

# Basıncılı Hava Sistemleri

**Atalay TUNÇCAN**  
**Makina Mühendisi**  
**Tanıtım, Eğitim ve Etüt Dairesi**  
**Başkanlığı**  
**e-posta:atunccan@enerji.gov.tr**



**T.C. ENERJİ VE TABİİ**  
**KAYNAKLAR BAKANLIĞI**

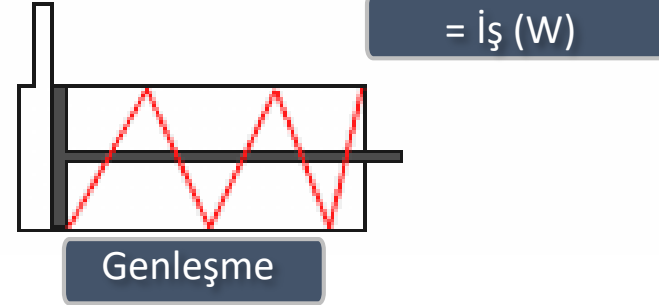
- 1 – Basıncılı hava nedir?
- 2 – Basıncılı hava üretim yöntemleri
- 3 – Kontrol sistemleri
- 4 – Basıncılı havada ekonomi
- 5 – Basıncılı havanın şartlandırılması
- 6 – Isı geri kazanımı
- 7 – Basıncılı hava sistemi dizaynı
- 8 – Kompresör istasyonunun planlanması

# 1. Basınçlı Hava Nedir?

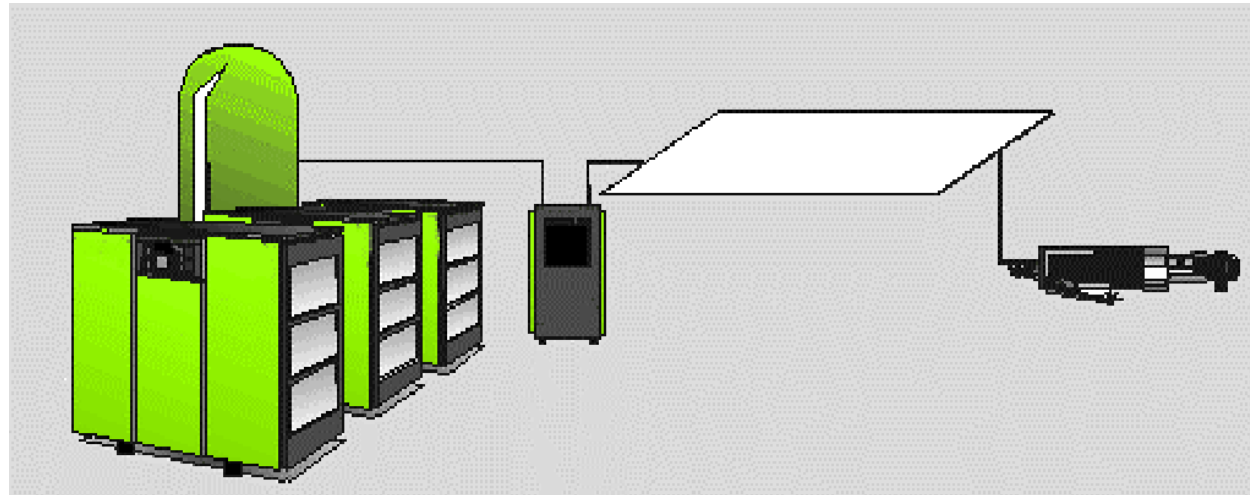
Basınçlı hava ...

- ... Sıkıştırılmış dış havadır
- ... Çeşitli gazların karışımıdır
- ... Sıkıştırılabilir
- ... Enerji taşıyıcıdır

Basınçlı Hava

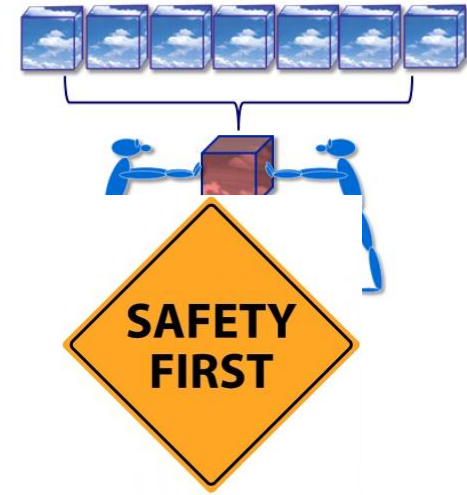


## Basınçlı Hava Sistemi Nedir ?

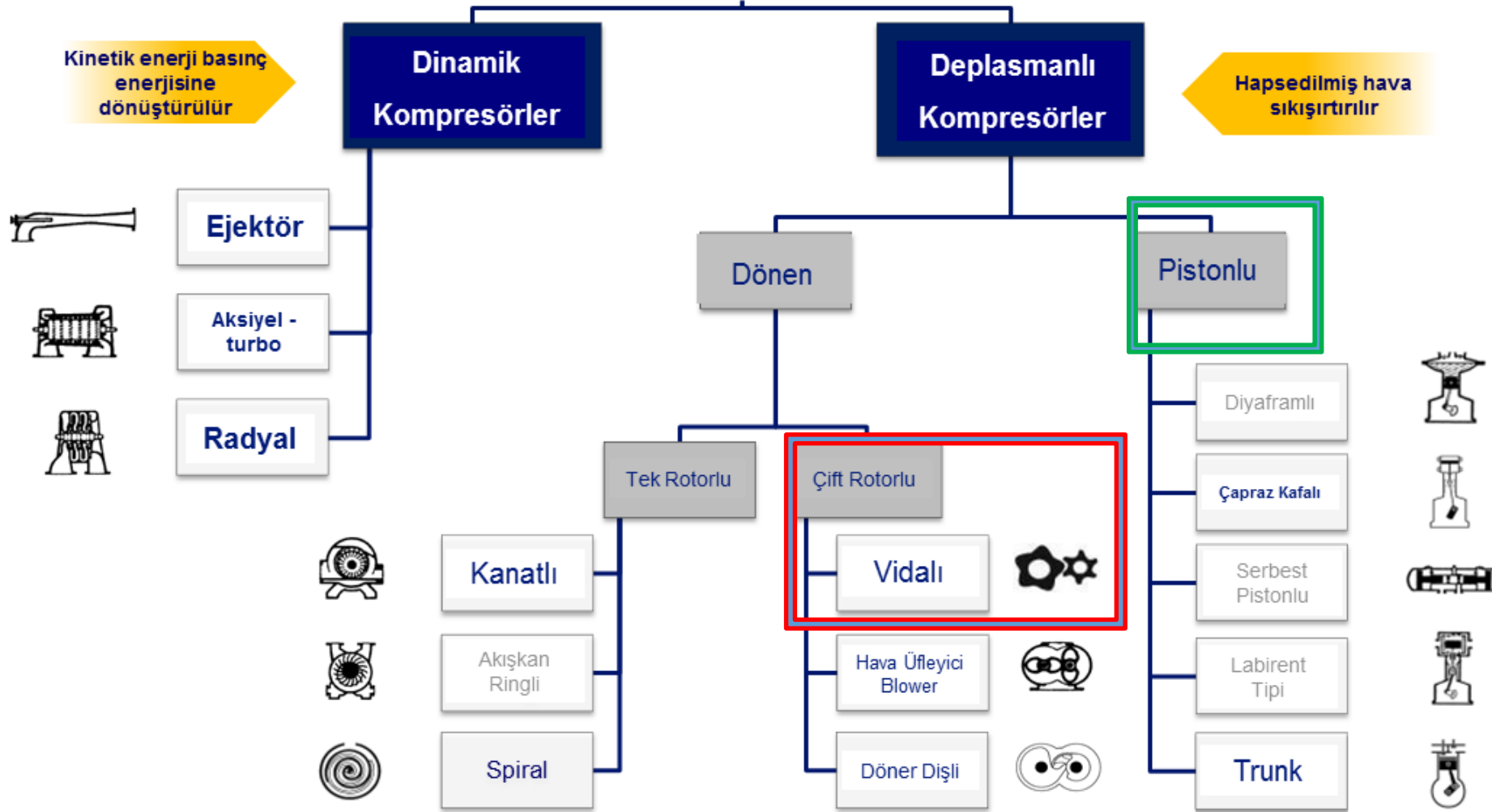


# Basıncı havanın avantajları

- Atmosferde sınırsız olarak bulunmaktadır
- Borularla çok uzak mesafelere taşınabilir
- Bir tank içinde depolanabilir ve istenilen zamanda kullanılabilir
- Patlayıcı ve yanıcı ortamlarda kullanıma uygundur
- Şartlandırılmış hava temizdir, çevre kirliliğine yol açmaz
- Yüksek hızlara ulaşmak mümkündür ve hız ve kuvvet ayarlanabilir
- Pnömatik elemanlar aşırı yüklenmeye karşı emniyetlidir



# 2. Basıncı Hava Üretim Yöntemleri



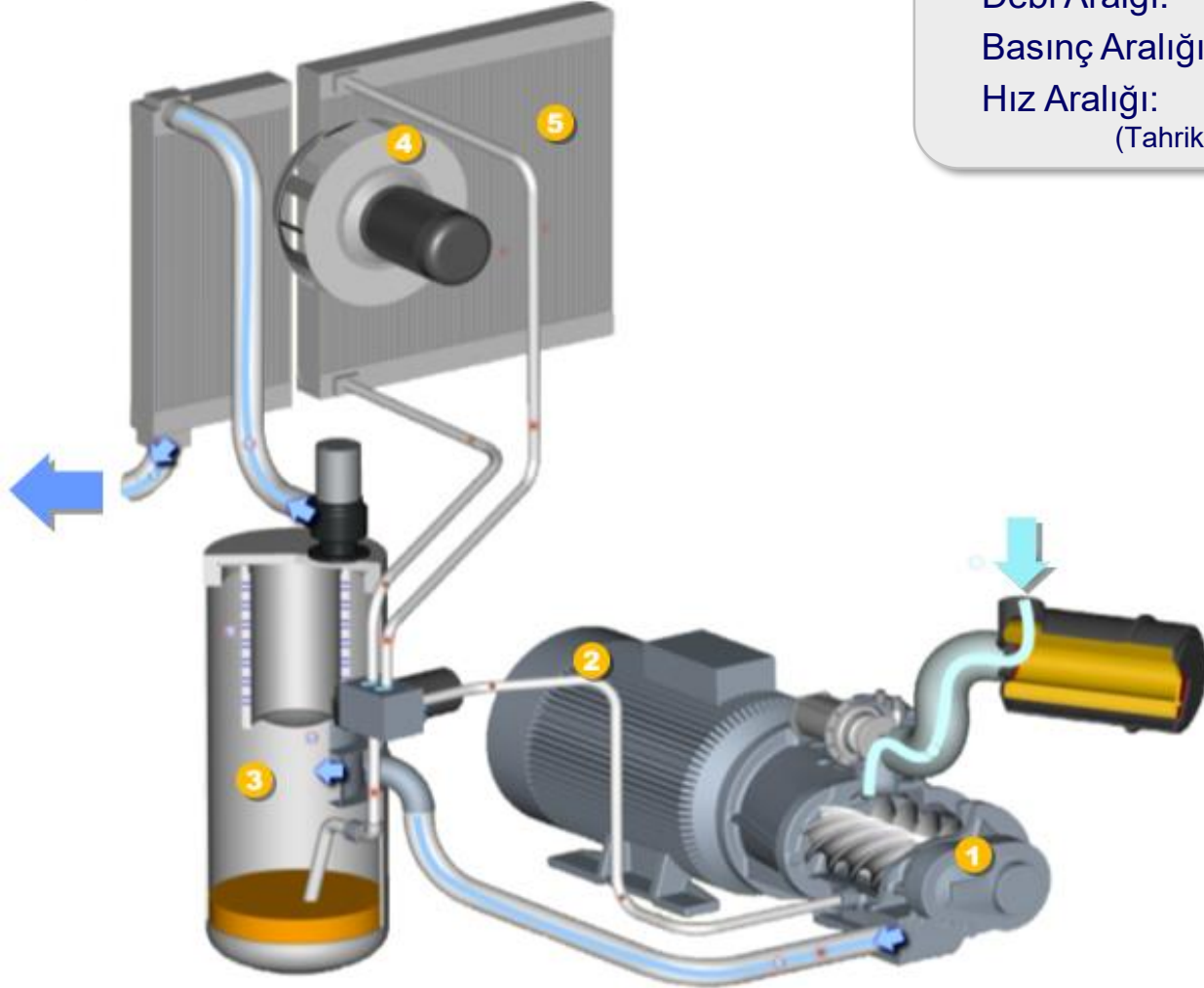
# Basıncı Hava Üretim Yöntemleri

## Vidalı Kompresörler

### Temel Teknik Özellikler:

Debi Aralığı:	0.3 - 85 m <sup>3</sup> /dk.
Basınç Aralığı:	5 - 15 bar
Hız Aralığı:	1,000 - 9,000 rpm (Tahrik tipine bağlı olarak değişmektedir)

Basıncı Hava Çıkışı



- 1- Vida Bloğu
- 2- Elektrik Motoru
- 3- Yağ Separatörü
- 4- Fan
- 5- Radyatör

# Basıncı Hava Üretim Yöntemleri

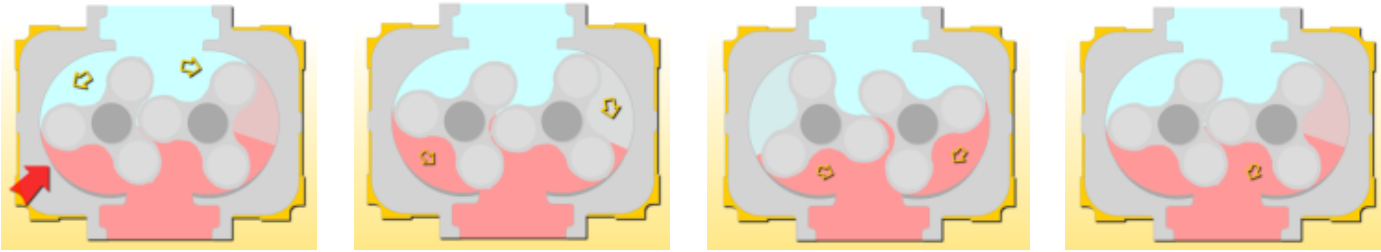
## Blower

Çalışma prensibi

Senkronik vidalarla temassız dönüş

Vida bloğu içinde yağlamaya gerek yoktur

→ yağsız çalışan rotorlar



### Temel Teknik Bilgiler:

Akış aralığı:	1,200 m <sup>3</sup> /dk'ya kadar
Hava akışı:	Döngü başına 2 veya 3 titreşim
Basıncı aralığı:	- 0.5 / +1 bar (g)
Hız aralığı:	300 - 11,000 rpm



# Basıncılı Hava Üretim Yöntemleri

## Tahrik Sistemleri

1:1 olarak kompresör tahriki

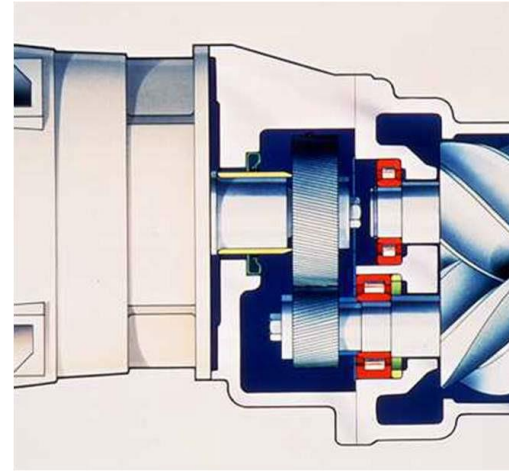


Esnek bağlantı ile 1 : 1 direkt tahrik,  
Motor ve hava çıkışı arasında iletim kayıpları yok

## Kayış kasnak tahriki



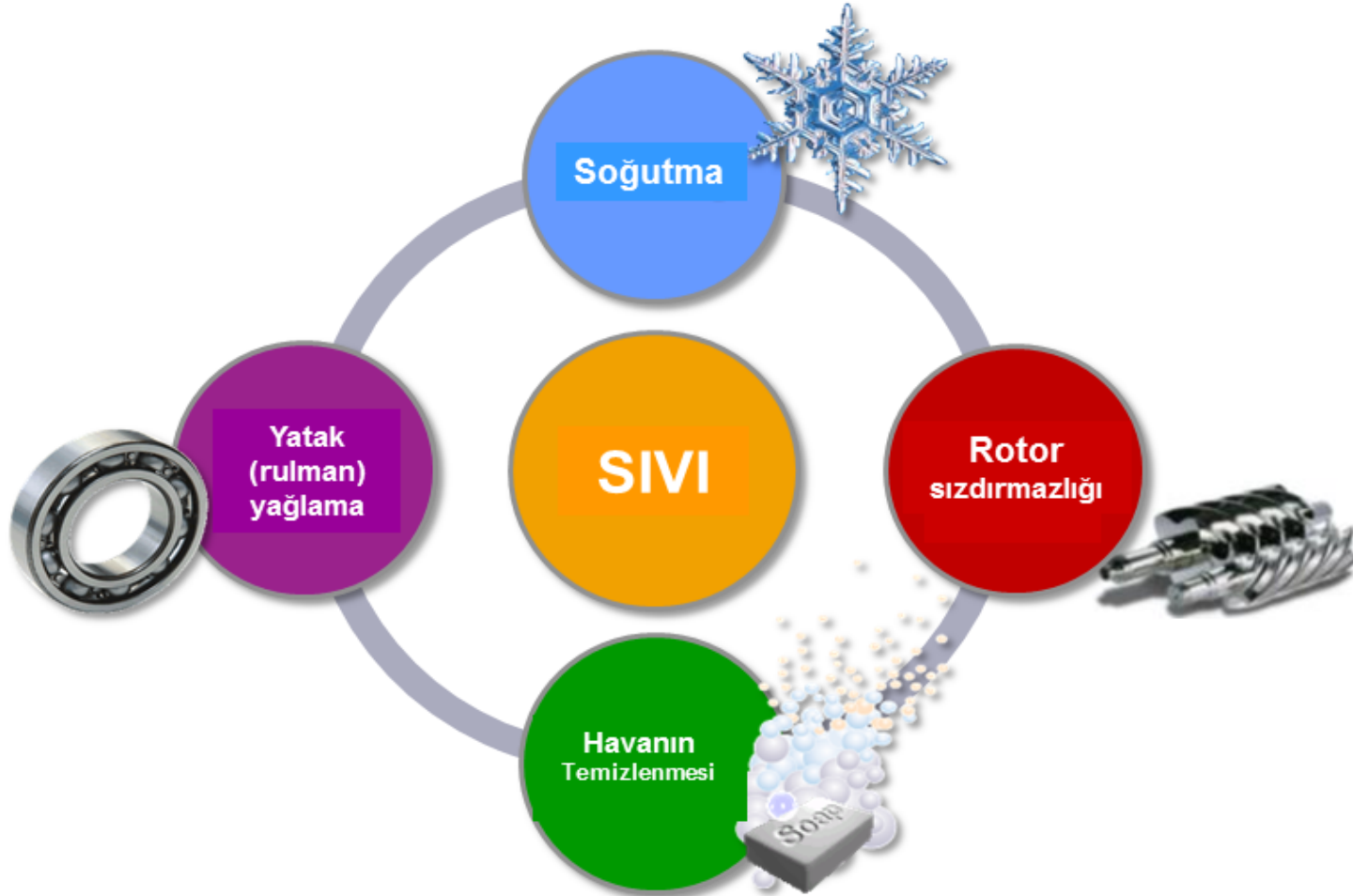
## Dişli tahrik





# Basınçlı Hava Üretim Yöntemleri

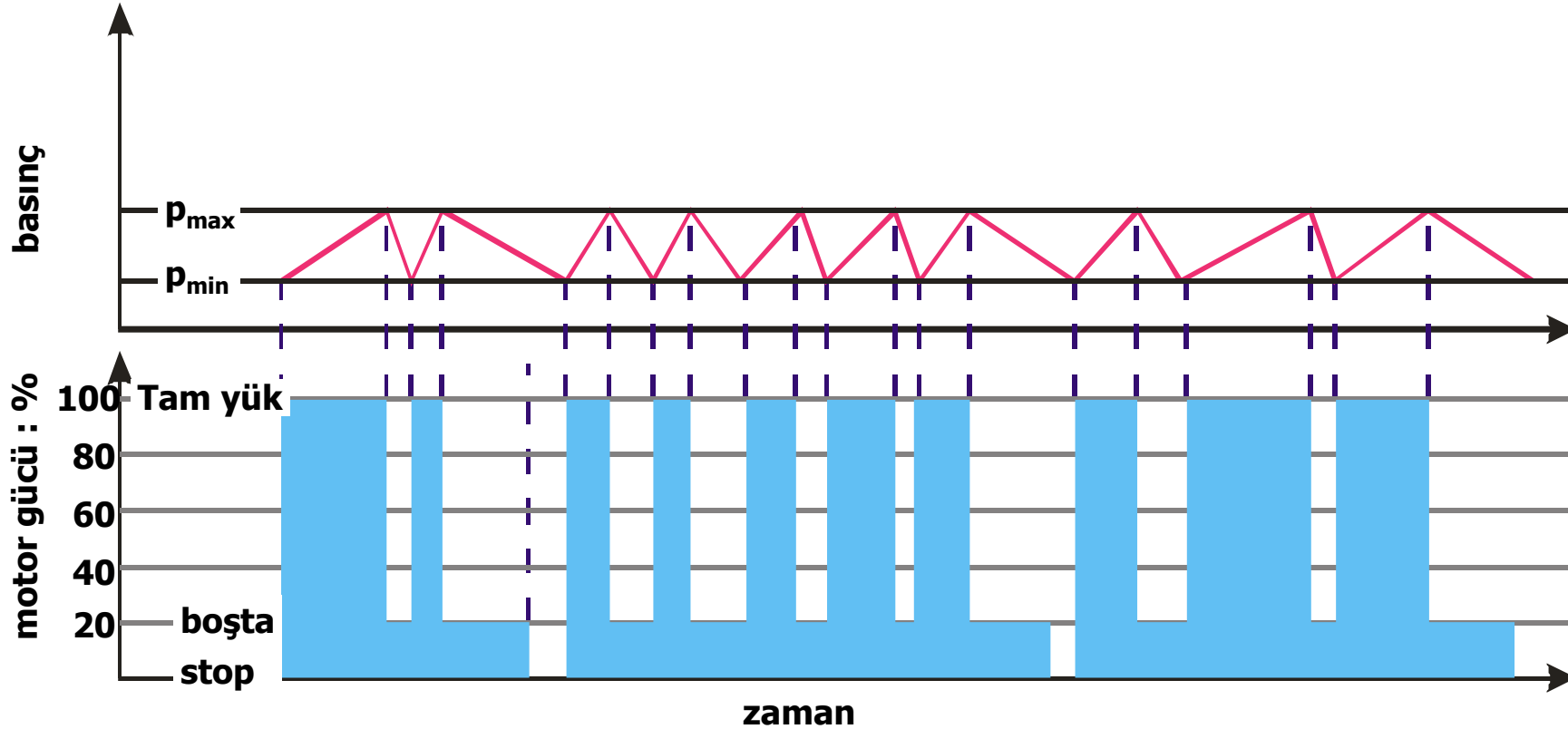
## Yağlı Enjeksiyonunun Avantajları



# 3. Kompresör Kontrol Yöntemleri

## Dual Kontrol

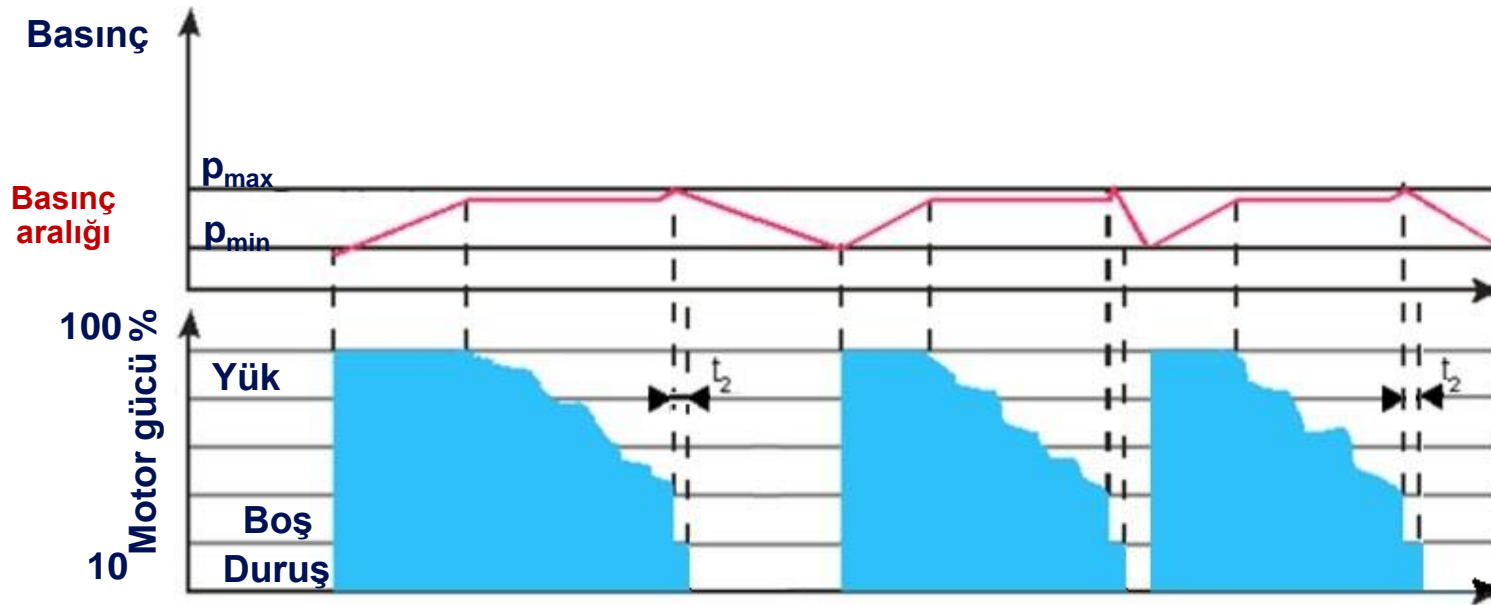
Yükte - Boşta çalışma - Durma



# Kompresör Kontrol Yöntemleri

## Frekans Kontrol

Değişken devirli kompresörler

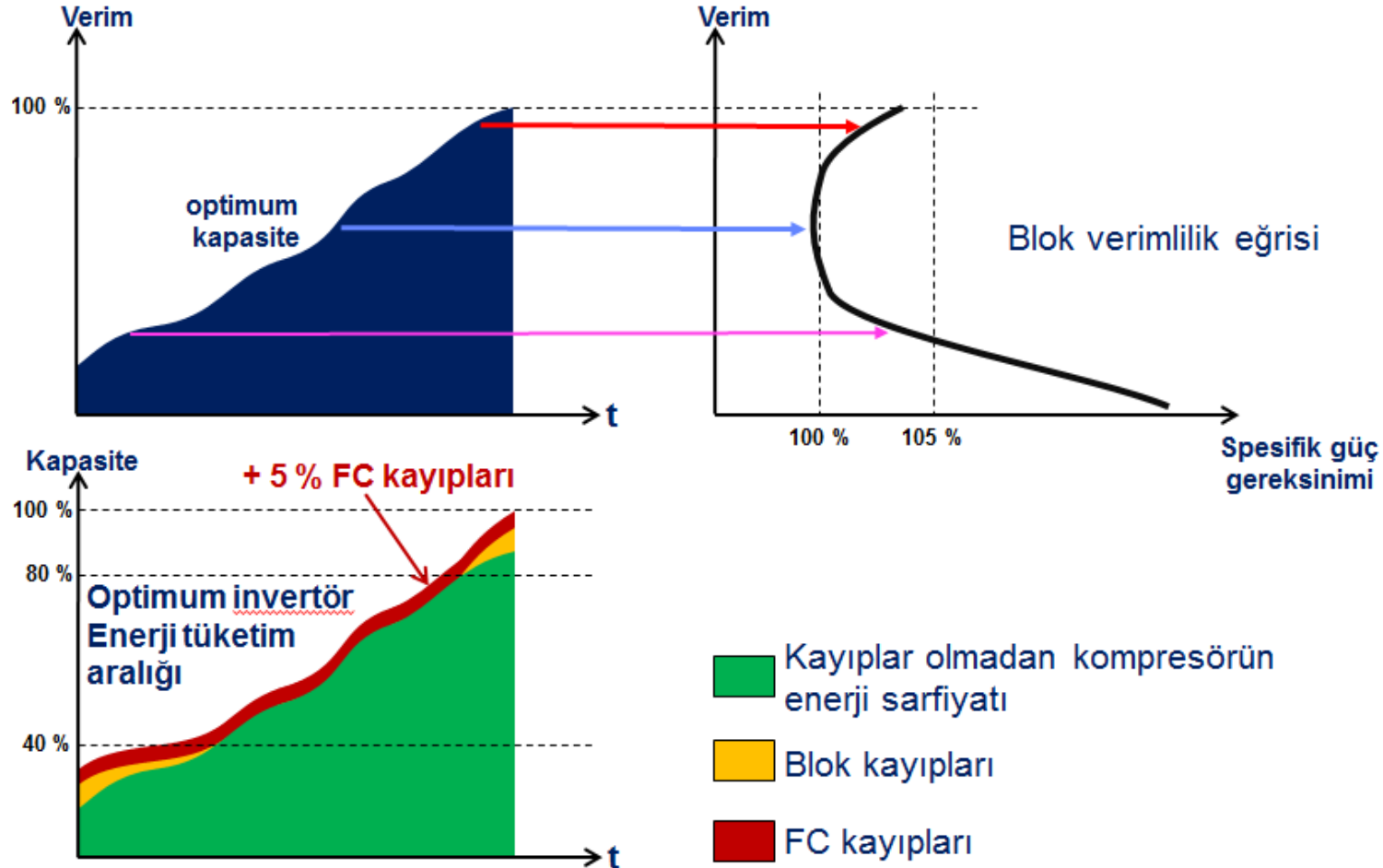


Frekans kontrollü kompresörler çoğunlukla devamlı çalışan pik yük sistemlerde kullanılmalıdır.

# Kompresör Kontrol Yöntemleri

## Frekans Kontrol

Değişken devirli kompresörler



# Kompresör Kontrol Yöntemleri

## Bölmeli Çözüm

Değişen hava ihtiyacı ve kompresör kapasitelerine göre

Hava ihtiyacına göre yük dağılımı:

- |            |                       |
|------------|-----------------------|
| 1. vardiya | 15 m <sup>3</sup> /dk |
| 2. vardiya | 9 m <sup>3</sup> /dk  |
| 3. vardiya | 4 m <sup>3</sup> /dk  |

16 m<sup>3</sup>/dk +  
16 m<sup>3</sup>/dk yedek



Tam yük oranı:  
~40%

2 x 8 m<sup>3</sup>/dk +  
8 m<sup>3</sup>/dk yedek



~60%

2 x 4.5 m<sup>3</sup>/dk + 8 m<sup>3</sup>/dk +  
8 m<sup>3</sup>/dk yedek



~95%

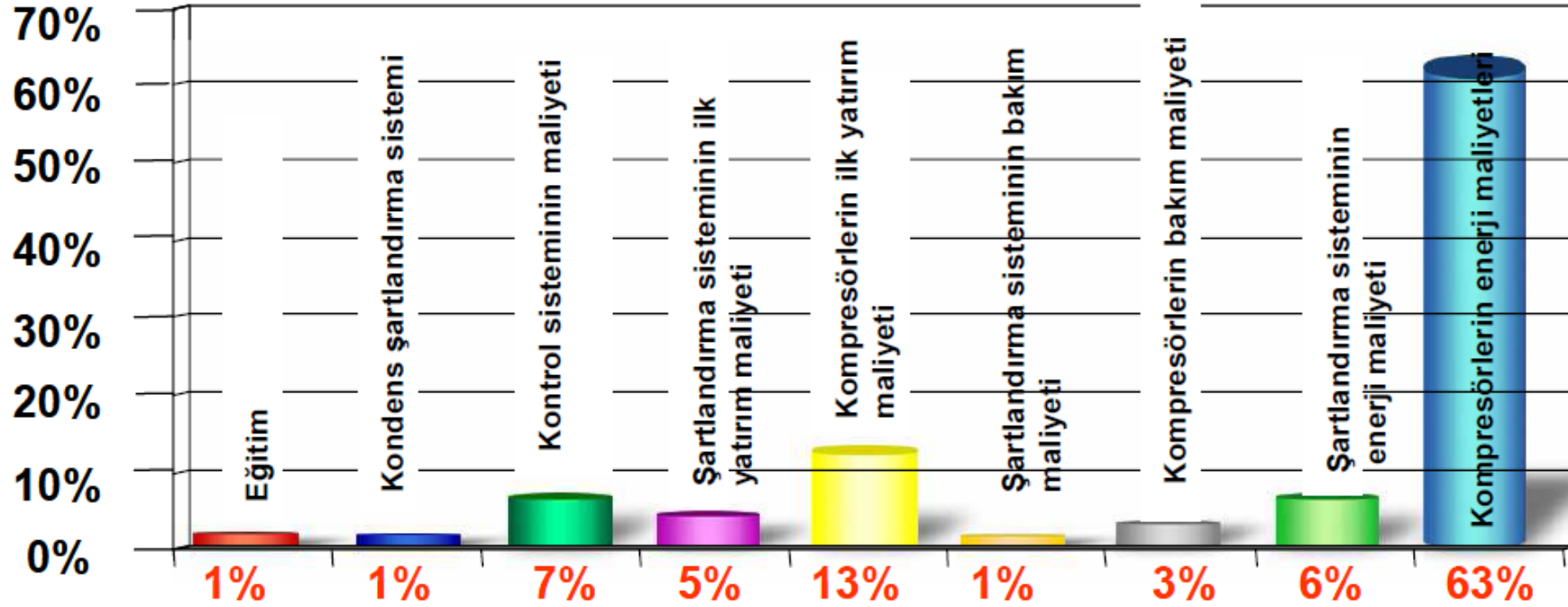
1.6-6 m<sup>3</sup>/dk + 4 m<sup>3</sup>/dk + 6 m<sup>3</sup>/dk  
6 m<sup>3</sup>/dk yedek



~95%

# 4. Basıncılı Havada Ekonomi

## Basıncılı Hava Maliyeti Oluşumu

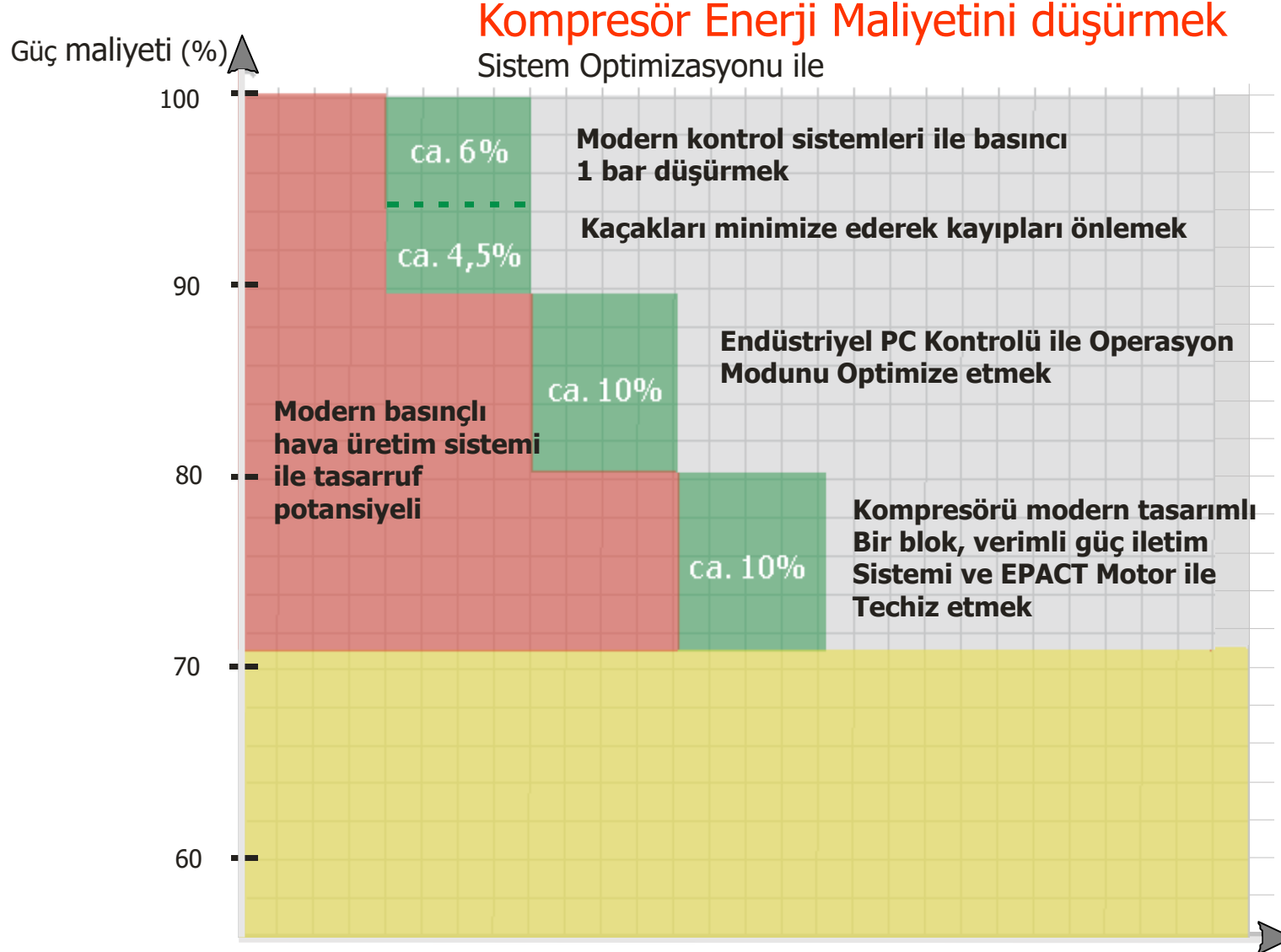


Elektrik Birim Fiyatı: 0.08 €/kWh  
Süre: 5 yıl

Çalışma Basıncı: 7.5 bar  
Hava Soğutma

Basıncılı Hava Kalitesi Yağ 1  
(ISO 8573-1) Partikül 1  
Su 4

# Basınçlı Havada Ekonomi





# 5. Basınçlı Hava Şartlandırma

Havadaki parçacıklar



**Hava girişine toz ve pislikleri tutmak için hava filitreleri yerleştirilmeli ve temizlikleri sıkça yapılmalıdır. Girişteki her 25 mbar'lık basınç kaybı kompresör performansını % 2 azaltır.**

**Ne tip kompresör olursa olsun, bütün kompresörler havadaki parçacıkları bir kaç kat sıkıştırıp, yoğunlaştırır**

# Basınçlı Hava Şartlandırma

## Basınçlı havanın kalite sınıflandırılması

Solid particles/dust			
Class	Max. particle count per m <sup>3</sup> of a particle size with d [µm]*		
	0.1 ≤ d ≤ 0.5	0.5 ≤ d ≤ 1.0	1.0 ≤ d ≤ 5.0
0	e.g. Consult KAESER regarding pure air and cleanroom technology		
1	≤ 20,000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400,000	≤ 6,000	≤ 100
3	not defined	≤ 90,000	≤ 1,000
4	not defined	not defined	≤ 10,000
5	not defined	not defined	≤ 100,000
Class	Particle concentration C <sub>p</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]*		
6	0 < C <sub>p</sub> ≤ 5		
7	5 < C <sub>p</sub> ≤ 10		
X	C <sub>p</sub> > 10		

Water	
Class	Pressure dew point [°C]
0	e.g. Consult KAESER regarding pure air and cleanroom technology
1	≤ -70 °C
2	≤ -40 °C
3	≤ -20 °C
4	≤ +3 °C
5	≤ +7 °C
6	≤ +10 °C
Class	Concentration of liquid water C <sub>w</sub> [g/m <sup>3</sup> ]*
7	C <sub>w</sub> ≤ 0.5
8	0.5 < C <sub>w</sub> ≤ 5
9	5 < C <sub>w</sub> ≤ 10
X	C <sub>w</sub> ≤ 10

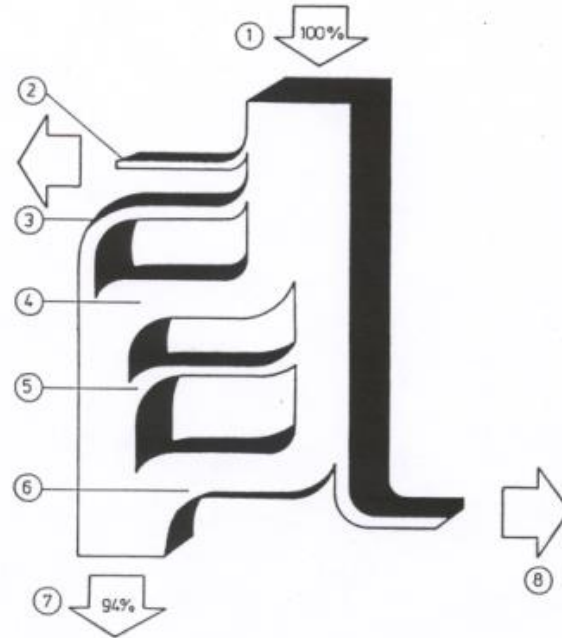
Oil	
Class	Total oil concentration (fluid, aerosol + gaseous) [mg/m <sup>3</sup> ]*
0	e.g. Consult KAESER regarding pure air and cleanroom technology
1	≤ 0.01
2	≤ 0.1
3	≤ 1.0
4	≤ 5.0
X	> 5.0

**İhtiyaç duyulan hava kalitesinin sağlanamaması ürün kalitesini etkileyebileceği gibi, gereksiz kullanılan herbir donanım da enerji giderlerini arttıracaktır.**

# 6. Isı Geri Kazanım

## Bir kompresörde yaklaşık olarak ısı dağılımı

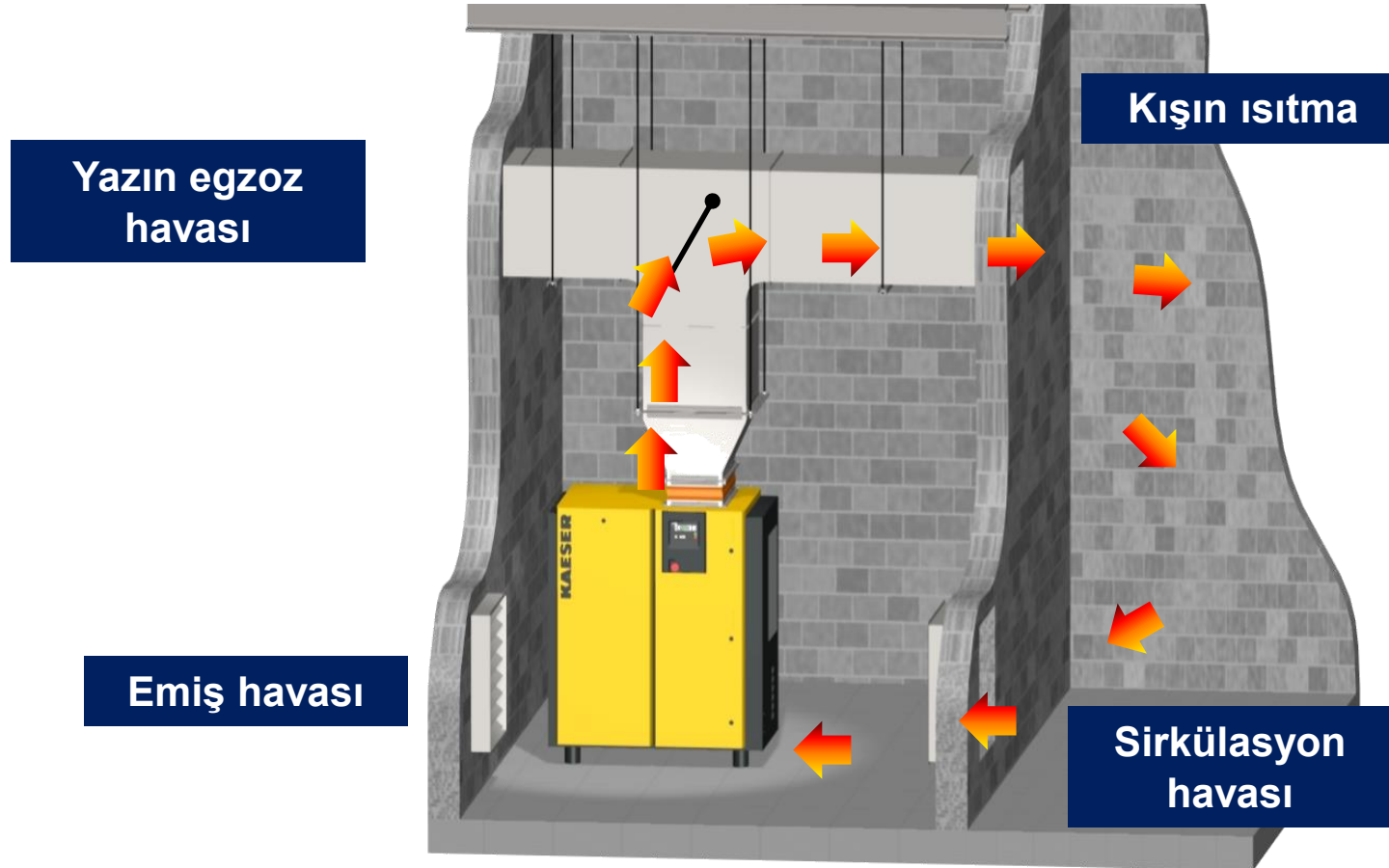
1.	Elektrik motorundan şafta verilen güç	%	100
2.	Radyasyon kayıpları	%	4
3.	Alçak basınç kademesinden ısı geri kazanım	%	4
4.	Ara soğutucudan ısı geri kazanımı	%	43
5.	Yüksek basınç kademesinden ısı geri kazanım	%	4
6.	Son soğutucudan geri ısı kazanımı	%	43
7.	Teorik olarak geri kazanılabilir ısı	%	94
8.	Basıncılı havada kalan ısı	%	6



# Isı Geri Kazanımı

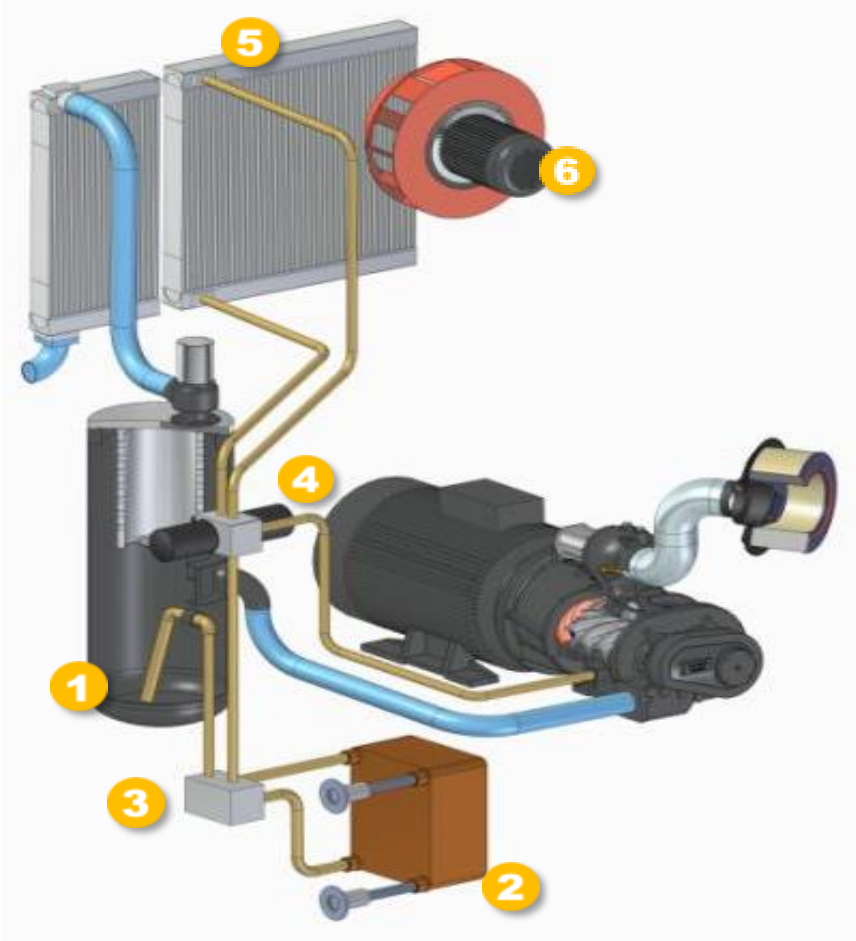
Bina içi ısıtma için sıcak hava	Kurutma işlemleri için sıcak hava	Sıcak hava kilidi yaratmada	Yakma havası için ön-ısıtma
Kapalı alan ısıtma	Merkezi ısıtma sistemlerini besleme	Kullanım suyu için sıcak su (duş,lavabo)	İş alanlarının temizlenmesi
Galvanizlemek	Yüzme havuzu ısıtma	Kafeterya, kantin ve mutfaklar için servis suyu	Gıda sektöründe temizleme suyu

# Isı Geri Kazanımı



Elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık % 80'i ısı olarak geri kazanılabilir.

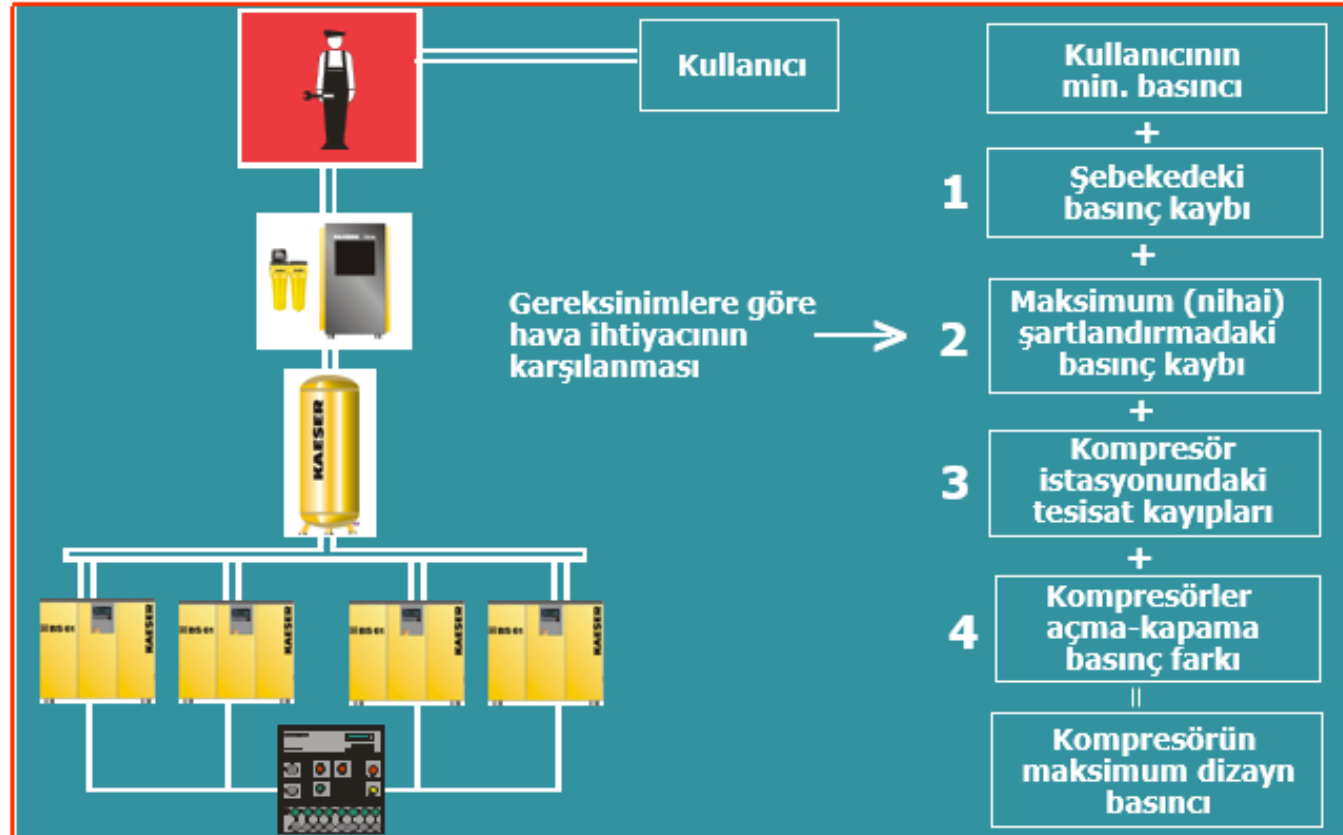
# Isı Geri Kazanımı



- 1 Hot cooling fluid
- 2 Plaka tipi ısı eşanjörü
- 3 Isı eşanjörü için termostatik valf
- 4 İç sıvı devresi için termostatik valf
- 5 Radyatör
- 6 Fan

# Basınçlı Hava Sistemi Dizaynı

## Büyük kompresör istasyonlarının planlanması Basıncın belirlenmesi





# Basınçlı Hava Sistemi Dizaynı

Sabit boru şebekelerinde kompresörden çıkan basınçlı havanın hattın sonuna kadar toplam basınç düşümü **0.3 bar**'dan fazla olmamalıdır.

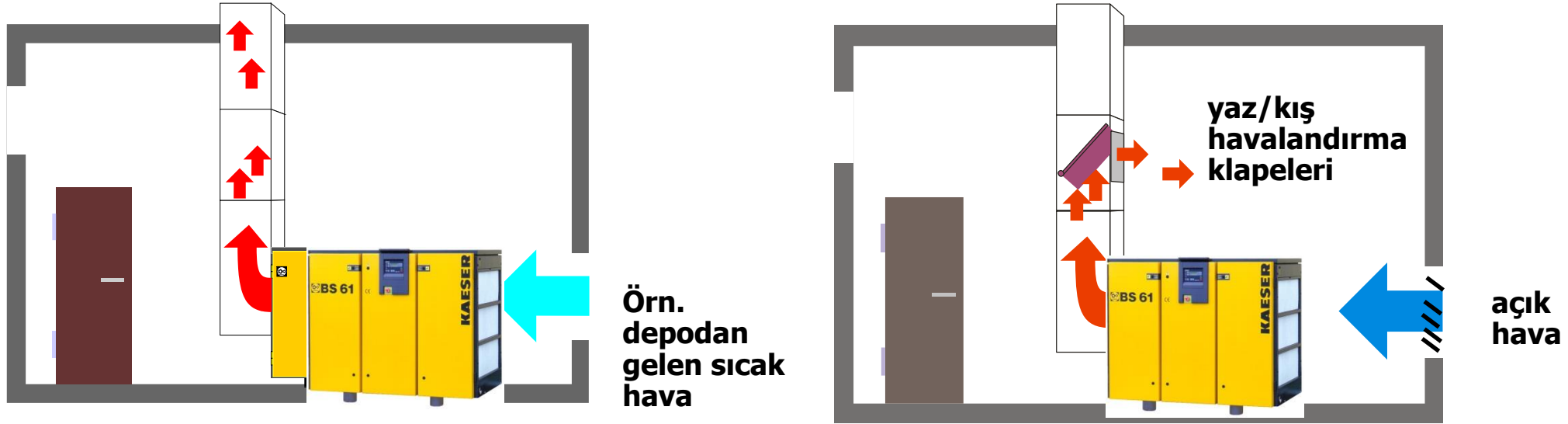
Ana hat borularının içinden geçen basınçlı havanın hızı 6 m/sn'nin altında tutulmalıdır. Bunun için ana hat boru çapları doğru seçilmelidir.

Basınçlı havayı taşıyan boruların uzunluğu arttıkça sızıntılar ve basınç düşmeleri artar. Bu nedenle boru boyları gereksiz yere uzun tutulmamalıdır.

Gereğinden küçük çapta boyutlandırma öncelikle hat boyunca aşırı basınç düşmelerine neden olur. Ayrıca yüksek hava hızlarına neden olduğundan, basınçlı hava içerisindeki su buharının yeterince yoğuşmasını engeller.

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

Vidalı kompresörlerde, kompresör odasının havalandırılması  
tavsiye edilen, davlumbaz ile havalandırma



Kompresörlere soğuk, temiz ve kuru hava girişi sağlanmalıdır. Giriş havasının sıcaklığındaki her 5 °C' lik düşüş enerji tüketiminde % 2' lik bir azalmaya neden olur, yani kompresör verimini % 2 artırır.

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

## EcoDrain / Filtre Montajı



## KÖTÜ

**Fazla filtre kullanımı istenmeyen derecede basınç kayıplarına neden olur**

**Gereksiz kullanılan filtre vb her türlü ekipman, yanlış seçilmiş boru çapına dayalı yanlış hava hattı tasarımları ve buna benzer her türlü lüzumsuz basınç düşümü enerji kaybına yol açacaktır.**

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

Ortam Sıcaklığı

3 to 40°C

Soğutma Havası & giriş hava sıcaklığı

3 to 40°C



KÖTÜ

Direk güneş ışığı altında

Sıcak egzoz havası çatı altında toplanacak ve tekrar emilecektir.

Tropikal bir ülkede yapılmış bir montaj

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

Ortam Sıcaklığı 3 to 40°C  
Soğutma Havası & giriş hava sıcaklığı 3 to 40°C



İyi

Yağmur / güneşten koruyan çatı

Davlumbaz

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

## Basınçlı Hava Tankı :

Kompresör çıkış hattındaki hava darbelerini önler, havanın servis borularına muntazam bir şekilde akmasını sağlar.

Basınçlı hava kullanımının kompresör kapasitesinin üstüne çıktığı durumlarda geçici olarak rezervuar görevi görür.

Basınçlı havanın soğumasını, içinde bulunan su buharının ve yağ zerrecilerinin yoğunlaşmasını ve tank dibinden dışarıya atılmasını sağlar.

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

## İlk Mekanik Ayrışma

Hava tankıyla veya şebekede ilk ayrıştırma

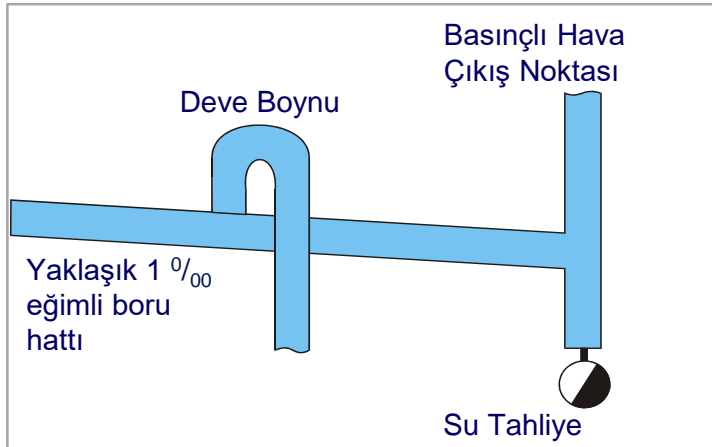
## Basıncı hava tankıyla

Tanka giren hava soğur ve yoğuşma meydana gelir.

→ Yoğuşmada çıkan kondens, kondens tahliye ile drenaj edilir.

## Şebekede

Deve boynu ve su toplayıcı kullanımı

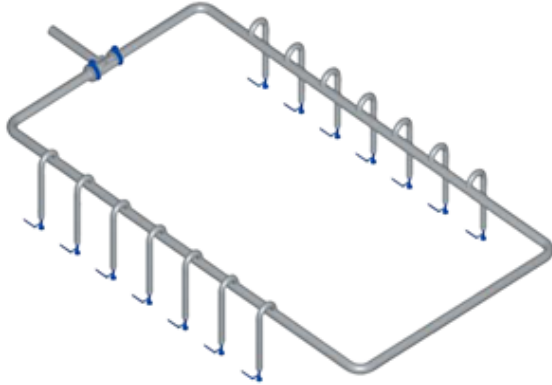




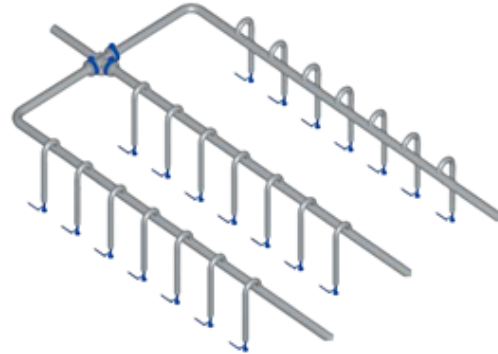
# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

**Ana hat:** Hava tanklarını birbirine bağlayan ana tüketim merkezi.

**Dağıtım hattı:** Boru hattıyla basınçlı havanın tüketim alanlarına dağıtılması.



Ring  
Şebeke



Dal  
Şebeke

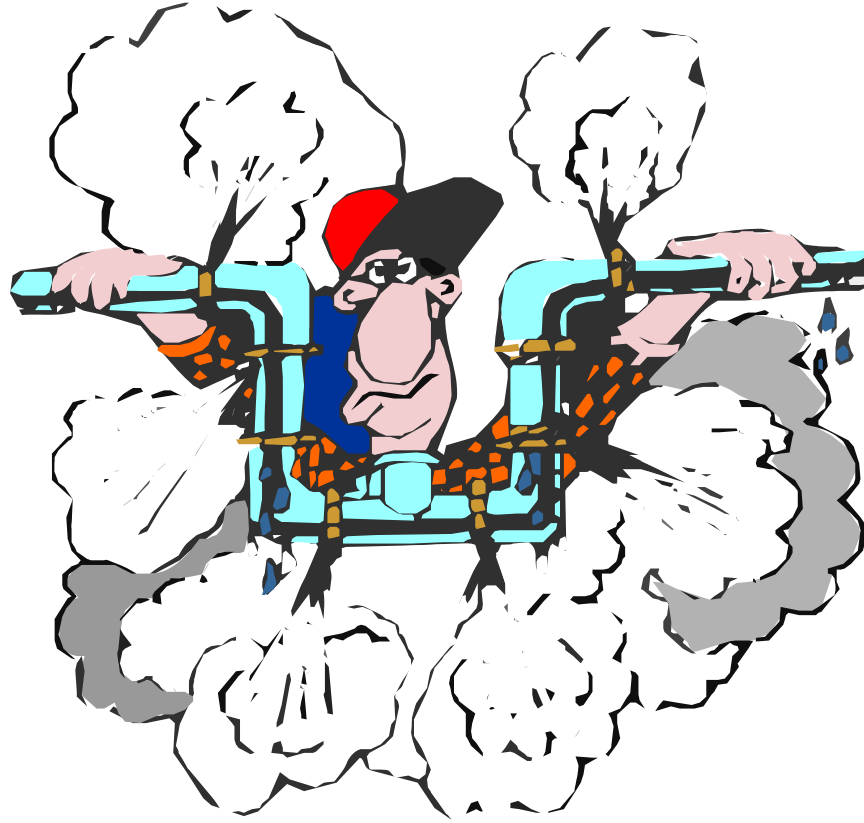
Basınçlı havanın içindeki su ve yağ zerreciklerinin dağıtım hatlarından kolayca drene edilebilmesi için borulara **akış yönünde % 1 eğim verilmeli ve her 30 metrede bir drenaj noktası konmalıdır.**

**Nemli basınçlı hava şebekesinde: tüketim besleme hatları yukarıdan bağlanmalıdır.**

# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

## Şebekedeki kaçaklar

- köpük ile belirleme
- ses ile
- kaçak spreyleyler ile
- ultrasonik cihazlar ile



# 8. Kompresör İstasyonu Planlaması

## Şebekenin kodlanması

İşaretler: Rakamla ya da kelime ile kodlama

