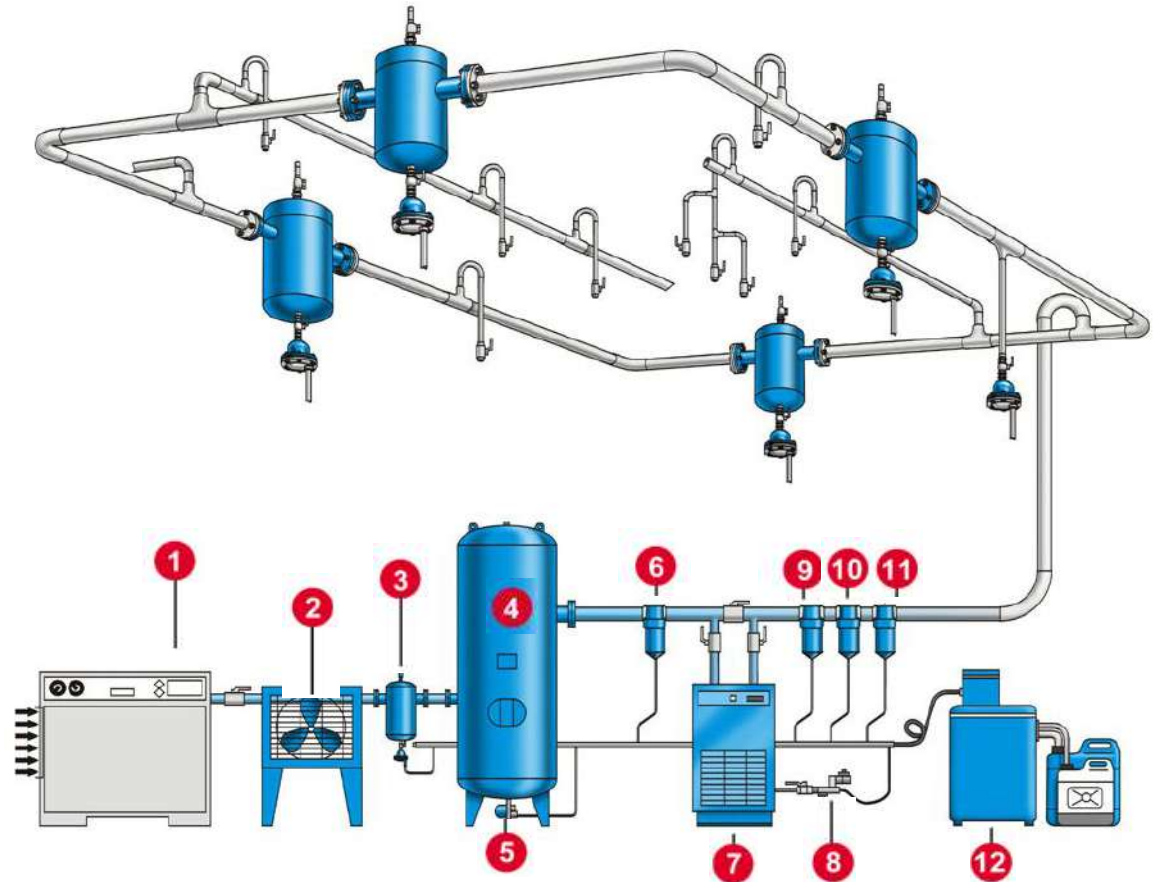


Pnömatik (PN111)

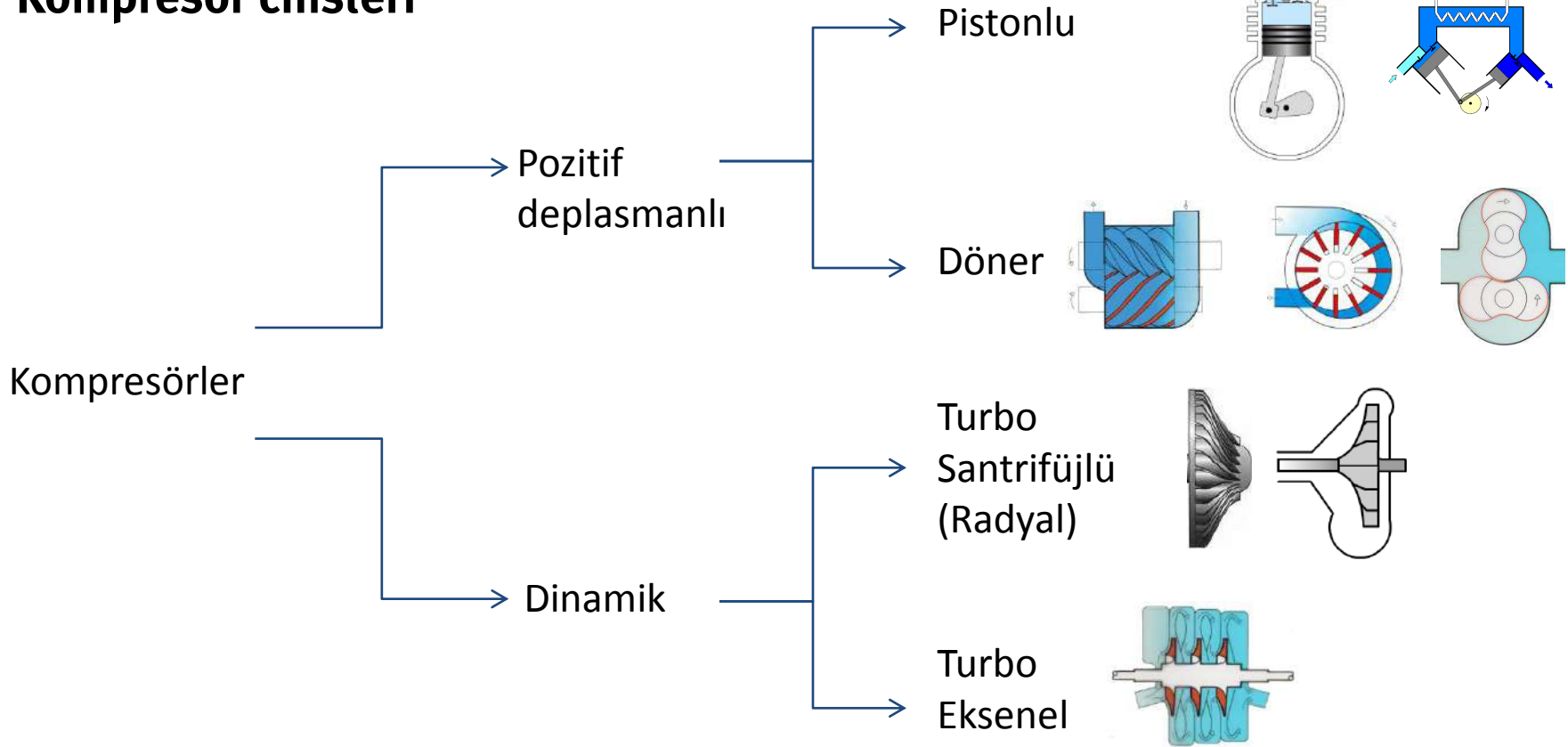
Basınçlı havanın üretilmesi ve hazırlanması

Basıncı havanın üretilmesi ve hazırlanması

- 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



Kompresör cinsleri



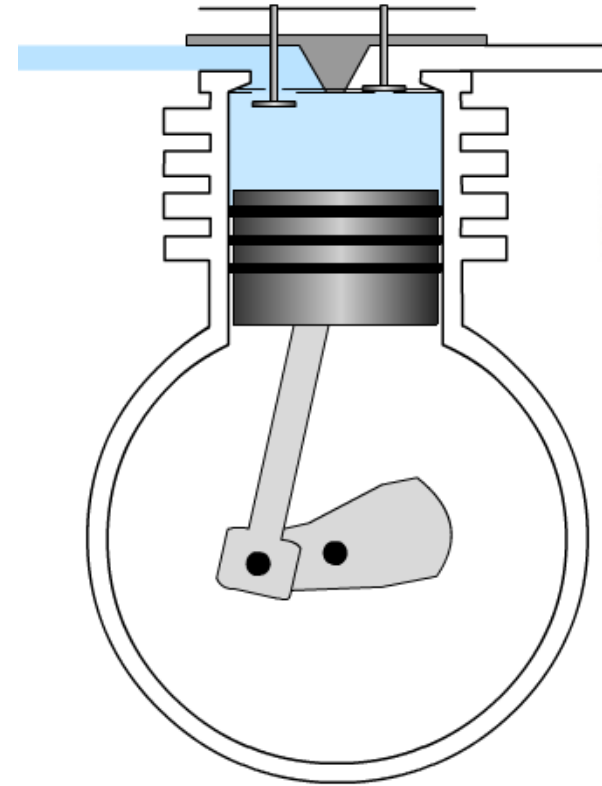
Pozitif deplasmanlı bir kompresörde, belirli miktarda gaz hapsedilip, daha sonra bu gaz kompresörün çıkış tarafına nakledilir.

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

Tek kademeli, pistonlu kompresör

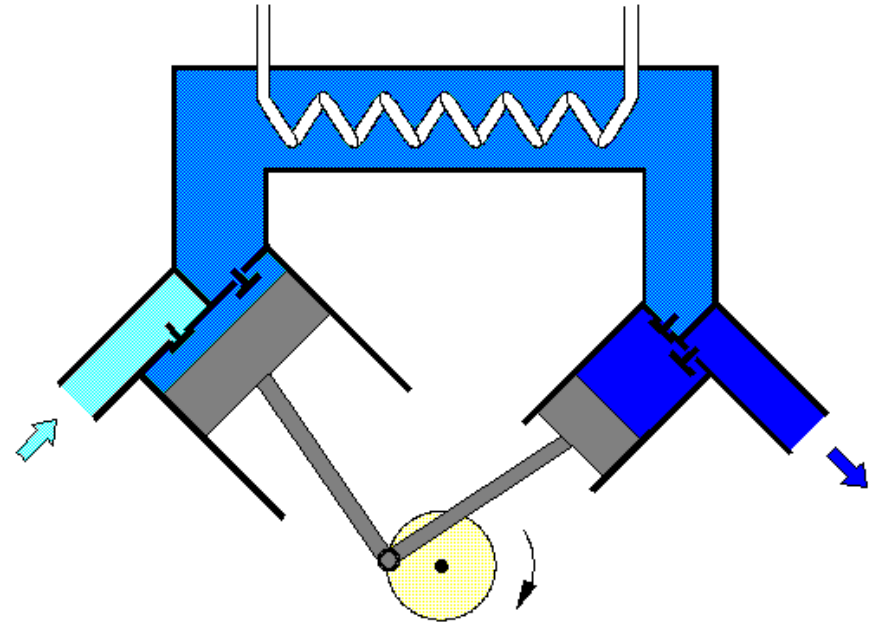
Tek kademeli, pistonlu kompresör, basit bir piston-silindir düzeneğidir. Piston aşağıya doğru hareket ettiğinde, vakum yaparak havayı silindirin içine çeker, yukarıya doğru hareket ederken ise, havayı hava tankının ya da başka bir kabın içine doğru sıkıştırır.

Tek kademeli kompresörler genel olarak 70 psi ile 100 psi arasındaki basınçlı hava aralığında kullanılabilirler.



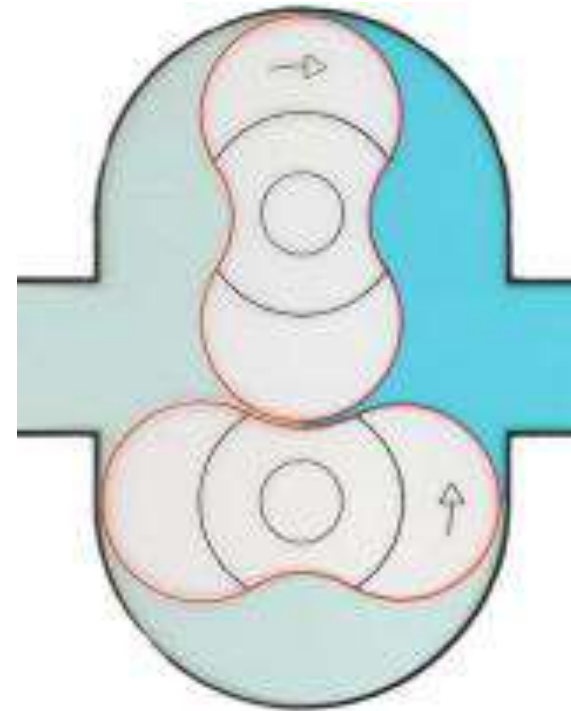
Çift kademeli, pistonlu kompresör

İki kademeli kompresörlerde, atmosferden alınan hava, birinci kademede orta büyüklükte bir basınç değerine yükseltilir. Sıkıştırma sonucu ortaya çıkan ısının büyük bir kısmı, basınçlı hava nihai basıncına çıkmak maksadıyla ikinci kademeye geçmek üzere “inter cooler” (hava ile soğutma) düzeneğinden geçerken, soğutulur. İki kademeli kompresörler daha ziyade, 100 psi ile 250 psi arasındaki yüksek basınç değerleri elde etmede kullanılır. Çok kademeli kompresörlerde gaz, bir sıkıştırma odasından diğer sıkıştırma odasına geçer. Her odada diğer odaya göre biraz daha yüksek değere basınçlandırılır. Kademeler arasında soğutulur. Soğutulmuş gaz, sonraki kademelerde sıcak olması durumuna göre daha düşük bir güç harcanarak sıkıştırılabilir. Bu durum piston keçelerinin, valflerin ve sistemin diğer parçalarının daha az hasar görmesini sağlar.



Roots tipi kompresör “blower”

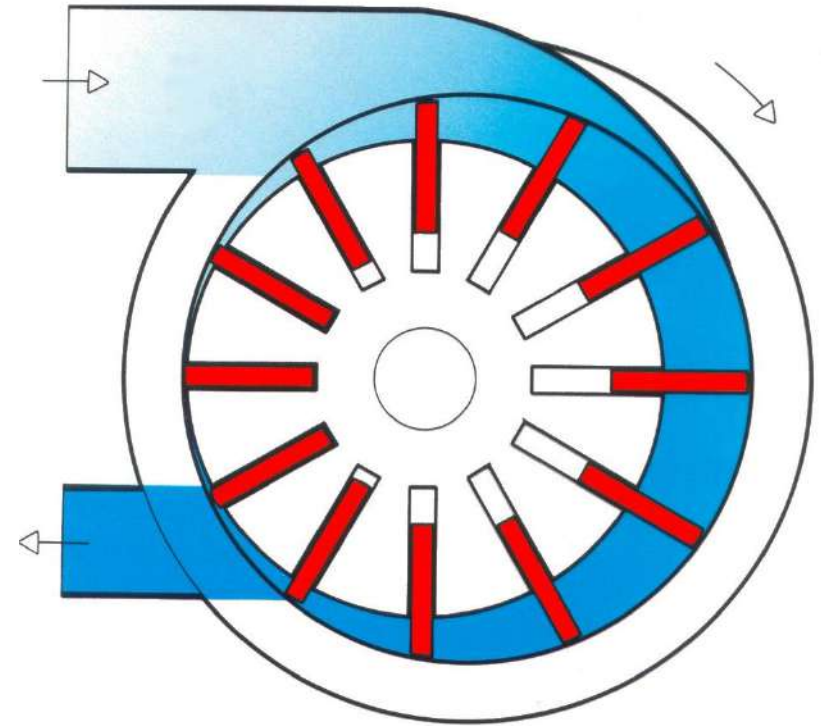
Roots tipi kompresör çoğunlukla, düşük basınçta hava üflenecek yerlerde kullanılır.



Kanatlı kompresör

Kanatlı bir kompresörün çalışma prensibi, birçok havalı motor ile benzerlik gösterir. Kanatlar, özel dökme alaşım malzemeden üretilir ve kompresörlerin büyük bir kısmı sıvı yağ ile yağlanır. Radyal yönde hareket edebilen bıçakları olan bir rotor, stator gövdesine eksentrik olarak yerleştirilmiştir. Kompresör döndüğünde, merkezkaç kuvveti etkisi ile kanatlar stator duvarına yapışırlar. Stator ile rotor arasındaki mesafe artarken araya hava sıkışır. Kompresörün diğer bölmelerine de dolan hava dönme sırasında hacim düşüklüğüne maruz kalır. Kanatlar çıkış ucu civarından geçerken hava dışarıya gönderilir.

Kanatlı kompresörler yaygın biçimde vakum pompası olarak kullanılırlar.



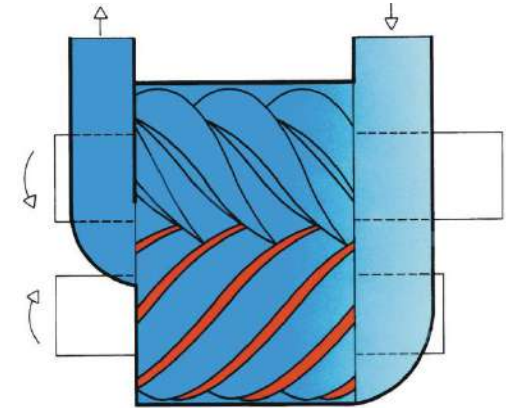
Helezoni vidalı kompresör

Döner, helezoni vidalı kompresörler, ikiz bir boru içinde iki adet içiçe geçmiş, helezoni rotor dan yararlanarak basınçlı hava üretirler. Hava, biri içbükey diğeri dışbükey olan iki rotor arasında sıkışır. Rotor boyunca hapsedilen havanın hacmi küçültülürken basıncı yükseltilir.

Vidalı kompresörlerin tek ve çok kademelileri bulunmaktadır. Bu tür bir kompresörün yağlanan cinsi olduğu gibi yağlama gerektirmeyen cinsi de olabilmektedir.

Döner, helezoni vidalı kompresörlerin bazı avantajlı noktaları şu şekilde sıralanabilir;

- yumuşak ve darbesiz hava çıkışı,
- yekpare yapı,
- yüksek çıkış debisi,
- düşük titreşim ve
- yüksek hız.



Yağlama gerektirmeyen, vidalı kompresör



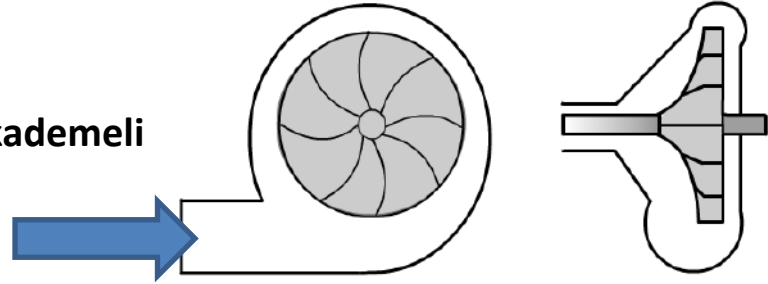
Harici dişli kutusu

Yağlama gerektirmeyen kompresörlerde, vidalar arasında temas bulunmaz, vidalar arasında çok ufak bir boşluk bulunur. Birinci vidanın döndürülmesi elektrik motoru vasıtasıyla gerçekleştirilir, diğer vida ise harici bir dişli kutusu yardımıyla döndürülür.

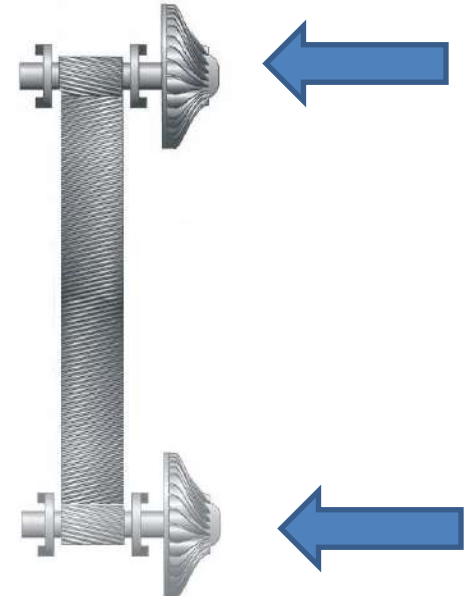
Turbo kompresör (Santrifüjlü kompresör)

Santrifüjlü kompresörlerde gazın hızını arttırarak , gazı pervane kanatları yardımıyla kapağa doğru iten ve uygun formdaki gövde içinde dönen bir disk veya pervane bulunur. Dağıtım bölümü hız enerjisini basınç enerjisine dönüştürür. Petrol rafinerileri, kimya ve petrokimya tesisleri ve doğalgaz işleme tesisleri gibi sürekliliği olan, sabit sanayi hizmetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Uygulama 100 hp (75 kW) değeri ile binlerce beygir gücü değeri arasında olabilir. Çok kademeli yapılarak, 700 bar değerinin üzerinde yüksek basınç değerlerine çıkabilirler.

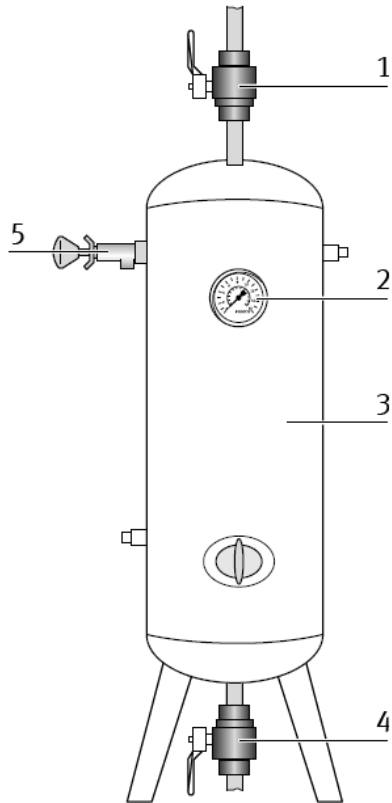
Tek kademeli



Çok kademeli



Hava tankı



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

1_ **Çek valf**, basınçlı havanın sistemden hava tankına, geriye doğru kaçmasını önler.

2_ **Manometre**, hava tankındaki basıncın değerini gösterir.

3_ **Hava tankı**, sistemi gerekli olan basınçlı hava ile besler ve dalgalanmaları önler, aynı zamanda da basınçlı havayı soğutur.

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.

Kurutma

Kurutucular, havanın çiğlenme noktasını aşağıya çeker, hava içindeki su buharını havadan uzaklaştırır. Bu esnada hava, su zerreciklerinin yoğunlaşmaya başlayacağı sıcaklığa kadar soğutulmuş olur.

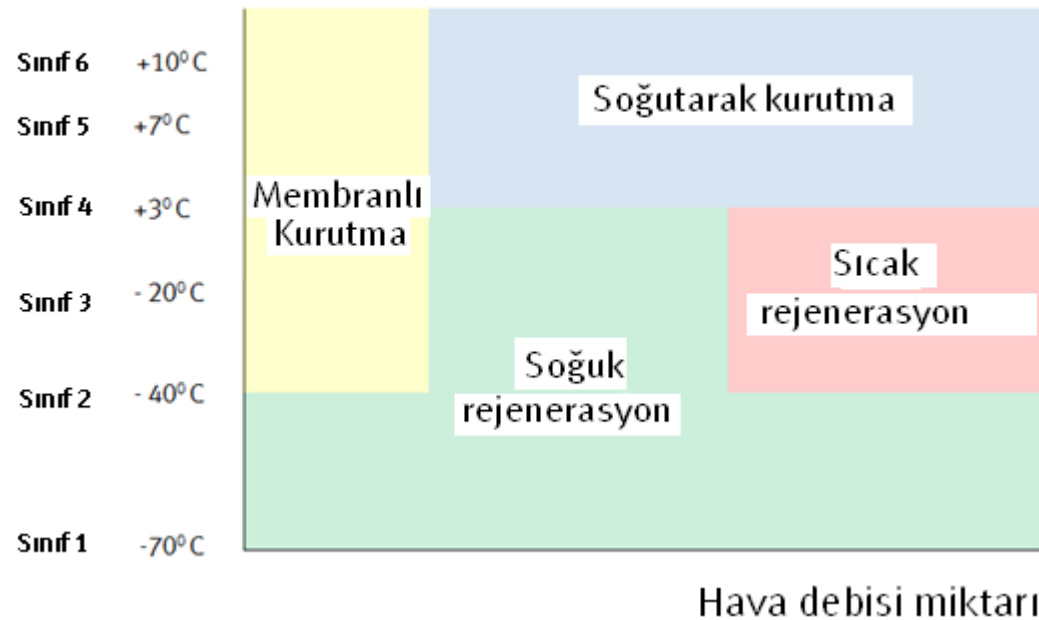
Çeşitli cinsten kurutucu mevcuttur, en çok kullanılanları:

- Soğutarak kurutma
- Fiziksel kurutma
- Membranlı kurutma

Kurutma

Farklı sınıfların belirlediği ihtiyaçlara göre kurutma yöntemlerinden biri ya da öbürü kullanılır.

Hava kalitesi ve çığlenme noktası



Havayı kurutma

Sınıflar

Sınıf	Artık Toz		Artık Su		Artık Yağ
	μm	mg/m^3	DTP [°C]	g/m^3	mg/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	6,0	5
5	40	10	+7	7,8	25
6	-	-	+10	9,4	-
7	-	-	tanımlı değil	tanımlı değil	-

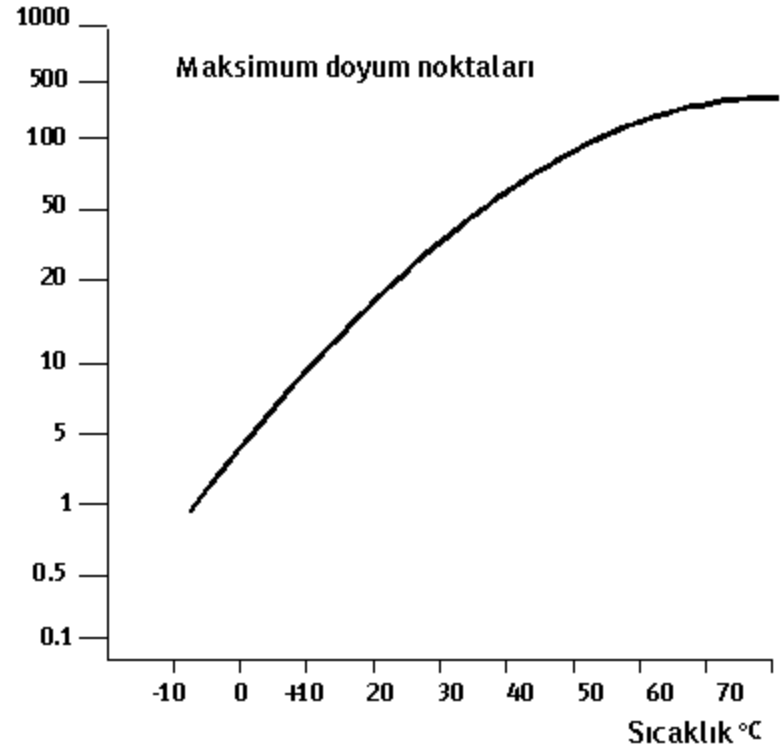
Çiğlenme noktası diyagramı

Eğriden de görüldüğü gibi, sıcaklık düştükçe, basınçlı havanın tutabildiği su miktarı da düşmektedir.

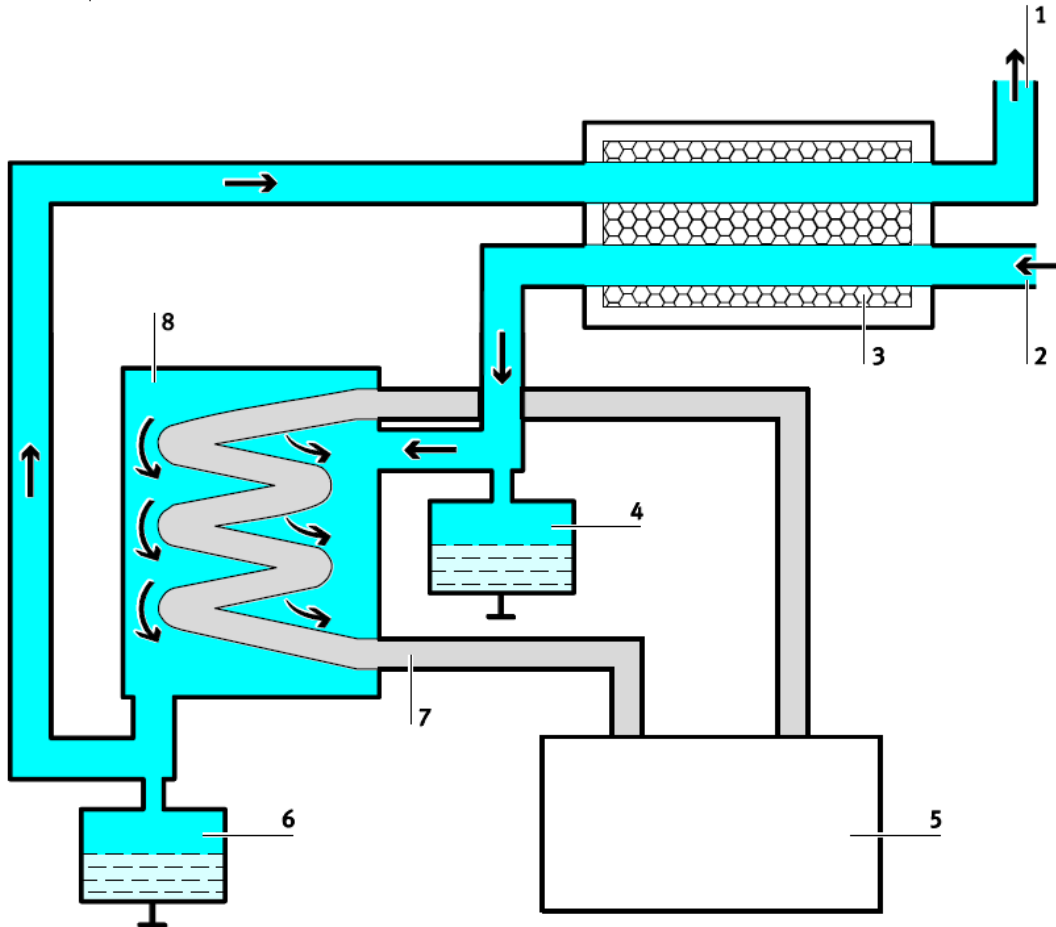
Bunun anlamı şudur:

40° C sıcaklıkta, basınçlı havanın 1m³ ü 50 mg' a kadar su tutabilir. Bu hava -20° C ye kadar soğutulduğunda , 1mg dan daha az su tutabilir, bu durumda geriye kalan su olarak yoğuşacak ve havada daha az su bulunacak demektir. Soğutarak yapılan kurutmada minimum sıcaklık +3° C olabilir ve fiziksel kurutmalı cinsten minimum çiğlenme noktası (sıcaklık eşdeğeri düşünüldüğünde) -70° C olabilir.

Su miktarı
g/m³



Soğutarak kurutma yapan kurutucular



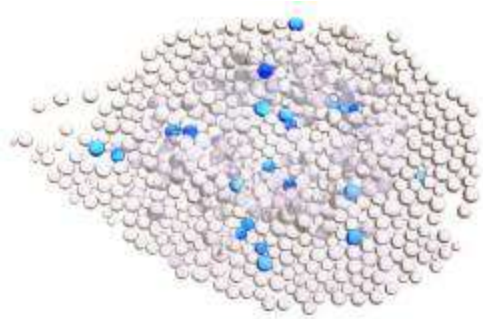
- 1 Hava çıkış ucu
- 2 Hava giriş ucu
- 3 Separatör
- 4 Tahliye valfi
- 5 Soğutucu
- 6 Tahliye valfi
- 7 Soğutucu serpantin
- 8 Isı eşanjörü

Soğutarak kurutma yapan kurutucular

Soğutarak yapılan kurutma işleminde, erişilebilen maksimum çiğlenme noktası $+3^{\circ}\text{C}$ ' dir, daha düşük sıcaklıklarda kurutucunun kanalları içinde buzlanma riski vardır.

- 1_ Hava çıkış ucu : Kurutucunun çıkış ucudur, kurutulan basınçlı hava sisteme doğru gitmektedir.
- 2_ Hava girişi : Kurutucunun giriş ucudur, kompresörden gelen hava kurutucu içine buradan girer.
- 3_ Basınçlı hava ile yağın birbirinden ayrıldığı bölgedir.
- 4_ Ayırılmış olan suyun tahliye edildiği vanadır.
- 5_ Soğutucu gazı üretmek üzere tasarlanmış ve kompresör, su tutucu ve buğuşaştırıcı oluşan bir ünitedir.
- 6_ Yoğuşmuş suyu tahliye etmeye yarayan vanadır.
- 7_ Soğutucu gazın aktığı borulardır.
- 8_ Basınçlı havanın soğutucu gaz ile karşılaştığı bölgedir.

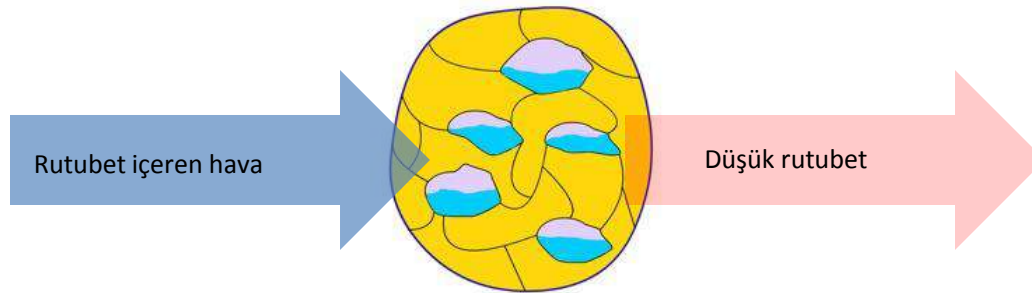
Fiziksel (adsorption) kurutma yönteminde rejenerasyon özelliği



Fiziksel kurutma yapan kurutucularda “Silica Gel” olarak bilinen granüller bulunur. Bu granüller Sodyum Silikat denilen bileşimden türemiştir ve havadan ziyade suya karşı çekiciliği vardır.

Silika Jel, havadaki su buharını gövdesi içindeki boşluklara hapseder. Bu boşluklar su ile dolunca, artık silika jel granülünün suya karşı çekiciliği kalmaz ve rejenere edilmesi gerekir.

Bazı “Silica Gel” cinslerinde doyuma karşı renk göstergesi özelliği bulunmaktadır. Bu türler kuru olduklarında mavi renktedirler, doyuma gittiklerinde pembe renge dönerler.



Silikajel granülün kesit resmi

Fiziksel (adsorption) kurutma yönteminde rejenerasyon özelliği

Fiziksel kurutmayı sağlayan granüller su toplayarak doyuma gittiğinde, yeniden kurutma işlemini yapabilmeleri açısından Rejenere edilmeleri gerekmektedir. Rejenerasyon işlemini yapabilmek için, kurutucu da iki adet kurutma kulesi bulunması gerekir, kulelerin biri basınçlı havayı kuruturken diğeri ise o esnada rejenerasyon işlemini gerçekleştirmektedir. Kurutma kulesindeki fiziksel kurutucu elemanları rutubet nedeniyle doyuma gittiğinde, hava akışı az önce rejenere edilmiş ve kullanılmaya hazır duruma gelmiş diğerkuleye yönlendirilir, önceki kulede ise rejenerasyon işlemi başlar.

Fiziksel kurutma elemanlarını rejenere etmenin bilinen üç yöntemi vardır:

1- Sıcak rejenerasyon : Genel olarak, fiziksel kurutma elemanlarını ısıtarak yapılan rejenerasyon işlemi aşağıda açıklanan üç yöntem arasında enerji maliyeti en düşük olanıdır. Bir ısıtıcı temizlenecek havanın kurutulma işlemini gerçekleştirmektedir. Isıtıcı, kuleyi doğrudan ısıtmak üzere kule içine yerleştirildiği gibi, kuleden dışarıya doğru püskürtülmekte olan granülleri ısıtmak üzere dışarıya da monte edilebilir. İçten ısıtmada kullanılan elemanlar kurutucu granüllerin ömrünü kısaltmakta ve kule içinde çığlenme noktasının değişmesine neden olmaktadır.

Harici ısıtmalı kurutucuda temizleyecek hava miktarı, kurutucunun nominal debi kapasitesinin %7'si civarında olmalıdır. Isıtma ve temizleyecek hava karışımı (harici ısıtma), havayı sadece temizlemeye göre (içten ısıtma) daha fazla enerji verimi sağlayan bir yöntemdir ve enerji maliyetlerini düşürür.

Fiziksel (adsorption) kurutma yönteminde rejenerasyon özelliği

2- Soğuk rejenerasyon : Kurutma kulesi tarafından kurutulmuş basınçlı havanın bir kısmı rejenerasyon kulesindeki suyu temizlemede kullanılır. Soğuk rejenerasyonlu fiziksel kurutucular, kuleyi rejenere etmede işlenmiş, ısıtılmamış basınçlı havayı kullandıklarından dolayı, işletme maliyeti en yüksek olan rejenerasyon yöntemidir, çünkü, basınçlı havanın büyük bir kısmı rejenerasyon çevriminde tüketilmektedir. Tipik değer olarak nominal debinin %15'i kadar bir miktarın rejenerasyon işleminde tüketildiği belirtilebilir. Bu tür kurutucuların işletme maliyeti yüksek olmasına rağmen, ısıtıcısız tip bu kurutucular, diğer fiziksel kurutuculara göre yatırım maliyetleri çok düşük olması sebebiyle oldukça tercih edilirler.

3- Üfleli rejenerasyon : Fiziksel kurutma elemanları harici bir fandan üflenerek sıcak hava ile rejenere edilirler. Etkin bir rejenerasyon olabilmesi için fiziksel kurutma elemanlarının 120° C sıcaklığa kadar ısıtılması gerekmektedir. Bu yöntem, soğuk rejenerasyon yöntemine kıyasla daha az işletme maliyeti oluşturmaktadır.

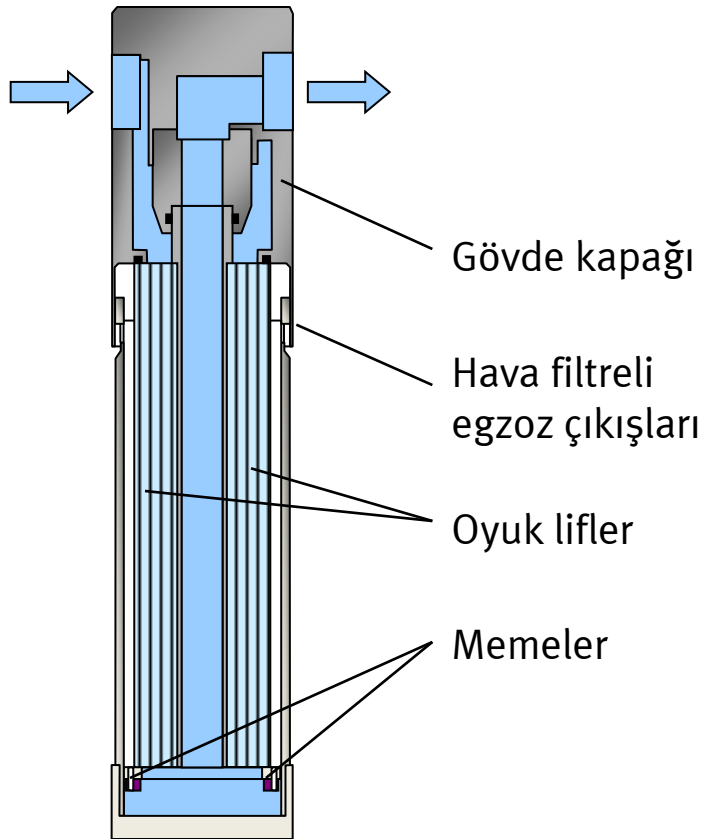
Fiziksel kurutma elemanlarının rejenerasyonu

Çalışma prensibi :

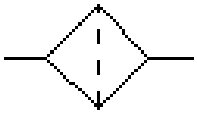
Fiziksel kurutucularda iki adet kule bulunur, biri kurutma işleminde kullanılır

Kurutucuya gelen ıslak, basınçlı hava yağsız çalışan valflerin yönlendirmesiyle kurutma kulelerinden birine girer. Islak hava kurutucudaki granüllerin arasından akar ve rutubet granüller tarafından emilir. Kulenin diğer ucunda kuru havanın bir kısmı, atmosfer basıncına düşürülüp, fiziksel kurutma elemanlarını rejenere etmek üzere rejenerasyon kulesine alınır. Kurutma elemanlarındaki rutubeti aldıktan sonra temizleme havası susturucu üzerinden geçip, atmosfere üflenir. Sonra valf konum değiştirir ve aynı işlem diğer kuleye uygulanmaya başlanır.

Membranlı kurutucular



Basınçlı havanın hazırlanması



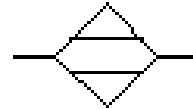
filtre



kompresör



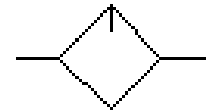
hava tankı



kurutucu



sartlandırıcı



yaglayıcı

Basınçlı havanın hazırlanması



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



Basınçlı 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

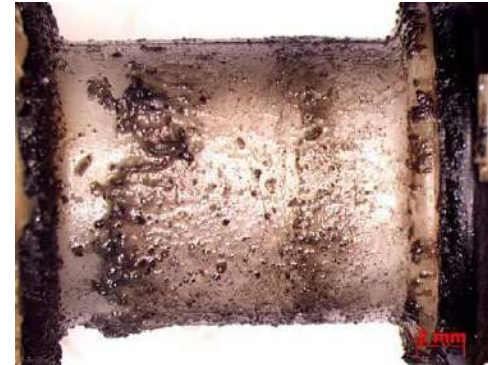


Yağ miktarı veya cinsinin yanlış ayarlanması durumunda, aşağıda belirtilen sonuçlar ortaya çıkabilir:

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

Basınçlı havanın hazırlanması

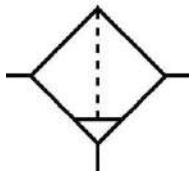
Basınçlı havanın iyi hazırlanmaması, aşağıda resmi gösterilen sonuçların oluşmasına neden olur:



Şartlandırıcı



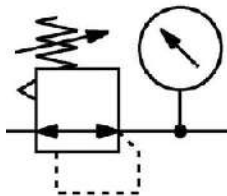
tozu filtreler
ve yoğuşmayı
sağlar



+



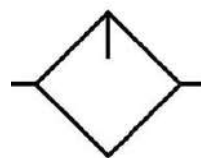
basıncı
ayarlar
(regüle eder)



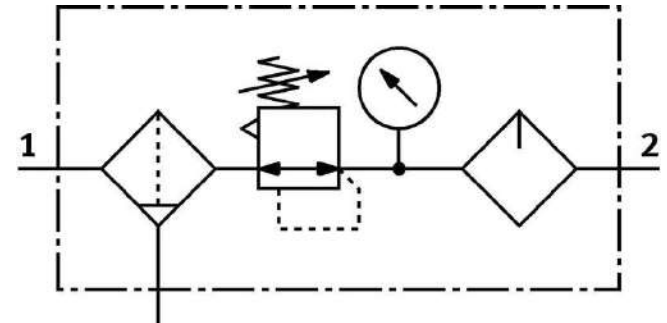
+



sistemi
yağlar



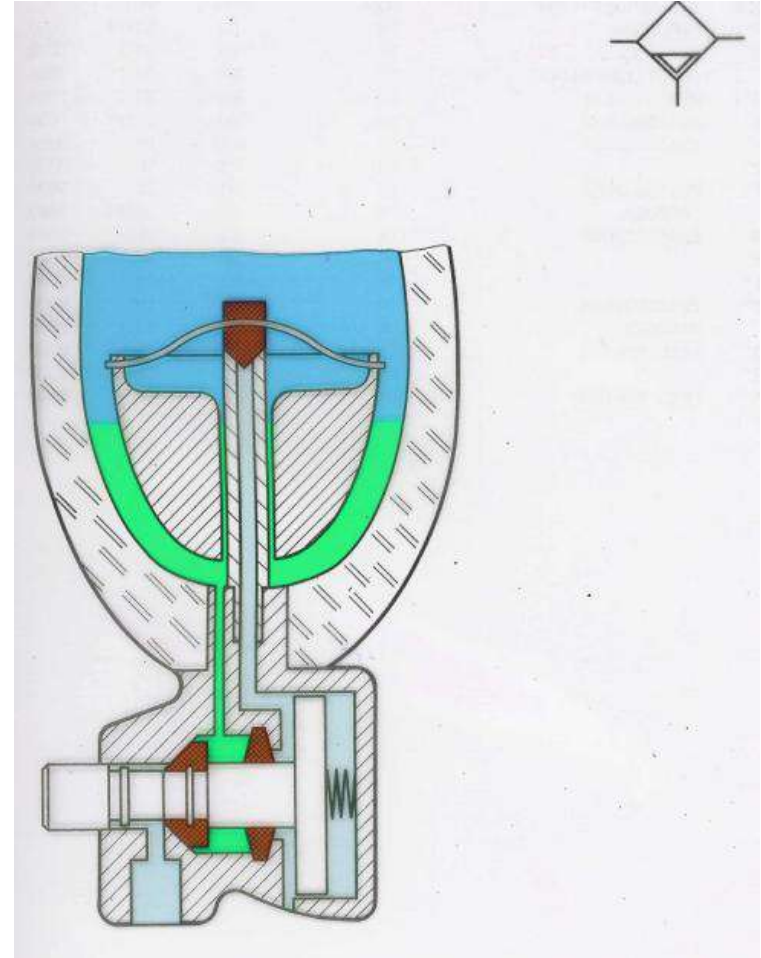
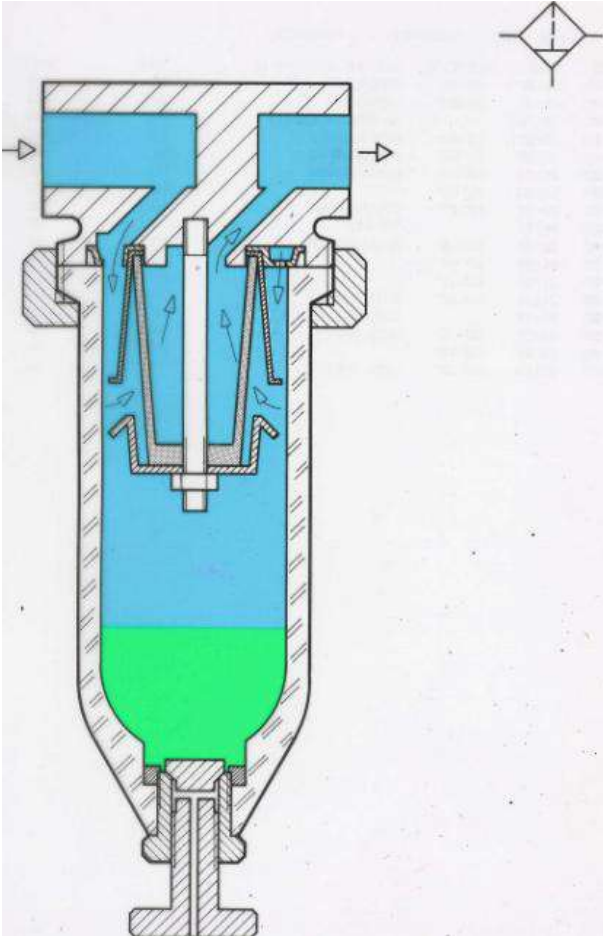
=



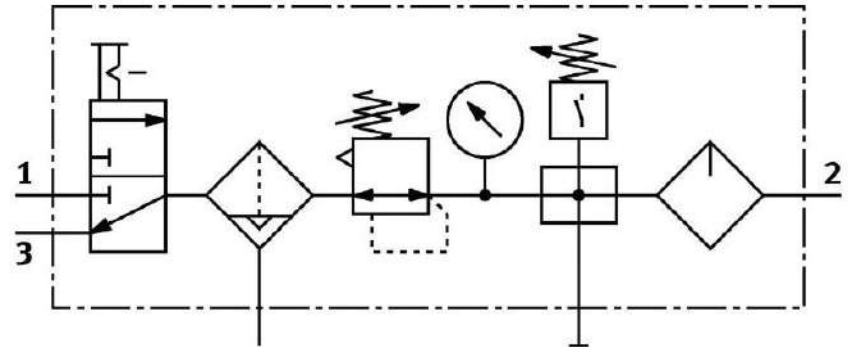
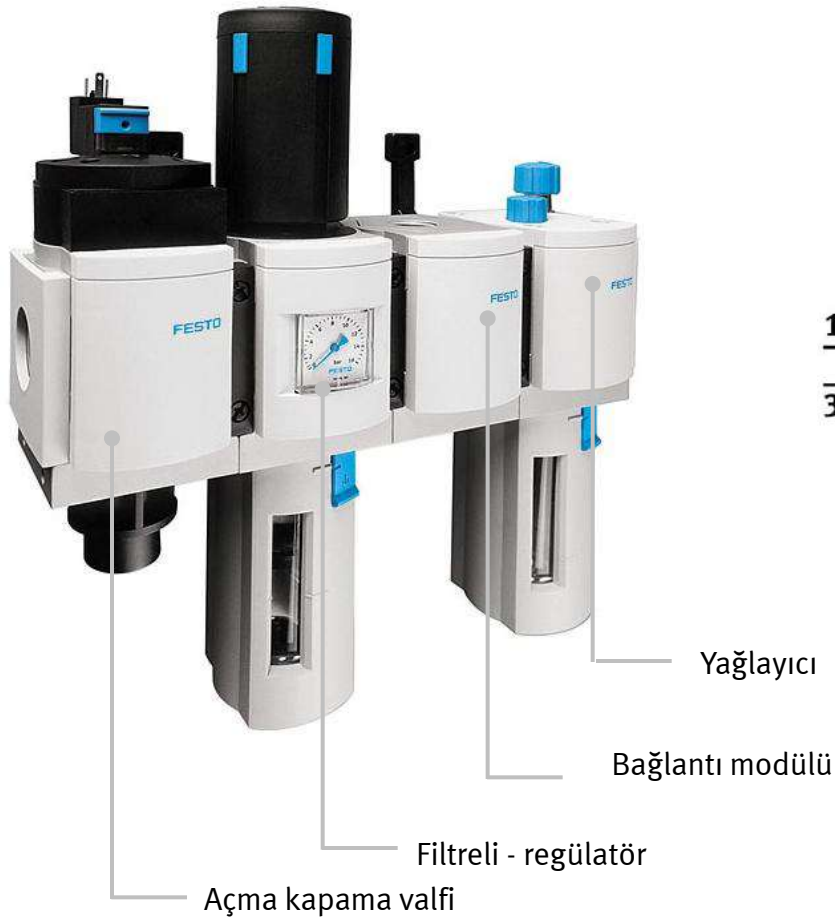
Şartlandırıcı



Şartlandırıcı



Şartlandırıcı



Açma kapama valfi

Açma kapama valfi gerçekte, gerektiğinde sistemi egzozu aan, Normalde Kapalı (NK) 3/2 bir valftir.



Soft start valfi

Birçok sistemde sistemin aniden basınçlandırılması güvenli olmamaktadır. Bu durumu önlemek üzere, basıncın yavaş yavaş artmasını sağlayan Soft start valfi kullanılır.

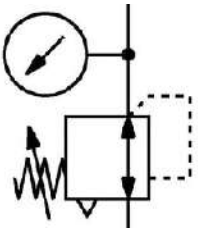


Basıncın ayarlanması

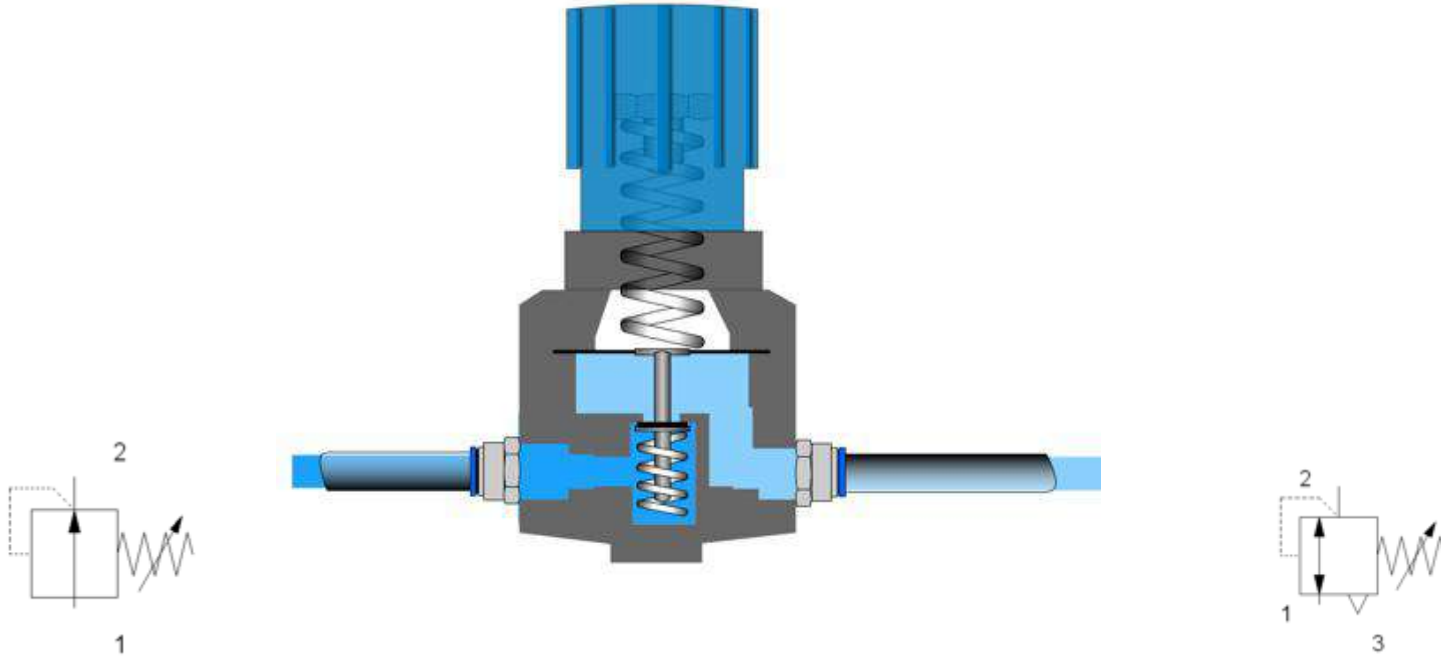


Soru: Sistemin düzgün çalışması için en uygun hava nasıl olmalıdır?

Cevap: Sistemi düzgün bir biçimde çalıştırabilecek mümkün olan en düşük basınçlı hava olmalıdır.

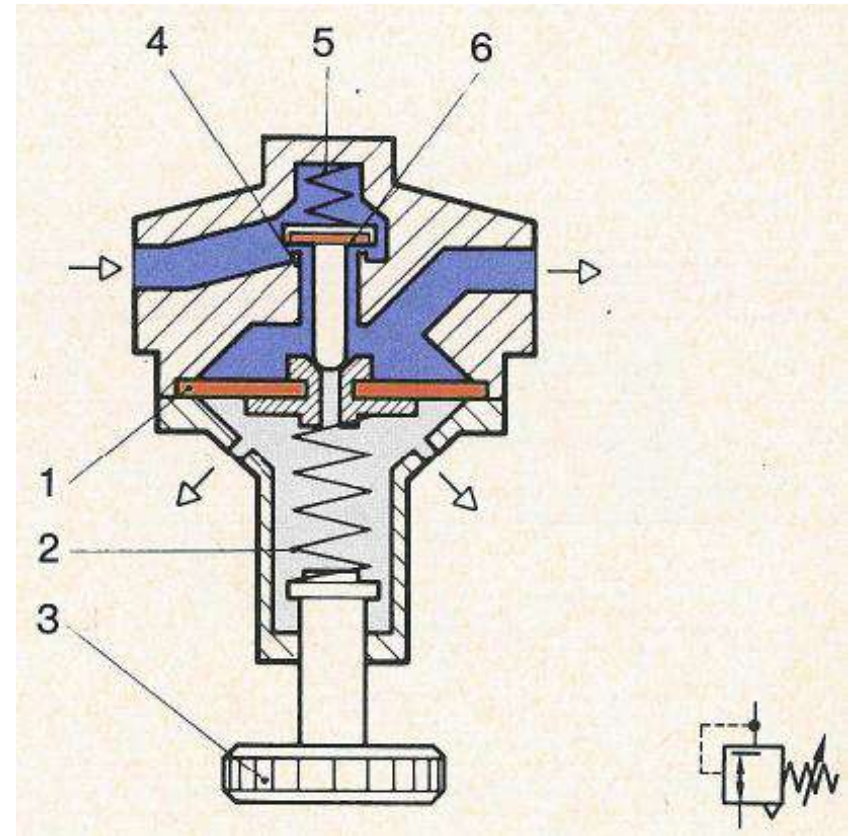
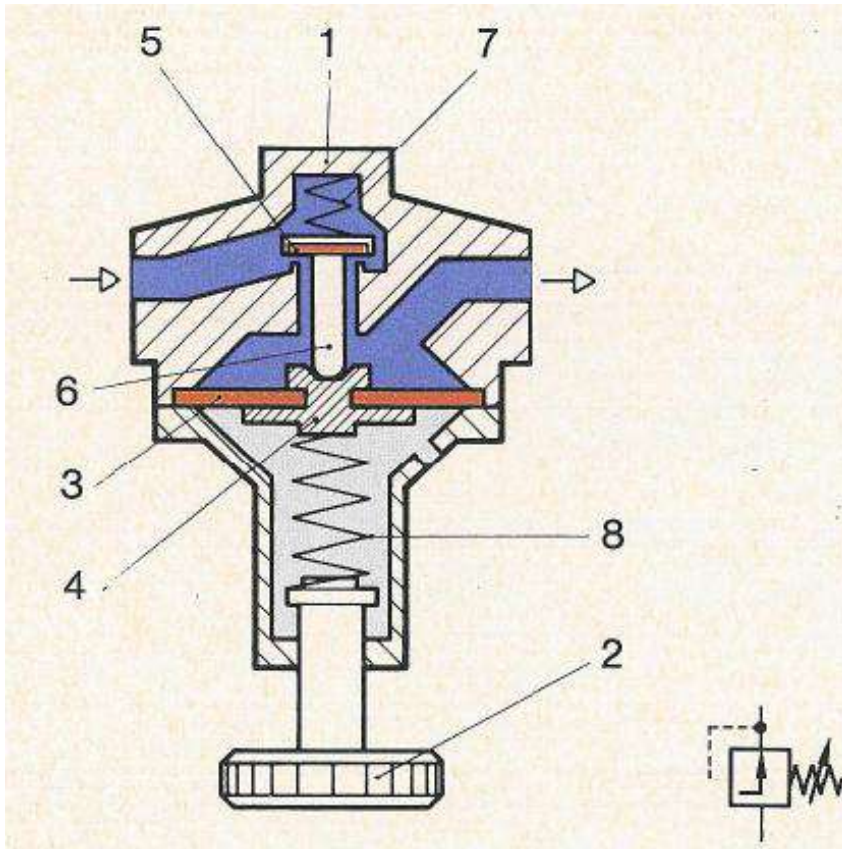


Basıncın ayarlanması



3 yollu ve 2 yollu basınç regülatörleri arasındaki fark, 3 yollu basınç regülatörünün, hava akışı durduğunda basıncın düşmesine izin veren bir egzoz ucu olmasıdır.

Basıncın ayarlanması

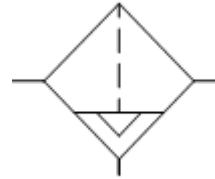


Basıncın ayarlanması

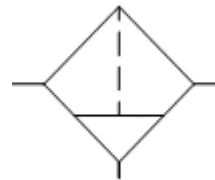
Basıncı uzaktan ayarlamak da mümkündür



Toz ve su



otomatik boşaltma



elle (manuel) boşaltma



Toz ve su

Filtrenin deęiřtirilmesi:

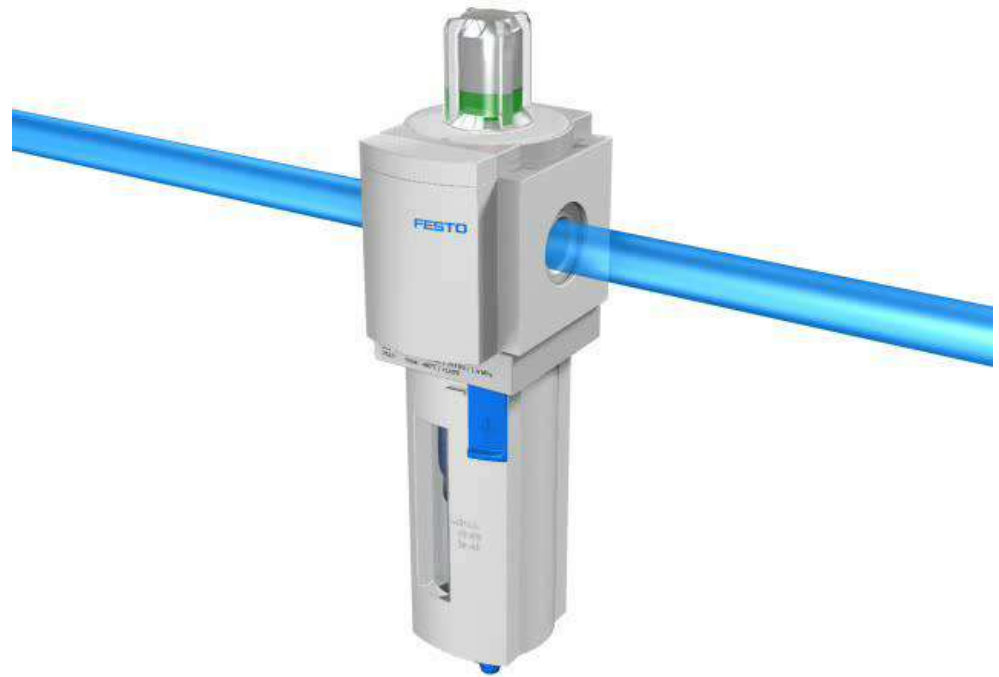
řartlandırıcının giriři ve çıkıřı arasında bir basınç dūřūmū gōzlendięinde, filtre deęiřtirilmelidir.



Toz ve su

Filtrenin deęiřtirilmesi

Filtreyi zamanında değiştirebilmek için en doğru yol basınç düşümünü gösteren bir manometre monte etmektir.

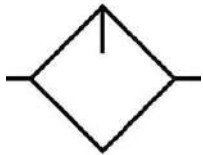


Yağlama

Soru: Hangi cins yağ kullanılmalıdır?

Cevap: En doğrusu hiç yağ kullanmamaktır.
Yağlamanın zaruri olduğu sistemlerde kullanılacak yağ:

Viskozitesi **32mm²/s** olan hidrolik yağdır.



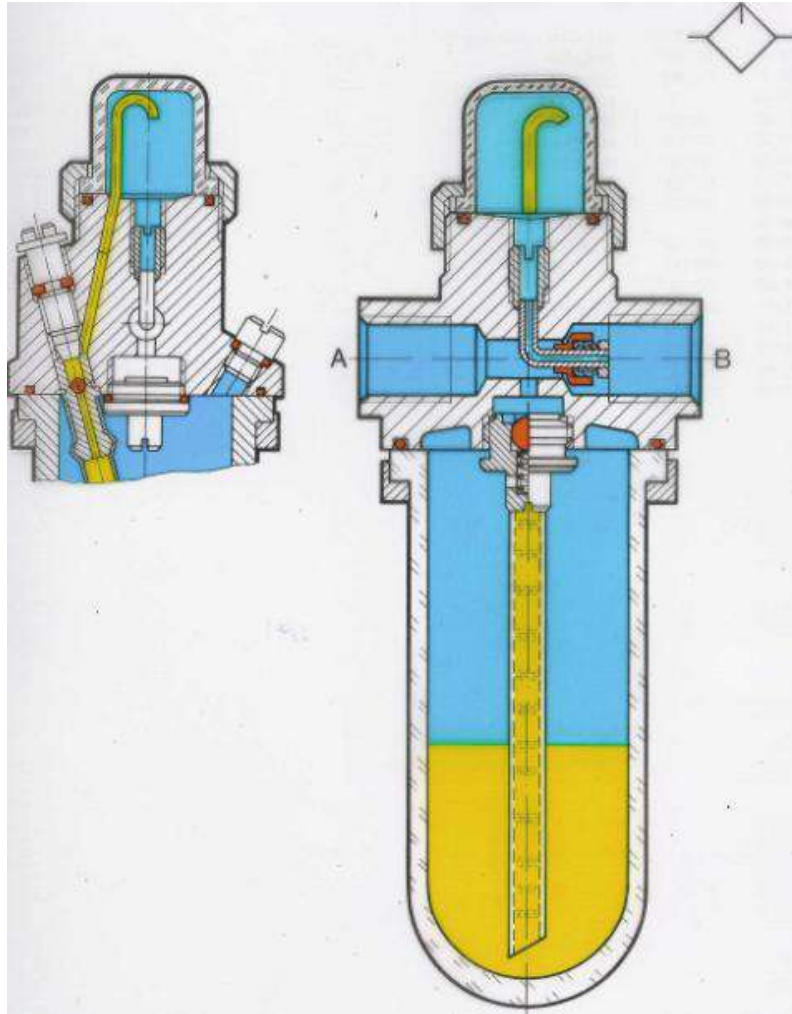
Yağ doldurulması

Yağlama

Sisteme giden yağ miktarının ayarlanması



Yağlama

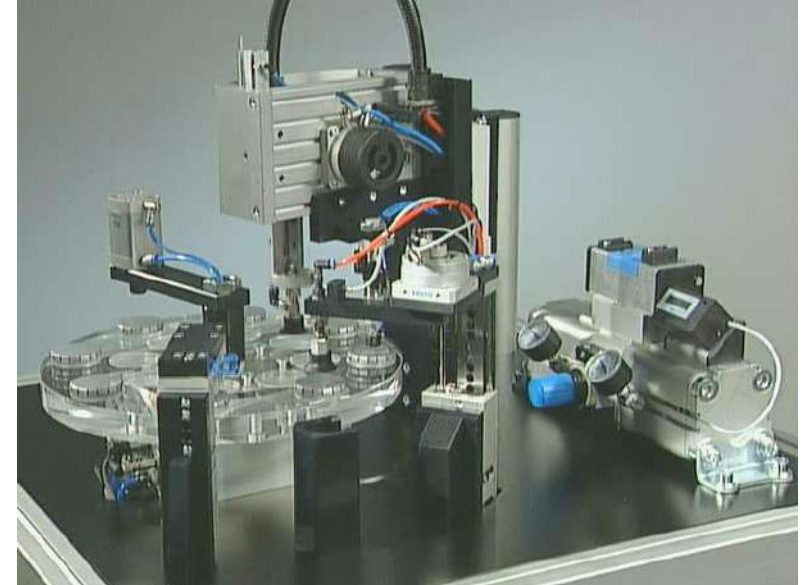
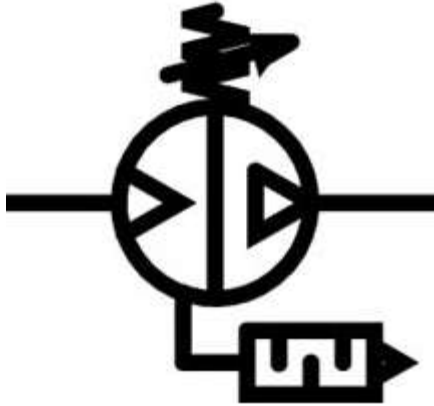


Basınç kuvvetlendiricisi



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.