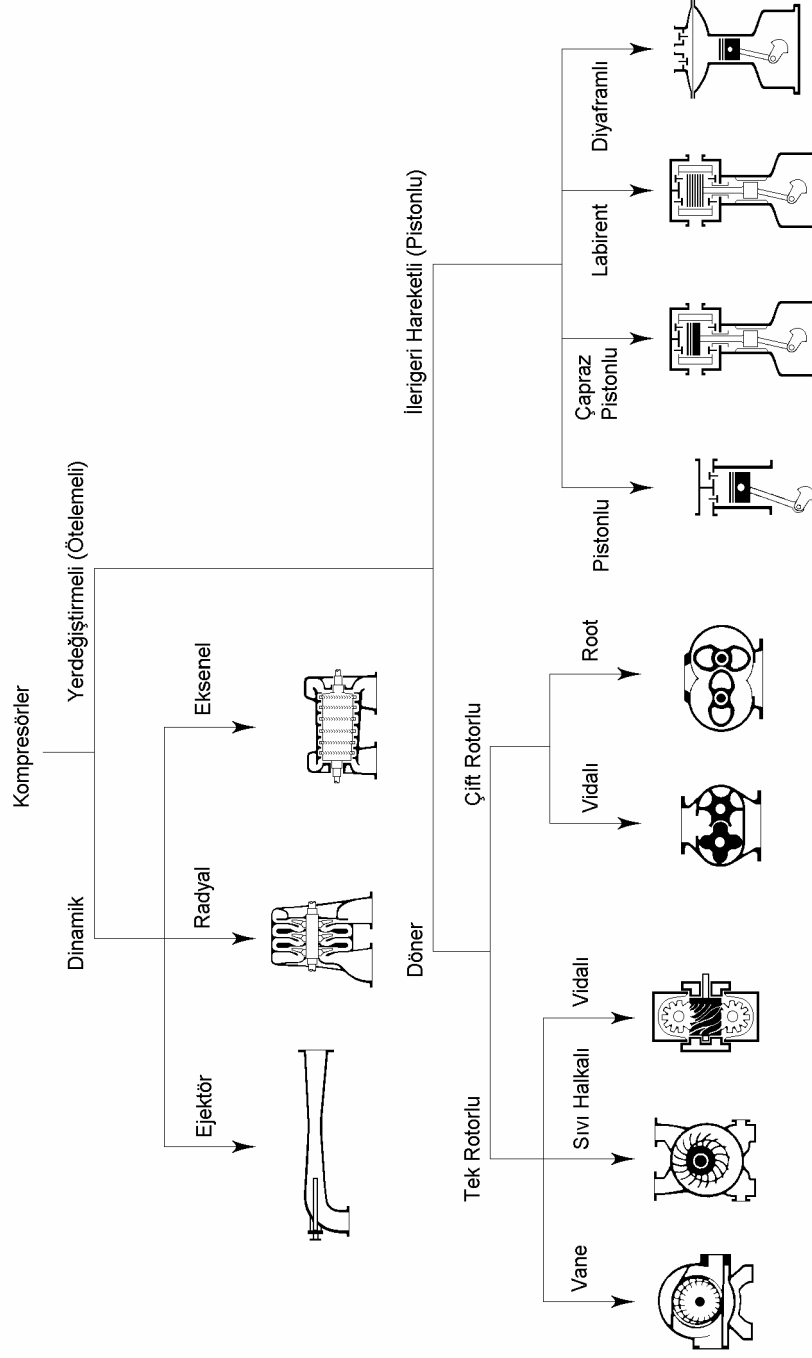
### 11.5 Aşırı Yüksek Basınca Karşı Koruma.

- (a) Kompresörün maksimum çıkış basıncından daha düşük dizayn (maksimum çalışma) basıncına sahip bir ekipmanın (makina yada alet) kullanılması durumunda, dizayn (maksimum çalışma) basıncını aşan basınç değerleri arıza yapmasına yol açacağı için, ilgili ekipmanın aşırı (dizayn basıncından) yüksek basınca karşı korunması gerekir.
- (b) Kompresörün maksimum çıkış basıncındaki hava akışını (miktarını) tahliye edecek kapasitede emniyet valfi kullanılmalıdır. Ayrıca, emniyet valfinden önceki boru şebekesinin ve fittingslerin neden olduğu kısılmaların, ekipman girişindeki basıncın ekipmanın dizayn basıncını aşmasını önleyici etkisi dikkate alınmalıdır.
- Kompresörün maksimum çıkış basıncı ve ekipmanın dizayn basıncına bağlı olarak, ekipmanı besleyen boru şebekesinin ve basınç regülatörünün nominal (hava akış) çapının en az iki katı olan bir delik ölçüsüne sahip emniyet valfi kullanmak gerekebilir.
- (c) Alternatif (Değişik) bir yöntem olarak, emniyet valfinin açma basıncının %20 üstünü geçen basınç artışlarında hava akışını kesen bir otomatik kesme (izolasyon) valfi ile birlikte, daha küçük ölçülere sahip emniyet valfi kullanılabilir. Bu yöntem hava akışının aniden kesilmesinin ekipmana zarar vermemesi koşuluyla uygulanabilir.

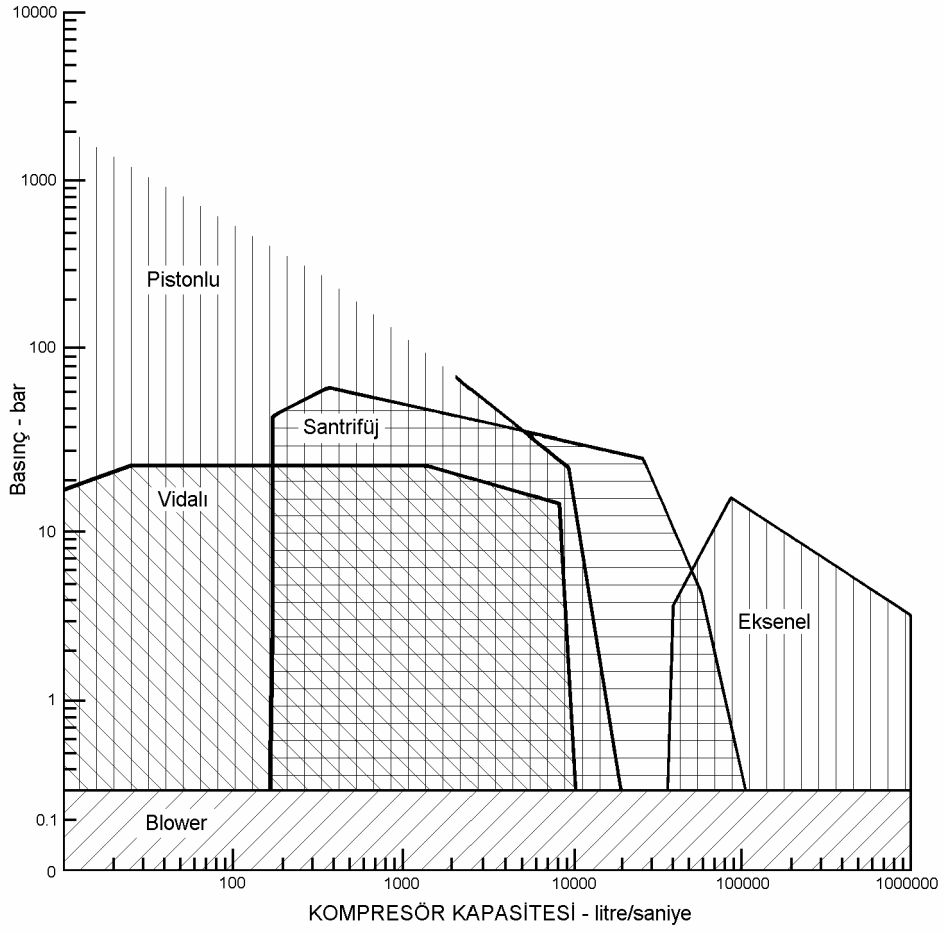
### 11.6 Sıcak Hava Kanalı Yapılması.

Sıcak havayı bitişik fabrika bölümüne taşımak için duvar içinden (duvarı yararak) kanal açılması gerekiyorsa, yapılacak hava kanalının (İngiltere) Fabrikalar Yasası'na, yangın talimatlarına ve sigorta şirketinin belirlediği kurallara uygun olması (yapılması) gerekir.

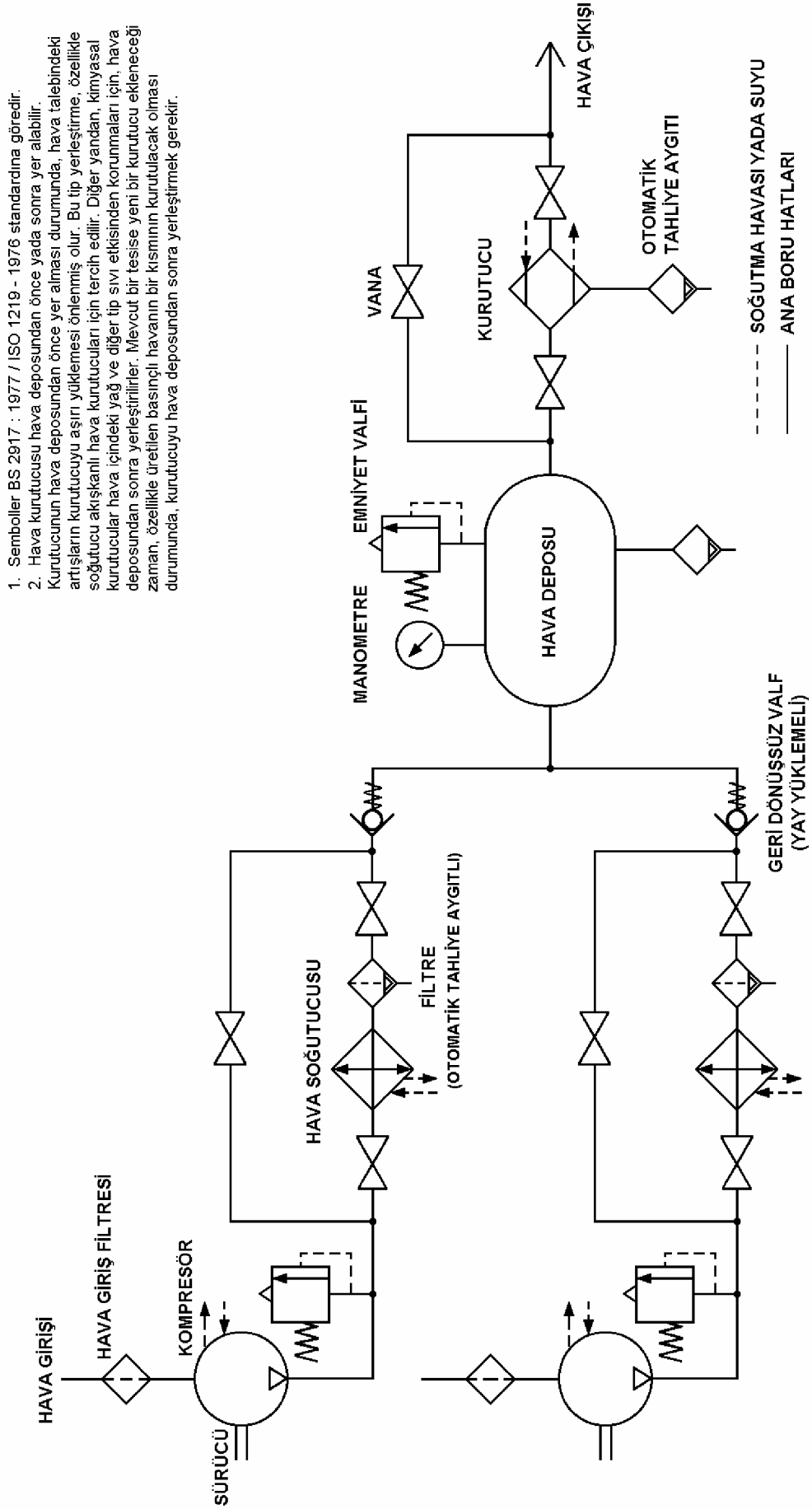
Şekil 1. Temel Kompresör Tipleri



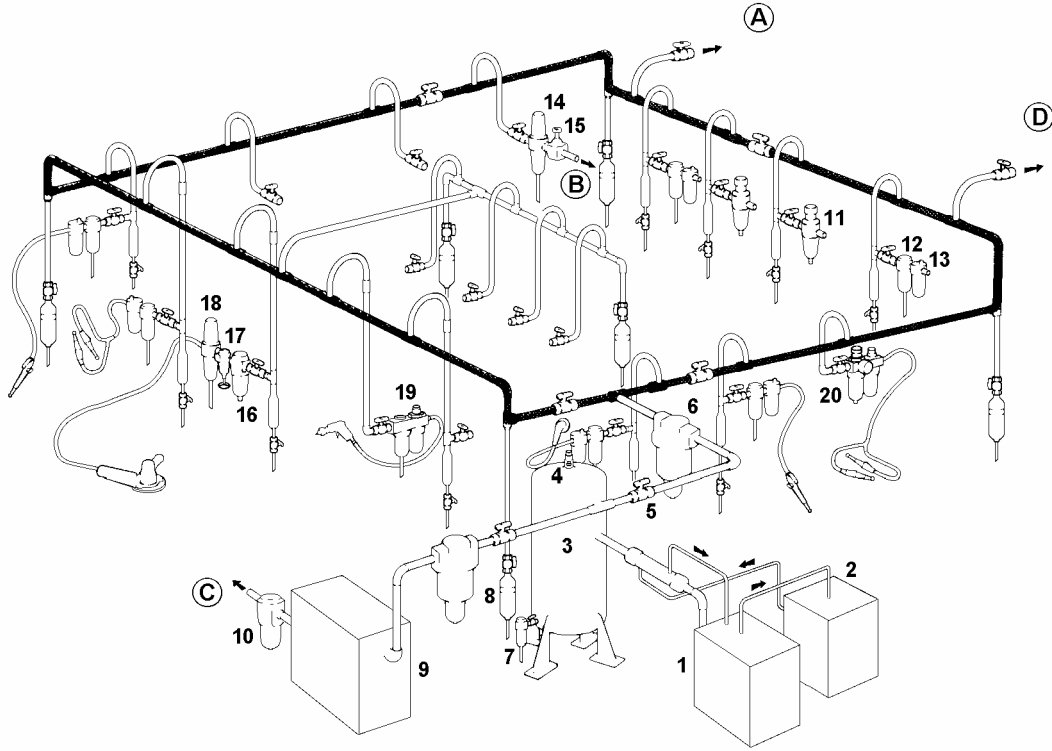
Şekil 2. Kompresör Tiplerine Göre Yaklaşık Kapasite ve Basınç Sınırları



Şekil 3. Tipik Kompresör Tesisi



Şekil 4. Tipik Bir Basınçlı Hava Tesisi



- 1 HAVA KOMPRESÖRÜ
- 2 ISI EŞANJÖRÜ
- 3 HAVA DEPOSU
- 4 EMNİYET VALFİ
- 5 VANA
- 6 GENEL MAKSATLI FİLTRE
- 7 OTOMATİK TAHLİYE AYGITI
- 8 DRENAJ AYIĞI (KABI)
- 9 HAVA KURUTUCUSU
- 10 HASSAS FİLTRE

- 11 FİLTRE/REGÜLATÖR
- 12 OTOMATİK DRENAJLI FİLTRE
- 13 YAĞLAYICI
- 14 ÇOK HASSAS (KARBON) FİLTRE
- 15 HASSAS KONTROL KOMPONENTİ
- 16 ÖN (BİRİNCİ) FİLTRE
- 17 HASSAS REGÜLATÖR
- 18 ÇOK HASSAS (KARBON) FİLTRE
- 19 FİLTRE VE YAĞLAYICI
- 20 FİLTRE/REGÜLATÖR VE YAĞLAYICI

- A MAKİNA ATÖLYESİNE
- B ÖLÇME/KONTROL DONANIMINA
- C PROSES KONTROL HAVASI (KURU HAVA)
- D GELECEKTEKİ EKLEMELER İÇİN BAĞLANTI YERİ



**Tablo 1. Pnömatik Ekipmanın Hava Sarfiyatı****Hesaplama Örneği**

Aşağıdaki tabloda, dökümhanesi de olan, yüksek düzeyde (havalı alet/makina esaslı) mekanizasyona gidilmiş, tipik bir orta büyüklükte makina imalat (mühendislik) atölyesinin (fabrikasının) tam üretim kapasitesi için beklenen (olası) hava sarfiyatı, kullanıldığı varsayılan alet ve makinalar bazında gösterilmiştir. Kullanım faktörü, o aletle ilgili iş parçası üzerindeki işlemin (toplam çalışma süresine göre) zaman payı dikkate alınarak tahmin (kabul) edilir.

**Not:** Bu örnekte yer alan basınçlı hava alet ve makinalarının (cinslerine göre) birim hava sarfiyatı farklı düzenlemeler ve hesaplamalar için referans kabul edilebilir... Ancak, ilgili alet ve makinaların gerçek hava sarfiyatlarının ölçülmesi yada üreticisinin verdiği bilgilere göre hesaplanması daha doğru olur...

Makina yada Alet	Birim Hava Sarfiyatı (L/s)	Adet	Maksimum Hava Sarfiyatı (L/s)	Kullanım Faktörü	Ortalama Hava Sarfiyatı (L/s)
<b>Dökümhane</b>					
<i>Maça Bölümü (I)</i>					
Maça Körüğü	11	3	33	0.5	16.5
Havalı Tokmak	5	2	10	0.2	2.0
<i>Kalıplama Bölümü (II)</i>					
Kalıplama Makinası	12	5	60	0.3	18.0
Hava Tabancası	8	5	40	0.1	4.0
Havalı Vinç (500kg)	33	2	66	0.1	6.6
<i>Kalıplama Bölümü (III)</i>					
Orta Tokmak	6	1	6	0.2	1.2
Ağır Tokmak	9	2	18	0.2	3.6
Havalı Vinç (500kg)	33	1	33	0.1	3.3
<i>Temizleme Bölümü (IV)</i>					
Hafif Yontma Çekici	6	2	12	0.35	4.2
Orta Yontma Çekici	8	3	24	0.35	8.4
Ağır Yontma Çekici	13	2	36	0.2	5.2
75mm'lik Taşlama A.	9	2	18	0.3	5.4
150mm'lik Taşlama A.	25	3	75	0.45	33.8
200mm'lik Taşlama A.	40	1	40	0.2	8.0
Orta Taşlama Mak.	23	2	46	0.1	4.6
Ağır Taşlama Mak.	42	2	84	0.1	8.4
Hafif Kumlama Mak.	32	1	32	0.5	16.0
Ağır Kumlama Mak.	53	1	53	0.5	26.5
<b>Dökümhane Toplamı:</b>			<b>700</b>		<b>178.0</b>

Makina yada Alet	Birim Hava Sarfiyatı (L/s)	Adet	Maksimum Hava Sarfiyatı (L/s)	Kullanım Faktörü	Ortalama Hava Sarfiyatı (L/s)
<b>Atölye</b>					
<i>Makina/Tezgah Bölümü (V)</i>					
Hava Tabancası	8	10	80	0.05	4.0
Mekanizma Silindirleri			12	0.1	1.2
<i>Saç/Levha İşleme Bölümü (VI)</i>					
Hafif Matkap	6	1	6		1.2
Orta Matkap	8	1	8		1.6
12 mm Matkap	15	2	30		9.0
Köşe (Uç/Açı) Matkabi	8	1	8		1.6
Vidalama Matkabi	52	1	52		2.6
Diş Açma Aleti	8	1	8	0.2	1.6
Havalı Tornavida	8	2	16	0.1	1.6
20mm Havalı Anahtar	15	1	15	0.2	1.6
22mm Havalı Anahtar	23	1	23	0.1	2.3
150mm'lik Taşlama Aleti	25	2	50	0.3	15.0
200mm'lik Taşlama Aleti	40	1	40	0.2	8.0
Orta Taşlama Makinası	23	2	46	0.3	13.8
Ağır Taşlama Makinası	42	1	42	0.2	8.4
Orta Perçin Çekici	18	1	18	0.1	1.8
Ağır Perçin Çekici	22	1	22	0.05	1.1
Hafif Yontma Çekici	6	2	12	0.2	2.4
Orta Yontma Çekici	8	2	16	0.2	3.2
Ağır Yontma Çekici	13	1	13	0.1	1.3
Havalı Vinç (5 ton)	97	1	97	0.05	16.2
Hava Tabancaları	8	2	16	0.1	1.6
<i>Montaj Bölümü (VII)</i>					
Hafif Matkap	6	3	18	0.2	3.6
Orta Matkap	8	5	40	0.3	12.0
12 mm Matkap	15	6	90	0.35	31.5
Köşe (Uç/Açı) Matkabi	8	2	16	0.1	1.6
Ağır Matkap	22	1	22	0.1	2.2
Ağır Matkap	33	1	33	0.1	3.3
Diş Açma Aleti	8	2	16	0.1	1.6
Havalı Tornavida	8	2	16	0.2	3.2
Hafif Havalı Anahtar	6	1	6	0.2	1.2
20mm Havalı Anahtar	15	2	30	0.2	6.0
22mm Havalı Anahtar	23	1	23	0.1	2.3
75mm'lik Taşlama Aleti	9	2	18	0.2	3.6
150mm'lik Taşlama Aleti	25	1	25	0.1	2.5
Orta Taşlama Makinası	23	2	46	0.2	9.2
Havalı Vinç (1 ton / 500 kg)	33	2	66	0.1	6.6
Hava Tabancası	8	5	40	0.05	2.0
<i>Boya Bölümü (VIII)</i>					
Köşe Taşlama/Zımpara Aleti	8	1	8	0.2	1.6
Orta Taşlama/Zımpara Aleti	23	1	23	0.3	6.9
Kum Püskürtme Makinası	38	1	38	0.5	19.0
Hava Tabancası	8	1	8	0.1	0.8
Havalı Vinç (5 ton)	97	1	97	0.05	4.9
Boya Tabancası	5	2	10	0.5	5.0
<b>Atölye Toplamı:</b>			1319		233.1

**Tablo 2. Silindirlerin Hava Sarfiyatı****Nomogramın kullanılışı**

İlk önce basınç'dan (A'dan) strok'a (B'ye) doğru çizilir (çekilir), bu doğrunun referans doğrusunu kestiği nokta işaretlenir; işaretlenen noktadan silindir iç (delik) çapı noktasına (C'ye) doğru çizilince (çekilince), doğrunun hava sarfiyatı skala (ölçü) doğrusunu (D'yi) kestiği nokta, o basınç, strok ve silindir çapı için hava sarfiyatını verir (gösterir). Skala doğrusunun sol tarafında tek yönde çalışan (etkili) silindirlere, sağ tarafında çift yönde çalışan (etkili) silindirlere ait hava sarfiyatları yer almaktadır. Çift yönlü silindirler için bu yöntem kullanılırken, piston (rod, piston kolu) etkisi nedeniyle, bir miktar kusur sözkonusudur; ancak, bir çok durumda, bulunan değer doğruluğu (hassasiyeti), maksada uygunluk açısından yeterlidir. Hassas bir değer bulunması gerekiyorsa, referans doğrusu üzerindeki (bulunan) noktadan silindirin piston (rod, piston kolu) çapına bir doğru çizilir (çekilir) ve bu doğrunun sarfiyat skala doğrusunu kestiği noktadan (tek yönlü silindir tarafında) elde edilen değer, daha önce (silindirin iç çapına göre) bulunan değerden çıkarılır; böylece bulunan sonuç çift yönlü silindirin düzeltilmiş (hassas) hava sarfiyatı değeridir.

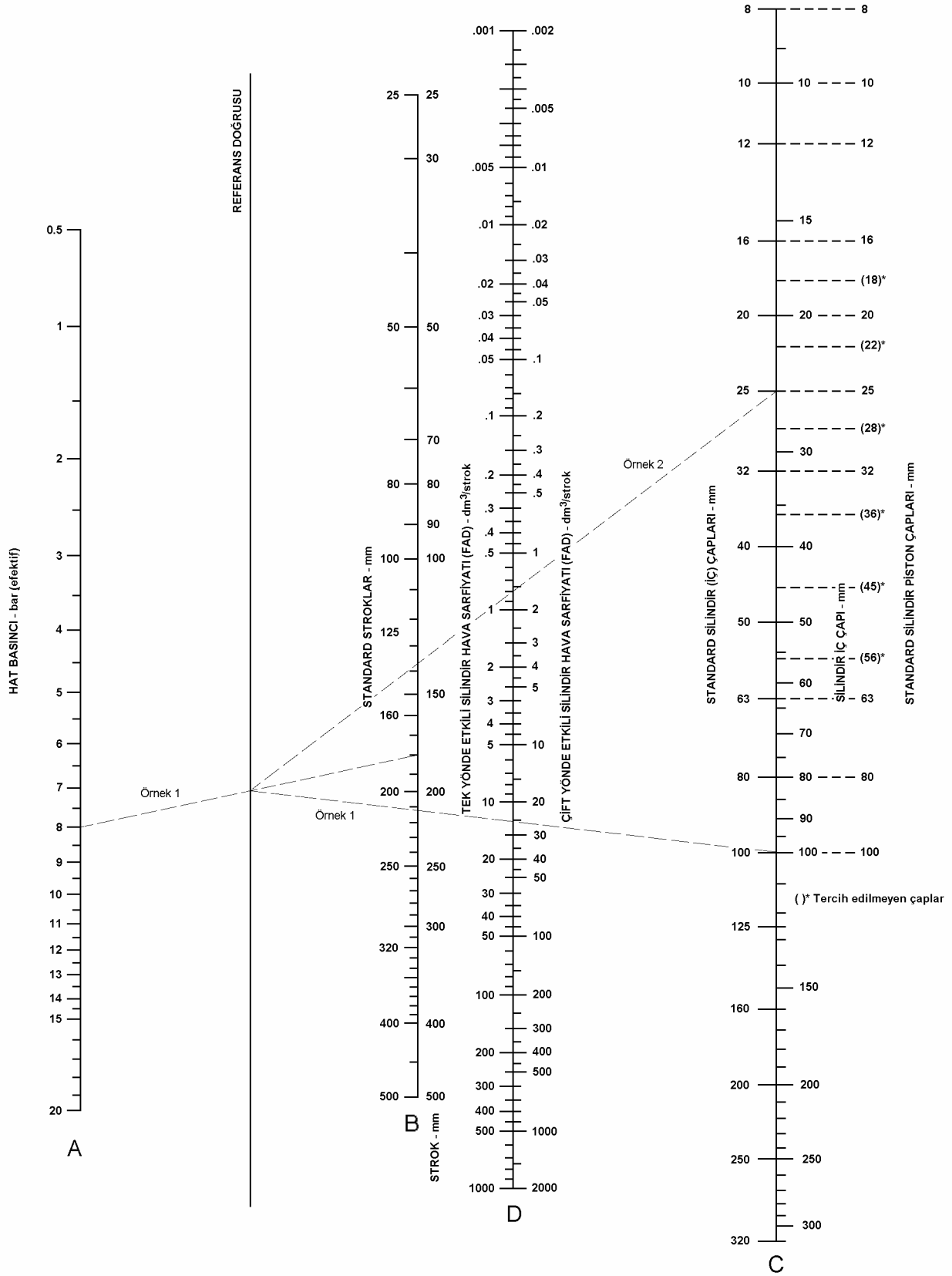
**Örnek 1:** 8 bar hat basıncı olan 180 mm strok (hareket mesafesi) ile çalışacak, 100 mm iç çapında çift yönlü (çift yönde etkili) silindirin hava sarfiyatını bulun...

Cevap: 25.4 litre/strok

**Örnek 2:** Yukarıdaki silindirin piston (piston kolu, rod) çapı 25mm olduğuna göre doğru (düzeltilmiş) hava sarfiyatını bulun...

Referans doğrusu üzerindeki aynı noktadan, 25mm piston çapına doğru çekilirse tek yönlü silindirin hava sarfiyatı sarfiyat skalası üzerindeki kesişim (çakışma) noktasından 0.8 litre/strok bulunur. Bu değer daha önce bulunan 25.4 litre/strok değerinden çıkarılması gerekir...

Cevap:  $25.4 - 0.8 = 24.6$  litre/strok



**Tablo 3. Tipik Standard Hava Depoları**

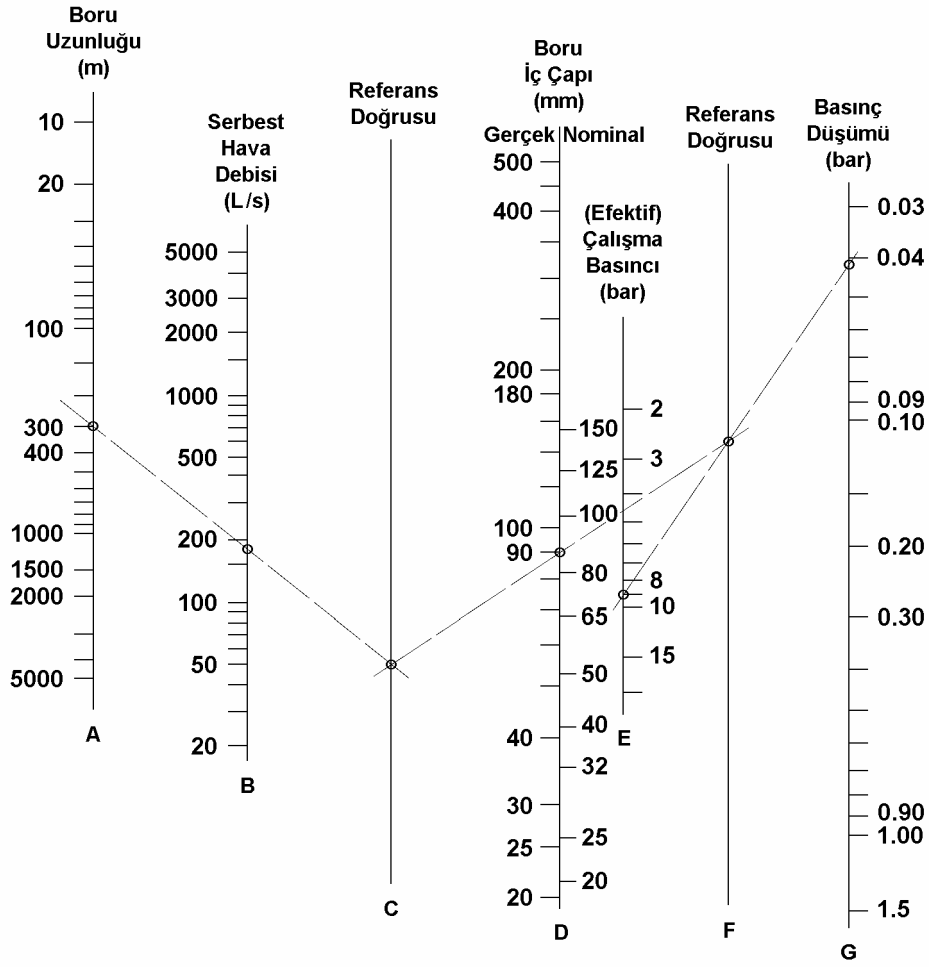
Nominal Kapasite (Litre)	Tipik Silindir Uzunluğu (Metre)	Silindir Çapı (Metre)
200	1.22	0.46
350	1.52	0.51
500	1.52	0.61
900	1.68	0.76
1200	1.68	0.91
1800	2.59	0.91
2000	1.98	1.07
2800	2.13	1.22
3500	2.74	1.22

Silindir uzunluğuna bombeler dahil değildir. Her bir bombenin hacime yaptığı ekleme, yukarıdaki silindir uzunlukları ve çapları için, yaklaşık olarak, silindir uzunluğunu %10 artırmaya karşılık gelir...

**Tablo 4. Ana Boru Şebekelerinde Basınç Düşümleri ve Debi Değerleri****Nomogramların kullanılışı**

Tablo 4A'da yer alan örneği incelersek, boru uzunluğunu (A) debi değerine (B) bağlayan doğru referans doğrusuna (C'ye) uzatılarak bulunan noktadan boru çapına (D'ye) çizilen doğru, referans doğrusuna (F'ye) kadar uzatılır ve burada elde edilen çakışma noktasından çalışma basıncına (E'ye) bir doğru çizilir ve (son) çizilen doğru, basınç düşümü (G) doğrusu ile kesişene kadar uzatılarak (G doğrusu üzerinde) basınç düşümü değeri bulunur. Örnek çizgilerdeki gibi (çizmeden, sadece kesişme noktalarını işaretleyerek) bir yol izleyip; bilinen boru çapı, uzunluk, basınç ve debi değerlerine göre basınç düşümü yada izin verilen en yüksek basınç düşümü değerine göre boru çapı saptanabilir.

Tablo 4A. Siyah Demir Borularda Hava Akışı



Bu nomogram aşağıdaki denkleme karşılık gelir:

$$\Delta P = 1.6 \times 10^8 \times \frac{V^{1.85} \times L}{d^5 \times P}$$

$\Delta P$  = Basınç düşümü (bar)

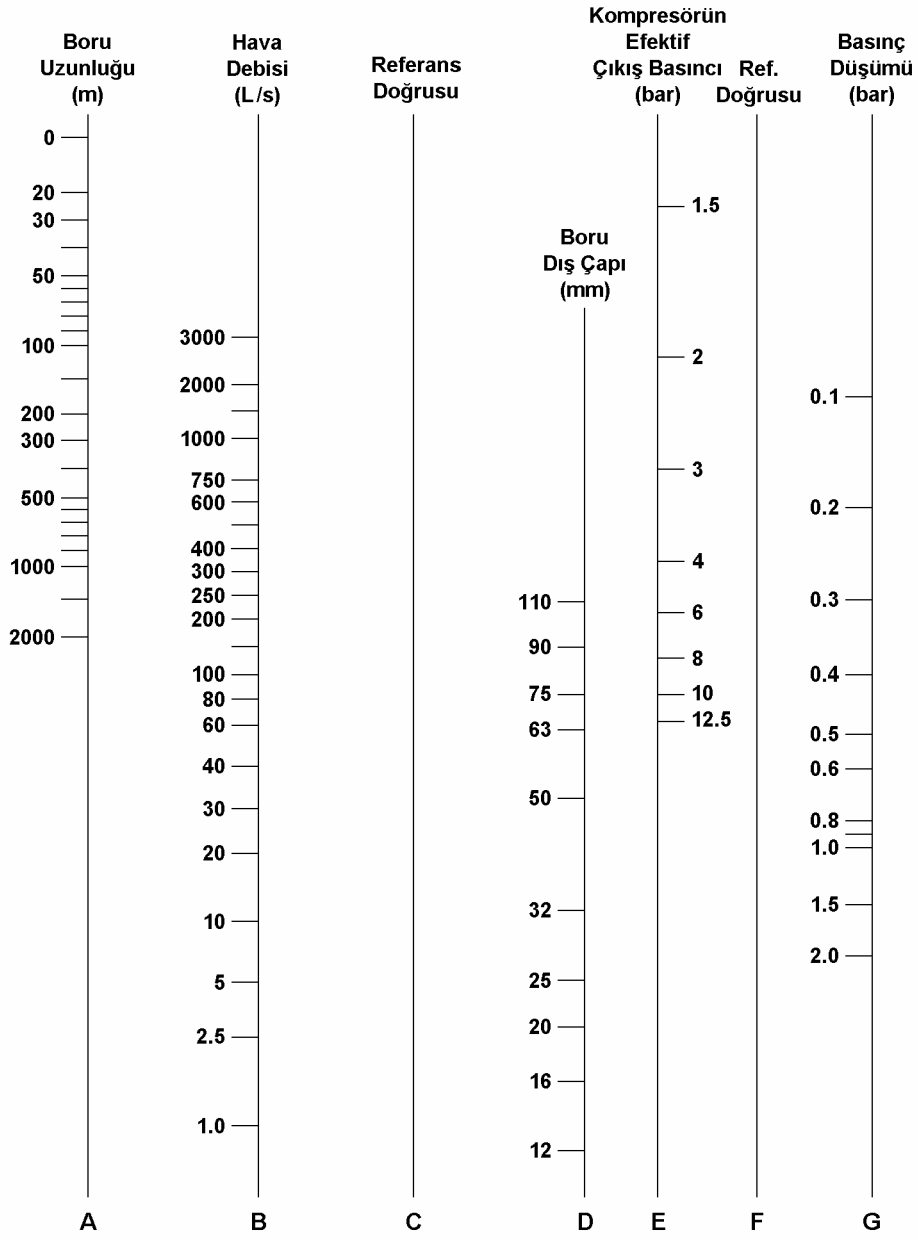
V = Serbest hava debisi ( $m^3/s = L/s \times 1000$ )

L = Boru uzunluğu (metre)

d = Boru iç çapı (mm)

P = Giriş basıncı (bar, efektif)

Tablo 4B. ABS Borularda Hava Akışı



**Tablo 5. Basınçlı Hava İçin Boru Çapına Göre Tavsiye Edilen En Yüksek Debi Değerleri****Tablo 5A. Ana Boru Şebekelerinde Boru Çaplarına Göre Tavsiye Edilen En Yüksek Debi Değerleri (\*)**

Nominal Delik Çapı (mm)	Gerçek Delik Çapı (mm)	7 bar'da Debi Değeri (Litre/saniye)
6	6	1
8	9	3
10	12	5
15	16	10
20	22	17
25	27	25
32	36	50
40	42	65
50	53	100
65	69	180
80	81	240
100	105	410
125	130	610
150	155	900

**Not:** Tablo 5A'dan anlaşılacağı gibi, boru içinden akan hava hızı 6 m/s (maksimum) değeri ile sınırlanmıştır. Havanın içindeki nemin sürüklenmeyip, drenaj ayaklarında (kaplarında, ceplerinde) toplanabilmesi için hava hızının düşük tutulması gerekir.

(\*) BS 1387 Tablo 2 yada ISO 65'e göre, orta ağırlıkta çelik borular için...

**Tablo 5B. Çelik Borudan Yapılan Brans Hatları İçin Tavsiye Edilen En Yüksek Debi Değerleri**

Uzunluğu 15 metreyi aşmayan orta seriden çelik borular için (BS 1387), maksimum tavsiye edilen hava debisi (Litre/saniye serbest hava) (\*)

Uygulanan Efektif Basınç (**) bar	Nominal Standard Boru (İç) Çapı - mm										
	6 mm	8 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm
0.4	0.3	0.6	1.4	2.6	4	7	15	25	45	69	120
0.63	0.4	0.9	1.9	3.5	5	10	20	30	60	90	160
1.0	0.5	1.2	2.8	4.9	7	14	28	45	80	130	230
1.6	0.8	1.7	3.8	7.1	11	20	40	60	120	185	330
2.5	1.1	2.5	5.5	10.2	15	28	57	85	170	265	470
4.0	1.7	3.7	8.3	15.4	23	44	89	135	260	410	725
6.3	2.5	5.7	12.6	23.4	35	65	133	200	390	620	1085
8.0	3.1	7.1	15.8	29.3	44	83	168	255	490	780	1375
10.0	3.9	8.8	19.5	36.2	54	102	208	315	605	965	1695
12.5	4.8	10.9	24.1	44.8	67	127	258	390	755	1195	2110
16.0	6.1	13.8	30.6	56.8	85	160	327	495	955	1515	2665
20.0	7.6	17.1	38.0	70.6	105	199	406	615	1185	1880	3315

**Genel Notlar:**

(\*) Debi değerleri maksimum tavsiye edilen pik (tepe) değerleridir. Normal durumda, hava sarfiyatı bu değerlerin 6-15 mm boru çapları için %80'inini ve 20 mm yada daha büyük boru çapları için %60'ını geçmemesi gerekir.

(\*\*) Uygulanan basınç ISO 2944 'Akışkan Güç Sistemleri - nominal basınçlar' standardından seçilir.



**Tablo 5C. Çelik Fittingslerde Boru Uzunluğuna Eşdeğer Basınç Kayıpları**

Item	Metre Olarak Eşdeğer Boru Uzunluğu									
	Boru İç Çapı (mm)									
	15	20	25	40	50	80	100	125	150	200
Sürgülü Vana										
Tam Açık	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.6
Yarı Kapalı		3.2	5	8	10	16	20	25	30	40
Diyaframlı Valf										
Tam Açık	0.6	1.0	1.5	2.5	3.0	4.5	6	8	10	
Dirsekli Valf										
Tam Açık	1.5	2.6	4	6	7	12	13	18	22	30
Konik/Düz Yataklı Vana										
Tam Açık	2.7	4.8	7.5	12	15	24	30	38	45	60
Küresel (Bilyalı) Vana										
Tam Delikli / Tam Açık	0.5	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.6	0.6
Küçük Delikli / Tam Açık	3.4	4.9	2.4	2.2	5.0	2.6	4.1	3.3	12.1	22.3
Çek Valf (Kelebek Tip)										
Tam Açık		1.3	2.0	3.2	4.0	6.4	8.0	10	12	16
R = 2d Yarıçaplı Dirsek	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.4
R = d Yarıçaplı Dirsek	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2
90° (Köşeli) Dirsek	0.6	1.0	1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12
T (Tee) İçinden Düz Çıkış	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3	4
Yandan Çıkış Yapılan T	0.6	1.0	1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12
Redüksiyon		0.3	0.5	0.7	1.0	2.0	2.5	3.1	3.6	4.8

**Not:** Tabloda gösterilen boru uzunlukları belirtilen tip ve boyutlarda fittingslerin (boru tesistatı bağlantı/kontrol elemanlarının) neden olduğu basınç kaybına (aynı boyda borunun neden olacağı basınç kaybına) karşılık gelir.

**Tablo 5D. ABS Fittingslerde Boru Uzunluğuna Eşdeğer Basınç Kayıpları**

Boru Dış Çapı	Metre Olarak Eşdeğer Boru Uzunluğu							
	16	25	32	50	63	75	90	110
90° (Köşeli) Dirsek	0.34	0.5	0.65	1.0	1.26	1.5	1.88	2.58
45° (Köşeli) Dirsek	0.16	0.24	0.32	0.52	0.63	0.75	0.95	1.33
90° Büküm (Dirsek)	0.1	0.16	0.22	0.34	0.44	0.56	0.75	1.00
180° Büküm (Dirsek)	0.28	0.41	-	-	-	-	-	-
Adaptör Aksamı	0.14	0.21	0.25	0.4	0.5	-	-	-
T (Tee) İçinden Düz Çıkış	0.123	0.19	0.23	0.36	0.45	0.56	0.69	0.95
Yandan Çıkış Yapılan T	0.77	1.17	1.47	2.21	2.98	3.68	4.57	6.00
Redüksiyon	0.22	0.31	0.37	0.51	0.80	1.11	1.34	1.58

**Not:** Tabloda gösterilen boru uzunlukları belirtilen tip ve boyutlarda fittingslerin (boru tesistatı bağlantı/kontrol elemanlarının) neden olduğu basınç kaybına (aynı boyda borunun neden olacağı basınç kaybına) karşılık gelir.

Örneğin: 50 mm çapında 90° dirseğin basınç kaybı 50 mm çapında 1.0 metre uzunluğunda ABS borunun basınç kaybına eşittir.

**Tablo 6. Boru Destekleri Arasındaki Mesafeler****Tablo 6A. Çelik Boru Şebekesi**

Nominal Delik Çapı (mm)	Dikey Borularda Maksimum Destek Aralığı (m)	Yatay Borularda Maksimum Destek Aralığı (m)
8	1.25	1.0
10	1.25	1.0
15	1.75	1.25
20	2.50	1.75
25	2.70	1.75
32	3.00	2.50
40	3.00	2.50
50	3.00	2.75
65	3.50	3.00
100	3.50	3.00
150	4.25	3.50
200	4.50	3.50
250	5.18	4.25
300	5.48	4.87
300'den büyük	5.48	4.87

**Tablo 6B. ABS Boru Şebekesi**

Boru Dış Çapı (mm)	20°C'de Destek Aralığı (m)
16	1.1
20	1.2
25	1.4
32	1.5
50	1.9
63	2.1
75	2.3
90	2.5
110	2.8

Her 10°C'lik sıcaklık artışına karşılık destek mesafesini %10 azaltmak gerekir. Dikey yerleştirilen borularda destekler arasındaki mesafe yukarıdaki tabloda belirtilen mesafelerin 1.5 katı olarak seçilebilir.

**Tablo 7. Memelerden Geçen (Çıkan) Hava Debileri**

Meme Çapı (mm)	LİTRE / SANİYE					
	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar
0.1	0.004	0.006	0.008	0.009	0.011	0.012
0.2	0.018	0.024	0.032	0.036	0.044	0.048
0.3	0.041	0.054	0.063	0.0811	0.095	0.108
0.5	0.114	0.151	0.188	0.225	0.263	0.300
1.0	0.453	0.603	0.733	0.901	1.051	1.201
1.5	1.021	1.358	1.699	2.033	2.366	2.689
2.0	1.815	2.416	3.016	3.615	4.198	4.798
3.0	4.082	5.431	6.794	8.113	9.463	10.812
4.0	7.264	9.646	12.045	14.411	16.823	19.159
5.0	11.346	15.077	18.826	22.49	26.32	29.99
6.0	16.34	21.72	27.16	32.49	37.82	43.32
8.0	29.16	38.65	48.15	57.6	67.3	76.9
10.0	43.32	60.3	75.3	90.1	105.1	120.1
12.0	65.3	86.9	108.3	129.6	151.4	173.3
15.0	102.1	135.8	169.9	203.3	236.6	269.9
20.0	181.6	241.6	301.5	361.5	419.8	479.8
25.0	283.2	376.5	469.8	563.1	658.0	749.7
30.0	408.2	543.1	676.4	811.3	946.3	1081
35.0	556.4	739.7	921.3	1104	1287	1471
40.0	726.4	964.6	1204	1441	1682	1915
45.0	919.6	1221	1521	1832	2132	2432
50.0	1134	1507	1882	2249		
55.0	1372	1824	2265			
60.0	1634	2172				

**Tablo 7. Memelerden Geçen Hava Debileri (Devam)**

Meme Çapı (mm)	LİTRE / SANİYE					
	8 bar	10 bar	12 bar	15 bar	20 bar	30 bar
0.1	0.014	0.017	0.020	0.024	0.031	0.047
0.2	0.056	0.068	0.080	0.096	0.124	0.188
0.3	0.122	0.148	0.175	0.217	0.283	0.418
0.5	0.388	0.413	0.487	0.600	0.786	1.160
1.0	1.351	1.649	2.949	2.399	3.132	4.648
1.5	3.049	3.715	4.382	5.381	7.080	10.446
2.0	5.398	6.597	7.797	9.580	18.578	18.493
3.0	12.162	14.844	17.493	21.66	28.32	41.82
4.0	21.66	26.41	31.15	38.32	50.3	74.1
5.0	33.82	41.32	48.81	59.9	78.6	115.9
6.0	48.65	59.5	70.3	86.3	113.3	166.6
8.0	86.5	105.6	124.9	153.3	201.6	296.5
10.0	135.1	164.9	194.9	239.9	313.2	464.8
12.0	194.6	238.2	281.6	344.8	453.2	668.1
15.0	304.0	371.5	438.2	538.1	708.1	1044
20.0	539.8	659.7	779.7	957.9	1257	1849
25.0	844.7	1031	1217	1499	1966	
30.0	1216	1484	1749	2165		
35.0	1654	2015	2399			
40.0	2165	2648				
45.0						
50.0						
55.0						
60.0						

**Notlar:**

1. Yukarıdaki debi değerleri girişi iyi yuvarlatılmış memelere göredir; girişleri keskin köşeli memeler için, bu değerleri 0.96 ile çarpmak gerekir.
2. Dairesel olmayan meme akış kesitleri için, yaklaşık olarak doğru bir sonuç elde edilmesi açısından, tablo değerleri 0.65 ile çarpılmalıdır.
3. Tablodaki hava debisi değerleri için 1 bar (mutlak) basınç ve 15°C ortam sıcaklığı referans alınmıştır.
4. Tabloda yer alan basınç değerleri efektif basınç (manometre basıncı) değerleridir.

**Tablo 8. Basınçlı Hava Sistemlerindeki Hava Kaçakları**

Aşağıdaki tabloda 7 bar basınç olan boru sistemlerinde değişik çaplardaki deliklerden kaçacak hava miktarı ve bu hava miktarına karşılık gelen kompresör güçleri verilmiştir.

Delik Çapı (mm)	7 bar'da Hava Kaçağı (L/s)	Karşılaman Kompresör Gücü (kW)
0.4	0.19	0.06
1	1.18	0.37
1.6	3.07	0.97
3	10.95	3.36
6	49.1	15.0
10	122	37

**Tablo 9. Bakır Borularda yada Naylon Hortumlarda ve Bunların Çaplarına Karşılık Gelen Deliklerde (ISO 1179) Tavsiye Edilen En Yüksek Debi Değerleri (Litre/saniye)\***

Uygulanan Efektif Basınç (**) bar	Nominal Boru Çapı (Dış Çap) - mm									
	4 mm G1/16	5 mm G1/8	6 mm G1/8	8 mm G1/4	10 mm G1/4	12 mm G3/8	16 mm G1/2	18 mm G1/2	22 mm G3/4	28 mm G1
1.6	0.05	0.12	0.19	0.48	0.9	1.8	4.2	6.5	10.0	18.0
2.5	0.08	0.18	0.26	0.70	1.3	2.8	7.2	8.8	14.0	30.0
4.0	0.14	0.28	0.45	1.2	2.2	4.5	12.0	15.0	24.0	50.0
6.3	0.22	0.48	0.72	2.0	3.8	7.6	20.0	25.0	40.0	80.0
8.0	0.28	0.62	0.95	2.6	4.8	9.5	26.0	31.0	52.0	110.0
10.0	0.36	0.81	1.3	3.5	6.2	12.0	34.0	41.0	68.0	140.0
12.5	0.46	1.1	1.7	4.3	8.0	17.0	44.0	53.0	85.0	180.0

**Notlar:**

(\*) Debi değerleri uygun bir basınç düşümü sağlayacak şekilde, aşağıdaki gibi seçilir:

4 mm'den 16 mm'ye kadarki boru/hortum çapları için, 15 m boru/hortum başına uygulanan basıncın %7.5'u kadar basınç düşümü; 18 mm'den 28 mm'ye kadar ki boru/hortum çapları için, 15 m boru/hortum başına uygulanan basıncın %5'i kadar basınç düşümü sınırlarını aşmayacak debi değerleri...

(\*\*) Uygulanan basınç ISO 2944 'Akışkan Güç Sistemleri - nominal basınçlar' standardından seçilir.

**Tablo 10. Düzgün Delikli Hortumlarda Tipik Basınç Kayıpları  
(Hortumun Her İki Ucundaki Standard Fittingsler Dahil)**

Hortumun Nominal Delik Çapı (BS 5118) mm	Hortum Girişindeki Etkif Basınç bar	Litre/saniye olarak 15 m hortumdan geçen hava miktarı						
		10	16	25	40	60	80	100
12.5	4	0.1	0.3	0.1				
	6	0.06	0.2	0.7	2.1			
19	4	0.02	0.04	0.2	0.4	1.0		
	6	0.01	0.03	0.1	0.2	0.5		
25	4		0.01	0.03	0.1	0.3	0.6	1.0
	6		0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3
31.5	4			0.01	0.02	0.07	0.1	0.2
	6				0.01	0.04	0.06	0.07
38	4				0.01	0.02	0.04	0.07
	6					0.01	0.02	0.03

**Tablo 11. Pnömatik Ekipman İçin Tavsiye Edilen Yağların (Tam Olmayan) Listesi**

Aşağıdaki listelenen yağların test edilmesine ve uygun bulunmasına karşılık; sadece çok bilinen, çok kullanılan markalara yer verilmiştir. Diğer üretici firmaların bunlara denk olan yağları konusunda, ilgili firmaya yada distribütörüne danışabilirsiniz.

**Hafif Hizmet Aletleri (Aygıtları) ve Silindirleri İçin...**

Yüksek hızlı pnömatik aletlerin, yüksek hızla hareket eden millerin ve diğer hafif hizmet aletlerinin (aygıtlarının) yağlanması için 20°C'deki viskozitesi 50 cSt'un altında (ISO 3448 viskozite değeri 10-22 arasında) olan yağların kullanılması tavsiye edilir.

Yağ Üreticisi	Yağ Markası	ISO 3448	20°C'deki Viskozitesi ( cSt )
CASTROL	Hyspin AWS10	10	18.5
B.P.	HLP10 (150)	10	18.9
SHELL	Tellus R10	10	19.5
FINA	Cirkan 10	10	21
TEXACO	Spintex oil 10	10	22.8
TOTAL	Azolla VG 10	10	23
MOBIL	Gargoyle Arctic Oil Light	15	31.5
ESSO	Nuto H 15	15	33
CHEVRON	Spindle Oil 22	22	47.5
GULF	Harmony 22AW	22	51
KILFROST	Pneumatic Tool Anti-Freeze Lubricant	-	52

**Ağır Hizmet Aletleri (Aygıtları) ve Silindirleri İçin...**

Ağır hizmet alet/aygıt ve silindirlerinin yağlanması için, aletlerin, yüksek hızla dönen millerin ve diğer hafif hizmet aletlerinin (aygıtlarının) yağlanması için 20°C'deki viskozitesi 50 cSt'dan 170 cSt'a kadar (ISO 3448 viskozite değeri 32'den 68'e kadar) olan yağların kullanılması tavsiye edilir.

Yağ Üreticisi	Yağ Markası	ISO 3448	20°C'deki Viskozitesi ( cSt )
SHELL	Tellus 23 22	-	60.0
GULF	Harmoni 32AW	32	81
B.P.	HLP32 (150)	32	75
TOTAL	Azolla VG32	32	75
CHEVRON	EP Hydraulic Oil 32	32	77
GULF	Harmony 32	32	82
MOBIL	DTE Oil Light	32	79
FINA	Hydran 32	32	80
ESSO	Nuto H32	32	80
CASTROL	Hyspin AWS32	32	80
SHELL	Tellus 37	-	100
GULF	Harmony 46 AW	46	122
B.P.	HLP46 (150)	46	113
SHELL	Tellus 46	46	114
TEXACO	Regal Oil R & O46	46	115
B.P.	HLP68 (150)	68	165
GULF	Harmony 68AW	68	193

**Tablo 12. Uluslararası Standardlar (ISO)**

Bu tablo 1984 yılına ait ISO kataloğuna dayanır. Karşılık gelen İngiliz Standardları (British Standards, 'BS') 1984 yılına ait BSI kataloğuna göre belirtilmiştir. Karşılık sembolleri (=, ≠, ±) aşağıda açıklanmıştır:

- = Aynı olan standard; her bir ayrıntısı uluslararası standardla aynı olan standard.
- ≠ Teknik anlamda eşit olan standard; içeriği aynı olmasına rağmen, uluslararası standarda göre yazı ve sunum farkı olan ulusal standard.
- ± İlgili standard; uluslararası standardla aynı esaslara dayanan ama farklı tarzda düzenlenmiş ulusal standard.

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
<b>TC 5</b>	<b>Ferrous metal pipes and metallic fittings</b>	<b>Demir alaşımı (malzemeli) borular ve fittingsler (bağlantı elemanları)</b>		
ISO 7/1-1982	Pipe threads where pressure-tight joint are made on the threads - Part 1 : Designation, dimension and tolerances	Borular ve fittingsler için basınç altında sızdırmazlık özelliği olan boru dişleri - Bölüm 1 : Düzenleme, boyutlar ve toleranslar	≠ 21	4
ISO 7/2-1982	Pipe threads where pressure-tight joint are made on the threads - Part 2 : Verification by means of limit gauges	Borular ve fittingsler için basınç altında sızdırmazlık özelliği olan boru dişleri - Bölüm 2 : Limit ölçü aletleri vasıtasıyla doğrulama	± 21	9
ISO 13-1978	Grey iron pipes, special casting and grey iron parts for pressure main lines	Basınçlı şebekeler için siyah demir, özel demirdöküm borular ve parçaları	± 1211, 4622	33
ISO 49-1983	Malleable cast iron fittings threaded to ISO 7/1	ISO 7/1'e göre diş açılmış dövülebilir dökme demir borular	± 1211, 143 ve 1256	30
ISO 50-1977	Metal pipes - Steel sockets screwed according to ISO 7	Metal borular - ISO 7'ye uygun diş açılmış çelik bağlantı parçaları olan		1
ISO 65-1981	Carbon steel tubes suitable for screwing in accordance with ISO 7/1	Karbon çeliğinden yapılmış ISO 7/1'e göre diş açılabilir borular		3
ISO 221-1976	Steel tubes - Wall thicknesses	Çelik borular - İnce cidarlı		1
ISO 228/1-1982	Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads - Part 1 : Designation, dimensions and tolerances	Basınç altında sızdırmazlık boru dişleri vasıtasıyla sağlanmayan boru dişleri - Bölüm 1 : Düzenleme, boyutlar ve toleranslar	≠ 2779	4
ISO 228/2-1980	Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads - Part 2 : Verification by means of limit gauges	Basınç altında sızdırmazlık boru dişleri vasıtasıyla sağlanmayan boru dişleri - Bölüm 2 : Limit ölçü aletleri vasıtasıyla doğrulama	≠ 2779	13
ISO 274-1975	Copper tubes of circular section - Dimensions	Dairesel kesitli bakır borular - Boyutlar		3

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO 1179-1981	Pipe connections, threaded to ISO 228/1, for plain end steel and other metal tubes in industrial applications	Düz uçlu çelik ve diğer metal malzemeden yapılmış ISO 228/1'e göre dış açılmış boru bağlantıları	BS 4368 : Bölüm 3, Tablo 3...	3
ISO 2016-1981	Capillary solder fittings for copper tubes - Assembly dimensions and tests	Bakır borular için kapiler (kılcal) lehim/kaynak fittingsleri		8
ISO 2084-1974	Pipeline flanges for general use - Metric series - Mating dimensions	Genel maksatlı boru hattı flanşları - Metrik seri - Bağlantı ölçüleri		5
ISO 2441-1975	Pipeline flanges for general use - Shapes and dimensions of pressure-tight surfaces	Genel maksatlı boru hattı flanşları - Şekiller ve basınca karşı olan yüzeylerin ölçüleri		5
ISO 2531-1979	Ductile iron pipes, fittings and accessories for pressure pipe-lines	Basınçlı boru hatları için yumuşak demir borular ve fittingsler	≠ 4772	36
ISO 3419-1981	Non-alloy and alloy steel butt-welding fittings	Alaşımız ve alaşımlı çelikten küt kaynaklı fittingsler		17
ISO 4200-1981	Plain end steel tubes, welded and seamless - General tables of dimensions and masses per unit length	Düz uçlu çelik borular, kaynaklı ve dikişsiz - Ölçü (boyut) tablosu ve birim uzunluğa düşen ağırlıklar	≠ 3600	6
<b>TC 8</b>	<b>Shipbuilding and Marine structures</b>	<b>Gemi inşaatı ve Denizcilik</b>		
ISO R508-1966	Identification colours for pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships	Kara tesislerinde ve gemilerde sıvı yada gaz halindeki akışkanları taşımak için kullanılan boruların tanıma renkleri	± 1710	5
<b>TC 10</b>	<b>Technical Drawings</b>	<b>Teknik Resimler</b>		
ISO 3753-1977	Vacuum technology - Graphical symbols	Vakum teknolojisi - Grafik sembolleri	= 5543 : 1978	13
<b>TC 12</b>	<b>Quantities, units, symbols, conversion factors and conversion tables</b>	<b>Büyükükler, birimler, semboller, çevirme faktörleri (katsayıları, formülleri) ve çevirme tabloları</b>		
ISO 1000-1981	SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units	SI birimleri ve bunların katları ve diğer bazı birimlere ilişkin tavsiyeler	= 5555 : 1981	14
<b>TC 17</b>	<b>Steel</b>	<b>Çelik</b>		
ISO2604/2-1975	Steel products for pressure purposes - Quality requirements - Part II : Wrought seamless tubes	Basınç maksatlı çelik ürünler - Kalite icapları - Bölüm II : İşlenmiş dikişsiz borular	± 3059, 3602, 3606	32
ISO2604/3-1975	Steel products for pressure purposes - Quality requirements - Part III : Electric resistance and induction welded tubes	Basınç maksatlı çelik ürünler - Kalite icapları - Bölüm III : Elektrik direnç ve indüksiyon kaynaklı borular	± 3059, 3602, 3604	17



ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO2604/4-1975	Steel products for pressure purposes - Quality requirements - Part IV : Plates	Basınç maksatlı çelik ürünler - Kalite icapları - Bölüm IV : Levhalar	± 1501	30
ISO2604/6-1978	Steel products for pressure purposes - Quality requirements - Part VI : Submerged arc longitudinally or spirally welded steel tubes	Basınç maksatlı çelik ürünler - Kalite icapları - Bölüm VI : Boylamasına ark kaynağı yapılmış yada spiral kaynak yapılmış çelik borular	± 3602	21
ISO2605/1-1976	Steel products for pressure purposes - Derivation and verification of elevated temperature properties - Part I : Yield of proof stress of carbon and low alloy steel products	Basınç maksatlı çelik ürünler - Kalite icapları - Yükseltilmiş sıcaklık özelliğinin elde edilmesi ve doğrulanması	± 1501,3602	7
ISO 3755	Cast steels for general engineering purposes	Genel mühendislik amaçları için çelik dökümler.		3
ISO 5951-1980	Hot-rolled steel sheet of higher yield strength with improved formability	Sıcak haddelenmiş, formabilitesi ve mukavemeti yüksek saclar.	± 1449	12
ISO 5952-1983	Continuously hot-rolled steel sheet of structural quality with improved atmospheric corrosion resistance	Sürekli sıcak haddelenmiş ve atmosferik korozyon direnci artırılmış kaliteli çelik saclar		9
ISO 6303-1981	Pressure vessel steels not included in ISO 2604, Parts 1 to 6 - Derivation of long-time stress rupture properties	ISO 2604'de yer almayan basınçlı kap çelikleri, Bölüm 1-6, uzun süreli kopma gerilmesinin elde edilişi		5
<b>TC 20</b>	<b>Aircraft and space vehicles</b>	<b>Havacılık ve uzay araçları</b>		
ISO 2533-1975	Standard Atmosphere	Standard Atmosfer { 1013 mbar, 15°C, mutlak kuru hava }		108
<b>TC 28</b>	<b>Petroleum products and lubricants</b>	<b>Petrol ürünleri ve (madeni) yağlar</b>		
ISO 3448-1975	Industrial liquid lubricants - ISO viscosity classification	Endüstriyel sıvı yağlar - ISO viskozite sınıflandırması	= 4231 : 1982	3
ISO 5024-1976	Petroleum liquids and gases - Measurement - Standard reference conditions	Petrol esaslı sıvılar ve gazlar - Ölçüm - Standard referans koşulları	± 5579	1
<b>TC 29</b>	<b>Small tools</b>	<b>Küçük aletler</b>		
ISO 1180-1983	Shanks for pneumatic tools and fitting dimensions for chuck bushing	Pnömatik aletlerde kullanılan sapların ve sap yuvalarının boyutları	= 673 : 1984	12
<b>TC 39</b>	<b>Machine tools</b>	<b>Makina (İmalat) tezgahları</b>		
ISO R369-1964	Symbols for indications appearing on machine tools	Makina (İmalat) tezgahlarında görünen semboler	± 3641	10
ISO 5169-1977	Machine tools presentation of lubrication instructions	Makina tezgahlarını yağlama talimatlarının sunumu	± 5739	3

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
<b>TC 43</b>	<b>Acoustics</b>	<b>Akustik</b>		
ISO 4872-1978	Acoustics - Measurement of airborne noise emitted by construction equipment intended for outdoor use - Method of checking compliance with noise limits	Akustik - Açık hava uygulamaları için konstrüksiyon ekipmanından kaynaklanan ve havadan yayınlan gürültünün ölçülmesi - Gürültü limitlerine göre uygunluğun kontrol edilmesi yöntemi		11
<b>TC 45</b>	<b>Rubber and rubber products and plastics</b>	<b>Lastikler (Kauçuklar) ve lastik (kauçuk) ürünler ve plastikler</b>		
ISO 1307-1983	Rubber and plastic hoses - bore sizes and tolerances on length	Lastik (Kauçuk) ve plastik hortumlar - delik çapları ve boy toleransları		1
ISO 2398-1978	Industrial rubber hose for compressed air (up to 25 bar)	Basınçlı hava için endüstriyel lastik (kauçuk) hortum (25 bar'a kadar)	± 5118	3
ISO 3861-1977	Rubber hose for grit blasting	Lastik (Kauçuk) kumlama hortumu		2
ISO 5774-1980	Plastics hoses - Textile reinforced thermoplastics type for compressed air - specification	Plastik hortumlar - basınçlı hava için- Tekstil (Bez) takviyeli termoplastik tip - istenen özellikler	= 6066 : 1981	2
ISO 7233-1983	Rubber and plastics hoses and hose assemblies - Vacuum resistance - Methods of test	Kauçuk (Lastik) ve plastik hortumlar ve hortum aksamları - Vakum direnci - Test yöntemleri		1
ISO 7551-1983	Rubber and plastics hoses and hose assemblies - Ratios of proof and burst pressure to design working pressure	Kauçuk (Lastik) ve plastik hortumlar ve hortum aksamları - Patlama basıncının çalışma basıncına oranı		1
<b>TC 80</b>	<b>Safety colours and signs</b>	<b>Emniyet renkleri ve işaretleri</b>		
ISO/R408-1964	Safety colours	Emniyet renkleri		2
ISO/R557-1967	Symbols, dimensions and layout for safety signs	Emniyet işaretleri için semboller, boyutlar ve düzenleme		6
<b>TC 112</b>	<b>Vacuum technology</b>	<b>Vakum teknolojisi</b>		
ISO 1607/1-1980	Positive displacement vacuum pumps - Measurement of performance characteristics - Part 1 : Measurement of volume rate of flow speed (pumping speed)	Pozitif yerdeğiştirmeli vakum pompaları - Performans ölçümü - Bölüm 1 - Debinin (Pompalama hızının) ölçümü	= 5719 : Part 1 : 1980	3
ISO 1607/2-1978	Positive displacement vacuum pumps - Measurement of performance characteristics - Part 2 : Measurement of ultimate pressure	Pozitif yerdeğiştirmeli vakum pompaları - Performans ölçümü - Bölüm 2 - Nihai (Son) basıncın ölçümü	= 5719 : Part 2 : 1979	3
ISO 1608/1-1980	Vapour vacuum pumps - Measurement of performance characteristics - Part 1: Measurement of volume rate of flow speed (pumping speed)	Buhar vakum pompaları - Performans ölçümü - Bölüm 1 - Debinin (Pompalama hızının) ölçümü	= 5758 : Part 1 : 1980	3

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO 1608/2-1978	Vapour vacuum pumps - Measurement of performance characteristics - Part 2 : Measurement of critical backing pressure	Buhar vakum pompaları - Performans ölçümü - Bölüm 2 - Kritik arka basıncın ölçümü	= 5758 : Part 2 : 1979	3
ISO 2861/1-1974	Vacuum technology - Quick release coupling - Dimensions - Part 1 : Clamped type	Vakum teknolojisi - Çabuk sökülebilir kaplinler - Boyutlar - Bölüm 1 : Kenetlenmeli tip	= 6077 : 1981	2
ISO 2861/2-1980	Vacuum technology - Quick-release coupling - Dimensions - Part 2 : Screwed type	Vakum teknolojisi - Çabuk sökülebilir kaplinler - Boyutlar - Bölüm 1 : Vidalanan tip	= 6077 : 1981	3
ISO 3529/1-1981	Vacuum technology - Vocabulary- Part 1 : General terms Trilingual edition	Vakum teknolojisi - Terimler - Bölüm 1 : Genel terimler Üç dili kapsayan yayın		29
ISO 3529/2-1981	Vacuum technology - Vocabulary- Part 2 : Vacuum pumps and related terms Trilingual edition	Vakum teknolojisi - Terimler - Bölüm 2: Vakum pompaları ile ilgili terimler Üç dili kapsayan yayın		31
ISO 3529/3-1981	Vacuum technology - Vocabulary- Part 3 : Vacuum gauges Trilingual edition	Vakum teknolojisi - Terimler - Bölüm 3 : Vakum ölçü aletleri Üç dili kapsayan yayın		22
ISO 3530-1979	Vacuum technology - Mass spectrometer type leak detector calibration	Vakum teknolojisi - kütle spektrometresi tipi kaçak dedektörlerinin kalibrasyonu	= 5914 : 1980	10
<b>TC 118</b>	<b>Compressors, pneumatic tools and pneumatic machines</b>	<b>Kompresörler, pnömatik aletler (aygıtlar) ve pnömatik makineler</b>		
ISO 1217-1975	Displacement compressors - Acceptance tests	Yerdeğiştirmeli (Ötelemeli) kompresörler - Kabul testleri	= 1571 : Part 1 : 1975	84
ISO 2151-1972	Measurement of airborne noise emitted by compressor / primemover units intended for outdoor use	Açık havada kullanılan kompresör ve motor ünitelerinin havadan yaydığı gürültünün ölçülmesi		7
ISO 2787-1984	Rotary and percussive pneumatic tools - Performance tests	Döner ve vurmali (darbeli) pnömatik aletler - Performans testleri	± 5344	16
ISO 3857/1-1977	Compressors, pneumatic tools and machines - Vocabulary - Part 1 : General Bilingual edition	Kompresörler, pnömatik aletler ve makineler - Terimler - Bölüm 1 : Genel İki dili kapsayan yayın	= 5791 : Part 1 : 1979	6
ISO 3857/2-1977	Compressors, pneumatic tools and machines - Vocabulary - Part 2 : Compressors Bilingual edition	Kompresörler, pnömatik aletler ve makineler - Terimler - Bölüm 2 : Kompresörler İki dili kapsayan yayın	= 5791 : Part 2 : 1979	4

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO 3857/3-1979	Compressors, pneumatic tools and machines - Vocabulary - Part 3 : Pneumatic tools and machines Bilingual edition	Kompresörler, pnömatik aletler ve makinalar - Terimler - Bölüm 3 : Pnömatik aletler ve makinalar İki dili kapsayan yayın	= 5791 : Part 3 : 1984	6
ISO 5388-1981	Stationary compressors - Safety rules and code of practice	Sabit kompresörler - Emniyet kuralları ve uygulama talimatları	= 6244 : 1982	20
ISO 5390-1977	Compressors - Classification Bilingual edition	Kompresörler - Sınıflandırma İki dili kapsayan yayın		6
ISO 5393-1981	Rotary pneumatic assembly tools for threaded fasteners - Performance tests	Vidalar ve cıvatalar için döner pnömatik montaj aletleri - Performans testleri	= 6292 : 1982	10
ISO 5941-1979	Compressors, pneumatic tools and machines - Preferred pressures	Kompresörler, pnömatik aletler ve makinalar - Tercih edilen basınçlar		2
ISO 6544-1981	Hand-held pneumatic assembly tools for installing threaded fasteners - Reaction torque and torque impulse measurements	Vidalar ve cıvatalar için elde tutular pnömatik montaj aletleri - Reaksiyon torku ve tork impulsı ölçümleri	= 6268 : 1982	7
<b>TC 119</b>	<b>Powder metallurgy</b>	<b>Toz metalurjisi</b>		
ISO 4003-1977	Permeable sintered metal materials - Determination of bubble test pore size	Geçirgen biçimde sinterlenmiş metal malzemeler - Gözenek büyüklüğünün kabarcık testi ile bulunması	= 5600 : Section 3.5 : 1979	3
<b>TC 125</b>	<b>Enclosure and condition for testing</b>	<b>Test yerleri ve koşulları</b>		
ISO 554-1974	Standard atmospheres for conditioning and/or testing - Specifications	Test koşulları için standard atmosfer - İstenen değerler (özellikler) { 1013 mbar, 20°C, %65 bağıl nem }		1
ISO 558-1980	Conditioning and testing - Standard atmospheres - Definitions	Test ortamı (koşulları) - Standard atmosfer - Tanımlamalar		2
ISO 3205-1976	Preferred test temperatures	Tercih edilen test sıcaklıkları		2
<b>TC 131</b>	<b>Fluid power systems</b>	<b>Akışkan güç sistemleri</b>		
ISO 1219-1976	Fluid power systems and components - Graphic symbols Bilingual edition	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Grafik semboller İki dili kapsayan yayın	= 2917 : 1977	23
ISO 2944-1974	Fluid power systems and components - Nominal pressures	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Anma basınçları		1
ISO 3320-1975	Fluid power systems and components - Cylinder bores and piston rod diameters - Metric series	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindir delikleri ve piston kolu (rod) çapları - Metrik seri		2
ISO 3322-1974	Fluid power systems and components - Cylinders- Nominal pressures	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindirler - Anma basınçları		1

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO3601/1-1978	Fluid systems - O-rings - Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and size identifications code	Akışkan sistemleri - Oring'ler - Bölüm 1 : İç çaplar, kesitler, toleranslar ve boyut tanımlama talimatı (kuralı)		3
ISO 4393-1978	Fluid power systems and components - Cylinders - Basic series of piston strokes	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindirler - Piston stroklarının temel serisi		2
ISO4394/1-1980	Fluid power systems - Cylinder barrels - Part 1: Requirement for steel tubes with specially finished bores	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindir gövdeleri - Bölüm 1 : Özel işlenmiş delikleri olan çelik borular için icaplar		9
ISO 4395-1978	Fluid power systems and components - Cylinders - Piston rod thread dimensions and types	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindirler - Piston kolu (rod) dış boyutları ve tipleri		2
ISO 4397-1978	Fluid power systems and components - Connectors and associated components - Outside diameters of tubes and inside diameters of hoses	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Konnektörler (Birleştirme parçaları) - Hortumların iç çapları ve boruların dış çapları		1
ISO 4399-1977	Fluid power systems and components - Connectors and associated components -Nominal pressures	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Birleştirme (Bağlantı) parçaları - Hortumların iç çapları ve boruların dış çapları		1
ISO 4400-1980	Fluid power systems and components - Three pin electrical plug connector - Characteristics and requirements	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Üç pinli elektrik fiş konnektörü - Karakteristikleri ve gerekenler	= 6361 : 1983	4
ISO 4414-1982	Pneumatic fluid power - Recommendation for the application of equipment to transmission and control systems	Pnömatik akışkan gücü - Transmisyon ve kontrol sistemlerinde kullanılan ekipmanların uygulama tavsiyeleri		25
ISO5599/1-1978	Pneumatic fluid power - Five port directional control valves - Mounting surfaces - Part 1 : General	Pnömatik akışkan gücü - Beş delikli yön kontrol valfleri - Montaj yüzeyleri - Bölüm 1 : Genel		5
ISO 6099-1980	Fluid power systems and components - Cylinders - Identification code for mounting dimensions and mounting types	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Silindirler - Montaj boyutları ve montaj tipleri için tanımlama talimatı (kuralı)		45
ISO 6149-1980	Fluid power systems and components - Metric ports - Dimensions and design	Akışkan güç sistemleri ve komponentleri - Metrik delikler - Ölçüler ve dizayn (düzenleme)		2

ISO Numarası	Standardın İngilizce Adı	Standardın Türkçe Anlamı	BS Karşılığı	Sayfa
ISO 6431-1983	Pneumatic fluid power - Single rod cylinders with detachable mountings - 10 bar (1000 kPa) series - Bores from 32 to 320 mm - Mounting dimensions	Pnömatik akışkan gücü - Tek taraflı (piston kollu) sökülebilir montajlı silindirler - 10 bar serisi - 32 mm'den 320 mm'ye kadar delik çapı - Montaj ölçüleri	≠ 4862 (Ayrıca 8-25 mm delik çapı için ISO 6432)	9
ISO 6437-1982	Pneumatic fluid power systems - Cylinder barrels - Requirement for non-ferrous metallic tubes	Pnömatik akışkan güç sistemleri - Silindirler - Demir olmayan metallerden silindir gövdeleri için icaplar (gerekler)	= 5242 : Part 2 : 1983	6
<b>TC 153</b>	<b>Valves</b>	<b>Valfler</b>		
ISO 4126-1981	Safety valves - General requirements	Emniyet valfleri - Genel kurallar		9
ISO 5208-192	Industrial valves - Pressure testing for valves	Endüstriyel valfler - valfler için basınç testi		9
ISO 5209-1977	General purpose industrial valves - Marking	Genel maksatlı endüstriyel valfler - Markalama	= 5418 : 1979	2
ISO 5752-1982	Metal valves for use of in flanged pipe systems - Face to face and centre to face dimensions	Flanşlı borular için kullanılan metal valfler (vanalar) - Yüzeyden yüzeye ve merkezden yüzeye ölçüler		11

**Tablo 13. İngiliz Standartları (British Standards)**

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 21 : 1973 Pipe threads for tubes and fittings where pressure-tight joints are made on threads A range of jointing threads, size 1/16 to 6, where pressure-tight joints are made by mating taper internal and external threads, or taper external and parallel internal threads. 24 page Gr 7	BS 21 : 1973 Borular ve fittingsler için basınç altında sızdırmazlık özelliği olan boru dişleri Diş anma çapı 1/16'dan 6'ya kadar olan, konik iç ve konik dış dişler veya konik dış ve paralel iç dişlerin kullanılmasıyla, basınç altında sızdırmazlık sağlanan boru dişleri.	Basınçlı hava endüstrisinde konik dış (erkek) ve paralel iç dişler (delik dişleri) kullanarak sızdırmaz bağlantı sağlamak tercih edilmektedir. (Mini pnömatik silindir üreticileri 1/16" yerine M5 delik açmayı tercih etmişlerdir.) ± ISO 7
BS 143 & 1256 : 1968 Malleable cast iron and cast copper alloy screwed pipe fittings for steam, air, water, gas and oil Materials, tests and dimensions of plain and reinforced fittings suitable for working pressures of up to 150 lbf/in <sup>2</sup> (10 bar) for steam, air, gas and oil. 56 page A5 size Gr 7	BS 143 ve 1256 : 1968 Buhar, hava, su, gaz ve yağ için, dövülebilir dökme demir ve dökme bakır alaşımından yapılmış dişli fittingsler 150 lbf/in <sup>2</sup> (10 bar) çalışma basıncına kadar, buhar, hava, gaz ve yağ için düz yada takviyeli fittingslerin malzemeleri, test edilmesi ve boyutları.	± ISO 49
BS 673 : 1984 Shanks for pneumatic tools and fitting dimensions of chunk bushing Sizes, definitions of tools of appliances, designation numbers applicable to various appliances. 12 page Gr 7	BS 673 : 1984 Pnömatik aletlerde kullanılan sapların ve sap yuvalarının boyutları	= ISO 1180
BS 864 Capillary and compression tube fittings of copper and copper alloy	BS 864 Bakır ve bakır alaşımı malzemeden yapılmış kapiler boru ve kompresyon borusu fittingsleri	
BS 864 : Part 2 : 1983 Specification for capillary and compression fittings for copper tubes. 16 page Gr 7	BS 864 : Bölüm 2 : 1983 Bakır borular için kapiler boru ve kompresyon borusu fittingslerinde istenen özellikler.	Ayrıca BS 2051'i okuyun.
BS 1123 : 1976 Specification for safety valves, gauges and other safety fittings for air receivers and compressed air installations Safety fittings and their installation, materials and construction with special requirements for safety valves, pressure gauges and fusible plugs. Does not refer to the air compressor or to cylinders for independent conveyance of compressed gases. 8 page Gr 5	BS 1123 : 1976 Basınçlı hava tesisleri ve hava tankları için, emniyet valfleri, manometreler ve diğer emniyet fittingslerinde istenen özellikler Emniyet fittingsleri ve onların yerleştirilmesi, emniyet valflerinin, manometrelerin ve diğer emniyet elemanlarının malzemeleri ve özel gereksinimlere göre yapıları.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 1211 : 1958 (1981) Centrifugally cast (spun) iron pressure pipes for water, gas and sewage  Pipes with spigot and socket joint cast in either metal or sand moulds. Class B, field test pressure 400 ft head of water; Class C, 600 ft head of water; Class D, 800 ft head of water. Standard lengths, internal diameters, hydraulic tests and tests for straightness. (Confirmed 1981.) 24 page A5 size Gr 5	BS 1211 : 1958 (1981) Su, gaz ve kanalizasyon için santrifüj demir dökümden yapılmış basınç boruları	± ISO/R 13, ISO/R 49, ISO/R 531
BS 1387 : 1967 Steel tubes and tubulars suitable for screwing to BS 21 pipe threads. 28 page A5 size Gr 5	BS1387 : 1967 BS 21'e göre dış açılmaya uygun çelik borular.	
BS 1501 : Part 1 : 1980 Specification for carbon and carbon manganese steels  Composition and acceptance properties for range of steel plates intended for pressure purposes. 24 pages Gr 7	BS 1501 : Bölüm 1 : 1980 Karbon ve karbon-manganez alaşımli çelikler için istenen özellikler  Basınç maksatlı çelik levhaların bileşimi ve kabuledilebilirliği için gereken özellikler.	± ISO 2604/IV, 2605/I
Addendum No. 1 (1973) to BS 1501 : Part 2 : 1970 Tables of approximate SI unit conversions, accurate conversions should be based on tables in Supplement No. 1 to BS 350 : Part 2. These units should not be used for specification or ordering purposed. 24 pages Gr 7	BS 1501 : Bölüm 2 ( 1970 ) : Ek 1: 1973 BS 1501'deki ölçülerin SI birim sistemindeki karşılıkları...	
BS1501-6 : 1958 Steels for use in the chemical, petroleum and allied industries  1506 Carbon and alloy steel bars for bolting material. Chemical composition, mechanical properties. Numbering system gives broad indication of type of steel. 60 page Gr 8	BS 1501-6 : 1958 Kimya, petrol endüstrileri ve bunlarla bağlantılı endüstriler için çelikler  Cıvata malzemesi olarak, 1506 karbon ve alaşım çelikleri. Kimyasal bileşimleri, mekanik özellikleri. Çelik tipinin anlaşılmasına yardımcı olan numaralandırma sistemi.	



BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 1502 : 1982 Specification for steels for fired and unfired pressure vessels : Sections and bars  General and testing requirements for carbon, carbon-manganese low and medium alloy, and austenitic steel sections and bars for fired and unfired pressure vessels. 20 page Gr 7	BS 1502 : 1982 Alevli yada alevsiz birleştirilmiş basınçlı kaplar için kullanılan çeliklerde istenen özellikler : Profiller ve çubuklar	
BS 1503 : 1980 Specification for steel forgings (included semi-finished forged products) for pressure purposes  Specifies the requirements for carbon-manganese, low alloy ferritic steel martensitic and austenitic stainless steel for pressure purposes. 28 page Gr 7	BS 1503 : 1980 Basınç maksatlı (yarı-tamamlanmış dövme ürünlerde dahil) dövme çeliklerin istenen özellikleri	± ISO 2604/1
BS 1504 : 1976 Specification for steel castings for pressure purposes  Requirements for carbon, low alloy, corrosion resisting, heat resisting and high alloy steel castings for pressure purposes. 28 page Gr	BS 1504 : 1976 Basınç maksatlı çelik dökümler için istenen özellikler	
BS 1571 : Part 1 : 1975 Acceptance tests  Acceptance tests and technical conditions for supply of displacement compressors and certain types of displacement vacuum pumps. Detailed instructions on capacity measurements and power consumption and means of adjusting the measured values to guaranteed conditions. Supersedes with Part 2, BS 726 : 1957 and BS 1571 : 1949. 88 page Gr 7	BS 1571 : Bölüm 1 : 1975 Kabuledilebilirlik (Kabul, Onaylama) testleri  Yerdeğiştirmeli kompresörlerin ve bazı tip vakum pompalarının (fabrika çıkışı yapılabilmesi için gerekli) kabuledilebilirlik testleri ve teknik koşulları (durumları). Kapasite ölçümü, güç sarfiyatı ve garanti koşullarına bağlı değerlerin ölçülmesi için ayrıntılı talimatlar.	Hava ve gaz kompresörleri için uluslararası geçerliliği olan testler.  (Yeni ISO 1217'e göre yenilenmesi gerekecek...)
BS 1571 : Part 2 : 1975 Simplified acceptance tests for air compressors and exhausters  Simplified testing of reciprocating and rotary types including permissible deviations. Pressure and temperature measurements and arrangement of tests. Form of test report and gives adjustment of test results to guarantee conditions. Supersedes BS 726. 20 page Gr 7	BS 1571 : Bölüm 2 : 1975 Hava kompresörleri ve ekzosterler için basitleştirilmiş kabuledilebilirlik testleri  İlerigeri hareketli (Pistonlu) ve döner (vidalı) tipler için izinverilebilir sapmaları kapsayan basitleştirilmiş testler. Basınç ve sıcaklık ölçümleri ve test düzeneği (düzenlemesi). Test raporu ve test sonuçlarını garanti koşullarına göre düzenleme formu.	İngiliz hava kompresörü üreticileri için çıkış (üretimin son aşama) kontrolü niteliğindedir. Orifis (Delik, Meme) vasıtasıyla debi ölçümüne ilişkin, önceki BS 726 içeriğini de kapsar.

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 1701 : 1970 Air filters for air supply to internal combustion engines and compressors other than for aircraft Performance, test methods for by medium, viscous, inertia, centrifugal (cyclone), oil bath, paper element filters; or combinations of any of these types. 40 page A5 size Gr 8	BS 1701 : 1970 İçten yanmalı motorların ve uçak kompresörleri dışındaki kompresörlerin hava emiş filtreleri Filtrasyon maddesi, yapışkan, atalet, siklon, yağ banyosu tipi yada kağıt elemanlı tip veya bunların birleşimi niteliğinde filtrelerin performansı ve test yöntemleri.	
BS 1710 : 1984 Identification of pipelines Colours for identifying pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships. Colour specifications in accordance with BS 4800. 7 page Gr 7	BS 1710 : 1984 Boru hatlarının tanınması Kara tesislerinde ve gemilerde, sıvı yada gaz akışkan taşıyan boruların renk kodları ile tanıtılması.	Basınçlı hava hatları (boruları) için açık mavi (uluslararası nitelikte) standard tanınma rengi olarak belirlenmiştir. ± ISO/R 508
BS 1752 : 1983 Sintered or fritted filters including porosity grading. 8 page Gr 6	BS 1752 : 1983 Sünger gözenekli sinterlenmiş tip filtreler.	
BS 1780 : 1960 Specification for Bourdon tube pressure and vacuum gauges 2 in to 12 in nominal size, maximum scale readings up to 6000 lb/sq in or 6 ton/sq in. Test gauges with concentric scales and industrial gauges with concentric and eccentric scales. Sizes for direct mounting and surface mounting gauges, standard pressure ranges and scale graduations, materials and constructions, dimensions, accuracy, test methods, installation and use, notes on testing apparatus and methods. 60 page A5 size Gr 7	BS 1780 : 1960	Bourdon borusu (tüpü) yöntemi, basınç ve vakum ölçü aygıtları (göstergeleri) için eski İngiliz standardı.
BS 1780 : Part 2 : 1971 Metric units 10 mm to 300 mm, maximum scale readings up to 1000 bar. Test gauges and industrial gauges with concentric scales. Sizes for direct mounting and surface mounting gauges, standard pressure ranges and scale graduations. Materials, constructions, dimensions, accuracy, test methods, installation and use, testing apparatus and methods. 56 page A5 size Gr 7	BS 1780 : Bölüm 2 : 1971 Metrik birimli basınç ve vakum ölçü aygıtları 10 mm ile 300 mm arasında, en yüksek skala değeri 1000 bar'a kadar olan, Bourdon borusu (tüpü) yöntemi basınç ve vakum ölçü aygıtları (göstergeleri). Doğrudan monte edilen ve yüzeye monte edilen tipler için boyutlar, standard basınç aralıkları ve skala taksimatları.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 1965 : Part 1 : 1963 (1983)  Carbon Steel  Specifies leading dimensions, tolerances and materials for 90° and 45° elbows, 180° return bends, equal tees, concentric and eccentric reducers and caps, in carbon steel, for butt-welding on pipes. 4 page A5 size Gr 5	BS 1965 : Bölüm 1 : 1963 (1983)  Karbon çeliği  Boruların uçlarına kaynatılan karbon çeliğinden yapılmış 90° ve 45° dirsekler, 180° U bükümler, T'ler, dirsek redüksiyonlar, düz redüksiyonlar ve kapakların başlıca ölçüleri, toleransları, malzeme ayrıntıları.	
BS 2051 :  Tube and pipe fittings for engineering purposes	BS 2051 :  Mühendislik maksatlı boru/tüp fittingsleri	
BS 2051 : Part 1 : 1973  Copper and copper alloy capillary and compression tube fittings for engineering purposes.  Applies to capillary and compression fittings, Types A and B, in sizes ranging from 4 mm to 42 mm inclusive. These fittings are intended primarily for use with tubes of the outside diameters given in BS 2871 : Part 2. 16 page Gr 7	BS 2051 : Bölüm 1 : 1973  Mühendislik (Makina) maksatlı olarak kullanılan bakır ve bakır alaşımı kapiler ve kompresyon borusu fittingsleri.  4 mm'den 42 mm'ye kadar A ve B tipi kapiler ve kompresyon fittingsleri. Bu fittingsler, öncelikle, BS 2871 : Bölüm 2'de verilen dış çaplara sahip borularla birlikte kullanılmak içindir.	BS 2051 pnömatik kontrol sistemlerinde kullanımı çok yaygın olan bir standardır.
BS 2051 : Part 2 : 1984  Specification for olive type copper and copper alloy compression tube fittings. Gr 6	BS 2051 : Bölüm 2 : 1984  Zeytin yeşili bakır ve bakır alaşımı kompresyon borusu fittingslerinde istenen özellikler.	
BS 2779 : 1973  Pipe threads where pressure-tight joints are not made on threads.  Specifies fastening threads of sizes from 1/16 to 6 (nominal inch sizes) in a metric range of pipe joints where a pressure-tight joint is not required to be made on the thread. 6 page Gr 7	BS 2779 : 1973  Basınç altında sızdırmazlık boru dişleri vasıtasıyla sağlanmayan boru dişleri.  1/16" den 6" e kadar nominal (inç) boyutlu boru dişlerinin metrik ölçüleri.	Pnömatik aletler ve basınçlı hava ekipmanı için nominal (anma) delik ölçüleri. (ISO/R 228 şimdi ISO 228)  ≠ ISO/R 228
BS 2871 : BS 2871 : Part 2 : 1972  Copper and copper alloy tubes for general purposes.  Composition, condition, dimensions, mechanical properties, non-destructive tests. 28 page A5 size Gr 7	BS 2871 : BS 2871 : Bölüm 2 : 1972  Bakır ve bakır alaşımı borular.  Bileşimi, şartları, boyutları, mekanik özellikleri, tahratsız muayeneleri.	≠ ISO/R 196

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 2915 : 1984 Bursting discs and bursting disc assemblies. Simple domed metallic, reverse domed metallic and graphite bursting discs, with their holders. 16 page Gr 7	BS 2915 : 1984 Kırıcı diskleri ve kırıcı disk aksamı.	
BS 2917 : 1977 Specification for graphical symbols used on diagrams for fluid power systems and components. Principles for use of symbols. Symbols to be used on diagrams of hydraulic and pneumatic transmission systems and components. 24 page Gr 7	BS 2917 : 1977 Akışkan güç sistemleri ve komponentlerine ilişkin şemalarda kullanılan semboller.	Kabul edilmiş olan devre şeması sembolleri. = ISO 1219
BS 3059 : Specification of steel boiler and superheat tubes BS 3059 : Part 1 : 1978 2604/III. ISO 1129 Low tensile carbon steel tubes without specified elevated temperature properties. Requirements for seamless and welded carbon steel tubes in one grade of steel for use in boilers at temperatures not excess of 400°C. 8 page Gr 5	BS 3059 : Çelik (buhar) kazanları ve süpersıcaklık (kızgın buhar) boruları BS 3059 : Bölüm 1 : 1978 2604/III. ISO 1129 Yükseltilmiş sıcaklık (dayanımı) özelliği olmayan düşük gerilmeli (dayanımlı) karbon çeliğinden borular. 400°C'yi geçmeyen sıcaklıklarda çalışan buhar kazanlarında kullanılan dikişsiz ve kaynaklı karbon çeliği borularda istenenler.	± ISO 2604/II
BS 3600 : 1976 Specification for dimensions and masses per unit length of welded and seamless steel pipes and tubes for pressure purposes. Metric dimensions and masses applicable to present editions of BS 3601 and BS 3605. 8 page Gr 5	BS 3600 : 1976 Basınç maksatlı olarak kullanılan kaynaklı (kaynatılan) ve dikişsiz çelik boruların boyutları (ölçüleri) ve birim uzunluk başına ağırlıkları.	≠ ISO 336, ± ISO 64
BS 3601 : 1974 Steel pipes and tubes for pressure purposes. 12 page Gr 6	BS 3601 : 1974 Basınç maksatlı çelik borular.	
BS 3602 : Specification for steel pipes and tubes for pressure purposes : carbon and carbon manganese steel with specified elevated temperature properties	BS 3601 : 1974 Karbon ve karbon manganez çeliğinden yapılan yükseltilmiş sıcaklık dayanımına sahip basınç maksatlı çelik borular.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 3602 : Part 1 : 1978 2604/III. ISO 2605/I	BS 3601 : Bölüm 1 : 1978 2604/III. ISO 2605/I	± ISO 2604/II, ISO
Seamless, electric resistance welded and induction welded tubes.	Dikişsiz, elektrik rezistans ve elektrik indüksiyon kaynağı ile kaynatılmış borular.	
Requirements for plain end seamless electric resistance welded and induction welded carbon and carbon manganese steel tubes suitable for pressure purposes. 12 page Gr 6	Düz uçlu, dikişsiz, elektrik rezistans ve elektrik indüksiyon kaynağı ile birleştirilen karbon ve karbon manganez çeliğinden yapılmış basınç maksatlarına uygun borular.	
BS 3602 : Part 2 : 1978 ISO 2605/I	BS 3601 : Bölüm 2 : 1978 ISO 2605/I	± ISO 2604/VI, ISO
Submerged arc welded tubes.	Ark kaynaklı borular.	
Requirements for plain end longitudinally submerged arc welded carbon steel and carbon manganese steel tubes suitable for pressure purposes. 16 page Gr 7	Düz uçlu, boylamasına ark kaynağı yapılmış, basınç maksatlarına uygun karbon ve karbon manganez çeliğinden (kaynaklı, dikişli) borular.	
BS 3606 : 1978 2604/V	BS 3606 : 1978 2604/V	± ISO 2604/II, ISO 2604/III
Specification for steel tubes for heat exchangers.	Isı eşanjörlerinde kullanılan çelik boruların (istenen) özellikleri.	
Requirements for seamless and welded carbon, alloy and austenitic stainless steel tubes for heat exchangers and similar heat exchange equipment. 12 page Gr 7	Isı eşanjörlerinde (değiştirgeçlerinde) ve benzeri ısı değiştirme (aktarma) donanımında kullanılan dikişsiz ve kaynaklı (kaynatılan) karbon, alaşım çelikleri ve östenitik paslanmaz çelikler için gereken özellikler.	
BS 3641 :	BS 3641 :	
Symbols for machine tools	Makina (İmalat) tezgahları için semboller.	
BS 3641 : Part 1 : 1971 (1983)	BS 3641 : Bölüm 1 : 1971 (1983)	Bu sembollerden bazıları basınçlı hava endüstrisinde kullanılmaktadır.
General symbols.	Genel semboller.	± ISO/R 369
Designs, drawings for form of symbols, not dimensional representations; recommendations for proportions in design of symbols, independent of dimensions. 36 page Gr 8	Dizayn ve sembol şekillerinin çizilmesi, ölçekli olmayan gösterimler; boyutlardan (ölçülerden) bağımsız olarak, sembol dizaynının oranlamalı (orantılı) yapılmasına ilişkin tavsiyeler.	
BS 3641 : Part 2 : 1980	BS 3641 : Bölüm 2 : 1980	± ISO 2972
Specification of numerical control symbols.	Sayısal kontrol sembolleri.	
Basic designs for symbols for use on indicator plates of numerically controlled machine tools. 20 page Gr 7	Sayısal olarak kontrol edilen tezgahların gösterge levhalarında (plakalarında) kullanılan semboller için temel dizayn icapları.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 3641 : Part 3 : 1973 (1983) Additional general symbols. Additions to symbols in Part 1. Recommends proportions to be used in design symbols independent of actual dimensions and provides for grouping symbols selected from the same or different sections according to individual requirements. See also PD 6490. (confirmed 1983). 30 page Gr 8	BS 3641 : Bölüm 3 : 1973 (1983) Ek genel semboller.	± ISO/R
BS 3763 : 1976 The International System of units (SI) Basic features of SI as promulgated by Bureau International des Poids et Mesures in 1973. 8 page Gr 5	BS 3763 : 1976 Uluslararası birimler sistemi (SI)	
BS 3928 : 1969 Method for sodium flame test for air filters (other than air supply to i.c. engines and compressors). 60 page Gr 7	BS 3928 : 1969 Hava filtrelerinin sodyum alevi yöntemi ile test edilmesi (içten yanmalı motorların ve kompresörlerin hava emiş filtreleri hariç).	
BS 3974 : Pipe supports.	BS 3974 : Boru destekleri.	
BS 3974 : Part 1 : 1974 Pipe hangers, slider and roller type supports. Covers requirements for the design and manufacture of components for pipe hangers, slider and roller type supports for uninsulated and insulated steel pipes of nominal size 15 mm to 160 mm used for transporting fluids within the temperature range -20°C to +470°C. 52 page Gr 9	BS 3974 : Bölüm 1 : 1974 Askı (Kanca), kızak (yatak) yada makara tipi boru destekleri. 15 mm çapından 160 mm çapına kadar olan ve -20°C'den +470°C'ye kadar sıcaklıklarda çalışan, izole edilmiş yada izole edilmemiş çelik boruların, askı, kızak yada makara tipi destek parçaları için imalat ve dizayn icapları.	
BS 3974 : Part 2 : 1978 Pipe clamps, cages, cantilevers and attachments to beams. Requirements for design and manufacture. Applies to insulated and uninsulated pipes of nominal size 100 mm to 600 mm for transporting fluids within the temperature range -20°C to +470°C. 36 page Gr 8	BS 3974 : Bölüm 2 : 1978 Boru kelepçeleri, kafesleri, kiriş destekleri (kirişe monte edilen kollar ve kiriş uzantıları). 100 mm çapından 600 mm çapına kadar olan ve -20°C'den +470°C'ye kadar sıcaklıklarda akışkan taşımak (iletme) için kullanılan, izole edilmiş yada izole edilmemiş çelik boruların destekleme tertibatı (aksamı) için dizayn ve imalat icapları.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 4231 : 1982 Classification for viscosity grades of industrial liquid lubricants. Covers 18 grades of petroleum lubricants in the viscosity range 2 cSt to 1500 cSt at 40°C. 4 page Gr 4	BS 4231 : 1982 Endüstriyel sıvı yağların viskozite değerlerine göre sınıflandırılması. 40°C'deki viskozite değeri 2 cSt'dan 1500 cSt'a kadar olan petrol esaslı yağların 18 sınıflama değerini kapsar.	= ISO 3448
BS 4368 : Part 1 : 1972 Heavy series. Heavy series couplings are in agreement with the heavy series couplings of DIN 2353 for tubes having outside diameters 6 mm to 50 mm. 44 page A5 size Gr 8	BS 4368 : Bölüm 1 : 1972 Ağır hizmet serisi boru bağlantı parçaları (boru rakorları v.b. parçalar). DIN 2353'e uygun olarak, 6 mm'den 50 mm dış çapına kadar borular için ağır hizmet serisi boru bağlantı parçaları (rakorlar)	Basınçlı hava bağlantıları için çok ağır kaçmakla birlikte, kompresörlerle ilgili sıvıların boru bağlantılarında kullanılmasında fayda var... ± ISO/R 1943-4
BS 4368 : Part 3 : 1974 Type testing. 4 page Gr 3	BS 4368 : Bölüm 3 : 1974 Tip testi.	
BS 4504 : Flanges and bolting for pipes, valves and fittings. Metric series.	BS 4504 : Borular, vanalar ve fittingsler için flanşlar ve civata bağlantıları. Metrik seri.	
BS 4504 : Part 1 : 1969 Ferrous. Specifies circular flanges of steel and grey and malleable cast iron with associated pressure / temperature ratings in the range 2.5 bar to 400 bar. 76 page Gr 9	BS 4504 : Bölüm 1: 1969 Demir flanşlar. Çelik, kır dökmedemir yada dövülebilir dökmedemirten yapılma, 2.5 bar'dan 400 bar'a kadar basınç ve sıcaklık değerlerine göre düzenlenmiş dairesel flanşlar.	
BS 4504 : Part 2 : 1969 Copper alloy and composite flanges. Extends BS 4504 to give coverage for integral bossed and composite flanges in nominal pressures 6 to 40 bar and nominal sizes up to 1800 mm. 30 page Gr 8	BS 4504 : Bölüm 2 : 1974 Bakır alaşımı ve karışık malzemeli flanşlar.	
BS 4518 : 1982 Specification for metric dimension of toroidal sealing rings ('O' rings) and their housings. Specifies dimensions and tolerances of toroidal sealing rings for hydraulic and pneumatic applications in static and dynamic situations. Also specifies the appropriate housing dimensions when at pressures up to 100 bar. 24 page Gr 7	BS 4518 : 1982 Daire kesitli sızdırmazlık halkalarının (O-Ring'lerin) ve yuvalarının metrik ölçüleri. Hidrolik ve pnömatik uygulamalarda, statik ve dinamik çalışma durumlarına göre, dairesel kesitli sızdırmazlık halkalarının ölçü ve toleransları. Ayrıca, 100 bar'a kadar basınç değerleri için, uygun yuva (O-Ring yuvası) ölçüleri.	İngiltere'deki (Britanya Kırallığı'ndaki) basınçlı hava donanımı üreticilerinin en yaygın olarak kullandığı metrik O-ring standardı. İsveç standardından uyarılma (alınma).

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 4622 : 1970 (1983) Grey iron pipes and fittings. Specifies grey iron pipes and fittings with spigots, sockets or flanges, test and working pressures, dimensions. Includes tables of pipes and fittings data and appendices giving BS 10 flanges and interconnection details for metric to inch spigots and sockets. Metric version of BS 78 : Part 1 and 2, BS 1211 and BS 2035. 64 page A5 size Gr 7	BS 4622 : 1970 (1983) Gri (Kır, Siyah) demir borular ve fittingsler.	± ISO/R 13
BS 4862 : Mounting dimension of single rod double acting 10 bar pneumatic cylinders.	BS 4862 : Tek piston kollu, çift yönde etkili 10 bar çalışma basınçlı pnömatrik silindirlerin montaj ölçüleri.	BS 4862 Avrupadaki pnömatrik silindir imalatçıları tarafından kabul edilmiş montaj ölçülerini içerir.
BS 4862 : Part 1 : 1983 Specification for cylinders up to 25 mm bore. Specifies interchangeability dimensions for four mounting styles of cylinder with bores in the range 8 mm to 25 mm. 4 page Gr 3	BS 4862 : Bölüm 1 : 1983 25 mm delik çapına kadar silindirlerde istenen ölçüler. 8 mm'den 25 mm'ye kadar delik çapı olan silindirler için, dört montaj stiline göre değiştirilebilen montaj ölçüleri.	≠ ISO 6432
BS 4862 : Part 2 : 1983 Specification for cylinders, 32 mm bore and over, with detachable mountings. Specifies interchangeability dimensions for seven mounting styles of cylinder with bores in the range 32 mm to 320 mm for operation at ambient temperatures of -20°C to 70°C. 12 page Gr 6	BS 4862 : Bölüm 2 : 1983 32 mm ve daha büyük delik çaplı silindirler için sökülebilir montaj ölçüleri. 32 mm'den 320 mm'ye kadar delik çapı ve -20°C ile +70°C arasında ortam sıcaklıklarında çalışan silindirler için, yedi montaj stiline göre değiştirilebilen montaj ölçüleri.	≠ ISO 6431
BS 5118 : 1980 Specification for rubber hoses for compressed air. Specifies requirements for three types of hoses with design working pressure of 10 bar, 16 bar and 25 bar for compressed air use. 4 page Gr 2	BS 5118 : 1980 Basınçlı hava için kullanılan kauçuk (lastik) hortumlarda istenen özellikler. 10, 16 ve 25 bar dizayn (çalışma) basıncı için olmak üzere 3 tip hortumda olması istenen özellikler.	≠ ISO 2398
BS 5150 : 1974 Cast iron wedge and double disk gate valves for general purposes. Covers the range of nominal diameters DN 10 to 1000 in nominal pressure ratings PN 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 16 and 25. 16 page Gr 7	BS 5150 : 1974 Genel maksatlar için, dökmedemir kamalı ve çift diskli sürgülü vanalar. PN 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 16 ve 25 nominal basınç dereceleri (değerleri) için, DN 10'dan DN 1000 nominal (anma) çaplarına kadar olan vanaları kapsar.	



BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5151 : 1974 Cast iron gate (parallel slide) valves for general purposes. Covers the range of nominal diameters DN 40 to 1000 in nominal pressure ratings PN 10, 16 and 25. 12 page Gr 6	BS 5151 : 1974 Genel maksatlar için, sürgülü (paralel sürgülü) dökmedemir vanalar. PN 10, 16 ve 25 nominal basınç dereceleri (değerleri) için, DN 40'dan DN 1000 nominal (anma) çaplarına kadar olan vanaları kapsar.	
BS 5152 : 1974 Cast iron globe and globe stop and check valves for general purposes. Nominal diameter range DN 10 to 450 and nominal sizes 1/2 to 6 for nominal pressure ratings PN 6, 10, 16 and 25. 16 page Gr 7	BS 5152 : 1974 Genel maksatlar için, dökmedemir globe (yuvarlak) vanalar, globe kesme ve çek (geridönüşsüz) valfler. Nominal çapları DN 10'dan 450'ye kadar, nominal boyutları 1/2 inç'den 6 inç'e kadar olan globe (yuvarlak) vanaların/valflerin PN 6, 10, 16 ve 25 basınç dereceleri (değerleri) için gerekli ölçü ve özellikleri.	
BS 5153 : 1974 Cast iron check valves for general puposes. Nominal diameter range DN 10 to 1000 and nominal sizes 1/2 to 6 for nominal pressure ratings PN 6, 10, 16 and 25. 16 page Gr 7	BS 5153 : 1974 Genel maksatlar için dökmedemir çek valfler. Nominal çapları DN 10'dan 1000'e kadar, nominal boyutları 1/2 inç'den 6 inç'e kadar olan çek valflerin PN 6, 10, 16 ve 25 basınç dereceleri için gerekli ölçü ve özellikleri.	
BS 5154 : 1983 Copper alloy globe, globe stop and check, check, and gate valves for general purposes. Nominal diameter range DN 10 to 80 and nominal sizes 1/4 to 3 or 10 mm to 54 mm for nominal pressure ratings PN 16, 20, 25, 32 and 40. 20 page Gr 7	BS 5154 : 1983 Genel maksatlar için, bakır alaşımı globe (yuvarlak) vanalar, globe kesme ve çek (geridönüşsüz) valfler, çek valfler ve sürgülü valfler. Nominal çapları DN 10'dan 80'e kadar, nominal boyutları 1/4 inç'den 3 inç'e kadar yada 10 mm'den 54 mm'ye kadar olan valflerin (vanaların) PN 16, 20, 25, 32 ve 40 basınç dereceleri (değerleri) için gerekli ölçü ve özellikleri.	
BS 5155 : 1984 Specification for butterfly valves. Double flanged and wafer type butterfly valves for nominal pressures up to PN 40 and class 300, sizes DN 40 to DN 2000. 12 page Gr 6	BS 5155 : 1984 Kelebek vanalar. Nominal boyutları DN 40'dan 2000'e kadar, nominal basınçları PN 40'a kadar olan kelebek vanalarda istenen ölçü ve özellikler.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5156 : 1974 Screw down diaphragm valves for general purposes. Nominal diameter range DN 10 to 300 and nominal size ¼ to 3 for nominal pressure ratings PN 6, 10 and 16. 12 page Gr 6	BS 5156 : 1974 Diyaframlı vanalar (valfler). Nominal çapları DN 10'dan 300'e kadar, nominal boyutları ¼ inç'den 3 inç'e kadar olan diyaframlı vanaların (valflerin) PN 6,10 ve 16 basınç dereceleri (değerleri) için istenen ölçü ve özellikleri.	Revizyon altında (Değişiklik yapıyor)...
BS 5157 : 1974 Steel gate (parallel slide) valves for general purposes. Nominal diameter range DN 40 to 600 for nominal pressure ratings PN 16, 25, 40, 60 and 100. 20 page Gr 6	BS 5157 : 1974 Genel maksatlar için, sürgülü (paralel sürgülü) çelik vanalar. Nominal çapı DN 40'dan 600'e kadar olan sürgülü vanaların, PN 16, 25, 40, 60 ve 100 nominal basınç dereceleri (değerleri) için istenen ölçü ve özellikleri.	
BS 5158 : 1974 Cast iron and carbon steel plug valves for general purposes. Straight-way valves of nominal pressure (PN) designations of 10 to 100 bar, both ends flanged in accordance with the appropriate tables of BS 4504 nominal diameters (DN) 10 to 600, or with internal screw threads in accordance with BS 21, nominal sizes ¼ to 4. 14 page Gr 7	BS 5158 : 1974 Genel maksatlar için, dökmedemirden ve karbon çeliğinden konik valfler (vanalar). PN 10'dan 100'e kadar nominal basınç dereceleri (değerleri) için, her iki ucu flanşlı olan ve BS 4504 deki tablo ile uyumlu, DN 10'dan 600'e kadar çaplarda yada BS 21'e uygun, ¼ inç'den 4 inç'e kadar nominal boyutlu, içten dış açılmış, düz yollu vanalar.	
BS 5159 : 1974 Cast iron and carbon steel ball valves for general purposes. Nominal diameter range DN 10 to 600 and nominal sizes ¼ to 4 for nominal pressure ratings PN 10, 16, 25, 40, 64 and 100. 16 page Gr 7	BS 5159 : 1974 Genel maksatlar için, dökmedemirden ve karbon çeliğinden küresel vanalar. PN 10'dan 100'e kadar nominal basınç dereceleri (değerleri) için, DN 10'dan 600'e kadar çaplarda küresel vanalar.	
BS 5160 : 1977 Specification for flanged steel globe valves, globe stop and check valves for general purposes. Valves in nominal size range DN 10 to 450 with flanged ends to BS 4504 for Pressure range PN 16 to 40. 8 page Gr 5	BS 5160 : 1977 Genel maksatlar için, flanşlı çelik globe (yuvarlak) vanalar, globe kesme ve çek (geridönüşüz) valfler. Nominal çapları DN 10'dan 450'ye kadar olan flanşlı globe (yuvarlak) vanaların/valflerin PN 16'dan 40'a kadar basınç dereceleri (değerleri) için gerekli ölçü ve özellikleri.	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5169 : 1975 Fusion-welded steel air receivers. Design rules and construction and inspection requirements for three classes of receiver. Maximum design pressures for Class I (unlimited), Class II (35 bar) and Class III (17.5 bar) vessels. Supersedes BS 487 : part 1 and 2 and BS 1099. 40 page Gr 9	BS 5169 : 1975 Eritme kaynağı yapılmış çelik hava depoları. Dizayn kuralları, konstrüksiyon ve üç sınıfa göre, depoların kontrol icapları. Sınıf I (sınırsız), Sınıf II (35 bar) ve Sınıf III (17.5 bar) için maksimum dizayn basınçları. BS 487 : Bölüm 1 ve 2'nin ve BS 1099'un yerine geçmiştir.	
BS 5242 : Tubes for fluid power cylinder barrels	BS 5242 : Akışkan güç silindirlerinin gömlekleri olarak kullanılan borular.	
BS 5242 : Part 1 : 1975 Steel tubes with specially finished bores. Mechanical properties, dimensional requirements, tolerances, surface texture and technical delivery conditions for tubes for use as barrels for fluid power cylinders. 8 page Gr 5	BS 5242 : Bölüm 1 : 1975 Özel olarak delik açılmış çelik borular. Akışkan güç silindirlerinin gömlekleri için, mekanik özellikler, boyut (ölçü) gereksinimleri (icapları), toleranslar, yüzey yapısı ve teknik sevk (taşıma) koşulları.	
BS 5242 : Part 2 : 1983 Specification for non-ferrous metallic tubes with specially finished bores. Mechanical properties, dimensional requirements, tolerances, surface texture and technical delivery conditions for tubes for use as barrels for fluid power cylinders. 8 page Gr 5	BS 5242 : Bölüm 2 : 1983 Özel olarak delik açılmış demir alaşımı olmayan metal borularda istenen ölçü ve özellikler.	= ISO 6537
BS 5242 : Part 3 : 1978 Steel tubes with specially finished surfaces for telescopic application for use in the mining industry. Requirements for the special finish of the outside of tubes intended for use as barrels of fluid power telescopic cylinders. 8 page Gr 5	BS 5242 : Bölüm 3 : 1978 Madencilik endüstrisinde teleskobik silindir uygulamaları için kullanılan, içi ve dışı özel olarak işlenmiş çelik borular. Teleskobik silindir gömleklerinin özel olarak işlenmiş dış yüzeyleri için gerekli ölçü ve özellikler.	3. ve 4. bölümler pnömatik silindirlerle ilgili olmamakla birlikte, genel olarak kullanılmayan boyutlar (ölçüler) için referans alınabilir.

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5242 : Part 4 : 1981 Specification for steel tubes with specially finished surfaces for general telescopic applications.  Specifies requirements which are additional to those in BS 5242 : Part 1, for round steel tubes that are applicable when the tube is used as an inner or intermediate stage of a telescopic cylinder assembly. 4 page Gr 2	BS 5242 : Bölüm 4 : 1981 Genel teleskobik silindir uygulamaları için kullanılan, içi ve dışı özel olarak işlenmiş çelik borular.	
BS 5344 : 1976 Methods for acceptance tests for rotary and percussive pneumatic tools.  Acceptance tests and technical conditions for supply of pneumatic tools. Includes a simplified test for percussive tools that have been type approved by a full acceptance test. 16 page Gr 7	BS 5344 : 1976 Döner ve darbeli (vurmalı, çakmalı) pnömatik aletlerin kabul testi yöntemleri.	± ISO 2787
BS 5409 : Part 1 : 1976 Full plasticized nylon tubing types 11 and 12 for use primarily in pneumatic installations.  Light and normal duty grades in a range of nominal outside diameters from 4 to 28 mm, for use with pneumatic installations and for fluid transfer. 8 page Gr 5	BS 5409 : Part 1 : 1976 Pnömatik tesislerde (tesisatda) kullanılan tip 11 ve tip 12 (tam plastik niteliğinde) naylon hortumlar (borular).  Hafif ve normal hizmet maksatlı, dış çapları 4 mm'den 28 mm'ye kadar olan, pnömatik tesislerde (tesisatda) ve akışkan taşımak için kullanılan naylon boruların (hortumların) istenen ölçü ve özellikleri.	
BS 5418 : 1979 Specification for marking of general purpose industrial valves.  Specifies mandatory and optional markings for valves and states the manner of applying the markings. 4 page Gr 2	BS 5418 : 1979 Genel amaçlı endüstriyel valflerin (vanaların) işaretlenmesi (markalanması).	= ISO 5209

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5500 : 1982 Unfired fusion welded pressure vessels. Materials and design stresses; design calculations for scantling of cylindrical and spherical shells, domed and flat ends, openings and branch connections, bolted flanged connections, tube plates; manufacturing procedures, tolerances, welding; inspection, non-destructive and pressures testing for 3 categories of construction subject to internal or external pressure. 355 page	BS 5500 : 1982 Alevsiz eritme kaynaklı basınçlı kaplar. Malzemeler ve dizayn gerilimleri; silindirik ve küresel kısımların, düz uçların (kapakların) ve bombelerin dizayn hesaplamaları, açıklıklar ve branş bağlantıları, cıvatalı flanşlı bağlantılar, silindir levhaları (saçları), imalat prosedürleri, toleranslar, kaynak, kontrol, iç basınca yada dış basınca karşı çalışan kapların 3 konstrüksiyon kategorisinde tahribatsız muayene ve basınç testi.	
BS 5543 : 1978 Vacuum technology - Graphical symbols. For convenience for drawings, recommended positions of inlets and outlets to devices. 16 page Gr 7	BS 5543 : 1978 Vakum teknolojisi - Grafik semboller	= ISO 3753
BS 5555 : 1981 Specification for SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units. Recommendations and advice on using and selecting units of the International System (SI) in industry and technology. Describes the system and lists certain other units which may be used in conjunction with it. 16 page Gr 7	BS 5555 : 1981 SI birim sistemi. SI birimlerinin katlarına ve diğer bazı birimlere ilişkin tavsiyeler.	= ISO 1000
BS 5579 : 1978 Standard reference conditions for measurement of petroleum liquids and gases. Conditions of temperature and pressure for petroleum measurement identical with ISO 5024 are specified with an additional UK requirement for humidity of gases. 2 page Gr 1	BS 5579 : 1978 Petrol esaslı sıvıların ve gazların ölçümleri için standard referans koşulları. ISO 5024 ile aynı ve britanya krallığı (İngiltere) için gazlarının içerdiği nem ölçümü de katılmış, sıcaklık ve basınç koşulları.	± ISO 5024
BS 5600 : Powder metallurgical materials and products	BS 5600 : Metalurjik tozlar ve toz (öğütülmüş) ürünler	

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5600 : Section 3.5 : 1979 Determination of bubble test pore size for permeable sintered metal materials. Method for determining the pore size of filters. 6 page Gr 3	BS 5600 : Bölüm 3.5 : 1979 Geçirgen biçimde sinterlenmiş metal malzemeler için gözenek (delik) büyüklüğünün kabarcık testi ile bulunması. Filtrelerin gözenek (delik) büyüklüğünün bulunma yöntemi.	Basınçlı hava filtrelerinin geçirgenlik derecesi (hassasiyeti) için referans olan standard. = ISO 4003
BS 5719 : Part 2 : 1979 Method of measurement of ultimate pressure. Methods to ensure that measurements of performance characteristics of positive displacement vacuum pumps are carried out by uniform procedures and under uniform conditions. 4 page Gr 2	BS 5719 : Bölüm 2 : 1979 Son (Nihai) basınç değerlerinin ölçülme yöntemi. Düzgün/Düzenli koşullarda ve düzgün/düzenli prosedürlere göre, pozitif yerdeğiştirmeli (ötelemeli) vakum pompalarının performans karakteristiklerinin ölçülmesini sağlayan yöntemler.	= ISO 1607/II
BS 5758 : Vapour vacuum pumps.	BS 5758 : Buhar vakum pompaları.	
BS 5758 : Part 1 : 1980 Method of measurement of volume rate of flow (pumping speed). Methods to ensure that measurements of the performance characteristics of vapour vacuum pumps are made by uniform procedures and under uniform conditions. 4 page Gr 3	BS 5758 : Bölüm 1 : 1980 Akış miktarının (pompalama hızının) ölçülme yöntemi. Düzgün/Düzenli koşullarda ve düzgün/düzenli prosedürlere göre, buhar vakum pompalarının performans karakteristiklerinin ölçülmesini sağlayan yöntemler.	= ISO 1608/I
BS 5791 : Glossary of term for compressors, pneumatic tools and machines	BS 5758 : Bölüm 2 : 1979 Kompresörler, pnömatik aletler ve makinalar için terimler.	= ISO 1608/II
BS 5791 : Part 1 : 1979 General. 4 page Gr 3	BS 5791 : Bölüm 1 : 1979 Genel. (4 sayfa, Fiyatlandırma derecesi 3)	= ISO 3857/I
BS 5791 : Part 2 : 1979 Compressors. Technical terms relating to compressors. 4 page Gr 2	BS 5791 : Bölüm 2 : 1979 Kompresörlerle ilgili terimler.	= ISO 3857/II
BS 5791 : Part 3 : 1984 Pneumatic Tools and Machines.	BS 5791 : Bölüm 3 : 1984 Pnömatik aletler ve makinalar.	= ISO 3857/III

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 5914 : 1980 Methods of calibrating leak-detectors of the mass-spectrometer type used in the field of vacuum technology. Specifies procedures for determining a sensitivity figure for mass-spectrometer type leak detectors. 12 page Gr 6	BS 5914 : 1980 Vakum teknolojisi alanında kullanılan kütle spektrometresi tipi kaçak dedektörlerinin kalibrasyon yöntemleri.	= ISO 3530
BS 6005 : 1981 Specification for moulded transparent polycarbonate bowls used in compressed air filters and lubricators Requirements for the manufacture, inspection, testing and labelling of pressure-containing (10 bar and exceptionally 16 bar) compressed air filter and lubricator bowls which are moulded in transparent polycarbonate. Appendix gives guidance on proper installation, use and maintenance of units fitted with these bowls. 4 page Gr 3	BS 6005 : 1981 Basınçlı hava filtreleri ve yağlayıcılar için kullanılan, şeffaf polikarbonat kaplar Şeffaf polikarbonat basınçlı hava filtresi ve yağlayıcı kapları için imalat, kontrol, test ve etiketleme koşulları. Bu kapların kullanılması ve monte edildiği ünitelerin bakımı konusunda açıklamalar eklenmiştir.	
BS 6066 : 1981 Specification for thermoplastic hoses for compressed air Requirements for two types of textile reinforced thermoplastic hoses with working pressures of 10 bar and 16 bar. 4 page Gr 2	BS 6066 : 1981 Basınçlı hava için kullanılan termoplastik hortumlar 10 bar ve 16 bar çalışma basıncına göre imal edilmiş tekstil takviyeli termoplastik hortumlarda olması istenen özellikler.	= ISO 5774
BS 6077 : 1981 Specification for dimensions of quick release couplings of the screwed type and those of the 'O'-ring and the insert associated with them. 8 page Gr 5	BS 6077 : 1981 Vidalı tip çabuk değiştirmeli (ayrılmalı) kaplinler (rakorlar), bunların O-ring'leri ve diğer parçaları.	= ISO 2861/2
BS 6244 : 1982 Code of practice for stationary air compressors Established standards for the safe design, construction, installation and operation of stationary and skid-mounted air compressors for general use. Specifies requirements to help minimize compressor accidents and defines general safety practices for the field. Potential hazards associated with compressors are listed and detailed. 20 page Gr 7	BS 6244 : 1982 Sabit hava kompresörleri için emniyetli uygulama talimatı Genel kullanım için sabit ve kızak montajlı kompresörlerin emniyetli dizayn, konstrüksiyon, yerleştirme ve çalıştırma standardını oluşturur. Kompresör kazalarını en aza indirecek icapları düzenler ve iş yerindeki genel emniyet uygulamalarını açıklar. Potansiyel hasarların (yaralanmaların) listelenmesi ve açıklanması.	= ISO 5388

BS Number and Description	BS Numarası ve Tanım	Açıklama
BS 6323 : Specification for seamless and welded tubes for automobile, mechanical and general engineering purposes.	BS 6323 : Otomobil endüstrisi, mekanik ve genel mühendislik amaçlı kullanılan dikişsiz ve kaynatılan tip borularda olması istenenler.	
BS 6323 : Part 1 : 1982 General requirements covers the general requirements for all steel tubes specifies in Part 2 to 8 of this British Standard which collectively superded BS 980: 1950, BS 1775 : 1964, BS 3014 : 1958. 16 page Gr 7	BS 6323 : Bölüm 1 : 1982 Genel icaplar.	Sekiz bölümlük seriden oluşan standard sıcak ve soğuk işlenmiş dikişsiz boruları kapsar.
BS 6362 : 1984 Stainless steel tubes for screwing in accordance with BS 21. 4 page	BS 6362 : 1984 BS 21 ile uyumlu dış açılan paslanmaz çelik borular.	
BS : PD 5686 : 1978 Handbook and Special Issues. The use of SI Units Provides for industry the internationally-agreed advice on the use of the SI Units given in ISO 1000. Gives introductory and explanatory information for British readers, including details of the EEC Directives on units of measurement. Incorporates information from ISO 1000. 28 page Gr 5	BS : PD 5686 : 1978 El kitapları ve özel yayınlar. SI Birimlerinin kullanılışı Britanya (İngiliz) endüstrisi için (okuyucular) ISO 1000'de verilen SI Birimleri ile ilgili uluslararası kabul görmüş tavsiyeleri içerir; ölçü birimleri üzerine EEC direktiflerinin ayrıntılarını kapsayan tanıtıcı ve açıklayıcı bilgiler verir.	≠ ISO 1000



**Tablo 14. BCAS'dan Temin Edilebilecek Yayınlar****BCAS Yayınları**

- \* Guide to the Selection & Installation of Compressed Air Services (3. baskı)
- \* Buyers Guide to Compressed Air Plant & Equipment (Parasız)
- \* BCAS broşürü (Parasız)
- \* A guide to Compressor Noise Reduction
- \* A comparizon of Sound Power Levels from Portable Air Compressors based upon Test Methodologies adopted by US (EPA) and CEC (Parasız)

**Trade & Technical Press Yayınları**

Aşağıdaki kitaplar Trade & Technical Press yayını olmakla birlikte, BCAS'dan alınabilir:

- \* Pneumatic Handbook (6. baskı)
- \* Pneumatic Technical Data Volume 3
- \* Principles of Pneumatic
- \* Pneumatic Circuits and Low Cost Automation
- \* Pneumatic Engineering Calculations
- \* Applied Hydraulics & Pneumatics in Industry
- \* Hydraulic & Pneumatic Cylinders

**PNEUROP Yayınları**

Aşağıdaki yayınlar İngilizce, Fransızca ve Almanca basılmış olup; ayrıca, 5601 sayılı yayın İtalyanca, İspanyolca ve İsveççe basılmıştır.

**Not:** Yüksek vakum ekipmanları ile ilgili PNEUROP tavsiyeleri (5607, 5608, 5615, 6602, 6606 sayılı yayınlar v.b.) o konu ile ilgili (Tablo 12'deki) Uluslararası Standardlar'ın (ISO'nun) TC 112 gurubuna ilişkin temel (başlıca) dökümanlardır.

5601	Compressors, Classsification & Glossary of Technical Terms
5604	Measurement of Sound from Pneumatic Equipment
5607	Vacuum Pumps, Rules of Acceptance Part II (Vapour Pumps)
5608	Vacuum Pumps, Rules of Acceptance Part III (Turbomolecular Pumps)
5615	Vacuum Pumps, Rules of Acceptance Part IV (Sputter Ion Pumps)
56172	Graphical Sembols for Control and Instrument Panels on Rock Drilling Rigs
6601	Applications of National Standards for acceptance and capacity measurement of Steam Jet Compressors
6602	Vacuum Pumps, Rules of Acceptance Part I (Positive Displacement Pumps - Roots Pumps)
6603	Compressed Air Dryers - Specification & Testing
660420	CAGI/PNEUROP - Recommendation for Performance Statements for Packaged Air Compressors of Displacement Type
660520	CAGI/PNEUROP - Recommendation for Performance Correction for Liquid-Injected Displacement Type Rotary Compressors
6606	Vacuum Flanges & Connections. Dimensions
6607	A Simplified Method for Air Volume flow rate measurement by means of circular arc venturi nozzles
6610	Test Procedure for the Measurement of Vibration from hand held (portable) Power Driven Grinding Machines
66110	Compressed Air for General Use Part I : Quality Classes (See also CETOP RP 83 P) Part II : Methods for determination of oil in Compressed Air, etc.
66120	Acceptance Specification for Liquid Ring Vacuum Pumps

Aşağıdaki yayınlar İngilizce'dir; bunların Almanca baskısı istenirse temin edilebilir.

56112	Code of Practice, Reciprocating Compressors for the Process Industry
56122	Data Sheets for 56112
56132	Code of Practice, Turbo Compressors for the Process Industry
56142	Data Sheets for 56132
56182	Code of Practice, Screw and Related Compressors for the Process Industry
56192	Data Sheets for 56182

Aşağıdaki yayınlar sadece İngilizce'dir.

- \* Vibrations in Pneumatic Hand Held Tools - Investigation on Hand held Grinding Machines
- \* Vibrations in Pneumatic Hand Held Tools - Investigation on Hand held Percussive Tools
- \* PNEUROP Safety Recommendations for the Use and Operation of Portable Air Compressors
- \* PNEUROP Safety Recommendations for the Use and Operation of Stationary Air Compressors
- \* PNEUROP Pamphlet 'Pneumatic Tools - Safety in Operation'
- \* PNEUROP Committee No. 8 Noise Levels of Pneumatic Equipment used on Building Sites. Regulation in Europe and USA relating to such noise (1974 statüsüne göre, BCAS tarafından yayımlandı)
- \* PNEUROP SC8 Working Group Report on PNEUROP Sound Test Code (background and Experience of its application)

### CETOP Yayınları

Aşağıdaki yayınlar İngilizce, Fransızca ve Almanca basılmış olup; '(PN)' sembolü PNEUROP/CETOP birleştirilmiş tavsiyelerini ve 'H' eklemesi hidrolik uygulamalarını içeren dökümanları gösterir.

**Not:** Yüksek vakum ekipmanları ile ilgili PNEUROP tavsiyeleri (5607, 5608, 5615, 6602, 6606 sayılı yayınlar v.b.) o konu ile ilgili (Tablo 12'deki) Uluslararası Standardlar'ın (ISO'nun) TC 112 gurubuna ilişkin temel (başlıca) dökümanlardır.

R1	Units (obsolete but of interest for history of units) { <i>ISO 5388 esaslı</i> }
R2	Classification of Fluid Power Terms and Documents
R4P	Pneumatic Cylinders, suggested Data for inclusion as a minimum of Manufacturers' Technical Sales Literature
RP 5P	Specification for Pneumatic Cylinders
RP 6P	Pipe Coupling for Pneumatic Piping - Coupling Thread
RP 7P	Pneumatic Cylinders, recommended minimum relation of Port Size (thread) to Cylinder Bore (in part superseded by ISO 3320 etc.)
RP 19 to	Recommended data for inclusion in Manufacturers'
RP 30P	Technical Sales Literature
RP 19P	Pneumatic directional control valves
RP 20P	Pneumatic flow control valves
RP 21P	Pneumatic pressure control valves
RP 22P	Pneumatic shuttle, non-return and quick exhaust valves
RP 23P	Pneumatic pressure intensifiers
RP 24P	Pneumatic rectilinear piston type cylinders
RP 25P	Pneumatic filters and water traps
RP 26P	Lubricators
RP 19P	Pneumatic directional control valves
RP 27P	Air Dryers
RP 28P	Connections
RP 29P	Pneumatic quick-action couplings
RP 30P	Pneumatic rotating and telescopic joints
RP 32P	Subplates for pneumatic directional control valves
RP 33P	Graphical Symbols and definitions for operation of logic and related functions in fluid logic circuits { <i>Çıkacak olan ISO 5784 Bölüm 1 esaslı</i> }

- RP 34P Coupling for Industrial air hoses - 10 bar  
RP 38P Guidance on relation between port threads and pipe hose diameters  
RP 40PN Hose couplings, claw type  
RP 41 Hydraulic and Pneumatic Circuits, circuit diagrams  
RP 43P Pneumatic Cylinders 10 bar, mounting dimensions (bores 32 - 100 mm) and addendum  
RP 49P Technological symbols for fluid logic and related devices with and without moving parts  
RP 50P Flow capacity value of pneumatic components  
RP 51P Pneumatic cylinders, basic data  
RP 52P Pneumatic cylinders, operating conditions and mounting dimensions (bores 8 to 22 mm)  
RP 53P Pneumatic cylinders, operating conditions and mounting dimensions (bores 125 to 320 mm)  
RP 54P Specification for Polyamide Tubing 11 and 12 for pneumatic transmissions  
RP 57P Pressure Relief Valves - recommended data for inclusion in manufacturers' technical sales literature  
RP 59P Pneumatic Quick Action Couplings - 10 bar plug dimensions and revision 1980  
RP 68 Identification Code of Ports and Operators of Pneumatic Control Valves  
RP 71 Quantities, Symbols and Units of the International System (SI) to be user for Fluid Power  
RP 76 Outside Diameters for Tubes in Fluid Power Applications  
RP 79P Specification for non-ferrous pneumatic cylinder tube  
RP 80 Cone Type Connection - 24° - for Fluid Power Tubes and Hoses  
RP 81H Compatibility of Hydraulic Fluids with Elastomeric materials  
RP 82P Response Time Characteristics of Pneumatic directional Control Valves  
RP 83P Characteristics of the Pressure Medium to be supplied to Pneumatic  
RP 85P Characteristics of Pneumatic Components  
RP 100 Hydraulic & Pneumatic Fluid Power Glossary { 1976, ISO 5598 esaslı }  
RP 101 Lexicon of Terms from Hydraulic & Pneumatic Fluid Power Glossary RP 100  
RP 102P Rod end clevis for Pneumatic Cylinders  
RP 103P Rod end bearing for Pneumatic Cylinders  
RP 107P Fixed Pivot bracked for Pneumatic Cylinders

**Tablo 15. Uluslararası Birimler Sistemi (SI)**

Uluslararası Birimler Sistemi Komitesi (CIPM) birimleri üç sınıfa ayırarak düzenlemiştir:

- \* Temel Birimler
- \* Ek Birimler
- \* (Temel Birimlerden) Türetilmiş Birimler

*Uluslararası Birimler Sistemi'ne göre temel birimler:*

**Tablo 15.1**

Ölçü	Birim	Sembol
uzunluk	metre	m
kütle	kilogram	kg
zaman	saniye	s
elektrik akımı	ampere (amper)	A
termodinamik sıcaklık	kelvin	K
ışık yoğunluğu	candela (kandela)	cd
madde (molekül) miktarı	mole (mol)	mol

*Uluslararası Birimler Sistemi'ne göre ek (temel) birimler:* Düzlemsel açı için radyan (rad), katı cisim açısı (dolu açı) için steradyan (sr) birimi kullanılır.

*Uluslararası Birimler Sistemi'ne göre (temel ölçülerden, hesaplamalara bağlı olarak) türetilmiş birimler:*

**Tablo 15.2**

Ölçü	Birim	Sembol	Formül (Birimsel)
frekans	hertz	Hz	1 Hz = 1 s <sup>-1</sup>
kuvvet	newton	N	1 N = 1 kg*m*s <sup>-2</sup>
basınç ve çekme	pascal	Pa	1 Pa = 1 N*m <sup>-2</sup>
iş, enerji, ısı	joule	J	1 J = 1 N*m
güç	watt	W	1 W = 1 J*s <sup>-1</sup>
elektrik gerilimi	volt	V	1 V = 1 W*A <sup>-1</sup>
elektrik sığası	farad	F	1 F = A*s*V <sup>-1</sup>
elektrik direnci	ohm	Ω	1 Ω = 1 V*A <sup>-1</sup>
endüktans	henry	H	1 H = 1 V*s*A <sup>-1</sup>

İş ve ısı enerjisi birimi olarak joule (J) kullanılmasına karşın, döndürme momenti (tork) birimi olarak newton metre (N\*m) kullanılması tavsiye edilir.

Yukarıdaki birimlerin Uluslararası Birim (Ölçü) Sistemleri Komitesince belirlenmiş olmasına karşılık, bu birimlerin belirttiği ölçülerle ilgili (kullanılmaya devam edilmesi uygun görülen) diğer birimler şunlardır:

**Tablo 15.3**

Ölçü	Birim	Sembol	Tanım
zaman	dakika	min (dk)	1 dk = 60 s
	saat	h (saat)	1 saat = 60 dk
	gün	d (gün)	1 gün = 24 saat
hacim	litre	L (*)	1 L = 1 dm <sup>3</sup>
akışkan basıncı	bar	bar	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

(\*) 'litre' sembolü ile "l" rakamının karışmaması için "l" yerine "L" kullanılmaktadır.

*SI birimlerinin katları.* Aşağıdaki ön ekler SI birimlerinin katlarını belirtmek için kullanılır:

**Tablo 15.4**

Sembol	Ad	Katsayı
T	tera	10 <sup>12</sup>
G	giga (ciga)	10 <sup>9</sup>
M	mega	10 <sup>6</sup>
k	kilo	10 <sup>3</sup>
h	hecto (hekto)	10 <sup>2</sup>
da	deca (deka)	10 <sup>1</sup>
d	deci (desi)	10 <sup>-1</sup>
c	centi (senti, santi)	10 <sup>-2</sup>
m	mili	10 <sup>-3</sup>
μ	micro (mikro)	10 <sup>-6</sup>
n	nano	10 <sup>-9</sup>
p	pico (piko)	10 <sup>-12</sup>

**Basınçlı Hava Endüstrisinde Kullanılan Birimler**

SI birim sisteminin alternatif birimler kullanmaya izin vermesi; bununla birlikte, karışıklık olmaması için Basınçlı Hava Endüstrisi belirli birimleri standardize etmiştir.

**Tablo 15.5**

Tanım	Birim	Açıklama
Uzunluk (Doğrusal Ölçü)	metre (m) milimetre (mm)	1000 mm'nin üstünde ölçüler için... 1000 mm'nin altında ölçüler için...
Hacim (Not 1'i okuyun)	m <sup>3</sup> litre (L) = desimetreküp (dm <sup>3</sup> )	1000 litre'nin üstünde hacimler için... 1000 litre'nin altında hacimler için...
Depo (Tank) Kapasitesi	m <sup>3</sup> L	1000 litre'nin üstünde hacimler için... 1000 litre'nin altında hacimler için...
Hız (Eksenel Hız)	metre/saniye (m/s)	
Hava Akış Miktarı (Debi) (Not 2'yi okuyun)	m <sup>3</sup> /s L/s dm <sup>3</sup> /s	Büyük kompresörlerde... Küçük kompresörlerde... Pnömatik Kontrol Ekipmanında...
Dönme Hızı (Devir Sayısı)	d/dk (devir/dakika, İngilizce'de 'rpm')	'devir/saniye' pratik olmadığı için...
Kaldırma Kapasitesi	kg yada t	t = ton = 1000 kg (Teoride 'Newton' doğru ama kg ve ton tercih ediliyor...)
Basınç (Not 3'ü okuyun)	bar	1 bar = 100 kPa
Tork	N*m	
İş/Enerji/Isı	Joule (J)	
Güç	W yada kW	HP (yada 'bhp') artık kullanılmıyor...
Özgül Güç Sarfiyatı	kW*s/m <sup>3</sup> = J/dm <sup>3</sup>	
Sıcaklık (Göstergeler için)	derece C	1°C = K - 273.16
Kinematik Viskozite	cSt	1 cSt = 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s

**Basınçlı Hava Endüstrisinde Kullanılan Birimlere İlişkin Notlar:**

**Not 1 :** Kompresör ve havalı alet üreticileri litre'yi tercih ederken, pnömomatik alet üreticileri dm<sup>3</sup>'ü tercih etmektedirler.

**Not 2 :** Belirli koşullar altında serbest hava olarak ifade edilir. Kompresör üreticileri kompresör emişi koşullarına göre değer belirtirken, pnömomatik alet ve kontrol ekipmanı üreticileri standard referans atmosferi'ne (ANR'ye) göre değer belirtir. (Bak. Bölüm 2.36).

**Not 3 :** Aksi belirtilmedikçe, söz konusu olan basınç efektif basınçtır. (Manometre basıncı, atmosfer üstü...)

**Tablo 15.6** İmperyal birimlerden (İngiliz birimlerinden) SI Metrik birimlerine çevirme katsayıları (\*)

İngiliz Birimi	Karşılık olarak bulunacak S.I. birimi	Yaklaşık Çevirme Katsayısı	Hata Yüzdesi
<b>Basınç</b>			
lbf/in <sup>2</sup> yada psig	bar	x 7/100	%1.5
inç su sütunu	milibar (mbar)	x 10/4	%0.6
Tons/in <sup>2</sup>	bar	x 1000/7	%7.5
Tons/ft <sup>2</sup>	bar	x 1	%1.5
<b>Kuvvet (Ağırlık)</b>			
Pound kuvvet	newton (N)	x 4	%10
<b>Debi (Akış)</b>			
scfm	L/s yada dm <sup>3</sup> /s	/ 2	%5.9
scfm	m <sup>3</sup> /s	/ 2000	%5.9
ft <sup>3</sup> /h	L/s yada dm <sup>3</sup> /s	x 8/1000	%1.7
<b>Tork</b>			
Pounds. Feet (lbf.ft)	Newton metre (N.m.)	x 3/2	%10
Pound. Inches (lbf.in)	Newton metre (N.m.)	/ 10	%11
<b>Güç</b>			
Beygircü (hp)	kilowatt (kW)	x 3/4	%0.6
<b>Kütle</b>			
Pound (lb)	Kilogram (kg)	/ 2	%10
Ton (2240 lb)	ton (t)	x 1	%1.6
<b>Hacim</b>			
Gallon (UK)	litre (L)	x 5	%10
Pint (UK)	litre (L)	x 6/10	%5.6
Akışkan ounce'u (UK)	Mililitre (ml)	x 3/10	%5.6
<b>Doğrusal Ölçü</b>			
Inch (İnç)	milimetre (mm)	x 4/100	%1.6
Feet (Fit)	metre (m)	x 3/10	%1.6
Yard (Yarda)	metre (m)	x 9/10	%1.6

(\*) Tam doğrulukta (hassas) çevirme katsayıları çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. Burada yaklaşık katsayıların verilme nedeni, bir çok durumda yeterli olacak bir doğrulukta, hesap makinası kullanmadan kolay çevirme yapılabilmesine yardımcı olmaktadır.

## ISO 4414 - 1982 EMNİYET İCAPLARI

- A0** Bu açıklamalar ISO 4414'e dayanan pnömatik tesislerle ilgili emniyet icaplarına (gereksinimlerine) ilişkindir. Sadece bu açıklamalara dikkat etmek emniyetli bir sistem oluşturmak için yeterli değildir. Paragraf numaraları ISO 4414'e yapılan eklemede kullanılan numaralardır.
- A1** *Arızaya karşı emniyet yaklaşımı.* Pnömatik devreler dizayn edilirken (kontrol enerjisinin de kesilmesi dahil) çeşitli arızalar dikkate alınmalıdır. Seçilen, uygunlanan, monte edilen ve ayarlanan herşey için; arıza durumunda, ilk önce personel için en yüksek emniyet (koruma) sağlanacak ve sonra ekipmanda en düşük hasar oluşturacak şekilde dizayna gidilmelidir.
- A2** *Uygulama yaklaşımı.*  
 (a) Tüm komponentler üreticisinin belirttiği koşullarda kullanılmalıdır (çalıştırılmalıdır).  
 (b) Sistemin tüm parçaları aşırı yüksek basınca karşı korunmalıdır.  
 (c) Sistem komponentlere kolay erişilebilecek, kolay ayar ve bakım yapılabilecek şekilde kurulmalıdır.  
 (d) Basınç kaybı bir hasar yada yaralanmaya sebep olmamalıdır.  
 (e) Dışarıya atılan (Atmosfere boşaltılan) hava bir hasara yada yaralanmaya yol açmamalıdır.
- A3** *Özel işyeri koşulları.* Satıcı ve alıcı işyeri koşullarını karşılıklı olarak görüşmeli ve sistem bu koşullara uygun olarak dizayn edilmelidir. Gerekli bilgi örnekleri:  
 (a) Yangın riski.  
 (b) Elektrik aygıtları için koruma.
- A4** *Kaldırma önlemleri.*  
 15 kg'dan ağır tüm komponentlerin, donanımın ve makina aksamının kaldırılabilmesi için gerekli tertibat ve (o parça üzerinde) kaldırma noktaları bulunmalıdır.
- A5** *Komponentler.* Aşağıdaki özellikler hava depoları ve benzeri basınçlı hava kapları (hava tankları) üzerinde belirtilmiş olmalıdır:

Komponent	Bilgi ve Etiket	Açıklama
<b>Hava tankları (depoları) v.s. basınçlı kaplar.</b>	Hidrolik test basıncı ve test tarihi, çalışma (dizayn) basıncı, standard'ı, hacmi (kapasitesi), seri numarası.	Yazı aşağıdaki iki yöntemden biri ile yazılabilir: (a) Basınçlı kaba kaynatılmış yada perçinlenmiş metal plaka üzerine yazılmış/basılmış/kazınmış... (b) Basınçlı kabın (nispeten) düşük zorlama altındaki (kapak gibi daha dayanıklı) kısmına yazılmış/basılmış/kazınmış...  Not: Basınçlı kapların silindir kısımlarına (silindir cidarını zayıflatmamak için) yazı basılmaz yada kazınmaz...
<b>A6</b>	<i>Kaplin/Kuplaj muhafazaları.</i> Dönen miller (şaftlar) ve kaplinler personelin yaralanmaması için muhafaza içine alınmalıdır.	
<b>A7</b>	<i>Kayış/Kasnak mekanizması.</i> Kayışla sürülen (hareket verilen) kompresör/motor ünitelerinde şafta yandan (radyal) olarak etkiyen yükler (yeterli kapasitede) karşılanmış (dengelenmiş) olmalıdır. Tüm kayışların hizası, gerginliği ve muhafazası uygun olmalıdır. Kayışlar istendiği gibi (belirli sınırlar -toleranslar- içerisinde kalarak) gerilebilmelidir. Birden çok V kayış kullanılan mekanizmalarda, tüm kayışların (boy ve özelliklerinin) uyumlu olması sağlanmalıdır.	
<b>A8</b>	<i>Basınç emniyeti.</i> Her bir pozitif yerdeğiştirmeli kompresörün çıkış tarafına, maksimum hava (debisi) kapasitesine göre (tüm fazla havayı tahliye edebilecek kapasitede) bir emniyet valfi yerleştirilmelidir. Kompresörle emniyet valfi arasında başka bir valf (vana) olmamalıdır. Çok kademeli kompresörlerde her kademedan sonra aşırı yüksek basınç koruması yapılmalıdır (bulunmalıdır).	

- A9** *Pnömatik silindir piston kollarının burkulma (belverme) direnci.* Strok uzunluğuna, yüke ve montaj koşullarına göre, pnömatik silindirlerin piston kollarının (rod'larının) eğilmemesi yada burkulmaması için (dizayn aşamasında) özel dikkat gösterilmelidir. Silindirlerin rijit (sabit) olmayan montaj koşullarında bu durum özellikle dikkate alınmalıdır. (Piston kolu en uzun -uzamış- pozisyonda iken, aşırı yüklenmeden dolayı burkulabilir.)
- A10** *Montaj cıvataları.* Yere (Tabana) monte edilen silindirlerin sabitleme cıvataları olabilecek tüm kesme (koparma) kuvvetlerini karşılayabilecek boyutlarda seçilmelidir.
- A11** *Yavaşlatma aygıtları.* Silindirlerin uç kısımları yüksek dış yüklerden dolayı görebilecekleri hasardan korunmalıdır.
- A12** *Piston ve piston kolu aksamı.* Pistonlar piston kollarına (rod'lara) gerçek anlamda birleştirilmiş (monte edilmiş) olmalıdır.
- A13** *Yön.* Yönlü pnömatik valflerin doğru yönde (akış yönüne göre) bağlanmış olmasına dikkat edilmelidir.
- A14** *Duruş.* Herhangi bir valf monte edileceği zaman, ağırlık etkisi, valf elamanlarının çarpma (vurma) yada titreşim durumu dikkate alınarak yerleştirilmelidir.
- A15** *Arızaya karşı emniyetli pozisyonu sağlayan valfler.* Herhangi bir aktuatörün kalkış (start), duruş yada kontrol sistemi arızası esnasında pozisyonunu koruyabilmesi için, arızaya karşı emniyet pozisyonu alabilecek şekilde yaylı yada kilitlemeli valfler tarafından kontrol edilmesi gerekir.
- A16** *Aktuatörün hareket kontrolünün bilinmesi.* Valf üzerinde aktuatörün hareketini ne şekilde ve hangi yönde kontrol ettiğinin bilinmesini sağlayacak semboller olmalıdır.
- A17** *Dokunma/Tutma önlemleri.* Sistemi kuran yada donanımı (kullanıcıya) satan, kullanıcı personelin yağlama sıvılarından, zehirli veya vucuda zararlı madde etkilerinden, yangın (yanmış yada yanan madde) etkisinden ve atık maddelerin etkisinden vücudunu korunabilmesi için gerekli bilgileri vermelidir.
- A18** *Hortum Arızası.* Bir esnek hortumda çıkacak arıza (patlama, çatlama) yaralanmaya neden olabilecekse, hortumun emniyetli olması yada muhafaza altına alınması (emniyetli yerleştirilmesi) gerekir.
- A19** *Çalışma (Dizayn) basıncı.* Dizayn basıncı en yüksek hava şebekesi (hattı) basıncının %115'i olmalıdır. (Gerçek kullanma basıncından en az %15 fazla...)
- A20** *Konstrüksiyon özellikleri.* Hava tankları basınç altında iken sökülmeyecek şekilde yapılmalıdır.
- A21** *Hava depoları.*  
 (a) Depo üzerinde dizayn edildiği basınçta depoya giren hava miktarını tamamen (aynı zamanda) boşaltabilecek (karşılayabilecek) boyutlarda emniyet valfi yer almalıdır.  
 (b) Depo üzerinde bir el deliği (kapağı) yer almalıdır. Deliğin kullanılması ile ilgili talimatlar depo üzerinde yada delik önünde belirtilmiş olmalıdır.  
 (c) Depoda basınçlı hava olduğuna ilişkin 'DİKKAT ! BASINÇLI KAP' anlamında bir yazı (ilgili dilde) depo önünde yer almalıdır.  
 (d) Emniyet valfleri ve ölçü aletlerinin (manometrenin ve varsa -depo üzerindeki- diğer ölçü aletlerinin) donmaya karşı korunması yada donma noktasının altında çalışabilecek yapıda olması gereklidir.
- A27** *Parça muhafazaları (koruyucuları).* Filtrelerdeki metalik olmayan hazneler (alt kaplar), separatörler ve yağlayıcılar yaralanmayı önleyecek düzeyde korunmuş (muhafazalandırılmış) olmalıdır.
- A28**
- A29** *Konstrüksiyon emniyeti.* Nihai (Son) soğutucular (Hava soğutucuları) ve kurutucular basınçlı kaplara ilişkin emniyet talimatlarına uygun olarak tesis edilmelidir.
- A30**
- A31** *Emniyet donanımı.* Nihai (son) soğutucuların üzerinde veya doğrudan (vanasız, valfsiz) bağlı olduğu bir giriş/çıkış noktasında emniyet valfi ve manometre yer almalıdır.
- A32** *Basınç regülasyonu.* Pnömatik devrelerdeki basınç regüle edilmelidir. Regülasyon emniyet, ekonomik açıdan iyi bir sistem performansı (ekonomiklik) sağlamak için gereklidir. Regülasyon pnömatik sistemin kendini dengeleyebilmesine (koruyabilmesine) uygun bir yapıya sahip olmalıdır. (Pnömatik sistem dışından müdahale gerekmemelidir.)



- A33** *Besleme havasını kesme valfleri.* Tüm pnömatik sistemlerde ana hava (besleme) hattından gelen havayı keserken, pnömatik sistemdeki basıncı tahliye edebilecek ve kapalı ('OFF') pozisyonda kilitlenebilecek kesme valfleri kullanılması gerekir. Sadece 1.6 bar yada daha düşük değerde basınç olan aktuatör (herhangi bir hava kullanan hareket verme aygıtı yada hava motoru) kullanılmayan ölçü/kontrol devrelerinde, besleme havasının keserken devre havasının (atmosfere) tahliye edilmesi gerekmez.
- A34** *Kurcalama (Bozma) dirençli (aşırı yüksek basınca karşı) koruma tertibatı.* Çalışma basıncının aşılması durumunda, sistemde yaralanmaya (ve ölüme) sebep olabilecek bir hasar ortaya çıkmasını önlemek için, kurcalamaya (bozmaya) karşı dirençli (ayarı bozulamayan yada içi açılmadan çalışması değiştirilemeyen, içten kontrollü v.s.) aşırı yüksek basınç koruyucusu (koruyucu komponent yada tertibat) kullanılmalıdır.
- A35** *Ayarlanabilir kontrol elemanlarında emniyetli çalışma.* Basınç ve debi (akış) kontrol komponentlerinin etiketinde (plaketinde) yada üstünde belirtilen çalışma değerleri dışında değerlere ayarlanarak çalıştırılmasını önleyecek bir tarzda konstrüksiyon gerçekleştirilmelidir.
- A36** *Ayarlanabilir komponentlerde ayar emniyeti.* Ayarlanabilir komponentler reset yapılmadığı sürece ayarlarını koruyabilmelidirler. (Bu özellikte olmayan komponentler kullanılmamalıdır...)
- A37** *Ayarlanabilir komponentlerde ayarın kilitlenmesi.* Ayarlanabilir komponentlerde yapılan ayar kilitlenebilmelidir. (Bu maksatla, komponent üzerinde kitleleme elemanı -parçası- olabileceği gibi, komponent muhafaza içine alınabilir...)
- A38** *Kontrol enerjisinin kesilmesi (arızası).* Pnömatik aygıtlar elektrik, hava yada hidrolik belemeli olarak çalıştırılabilir. Besleme enerjisinin (kaynağının) kesilmesi (arıza yapması) ekipman da hasra ve personelde yaralanmaya yol açmamalıdır. ('Arızaya karşı emniyet yaklaşımı' başlıklı A1 paragrafını okuyun...)
- A39** *Birden çok aygıtın kontrol edilmesi.* Birbiriyle ilişkili olarak, otomatik yada elle kontrol edilerek çalışan aygıtlardan birinin arızalanması tüm donanıma ve personele zarar verebilir. Böyle bir tehlikeyi önlemek için, tüm donanımın çalışmasını durduracak bir kitleleme tertibatı yapılmalıdır. Kitleleme tertibatı çalışmayı keserken, (kendisi de) bir hasara yada yaralanmaya yol açmamalıdır.
- A40** *Dış yüklere karşı koruma.* Aktuatörler üzerine (ters yönden) etkiyen dış yüklerin kabul edilemeyecek basınç artışlarına yol açmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- A41** *Kontrolsüz hareket..* Pnömatik devreler aktuatörlerin kontrolsüz hareket etmelerini önleyecek şekilde kurulmalıdır. (Aktuatörler kalkış (start), kapanma (stop), boşlama, yükleme ve pnömatik arıza durumunda kontrolsüz hareket edebilir.)
- A42** *Sistem kararlılığı.* Sistemde yer alacak komponentlerin çalışma basıncı, sıcaklık ve yük değişimleri karşısında uygulama ihtiyaçlarına göre yeterli düzeyde kararlılığa (dengeli çalışma eğilimine) sahip olması gerekir.
- A43** *Acil stop ve acil karşılama.* maksimum emniyet sağlanabilmesi için, herhangi bir arıza durumunda, sistemde acil stop ve acil karşılama (cevap, tepki) olanağı (kabiliyeti) bulunması gerekir.
- A44** *Acil stop ve acil karşılama kontrolünde olması gerekenler:*
- (a) Kolay tanınabilmeli.
  - (b) Herbir operatör tarafından kolayla ulaşılabilmeli.
  - (c) Kullanılırken (Çalışırken) personele zarar vermemeli.
  - (d) Hemen çalışabilmeli (devreye girmeli).
  - (e) Diğer kontrollerden ve akış (debi) kısımlarından etkilenmemeli.
  - (f) Çalışması için herhangi bir aktuatöre enerji verilmesi gerekmemeli.
  - (g) Tüm emniyet (acil stop) fonksiyonlarının gerçekleşmesi için, tek bir el kontrolü (tek bir butona basmak v.b. işlem) yeterli olmalı.
- A45** *Çevrimin yeniden başlatılması.*
- (a) Acil stop'dan sonra, çevrim yeniden başlatıldığı zaman personele veya ekipmana zarar gelmemelidir.
  - (b) Gerekliyorsa, aktuatörleri start (başlangıç) pozisyonuna almaya yarayan bir yardımcı emniyet kontrolü (kontrol donanımı) yapılmalıdır.
- A46** *El ile kontrol levyelerinin (kollarının) hareketi.* Levyelerin hareket yönü ile levyenin hareketinin sağlayacağı kontrol hareketi (kullanıcı şaşkırtacak biçimde) karışık (ters ilişkili) olmamalıdır. Örneğin: levreyi yukarıya kaldırmak kontrol edilen ekipmanı aşağıya indirmek (aşağıya hareket ettirmek) şeklinde etki yapmamalıdır.

- A47** *El kontrolü üstünlüğü.* Sistem çalışır durumda iken tüm aktuatörler, öncelikle (ve tek tek) el ile (manuel olarak) kontrol edilebilmelidir.
- A48** *İki el ile kontrol.* Makina hareketlerinin sebep olabileceği yaralanmaları önlemek için, bu tip tehlike olan makinalarda personelin (operatörün) iki elini aynı anda kontrol tertibatı üzerinde tutması gerekir. İki el ile (aynı anda) kontrolde olması gereken özellikler:
- Kontrol ekipmanın (donanımın) tüm çevrimi boyunca yada çevrim operatör (personel) için tehlikeli olmaktan çıkana kadar devam etmelidir.
  - Yerleştirme, koruma ve zamanlama öyle bir şekilde düzenlenmelidir ki, operatör iki el ile aynı anda kontrol etmedikçe, makina çalışmamalıdır (hareket etmemelidir).
  - Her iki el kontrolü (manuel kontrol) ancak iki çevrim arasında bırakılabilmeli, aksi takdirde, ekipman (makina aksamı) çalışmamalıdır.
- A49** *El ile kontrol yerleri.* El ile (manuel) kontrol noktaları aşağıdaki gibi belirlenmelidir:
- Kontrol tertibatı operatörün (zorlanmadan) erişebileceği ve normal çalışma pozisyonunu koruyabileceği şekilde (noktalara) yerleştirilmelidir.
  - Operatör kontrol tertibatına erişmek için ekipmanın (donanımın) herhangi bir parçasını döndürmek yada ötelemek (hareket ettirmek) zorunma kalmamalıdır.
  - Donanımla operatörün çalışma hareketlerinin karışmaması gerekir.
- A50** *Pozisyona göre işlem sıralama.* Basınç yada zamanlama hatasından kaynaklanabilecek oluşabilecek işlem sırası arızasının neden olacağı hasar ve yaralanma olaylarına karşı önlem olarak, pozisyona göre işlem sıralama yöntemi tercih edilmelidir.

© British Compressed Air Society 1986