



Hoşgeldiniz

Orhan Ayhan

Orhan_ayhan@festo.com



PNÖMATİK NEDİR?

Pnömatik Nedir?

PNÖMATİK eski Yunancada nefes ya da soluk anlamına gelen “pneuma” kelimesinden türetilmiştir ve günümüzde basınçlı hava yardımıyla hareket ve kuvvet üretimi, aktarımı ve kumandası anlamında kullanılmaktadır.

Pnömatik sistemler atmosfer basıncı üstü ya da altı (vakum) havayla çalışan makine ve cihazlardan oluşur.

Uygulamada pnömatik sistemlerin tümüne “PNÖMATİK” denir.

Pnömatik teknikler genelde önceden üretilen atmosfer basıncı üzerinde bir hava basıncındaki mevcut potansiyel enerjiden yararlanır.

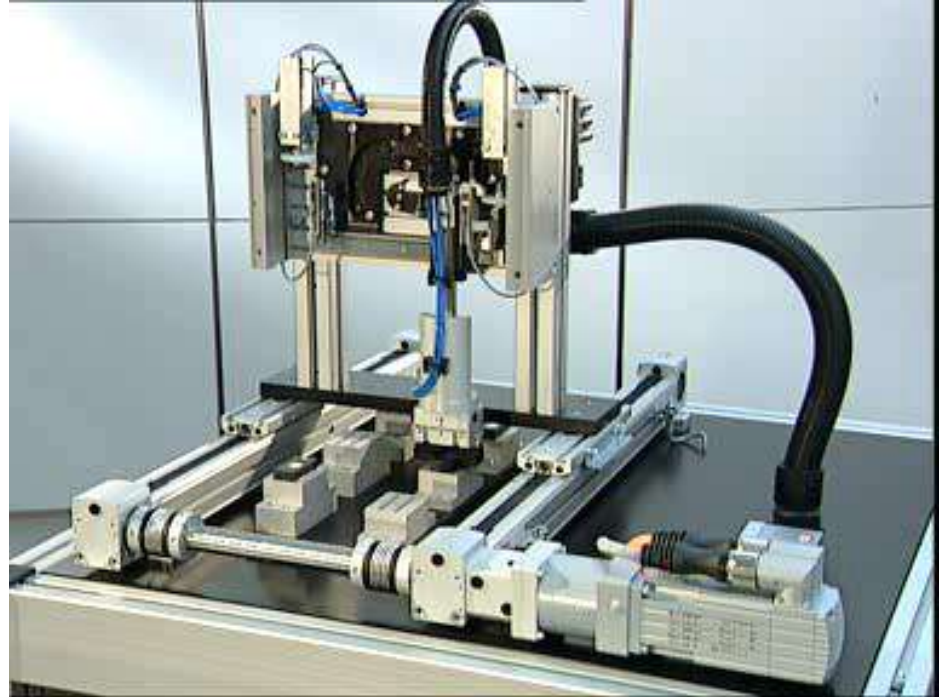
Pnömatik Niçin Kullanılır?

Pnömatik iş yapmak amacıyla kullanılır.

Enerji basınçlı hava tarafından taşınır.

Bu enerji, değişik pnömatik elemanlar yardımıyla işe dönüştürülür.

Pnömatiği amaca yönelik olarak ve doğru uygulayabilmek için, her bir elemanı iyi tanımak, bağlantı olanaklarını ve işlevlerini iyi bilmek gerekir.



Enerji Türleri

İş yaparken kullanılan enerji türleri

- Mekanik enerji
- Hidrolik enerji
- Elektrik enerjisi
- Pnömatik enerji

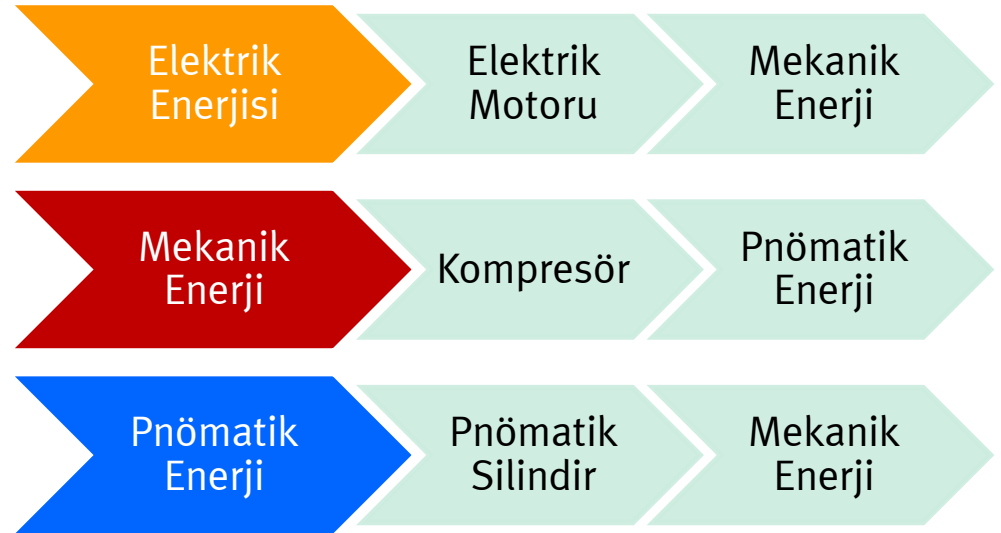


Enerji Dönüşümü

Pnömatik enerji kullanarak iş yapmak için enerji dönüşümlerine ihtiyaç duyulur.

Bu durum zahmetli ve pahalı bir süreci beraberinde getirir.

Elektrik enerjisi ile mekanik enerji elde edilebiliyorsa neden pnömatik enerji tercih edilir?



Sıkıştırılmış Havanın Olumlu Yönleri

- **Taşıma**

- Hava boru hatlarıyla uzun mesafelere kolaylıkla taşınabilir.

- **Depolama**

- Sürekli kompresör çalıştırmaya gerek kalmaz.
- Sıkıştırılmış hava bir tank içerisinde depolanabilir ve ihtiyaca göre boşaltılabilir.
- Hava tankı taşınabilir olabilir.

- **Sıcaklık**

- Sıkıştırılmış hava sıcaklık değişimlerinden göreceli olarak daha az etkilenir.
- Bu durum zor şartlar altında bile güvenilir bir çalışmayı mümkün kılar.



Sıkıştırılmış Havanın Olumlu Yönleri

- **Patlamaya Karşı Güvenli**

- Yangın ya da patlama riski en azdır.
- Patlamaya ya da yangına karşı pahalı koruma önlemlerine gerek duyulmaz.

- **Temizlik**

- Yağsız olarak dışarı atılan hava temizdir.
- Egzoz havası kirlilik yaratmaz.
- Bu sebeple gıda, ağaç işleri ve giyim endüstrilerinde kullanışlıdır.

- **Bileşenler**

- Sistem bileşenleri basit yapıdadır ve dolayısıyla ucuzdur.



Sıkıştırılmış Havanın Olumlu Yönleri

- **Hız**

- Sıkıştırılmış hava yüksek hızlarda çalışma olanağı verir.

- **Ayarlanabilir**

- Sıkıştırılmış hava ile çalışırken hız, kuvvet ve bileşenler her türlü ihtiyaca göre ayarlanabilir.

- **Aşırı Yükleme**

- Pnömatik sistemler ve bileşenleri durma noktasına kadar yüklenebilir dolayısıyla güvenlidir.

Sıkıştırılmış Havanın Olumsuz Yönleri

- **Hazırlama**

- Sıkıştırılmış havanın çok iyi hazırlanması gerekmektedir.
- Havanın içerisinde kir ve yoğuşmuş su bulunmamalıdır.

- **Sıkıştırılabilirlik**

- Hava sıkıştırılabilir olduğundan her zaman aynı sabit piston hızları elde etmek mümkün olmayabilir.

- **Kuvvet Gereksinimi**

- Sıkıştırılmış hava kullanımı sadece belli kuvvet değerlerine kadar ekonomiktir.
- 6-7 barda, mesafe ve hıza bağlı olarak, en fazla 20.000 – 30.000 [Newton] luk kuvvetler oluşturulabilir.

Sıkıştırılmış Havanın Olumsuz Yönleri

- **Gürültü**

- Dışarı atılan hava gürültülüdür.
- Ancak bu sorun susturucularla büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır.

- **Maliyet**

- Sıkıştırılmış hava güç iletimi için göreceli olarak pahalı bir seçimdir.
- Bu yüksek maliyet, ucuz sistem parçaları ve yüksek çalışma performansı ile bir dereceye kadar dengelenmektedir.

Çalışma Ortamlarının Karşılaştırılması

Karakteristik	Pnömatik	Hidrolik	Elektrik
Kullanılabilirlik	2	1	3
Taşınabilirlik	2 (1000 m)	1 (100 m)	3 (∞)
Depolama Maliyeti	3	2	1
Temizlik - Çevre	3	1	2
Parça Maliyeti	3	1	3
Eyleyici Hızı	2	1	3
Eyleyici Kuvveti	2	3	1
Kontrol Edilebilirlik	3	2	1
Ayarlanabilirlik	3	2	1

Çalışma Ortamlarının Karşılaştırılması

Karakteristik	Pnömatik	Hidrolik	Elektrik
Akışkan Hızı	50~100 m/s	4~6 m/s	3×10^8 m/s
Geri Dönüş Hattı	VAR	VAR	YOK
Viskozite	DÜŞÜK	YÜKSEK	YOK
Çalışma Basıncı	3-12 bar	50-300 bar	5 VDC – 380 VAC
Bakım Planlama	3	1	2
Arıza	1	2	3
Güvenilirlik (Çalışma Ömrü)	3	2	2
Aşırı Yükleme Emniyeti	3	2	1
Patlama & Yangın Riski	3	3	3

Çalışma Ortamı Olarak Sıkıştırılmış Hava - Özet

- **Olumlu Yönleri**

- Hava her yerde
- Uzun mesafelere borularla kolayca iletilebilir
- Geri dönüş hattına ihtiyaç yok
- Uzun ömürlü, basit ve ucuz ekipman
- Sıcaklık değişimlerinden etkilenmiyor
- Patlama – yangın riski en az
- Bakım kolay
- Ortama ısı yayılmıyor
- Temiz
- Hızlı

Çalışma Ortamı Olarak Sıkıştırılmış Hava - Özet

- **Olumsuz Yönleri**

- Enerji iletimi için pahalı bir yöntem (şartlandırma maliyeti)
- İyi şartlandırma gereksinimi (havadaki nem)
- Belli kuvvet değerlerine kadar ekonomik
- Havanın sıkıştırılabilir olması ,(düzgün ve sabit hız)
- Gürültülü egzoz (Artık susturucularla önlenebiliyor)
- Yağlama amacıyla havaya eklenen yağın egzozdan dışarı çıkması
- Düşük kuvvetlerle çalışma (en fazla ~3 ton)

Kullanım Alanları

- Robotlar ve otomasyon teknolojisinde
- Şişeleme ve dolum tesislerinde
- Her çeşit valfin kumandasında
- Giyotin bıçakların çalıştırılmasında
- İnşaat, demir-çelik, madencilik, ziraat ve kimya endüstrilerinde silo boşaltma işlemlerinde

Kullanım Alanları

- Zor şartlarda çalışan kapı ve kapakların açılıp kapanmasında
- Dişçi matkaplarında
- Haddeleme, bükme ve çekme gibi şekil verme işlemlerinde
- Beton ve asfaltların sıkıştırılması işleminde
- Malzeme ayırma ve nakliyesinde

Kullanım Alanları

- Takım tezgâhları ve el aletlerinde
- Pulvarizasyon (boya, sprej) işleminde
- Tutma elemanı olarak lehim, kaynak ve yapıştırma işlemlerinde
- Perçinlemede

HAVA

Hava



1 m³ havada bulunanlar aşağıda belirtilmiştir

- 180 milyon adede kadar toz parçacıkları
- 50° C sıcaklıkta 50 g'a kadar su
- 0,03 mg' a kadar yağ
- kurşun, kadmiyum vb gibi çeşitli kimyasallar

Basınçlı havanın hazırlanması

Aşağıda belirtilen şartlar gerçekleştirildiğinde basınçlı hava daha verimli duruma gelir:



Doğru basınç değerinde çalışma

Az yoğuşma olmasının sağlanması



Partiküllerde azalma

Doğru yağın kullanılması



Basıncı havanın hazırlanması



Basıncın hatalı ayarlanması, aşağıda belirtilen sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir:

- ekipmanlarda erken aşınma
- makinede titreşim ve düşük ürün kalitesi
 - daha fazla hava kaçağı
 - yüksek işletme maliyeti

Sistemde çok fazla yabancı **parçacıkların** bulunması aşağıda belirtilen sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir:

- ekipmanlarda erken aşınma
 - basınçta düşme
 - hatlarda tıkanma
 - sistemde arızalanma

Basınçlı havanın hazırlanması



Sistemde **yoğuşma** çok ise, aşağıda belirtilen sonuçlar ortaya çıkabilir:

- korozyon (kimyasal aşınma)
 - hızda düşme
- çamurla tıkanmış hatlar

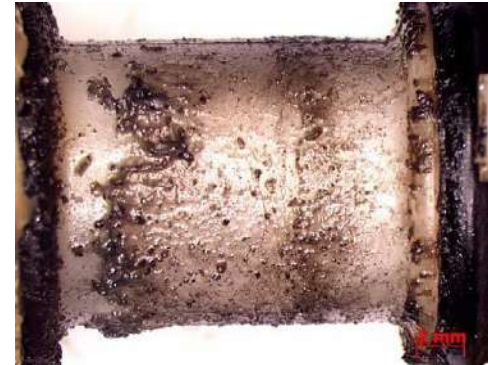
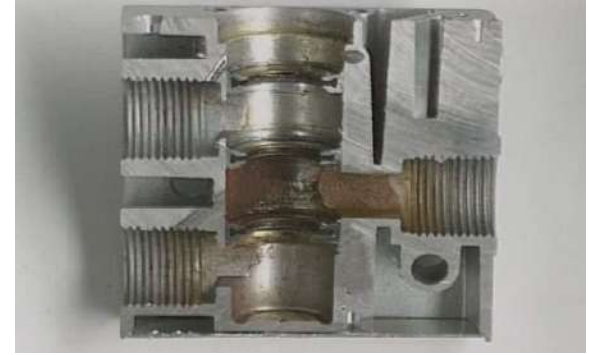


Yağ miktarı veya cinsinin yanlış ayarlanması durumunda, aşağıda belirtilen sonuçlar ortaya çıkabilir:

- ekipmanlarda erken aşınma
- özel yağın çabucak yok olması
 - keçelerde şişme
 - üründe lekelenme

Basınçlı havanın hazırlanması

Basınçlı havanın iyi hazırlanmaması, aşağıda resmi gösterilen sonuçların oluşmasına neden olur:



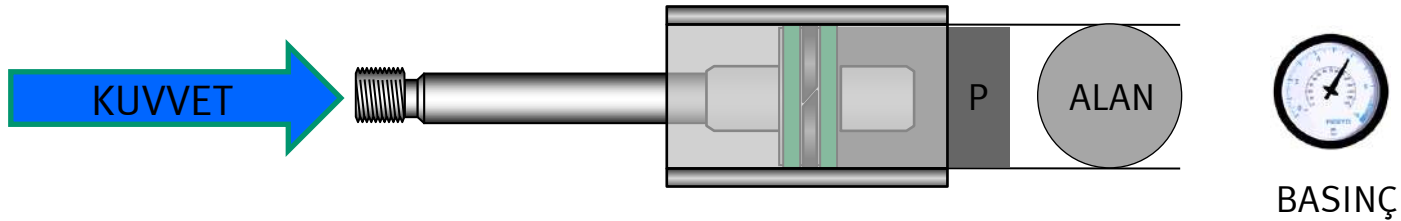
Basınç

Basınç (P), birim alana (A) uygulanan kuvvet (F) olarak tanımlanır.

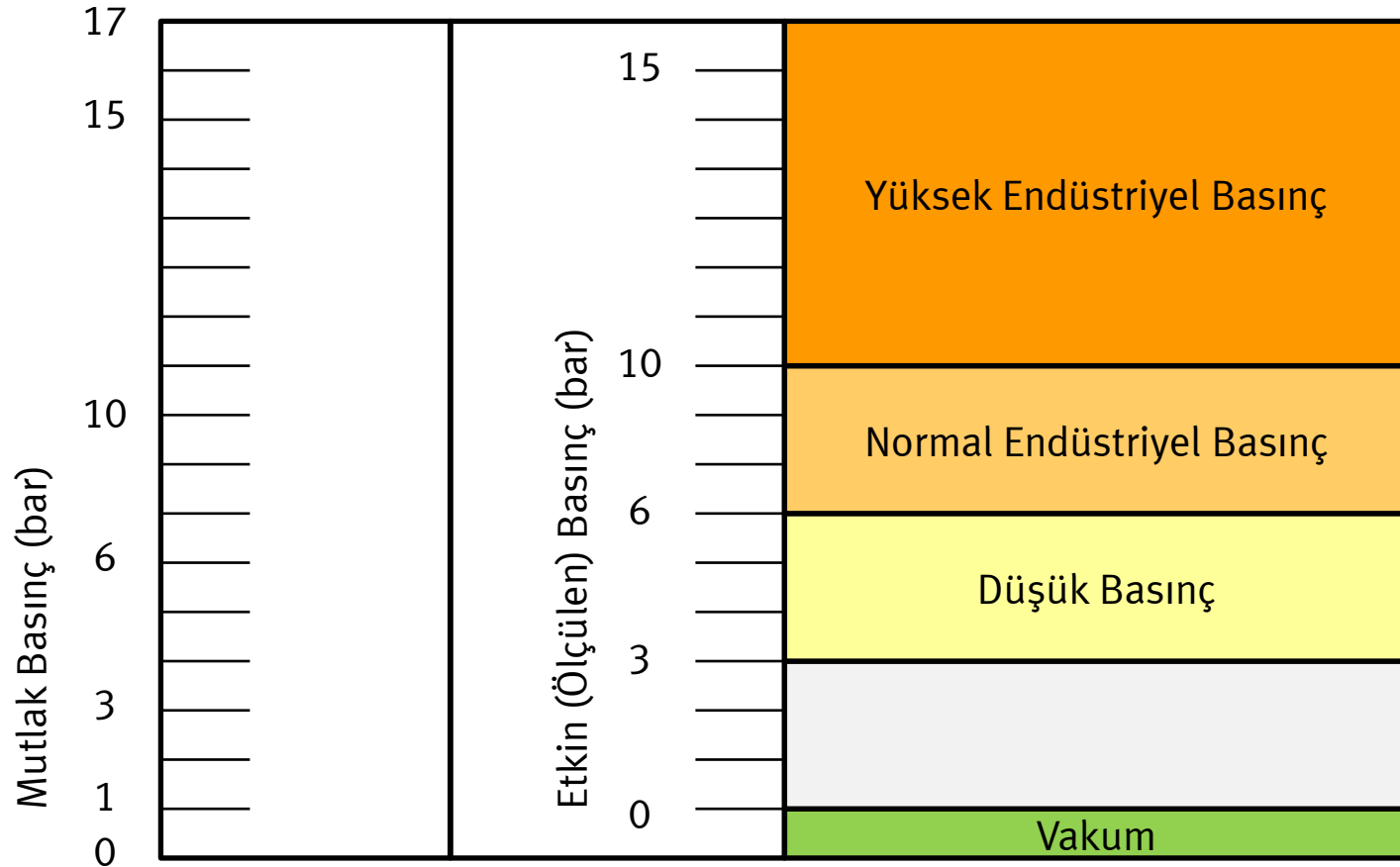
Pnömatikte basınçlı havanın basıncıdır.

Alan, kuvvetin uygulandığı yüzey alanıdır, örneğin pnömatikte bu pistonun alanıdır.

Kuvvet, fizikte, bir nesnenin hızını, yönünü ya da şeklini değiştiren herhangi bir etkiye denir. Pnömatikte ise genel olarak pistonun hareket ettirmek zorunda olduğu kütleye uygulanan etkidir.

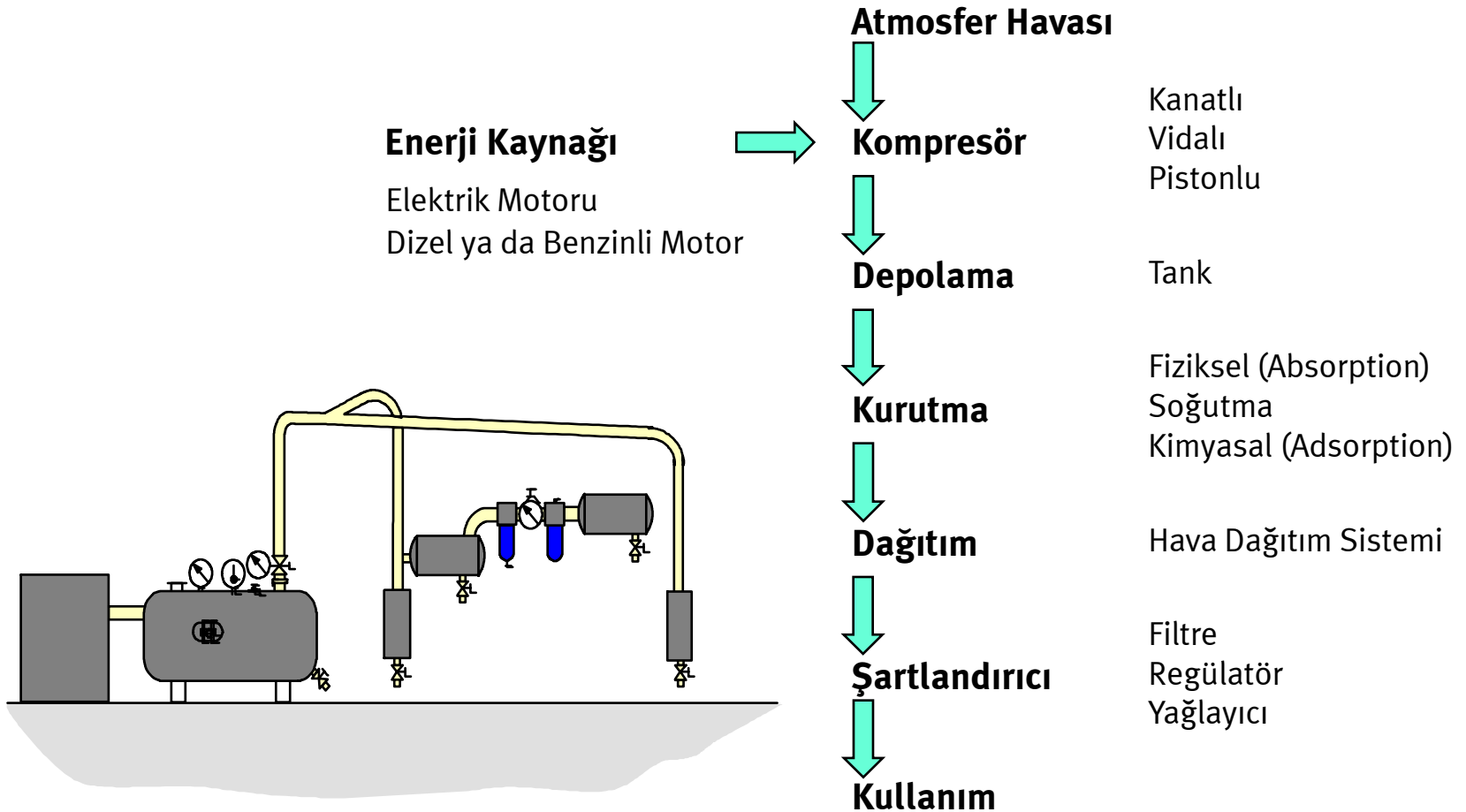


Endüstriyel Basınç



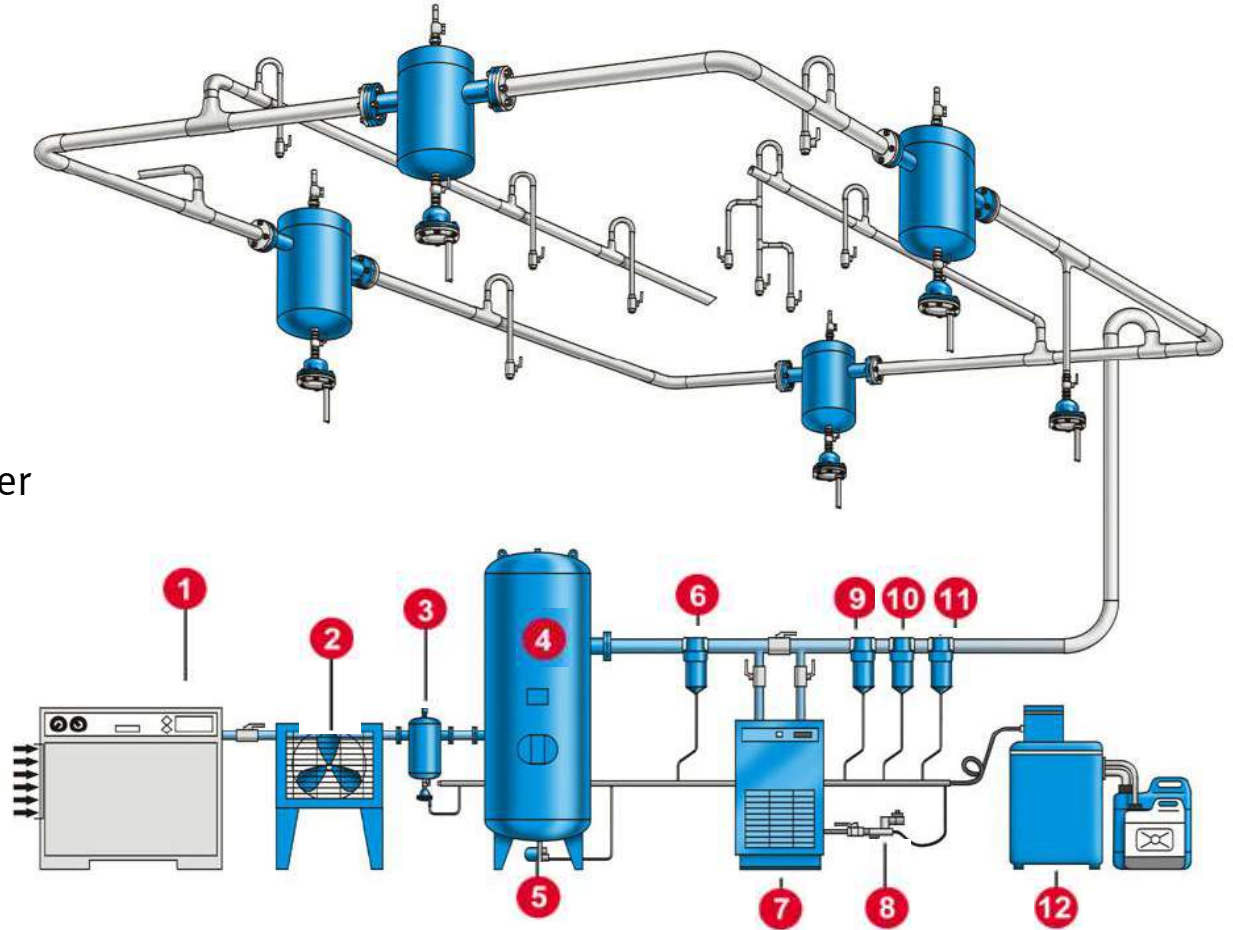
BASINÇLI HAVANIN HAZIRLANMASI VE DAĞITILMASI

Genel Yapı

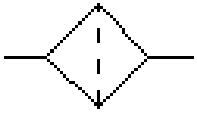


Genel Yapı

- 1 Kompresör
- 2 Soğutucu
- 3 Su ayırıcı
- 4 Hava tankı
- 5 Su tahliye çıkışı
- 6 Ön filtre
- 7 Kurutucu
- 8 Elektronik temizleyici
- 9/10/11 Çeşitli sınıftan filtreler
- 12 Su ve yağ ayırıcı



Basınçlı havanın hazırlanması



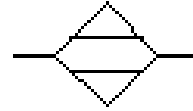
filtre



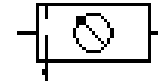
kompresör



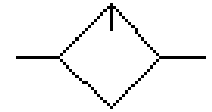
hava tankı



kurutucu



sartlandırıcı



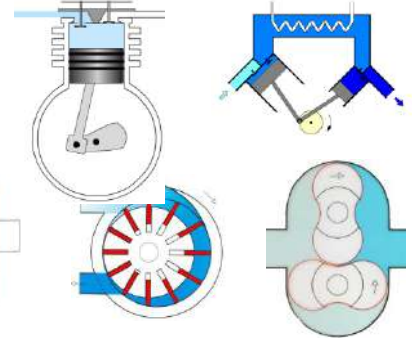
yaglayıcı

Kompresör cinsleri

Pozitif
deplasmanlı

Pistonlu

Döner

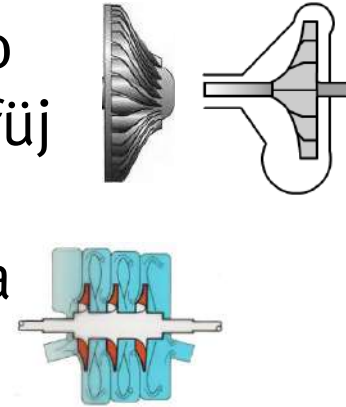


Kompresörler

Dinamik

Turbo
Santrifüj
lü

(Radya
Turbo
Eksenel

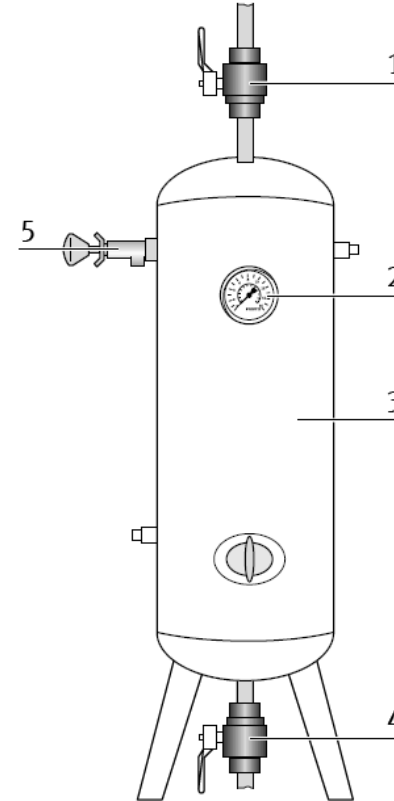


Pozitif deplasmanlı bir kompresörde, belirli miktarda gaz hapsedilip, daha sonra bu gaz kompresörün çıkış tarafına nakledilir.

Dinamik kompresörler, dönmekte olan çarklarından elde ettikleri açısıl momentumlarını kullanarak yüksek basınçlı bir hava akımı oluştururlar.

Hava Tankı

- 1 Çek valf, basınçlı havanın sistemden hava tankına, geriye doğru kaçmasını önler.
- 2 Manometre, hava tankındaki basıncın değerini gösterir.
- 3 Basınçlı havanın depolandığı tank gövdesi
- 4 Basınçlı hava, hava tankında soğumaya başlayınca, hava içindeki rutubet de su olarak yoğunlaşmaya başlar. Suyu almak üzere, tahliye valfinin düzenli olarak açılması gerekmektedir, aksi takdirde, tankın hacmi küçülür, tanka daha az hava dolmaya başlar.
- 5 Emniyet valfi, arıza olması durumunda, basıncın ayarlandığı üst bir sınır değeri aşmasını engeller.

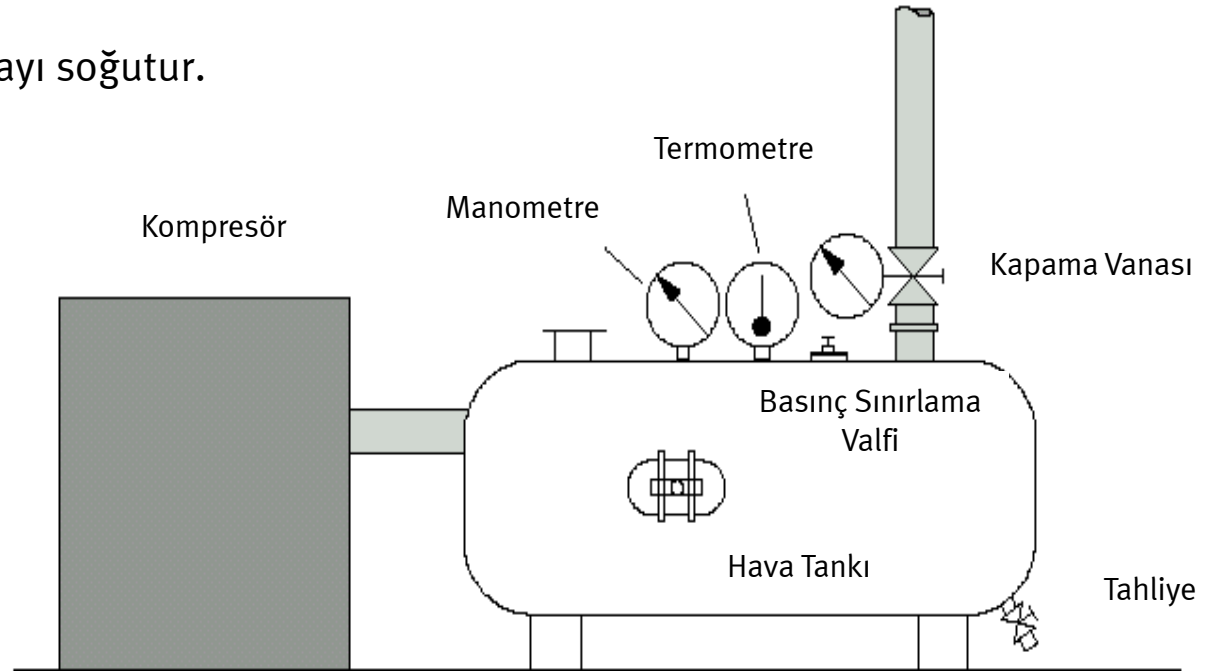


- 1 Çek valf
- 2 Manometre
- 3 Hava tankı
- 4 Tahliye valfi
- 5 Emniyet valfi

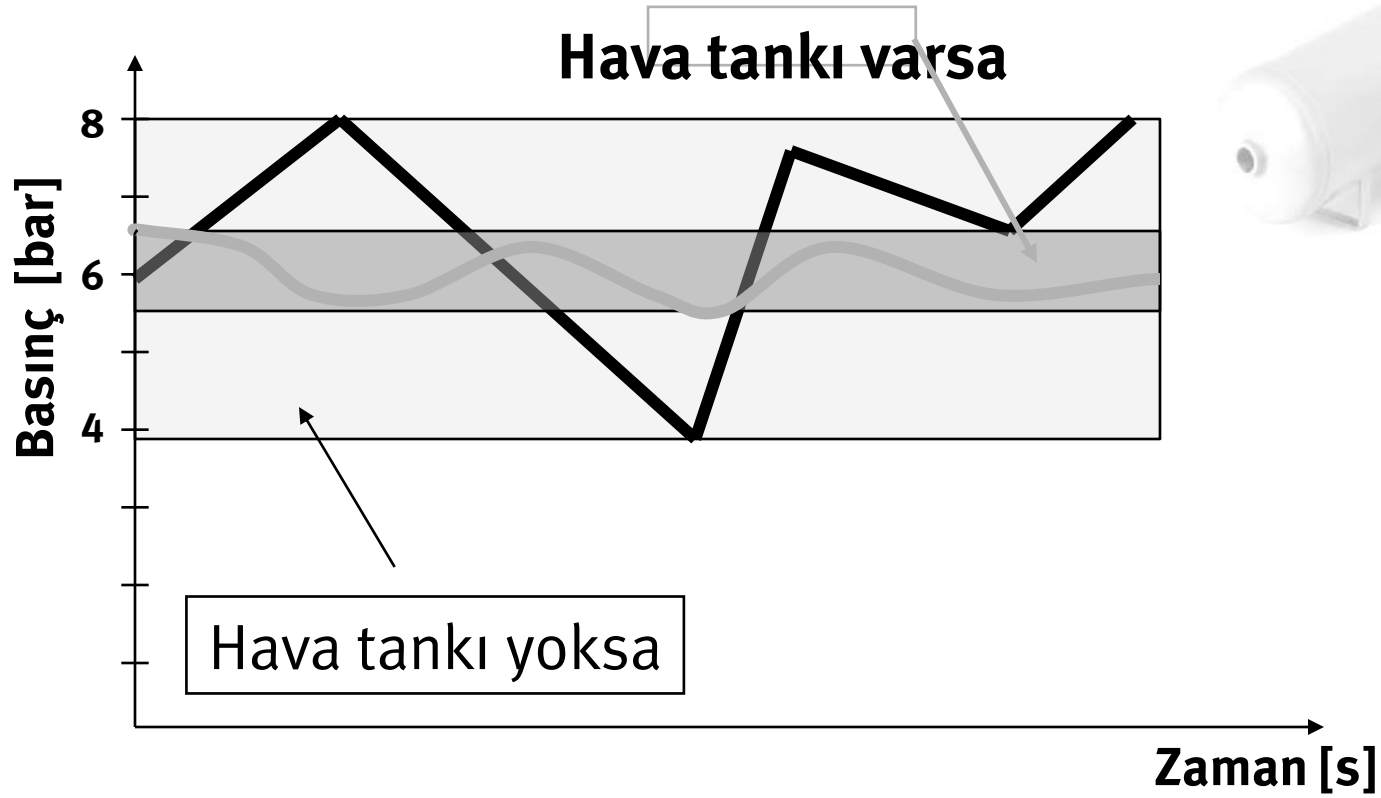
Hava Tankı

Hava tankları genel olarak aşağıdaki faydaları için kullanılır.

- Tüketimdeki salınımları dengeler ve basınç değişimini engeller.
- Değişik hava ihtiyacına yanıt verir.
- Büyük yüzeyi sayesinde havayı soğutur.
- Havadaki nemi ayrıştırır.



HAVA TANKI



Hava Kurutucular

Su;

- Sızdırmazlık parçalarının sertleşmesine
- Korozyona (Oksidasyon)
- Silindirlerdeki yağlama yağının uzaklaştırılmasına

sebep olur. Bu yüzden kurutucular havadaki suyun (nemin) azaltılması için kullanılır.

Hava Kurutucular

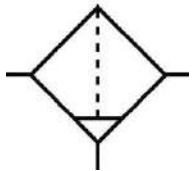
Yaygın olarak kullanılan kurutucu tipleri:

- Soğutmalı Kurutucular
- Fiziksel Kurutucular
- Kimyasal Kurutucular

Şartlandırıcı



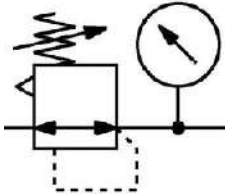
Filtre : Tozu
filtreler ve
yoğuşmayı
sağlar



+



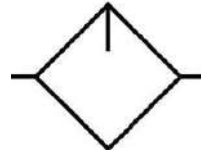
Basıncı
düzenler
(regüle eder)



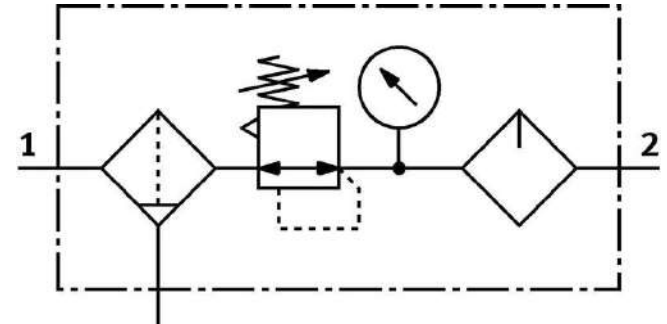
+



Sistemi
yağlar



=



Şartlandırıcı

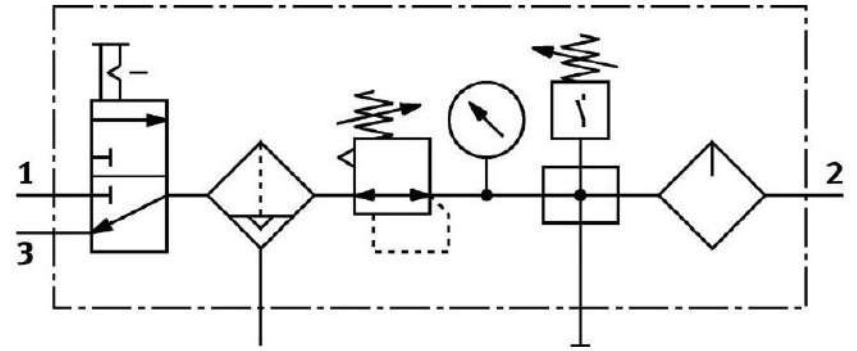


Yağlayıcı

Bağlantı modülü

Filtreli - regülatör

Açma kapama valfi



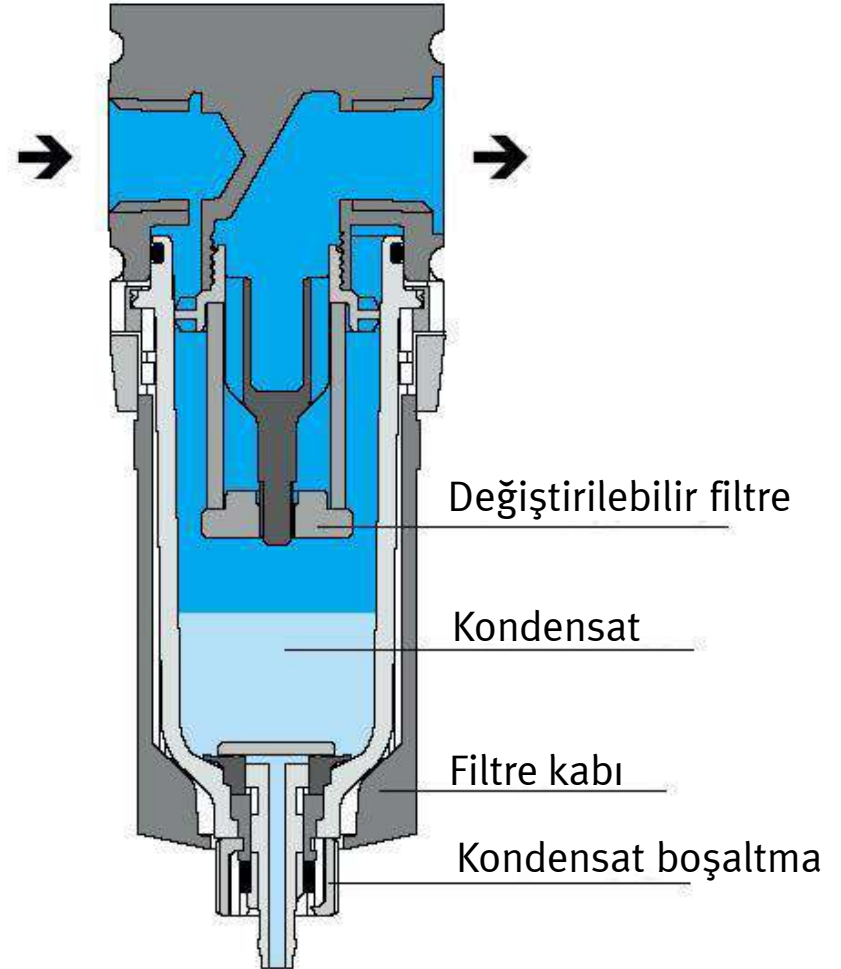
Filtre

Bir su ayırıcısıyla bir filtre elemanından oluşur.

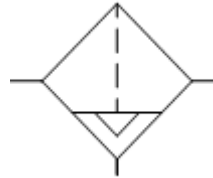
Merkezkaç kuvveti ile su tanecikleri, yağ ve katı parçacıklar havadan ayrılır

Gözenek büyüklüğü 5 μm 'ye kadardır.

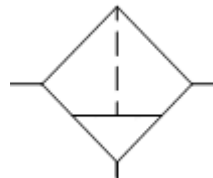
Tıkalı eleman filtreleme özelliğini azaltır ve akışa karşı bir direnç yaratacağından basınç kaybı yaratır.



Filtre



Otomatik boşaltma

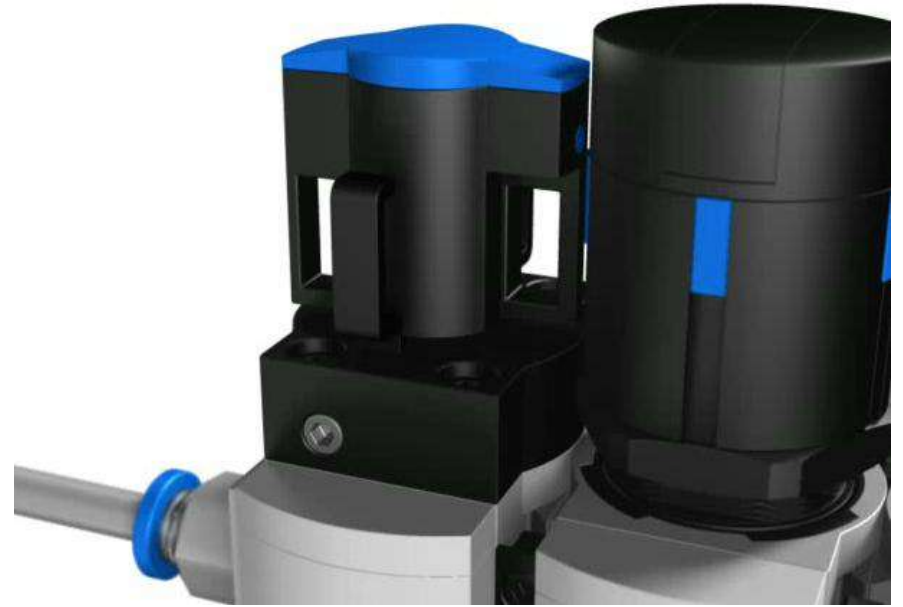
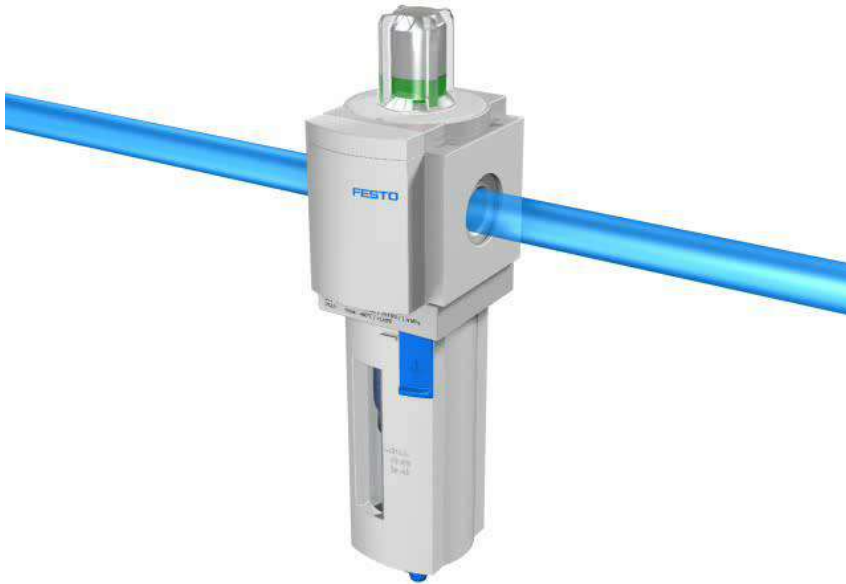
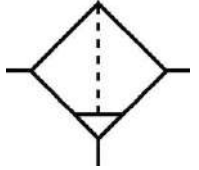


Elle (manuel) boşaltma

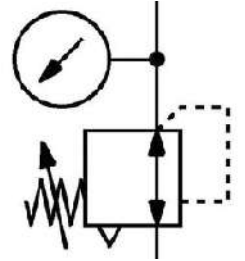
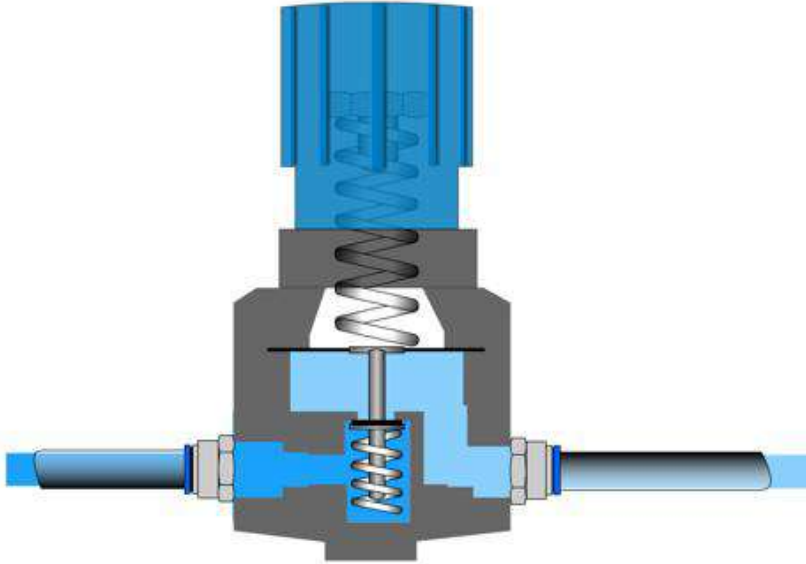
Filtre

Filtrede 0.4~0.6 bar basınç kaybı gözleendiği zaman filtre elemanın değiştirilmesi gerekir.

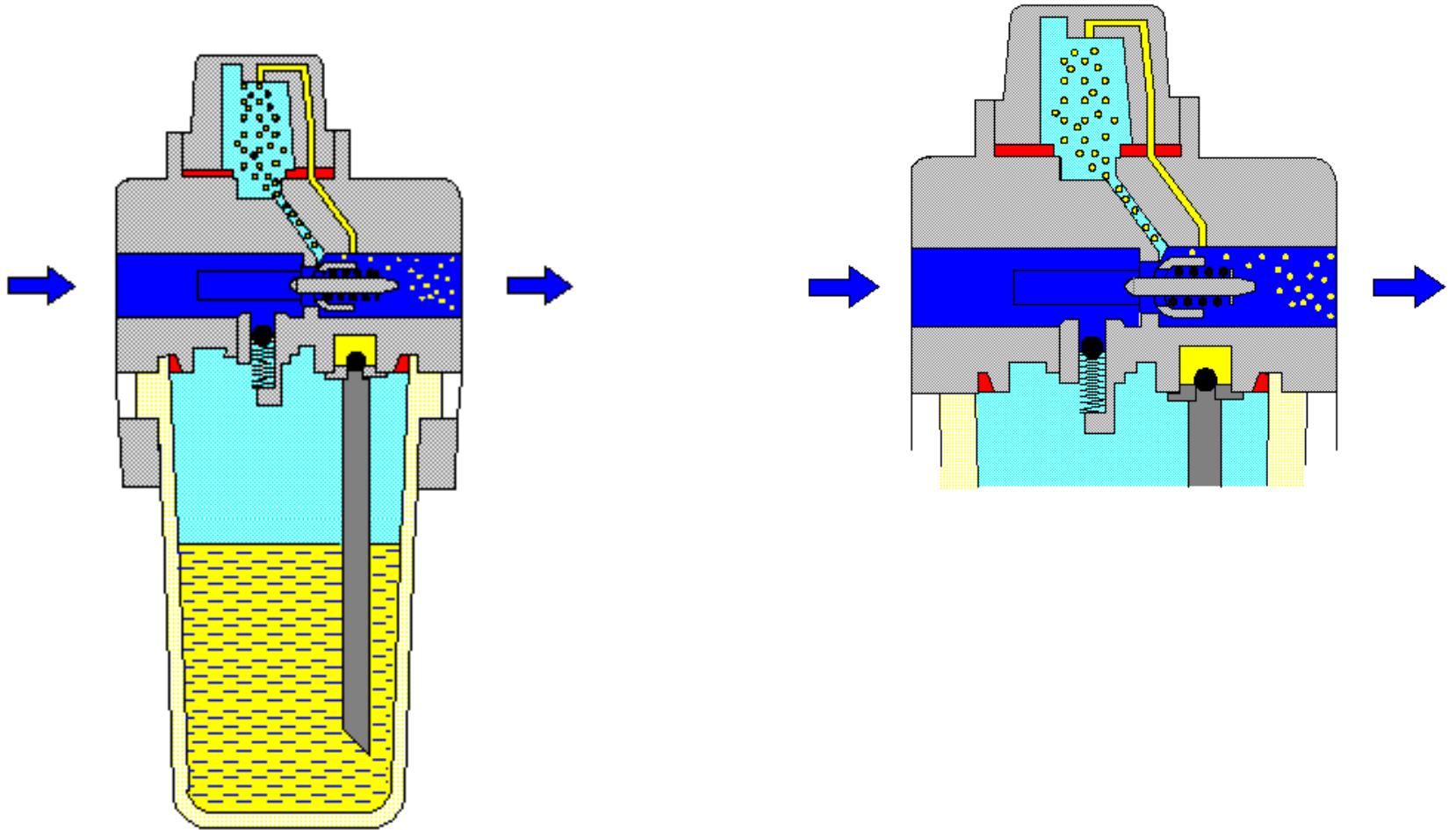
Bunu zamanında yapabilmek için en doğru yol basınç düşümünü gösteren bir manometre monte



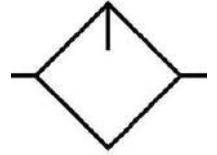
Basınç Regülatörü



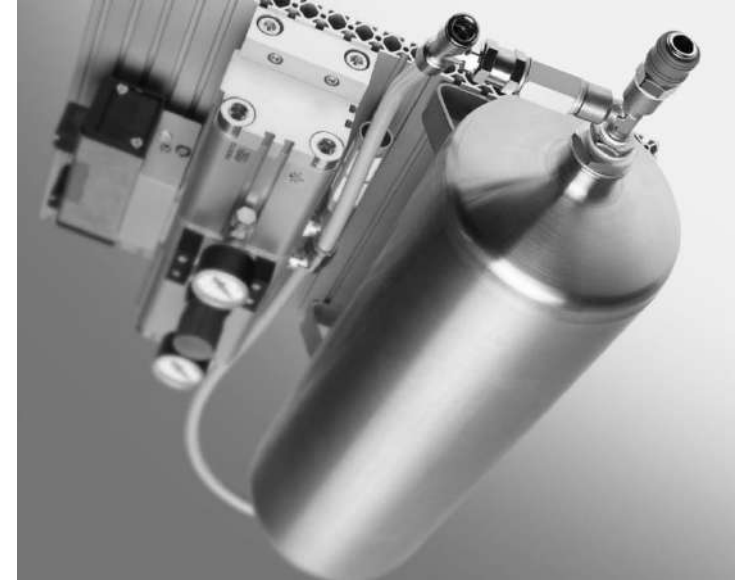
Yağlayıcı



Yağlayıcı

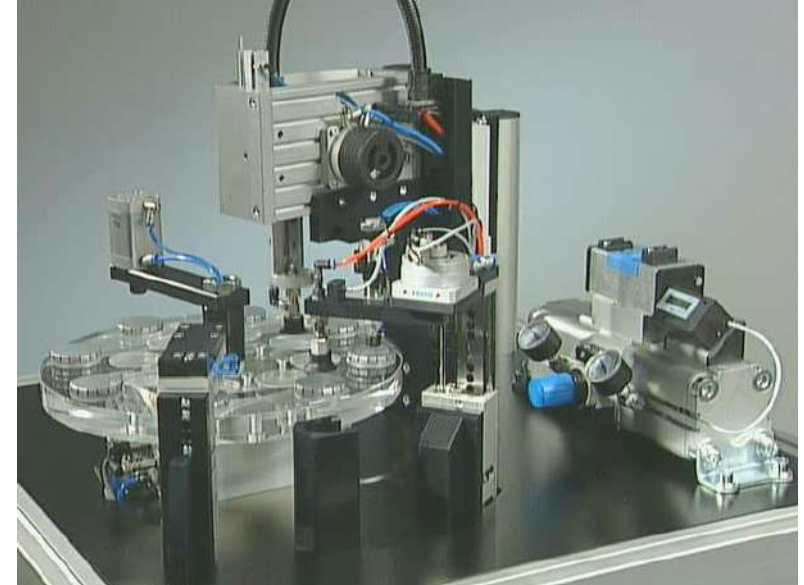
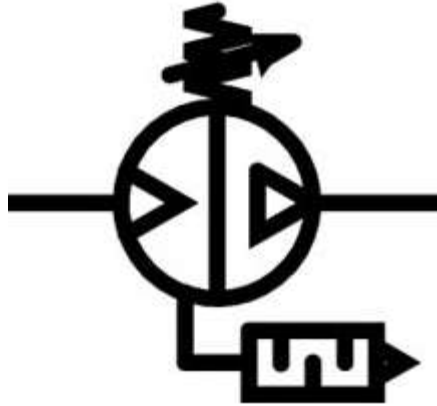


Basınç kuvvetlendiricisi



Basınç kuvvetlendiricisi (booster)

Basınç kuvvetlendiricisi, havayı sıkıştırmaya yarayan bir valf ve ikiz bir silindir birleşiminden oluşur ve basıncı besleme basıncının iki katına kadar yükseltir.



Basınç kuvvetlendiricisi (booster)

- Basınç regülatörü bulunmayan modeller, basıncı her zaman besleme basıncının iki katına yükseltirler.
- Basınç çalkalanmasını göğüslemek üzere, basınç kuvvetlendiricilerinin çıkış tarafında tank kullanılması zorunludur.

Tesisat (Hava Dağıtımı)

Boru hattının çapı:

- Akış Hacmi

Hacim ↑ Çap ↑

- Hat Uzunluğu

Uzun ↑ Çap ↑

Aksi durumda, basınç düşümü fazla olur.

- Basınç düşümü

Tank ve kullanım noktası arasında izin verilen en fazla basınç düşümü 0.5 bardan daha fazla olmamalıdır.

Tesisat (Hava Dağıtımı)

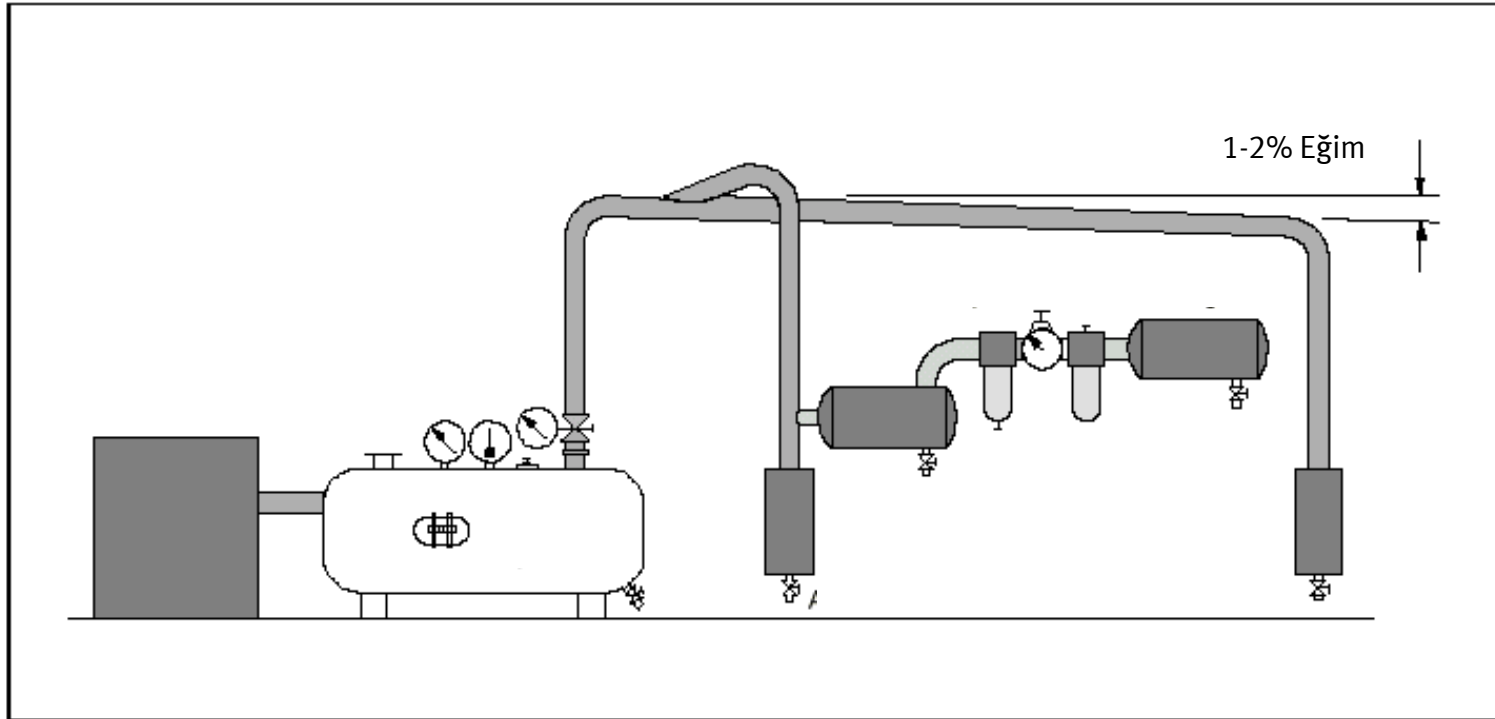
- Basınç Düşümü

0.5 bardan daha fazla olmamalıdır.

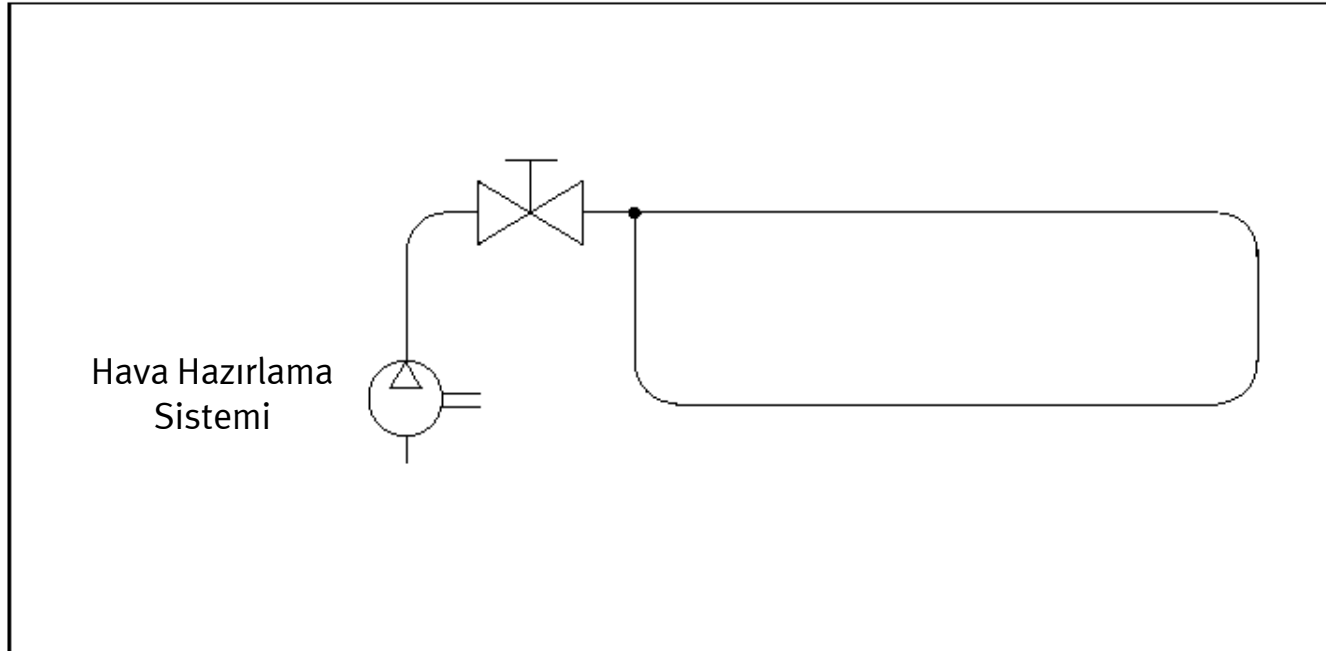
- Basınç Düşümünün sebepleri

Akışa direnç gösteren; kapama valfleri, köşeler, t-bağlantı parçaları vb.

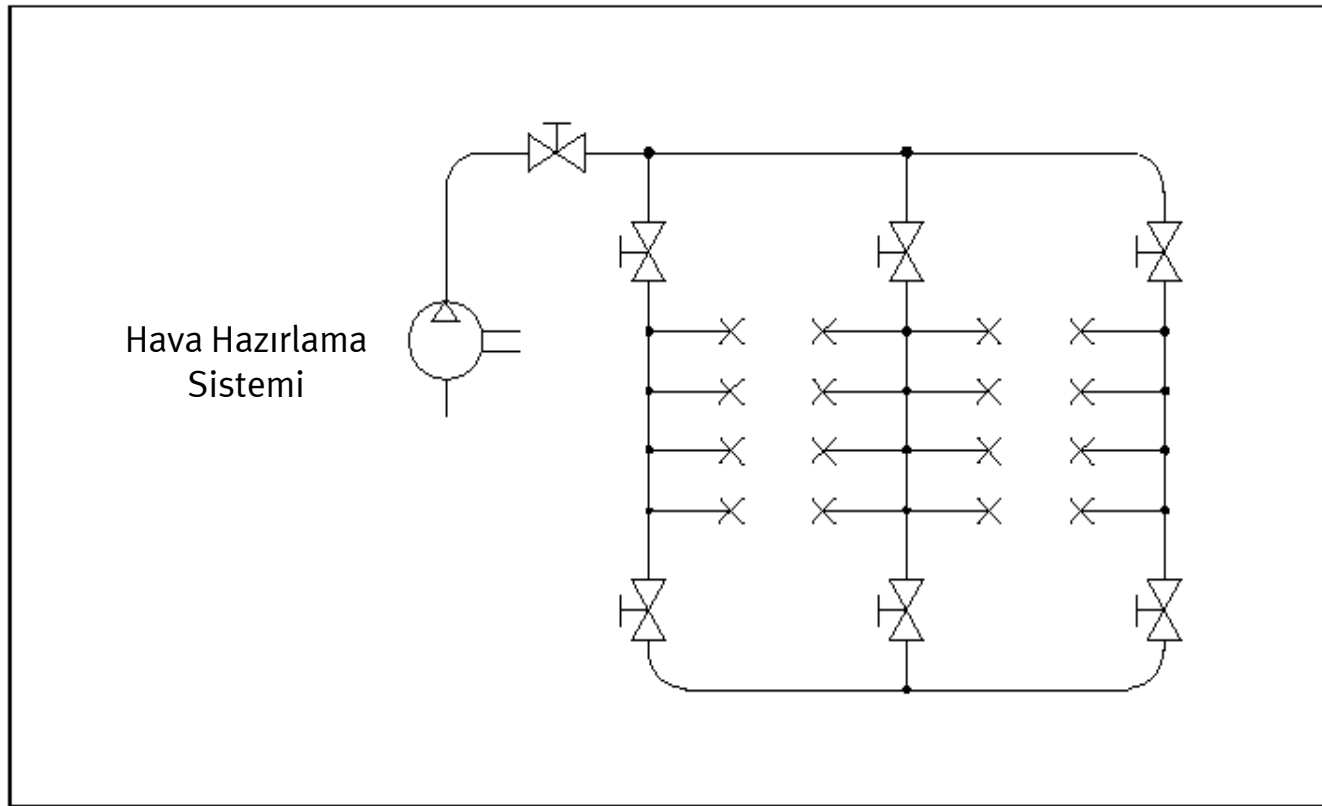
Hava Dağıtımı



Hava Dağıtımı – Kapalı Çevrim



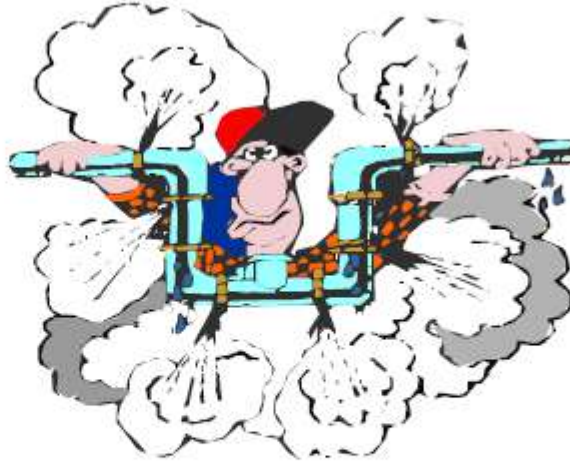
Hava Dağıtım – Hasır Dokuma



Hava Tasarrufu

Hava Tasarrufu

Basınçlı Havanın Maliyeti



Şekil 1. Basınçlı hava kaçağı

Elektrik enerjisinin maliyeti Avrupa birliği ülkelerinde ortalama : 0,10 Euro/KWh tir.
Bu değere görede basınçlı havanın yaklaşık maliyeti : 0,02 Euro/m³ tür.

Hava Tasarrufu

Örnek:

Delik çapı: 3 mm

Hava kaçağı : 0,5 m³/dak (6 bar)

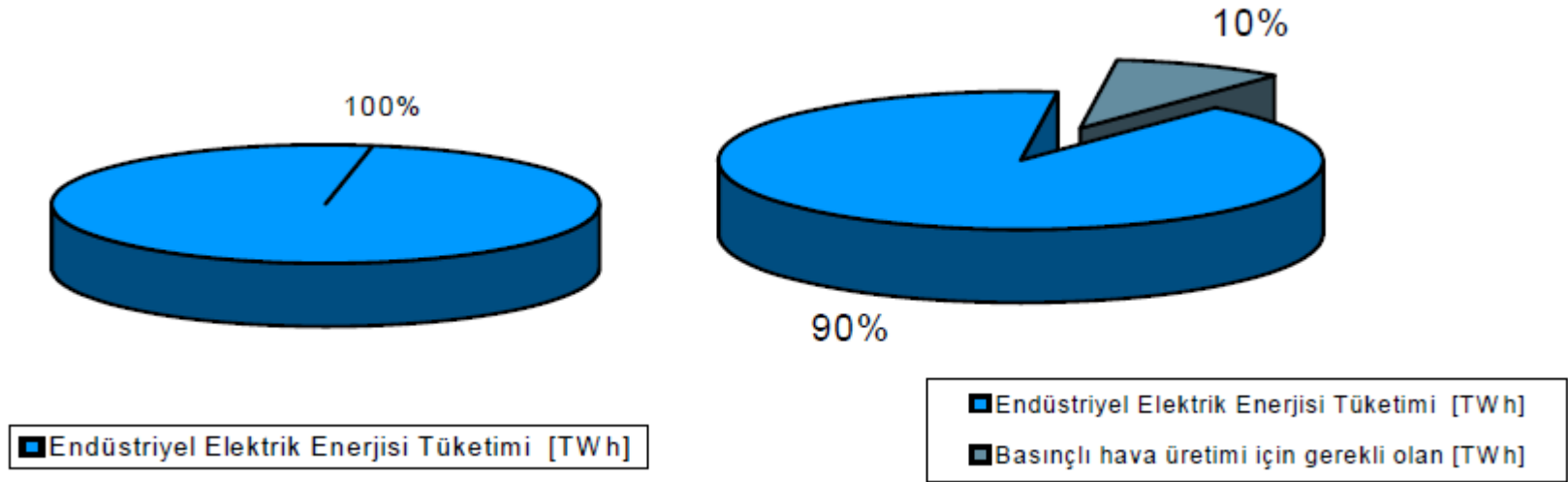
Maliyet : 0,5 m³/dak x 60 dak/h = 30 m³/h

: 30 m³/h x 2000 h/yıl = 60.000 m³/yıl

: 60.000 m³/yıl x 0,02 Euro/ m³ = 1200 Euro/yıl

Hava Tasarrufu

Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde endüstrinin kullanmış olduğu toplam elektrik enerjisi 800 milyar Kwh'tir ve bunun yaklaşık %10 'u basınçlı hava ihtiyacı için kullanılmaktadır. (EU study, ISA 2000 den alınmıştır.)

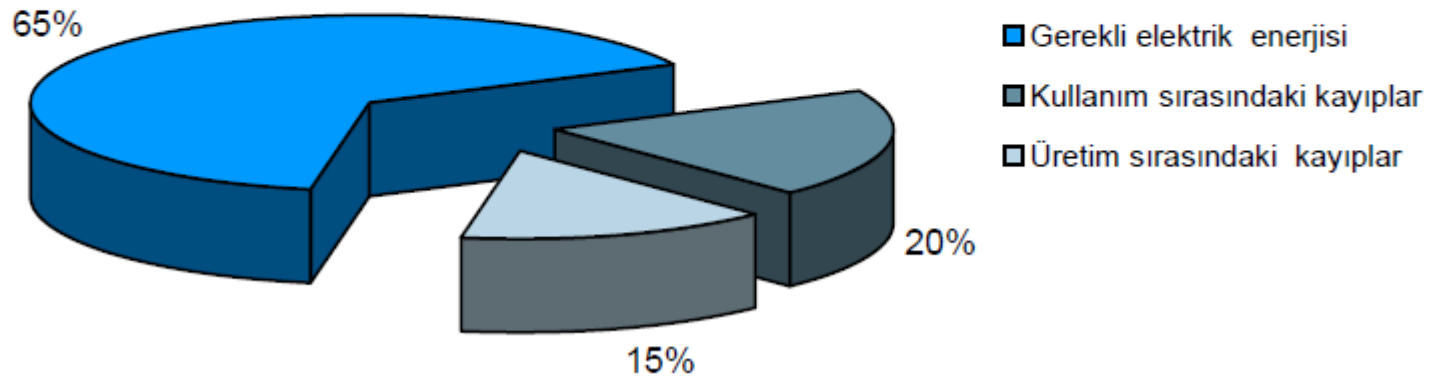


Hava Tasarrufu

Basınçlı hava kullanımı sırasında tasarruf edilebilecek elektrik enerjisi oranı

Bu sonuçta anlaşılacağı üzere basınçlı hava bedava değildir ve boşa harcanmamalıdır.

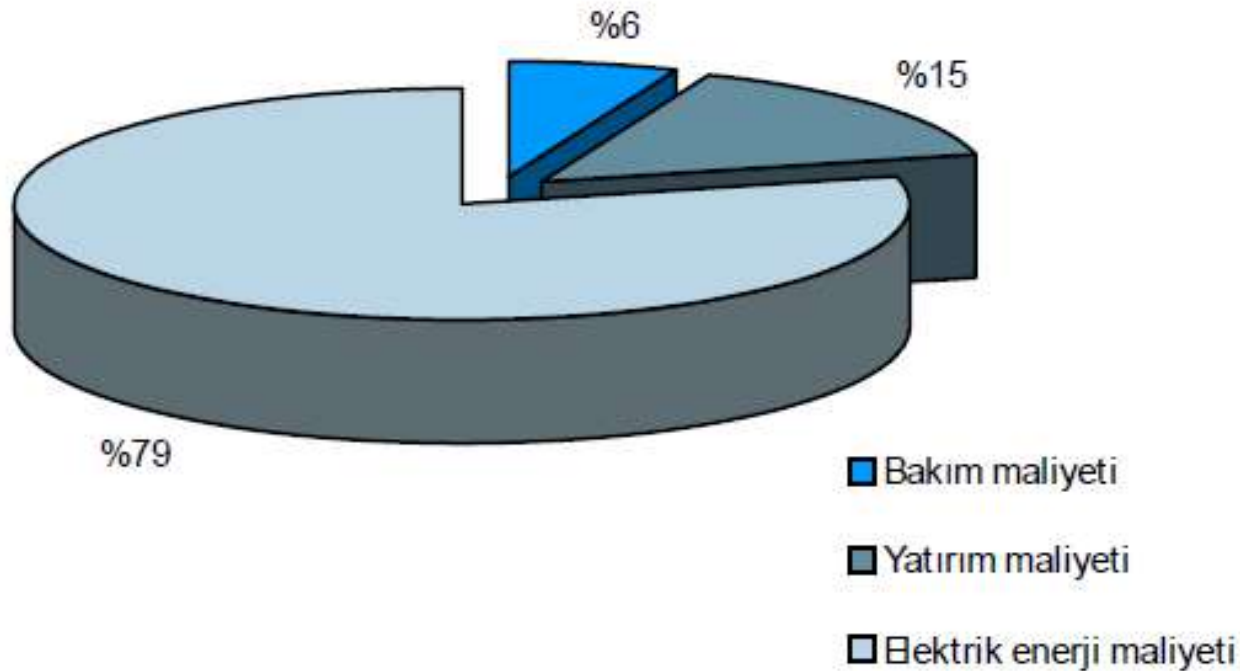
EU içerisinde elektrik enerjisi yatırımının ortalama %35'inin tasarruf edilebilir olduğu düşünülmektedir



Hava Tasarrufu

Tüm basınçlı hava maliyetinin yaklaşık %80 'ini elektrik enerjisi oluşturmaktadır.

Basınçlı hava maliyeti içerisinde elektrik enerjisinin oranı



Hava Tasarrufu

Kompresörlerde Tasarruf

Bir kompresör tesisinin büyüklüğü sistemdeki tüm pnömatik kumandaların, alet ve tesislerin tükettiği havaya bağlıdır. Ayrıca basınçlı hava şebekesinin kalitesi ve büyüklüğüne bağlı olarak kaçak kayıplarını da ilave etmek gerekir. Kaçak kayıpları için gerekli tüm hava miktarının %10 ile %30 'u kadar bir oranın öngörülmesi gerekir. Ayrıca yeni eklenecek tesislerin de göz önünde bulundurulması gerekir.



Buna göre basınçlı hava tüketimi ve bir kompresör tesisinde kapasitenin belirlenmesi önemli bir planlama sorunudur. İşin özüne ve uzmanlığına uygun bir planlama yapılarak masraflı ve ekonomik olmayan basınçlı hava giderleri azaltılabilir.

Bir kompresörde erişilen çıkış basıncı tesisin çalışması için gerekli olan çalışma basıncından çok daha fazla olmamalıdır. Daha yüksek basınçlı havanın üretimi daha masraflı olduğu gibi kaçak noktalarındaki kayıpların da artmasına neden olur.

Büyük miktarda basınçlı havaya ihtiyaç duyulduğunda bir cihaz kurulması yerine iki ya da üç kompresörden yararlanmak daha mantıklıdır. İhtiyaç oranına göre bir veya daha fazla cihaz çalıştırılabilir. İhtiyaç olmadığı anlarda çalıştırılmayan cihazlardan önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca tek kompresörün arızalanarak devre dışı kalması halinde tesisdeki ikinci kompresör ile üretim sınırlı da olsa sürdürülebilir .

Hava Tasarrufu

Filtreler ve Kurutucularda Tasarruf

Basıncı havanın doğru hazırlanmış olması pnömatik kumanda tesislerini arızasız ve verimli işletmenin ön koşuludur. İhtiyaçtan az ya da çok filitreleme enerji ve bakım maliyetini artıracaktır.



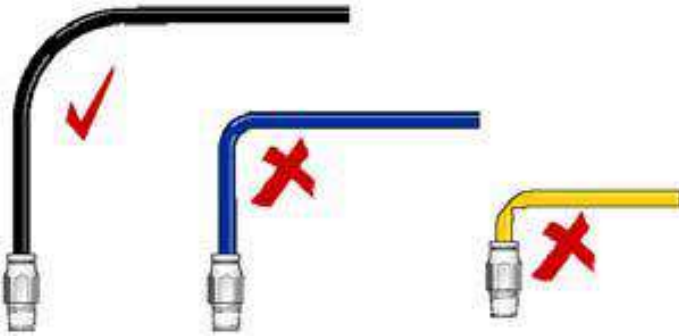
DIN ISO 8573-1 'e göre basıçlı
hava sınıflandırması

sınıf	Kalan toz miktarı		Kalan su miktarı		Kalan HC* miktarı
	μm	mg/m^3	PDP	g/m^3	
1	0.1	0.1	-70	0,003	0.01
2	1	1	-40	0,12	0.1
3	5	5	-20	0,88	1
4	15	8	+3	6	5
5	40	10	+7	7,8	25
6	--	--	+10	9,4	--
7	--	--	belirtilmemiş		--

Hava Tasarrufu

Boru ve Bağlantı Sistemlerinde Tasarruf

Pnömatik Hortum Montajı



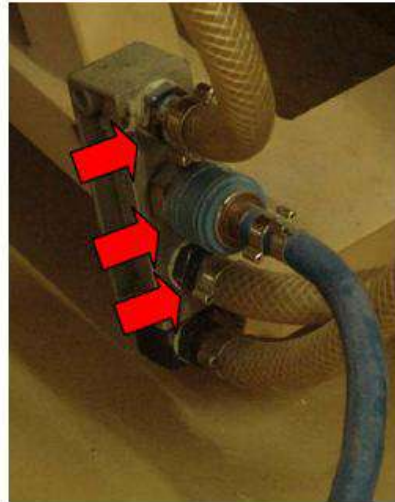
Hortum çapları arasında gereksiz bağlantı kombinasyonlarından kaçınılmalı.



Hava Tasarrufu

Hacmi azaltacağından silindir valf kombinasyonları kullanılabilir. Böylece silindire valf arasındaki mesafe minimum olacaktır. Özellikle yüksek frekansla çalışan sistemlerde önemli tasarruf sağlayacaktır.

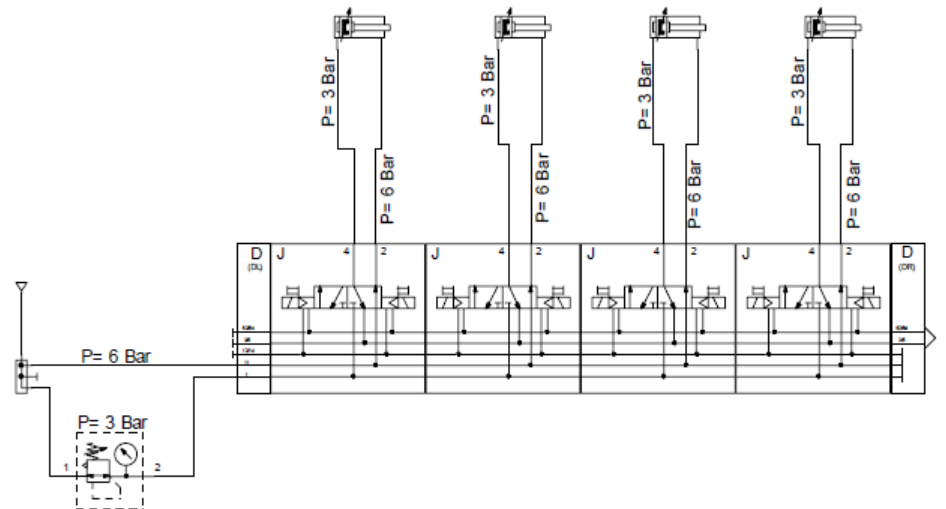
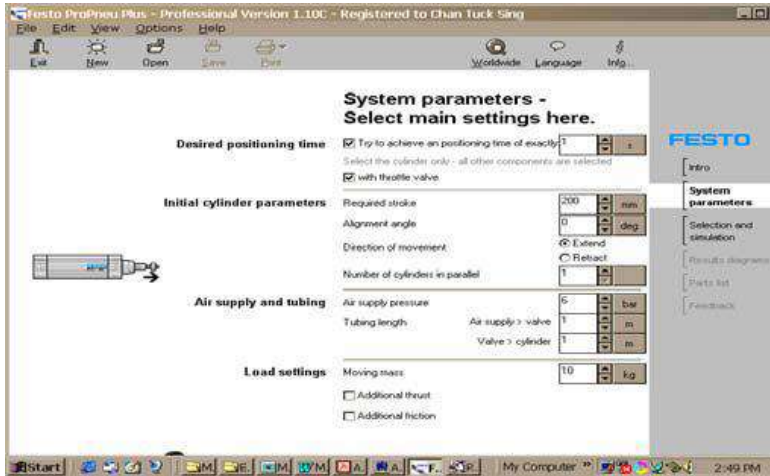
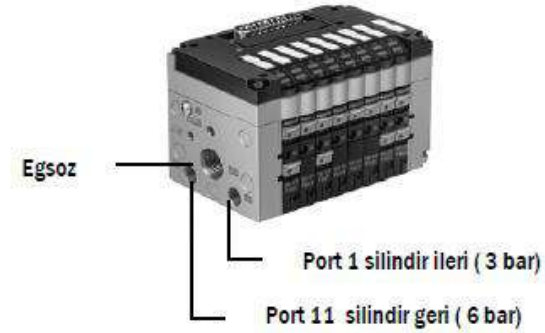
Yıpranmış ve yırtılmış hortumların bakımı zamanında yapılmalıdır. Bu tip kaçakların için kullanım yerine uygun hortum seçilmelidir.



Hava Tasarrufu

Silindirlerin doğru şekilde boyutlandırılması;

Hareketin tek yönünde kuvvet ihtiyacı yok ise silindir ileri ve geri hareketleri için farklı basınçlar kullanılabilir. Düşük basınç kullanımı ile önemli oranda tasarruf sağlanabilir.



Hava Tasarrufu

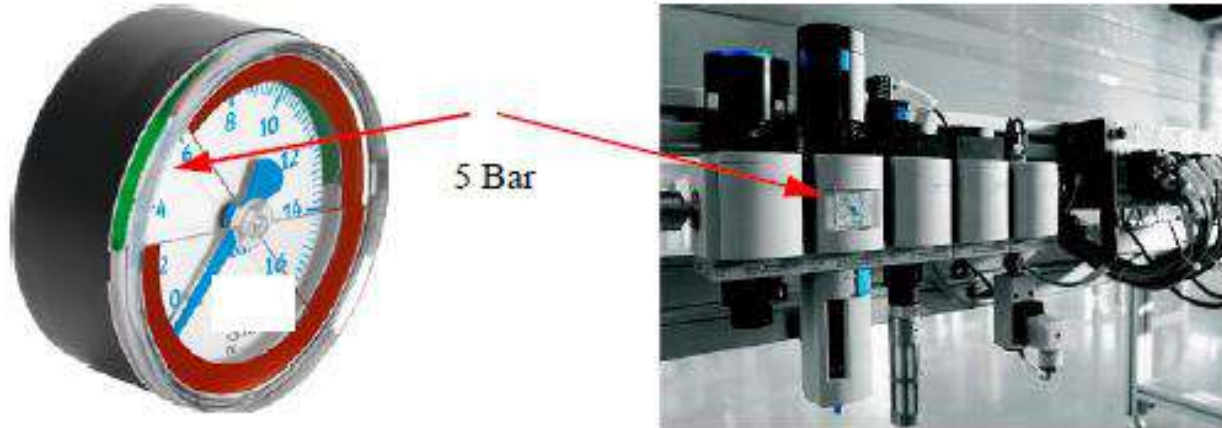
Enerji tasarruflu vakum jeneratörlerinin tercih edilmesi



Hava Tasarrufu

Düşük basınç tercih edilmesi ile tasarruf

Tüm uygulamalarda her zaman 6 bar basınçlı havaya ihtiyaç yoktur. Bu tip yerlerde sistem basıncı 5 bar'a düşürülebilir. 1 bar'lık bu düşüş yaklaşık %10 tasarruf sağlayacaktır.



Hava Tasarrufu

- Soğutma, temizlik gibi basınçlı havanın kullanımı için uygun olmayan uygulamalardan uzak durulmalıdır.



Yanlış: Basınçlı hava ile fren diskini soğutulması

Güvenlik

Teknolojik ürünlerin dizayn ve montajının planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi yüksek seviyede performans ve güvenilirlik anlamına gelir,
Çalışan bir makine veya sistemin bozulması, zaman ve maliyet olarak zarar demektir.

Bir makinenin performansı düştüğünde veya bir sistem çalışmaz duruma geldiğinde arızanın telafisi için kaybedilen süre gelirin düşmesine yani maliyetin artmasına sebep olur

Bu durumdan yapılacak planlama ile kurtulmak mümkündür.



Güvenlik

Arıza durumunda önce çalışan güvenliği sağlanmalıdır.

Sisteme müdahale etmeden önce , Elektrik ve hava hattı mutlaka kesilmelidir.

Mekanik olarak sıkışmış bir silindir tehlike yaratabilir,

El kumandalı valflere müdahalede mutlaka bağlı sistemlere dikkat edilmelidir,

Ani egsoz havasına dikkat edilmelidir,



Teşekkürler