

## HAVA ŞEBEKELERİ

### A - TANIMLAMA VE TEORİ

|       |   |   |
|-------|---|---|
| Bölüm | 1 | Hatasız bir hava şebekesinin önemi      |
| Bölüm | 2 | Hatasız bir hava dağıtım sistemi nedir? |
| Bölüm | 3 | Kötü bir sistemin maliyeti              |
| Bölüm | 4 | Sistem dizaynı için gerekli bilgiler    |
| Bölüm | 5 | Gerekli hava kalitesinin tayini         |

### B - UYGULAMA

|       |    |   |
|-------|----|---|
| Bölüm | 6  | Mevcut sistemlerin geliştirilmesi             |
| Bölüm | 7  | Standart çözümler                             |
| Bölüm | 8  | Ana hat ve şebeke dizaynı                     |
| Bölüm | 9  | Kompresör dairesinin planlanması              |
| Bölüm | 10 | Sistem dizaynı için gerekli tablo ve şekiller |

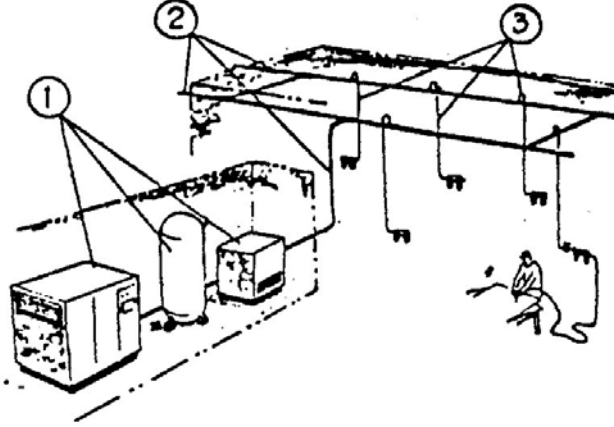
## BÖLÜM 1

### HATASIZ BİR HAVA ŞEBEKESİNİN ÖNEMİ

## DOĞRU KURULMUŞ HAVA DAĞITIM SİSTEMLERİ NİÇİN ÇOK ÖNEMLİDİR?

Bugünkü durum;

Komple bir basınçlı hava sistemi üç ana bölümden meydana gelmiştir:



- 1- Kompresör dairesi,
- 2- Basınçlı hava hattı,
- 3- Servis hatları.



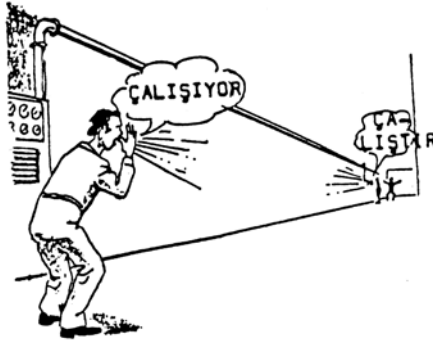
Kompresör dairesinin doğru plânlanıp tesis edildiğini farz etsek bile, hava dağıtım sistemi yetersiz olabilir. Nitekim, İsveç'te 13 büyük endüstri kuruluşunda yapılan bir araştırmada basınçlı hava tesisatlarının % 70'inin önemli ölçüde hatalı olduğu ortaya çıkmış bulunmaktadır.

Bu da kullanılmakta olan 9600 adet havalı el âletinin % 70'inin, yani 6720 adet havalı el âletinin kapasitelerinin oldukça altında kullanıldığı anlamına gelmektedir.



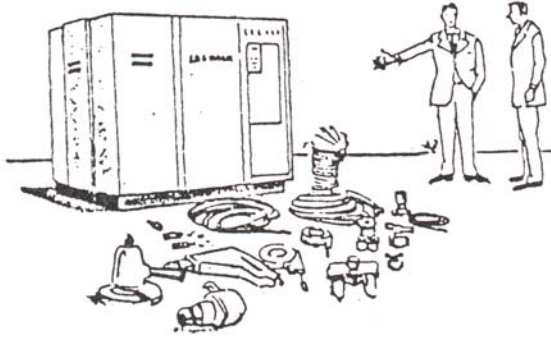
Çoğu zaman tesisattaki bu tip hatalardan dolayı el âletinin kendisi suçlanmakta ve bu da havalı el âletlerinin aleyhine bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.

Oysa, sistem yanlış dizayn edilmiş olabileceği gibi, boru hesapları hatalı olabilir veya hava aksesuarları yetersiz seçilmiş olabilir. Tüm bu hatalar, tüketim noktalarına ulaşana dek basınçlı havayı etkileyebilir.



Sanayide en çok yapılan hata, hava sisteminin dizayn sırasında öngörülenden çok daha fazla yüklenmesidir. Bu tüketim noktalarındaki hava basıncının çok düşmesine yol açar. Diğer bir neden de şebekede hava kaçıkları bulunmasıdır. Hava aksesuarlarının kötü kalitede olması veya yanlış seçilmesi de gereksiz basınç kaybına neden olabilir.

Basınç kaybının önlenmesi enerji maliyetini düşüreceği için, hava dağıtım sistemlerinin hatalarının giderilmesi çok **ÖNEMLİDİR**. Aynı görüş, yeni sistemlerin dizaynında da geçerlidir.



Kompresörden hava tüketen el âletine kadar tüm hava dağıtım sistem bilgisine sahip tek basınçlı hava ekipmanı imalâtçısı olarak Atlas Copco'nun müşterilerine yardımcı olma imkânı büyüktür.

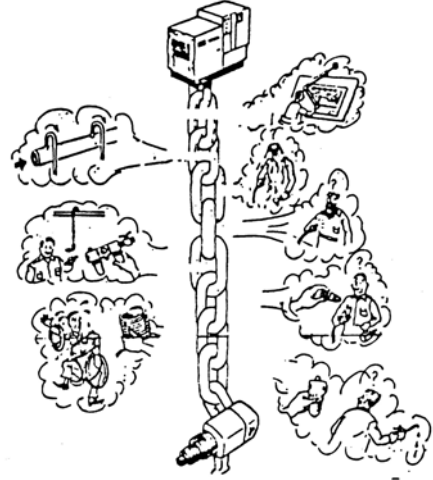
### Müşterinin avantajları

Doğru olarak dizayn edilmiş bir basınçlı hava dağıtım sisteminin müşterilerimize sağlayacağı yararlar şunlardır:

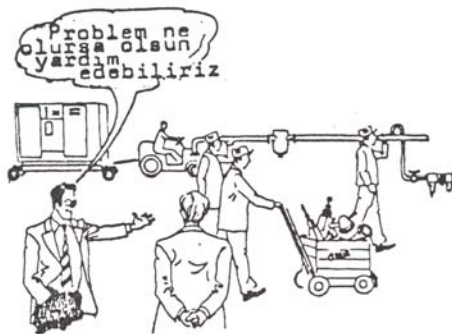
- gereken hava basıncından çalışacakları için havalı el âletlerinin güvenilirliği artmış olacaktır.
- havalı âletlerin kapasiteleri tam olarak kullanılabilmesi için verim artacaktır.
- kayıpları en aza indirildiği için enerji maliyeti düşmüş olacaktır.

Tüm bunlar daha düşük maliyette daha yüksek prodüktivite anlamına geldiği için, müşterilerimizin işletme ekonomisi optimize edilmiş olacaktır.

Bir basınçlı hava sistemi bir zincir gibidir ve hiçbir zincir en zayıf halkasından daha güçlü olamaz. Basınçlı hava zincirindeki halkalar, kurutucular, filtreler, valfler, bağlantılar, hortumlar, v.b.dir. Tüm bu kalemli imalâtçısı olarak Atlas Copco, müşterilerinin ihtiyaç duyduğu kuvvetli hava zincirlerinin nasıl kurulduğunu iyi bilir.



### KOMPLE SİSTEM



Her iyi sistem, birçok zincir halkasının toplamıdır. Dolayısıyla en iyi yaklaşım, müşterinin sorununu bir bütün olarak ele alıp, çözmektir.

Tüm bu kalemleri imal etmekle kalmayan Atlas Copco, bunlarla ilgili hertürlü bilgiyi vermeye de hazırdır.

## BÖLÜM 2

### HATASIZ BİR HAVA DAĞITIM SİSTEMİ NEDİR?

## DOĞRU BİR HAVA DAĞITIM SİSTEMİ NEDİR?

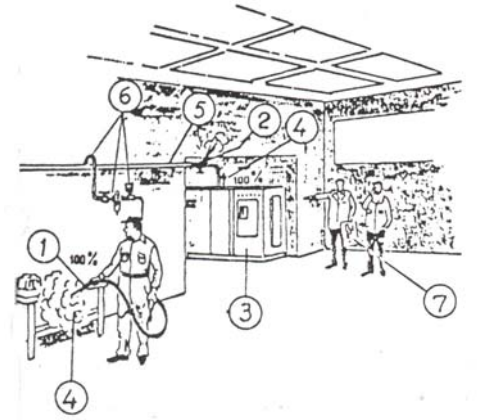
Doğru bir hava dağıtım sistemi,

- en az kayıpla hava tüketimini karşılar,
- önceden planlanmış olan tüm tavsatın hava ihtiyacına cevap verebilir.

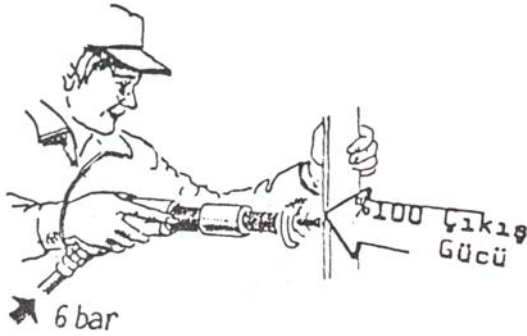


Böyle bir sistemin avantajlarından yararlanmak için şu koşullar yerine getirilmelidir:

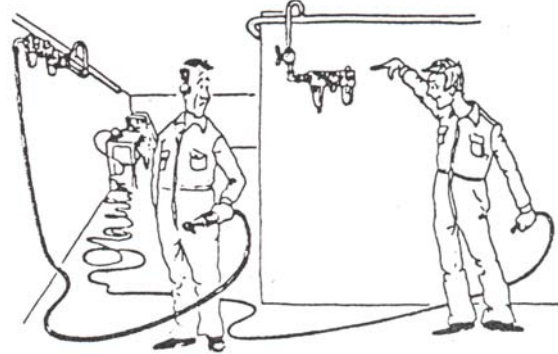
- Tüketim noktalarında yeterli hava basıncı bulunmalıdır 1
- Minimum hava kaçağı 2
- Yeterli hava kapasitesi 3
- Yeterli hava kalitesi 4
- İyi dizayn edilmiş bir şebeke 5
- Yeterli hava hattı aksesuarları 6
- İyi dökümante edilmiş bir sistem 7



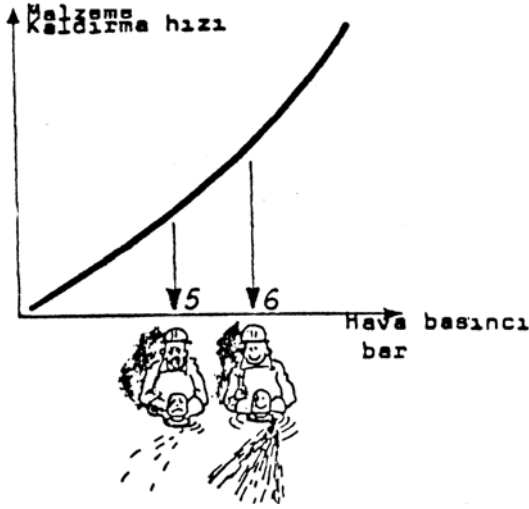
### 1- Tüketim noktalarında yeterli hava basıncı



Havalı Aletlerin teknik verilerinin çoğu, 6 bar giriş basıncına göre hesaplanmıştır. Giriş basıncı, havalı aletin girişindeki hava basıncıdır. Alet, 6 bar giriş basıncında % 100 kapasiteyle çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu yüzden 6 bardan daha düşük herhangi bir hava basıncı yetersizdir.



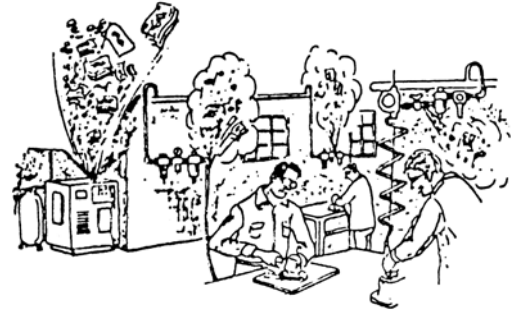
Hava basıncının yetersiz seviyeye düşmesi çok kolaydır. Daha uzun bir hortum kullanmak veya aynı hatta çalışan alet sayısını arttırmak yeterlidir.



Tork kumandalı sıkma motorları haricindeki tüm havalı el âletleri hava basıncından direkt olarak etkilenir. Örneğin, taş motorlarında malzeme kaldırma hızı hava basıncı düştüğü takdirde oldukça azalır.

## 2 Minimum hava kaçağı

Doğru tesis edilmiş ve kullanılmakta olan bir hava dağıtım sisteminde kaçak, kurulu kapasitenin %5'ini geçmemelidir. Oysa günümüzde % 15 kaçak çok sık rastlanan bir değer olup, % 20 bile mevcuttur. Aşırı kaçağın önlenemediği ve demode ekipmanla çalışan bazı tesislerde kompresöre beslenen her üç liradan biri sokağa atılmaktadır.

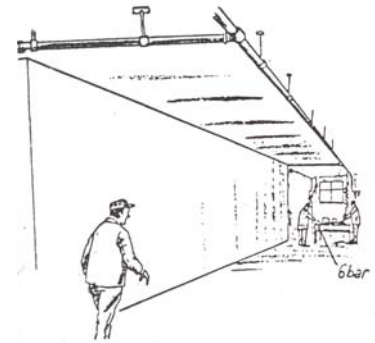


Özellikle basınçlı havayla çalışan büyük sanayi kuruluşlarında bu kayıp hatırı sayılır boyutlara ulaşmaktadır.

Tozlu yüzeylerin ve elbise ve giysilerin temizlenmesi amacıyla hava kullanımı da bu kayıplara katkıda bulunmaktadır. 3/8" (10mm) çapında bir hortumun bu amaçla kullanılması 105 l/s'lik bir hava kaybına yol açacaktır. Bu da 33 kW enerji gerektirmektedir.

## 3. Yeterli hava kapasitesi

Basınçlı hava miktarının yetersiz olması, tüketim noktalarındaki hava basıncının düşmesine yol açar. Halihazırda mevcut olan el âletlerinin performansını ne ölçüde etkileyeceğini araştırmadan hava hattına yeni âletler ilâve etmek sık yapılan hatâlar arasındadır. Bu nedenle, doğru bir hava dağıtım sisteminin kompresör kapasitesi, en uzak tüketim noktalarında bile, 6 bar giriş basıncı olacak şekilde seçilmelidir.

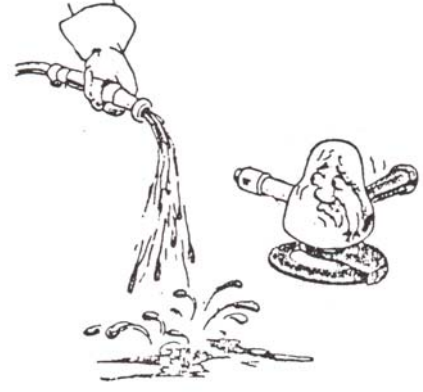




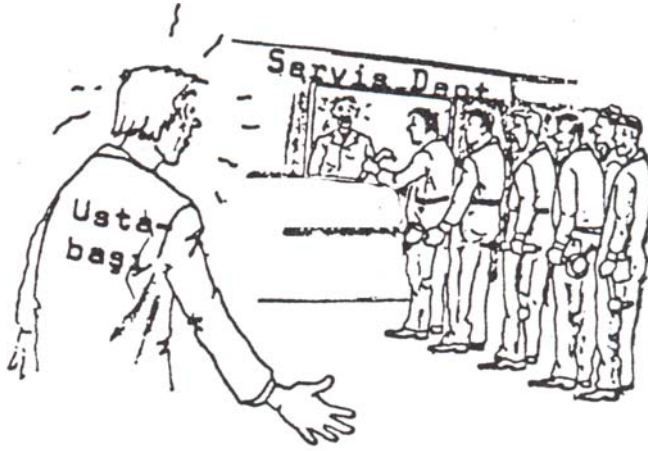
#### 4. Yeterli hava kalitesi

Hava kalitesi kavramı şunları içerir:

- hava içinde bulunabilecek toz, pas gibi bar türlü kati parçacıklar
- çig noktasıyla ilgili olarak basınçlı hava içinde bulunan su miktarı
- basınçlı hava içinde bulunan yağ miktarı



Basınçlı havayla çalışan bir ekipman için belirli hava kalitesi söz konusudur. Gerek ekipmandan tam verim alınabilmesi, gerekse hava dağıtım sisteminin ekonomik çalışmasının sağlanması açısından bu kıstaslar çok önemlidir.



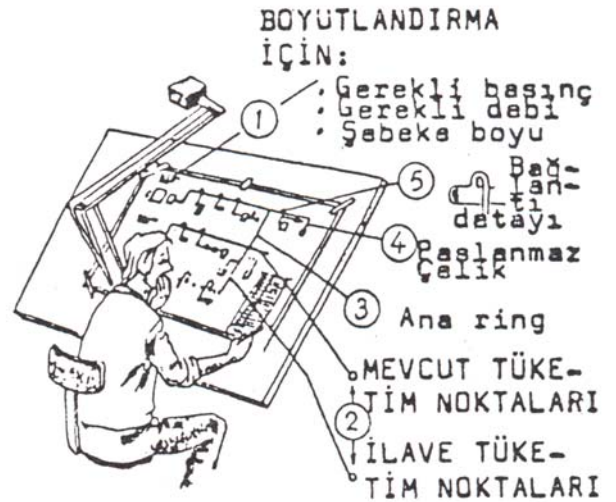
Atlas Copco'nun bu konudaki tavsiyeleri için bölüm 5'e bakınız, özellikle 1960'larda ve 1970'lerin başında kurulmuş olan mevcut tesislerin çoğu istenen kalitede hava temin etmekte yeterli değildir. Düşük verim, kısa âlet ömrü ve aşırı âlet bakım masrafları bu tesislerin yenileştirilmesini cazip hale getirmiştir.

Geçen yıllarda kompresör satışlarının % 30'unu aşan bir düzeye ulaşan hava kurutucusu satışları bu ilginin sonucudur. Buna rağmen hava kalitesi konusunda daha bilinçli olma ve mevcut tesislerin yenileştirilmesi gereği halâ vardır.

#### 5. İyi, bir şebeke dizaynı

Doğru bir şebeke dizaynında aşağıdaki noktalar dikkatle göz önünde bulundurulmalıdır:

- tüm faktörleri hesaba katmak suretiyle doğru bir boyutlandırma - 1
- mevcut ve birkaç yıllık bir süre için tüm hava tüketim noktalarına hava temin edebilecek bir boru plânı - 2
- kapalı devre veya ring tipi bir ana boru hattının kullanılma ihtimali - 3
- korozyon vb. sakıncaları önleyecek şekilde boru malzemesinin seçimi - 4
- bağlantı ve çıkışların basınç kayıplarını önleyecek şekilde dizaynı - 5



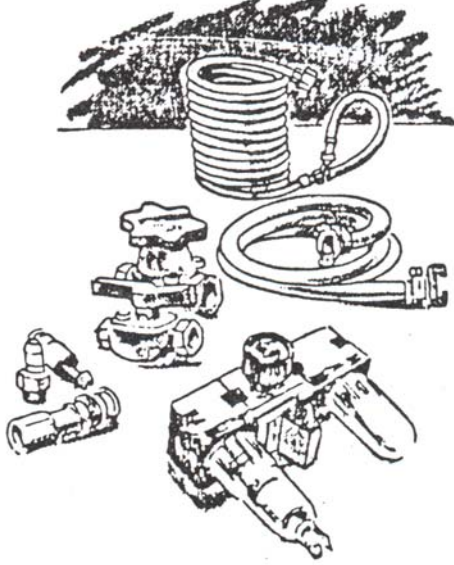


Bu noktalar hava dağıtım sisteminin ana yatırım kalemlerini ihtiva ettiğinden maliyet hesapları üzerinde çok etkisi vardır.

Örneğin, ilk yatırım maliyetini en az seviyede tutmak amacıyla küçük ebatlı boru seçilirse basınç kaybı artacağından işletme maliyeti yükselir. Tersine yapılarak büyük boru seçilirse da yatırım maliyeti artacağından dizaynın önemi anlaşılmış olur.

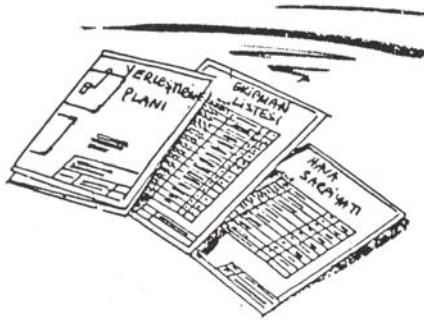
### 6. Yeterli hava hattı

Basınç kaybı ve hava kaçaqlarından doğan kayıpları azaltmak için kaliteli hava hattı aksesuarlarının seçimi çok önemlidir. Valf, hava şartlandırma üniteleri, hortum ve bağlantılarda kaliteye önem vermek suretiyle,



- iş için uygun aksesuarlar kullanılmış olur,
- mümkün olan en yüksek hava debisinde en az basınç kaybı sağlanır,
- bakım maliyeti azaltılmış olur,
- normal koşullarda daha uzun ömür elde edilir.

### 7. İyi dokümante edilmiş bir sistem



Hava dağıtım sistemlerinin gelecekte geliştirilmesi, mevcut sistemin tüm dokümanlarının elde olmasıyla mümkün olabilir. Eğer bu yapılamazsa çizim, makine listesi, kurulu kapasite, istenen performans, gerçek ve belirtilen hava tüketimiyle ilgili bilgiler toplanmalıdır.



Buda,

- mevcut tesisler için hava sistemleriyle ilgili dokümantasyon gerektirir. Bu bilgiye dayanarak hava sisteminin düzeltilip geliştirilmesiyle ilgili kararlar alınabilir.
- yeni tesislerde ise müşterinin istekleri tesisi belirler ve kurulan her hava sistemiyle ilgili tüm dokümanlar bulundurulur.

Müşterilerimizin sorunlarını ve çözümleri sistematik bir şekilde belgelendirmek suretiyle bu konudaki bilgi ve tecrübemizi sürekli olarak arttırmaktayız.

Bugün müşterimizin sorununu bilgisayara beslediğimiz takdirde, bilgi ve deneyimimizin sonucu olan çözüm derhal ekranda görülebilmektedir.

**BÖLÜM 3**

**KÖTÜ BİR SİSTEMİN MALİYETİ**

## KÖTÜ BİR SİSTEM NE ZAMAN MASRAFLIDIR?

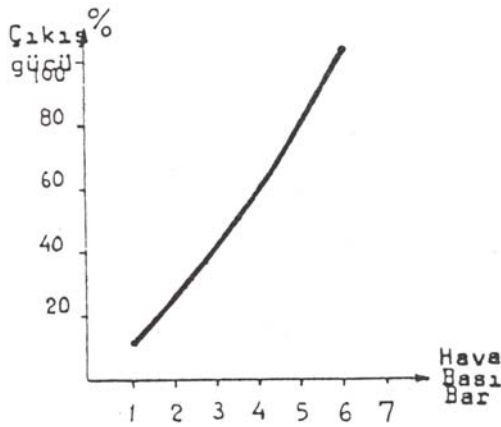
Hava sisteminin ne zaman düzeltilip geliştirileceği daima müşterinin vereceği bir karardır. Ancak, yetersiz bir hava dağıtım sisteminin sonuçlarını ona açıklamak Atlas Copco'nun ana sorumluluklarından biridir. Bilinen nokta, kötü bir hava dağıtım sisteminin çok masraflı olduğudur. Bu da, kötü sistemin hatalarının ve maliyetlerinin araştırılmasıyla belirlenebilir. Yetersiz bir hava sisteminin en belirgin emareleri şunlardır:

- Hava kapasitesinin kaybı,
- Enerji tüketiminin artması,
- Havalı âletlerin çıkış gücünün düşmesi,
- Havalı âletlerin erken yıpranması,
- Hatalı borulama plânından dolayı önleyici bakımın zorlaşması,



Bu arazların getirdiği maliyetler aşağıda belirtilmektedir.

### Çalışma basıncının çok düşük olması para kaybıdır

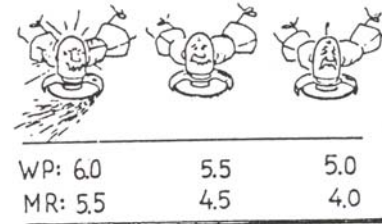


Hava motorunun çıkış gücü ve hızı, çalışma basıncına bağlıdır. Şekilde de görüldüğü gibi giriş basıncında 6 bardan 5 bara bir düşüş, çıkış gücünde yaklaşık % 25'lik bir azalmaya neden olur. 2 barlık bir düşüş ise % 49'luk bir azalma demektir. Özetle, düşük çalışma basıncı üretim kaybına neden olmakta ve maliyeti arttırmaktadır.

Aşağıdaki örneklerde bu gösterilmektedir:

#### Örnek 1 – Taşlama

Şekilde görülen sonuçlar, A30NG (Naxos) tipi taşla LSS64 S085 tipi yüzey taşlama motoru kullanılmak suretiyle alınmıştır. Test parçası normal alaşımsız çeliktir. Bu sonuçları endüstriyel koşullara uygulayınca tablo daha çarpıcı olarak ortaya çıkmaktadır.



Örnek olarak yıllık 9.000 ton kapasiteli bir çelik dökümhanesini ele alalım. Döküm temizleme atelyesinde kapasitenin % 1'i oranında malzeme kaldırdığını varsayarsak, yılda 90 ton malzeme kaldıracak şekilde taşlama ihtiyacı ortaya çıkar. 50 işçilik bir kuruluşta bu, adam başı yılda 1.8 ton demektir. 5.5 kg/saat kapasiteli bir taş motoru yılda 327 saat kullanarak bu ihtiyaca cevap verebilir. Eğer, hat basıncı 5.5 bara düşmüşse, aynı iş hacmi için işlem zamanı % 19 artarak, yılda 390 saate çıkar. Bir operatörün maliyetinin 500.-TL/saat olduğunu düşünersek, 50 işçide

WP :Çalışma basıncı, bar  
MR :Kaldırılan malzeme, kg/saat

**(390-327) x 50 x 500 = 1.575.000.- TL/yıl** olur.

Bu ek maliyete verim düşüklüğünün doğuracağı maliyet de eklenmelidir,

**Sonuç:**

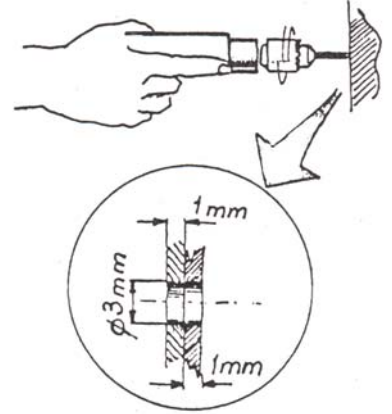
Belirtilenden daha düşük bir çalışma basıncı, kısa sürede önemli bir maliyet artışı getirecektir.



**Örnek 2 – Delme**

| ÇALIŞMA BASINCI<br>bar | DELME SÜRESİ<br>(Delik başına)<br>saniye |
|------------------------|--|
| 6.3                    | 1.6                                      |
| 5.8                    | 2.6                                      |

Benzer bir test, örnek 1'dekinden biraz daha yumuşak ve kaynağa daha elverişli bir test parçasında LBB22 H022 el matkabı ile 3mm çapında bir delik açmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:



Görüldüğü gibi, çalışma basıncı 0.5 bara düştüğünde, delme süresi %62 artmaktadır. Örnek 1'deki maliyet artışı ve verim kaybı hesapları aynen burada da uygulanabilir.

**Sonuç :**

Belirtilenden daha düşük bir çalışma basıncı, kısa sürede önemli bir maliyet artışına neden olacaktır.

**Örnek 3 - Sıkma**

Tornavida ve sıkma motorlarını düşük çalışma basıncında çalıştırmak

- boşta çalışma hızının, ve
- uygulanan torkun düşmesine neden olur.

| ÇALIŞMA BASINCI<br>bar | BOŞTA ÇALIŞMA HIZI<br>d/d | MAKSİMUM TORK<br>Nm |
|------------------------|---------------------------|---------------------|
| 6.3                    | 735                       | 17.6                |
| 5.8                    | 720                       | 16.3                |

Bunların değişme oranı, söz konusu el aletinin kavramalı veya tork kumandalı olup olmamasına bağlı olarak farklıdır.

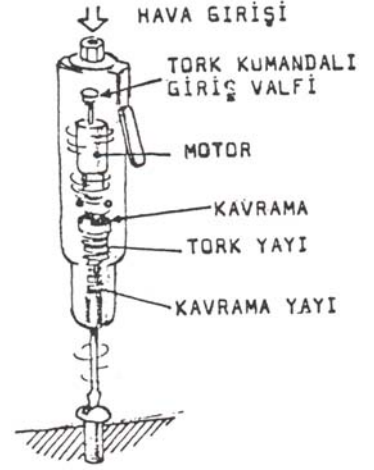
| ÇALIŞMA BASINCI | 6.3 bar | 5.8 bar |
|-----------------|---------|---------|
| Tork ayarı : 16 | 297 Nm  | 295 Nm  |
| Erişme süresi   | 1.5 sn  | 1.7 sn  |
| Tork ayarı : 8  | 248 Nm  | 240 Nm  |
| Erişme süresi   | 0.8 sn  | 0.9 sn  |

LMV22 somun sıkma motorunda hava basıncının 0.5 bar azalması, boşta çalışma hızını pek etkilememekte, fakat maksimum tork % 7 azalmaktadır. LUM 11 veya 22 gibi kavramalı filetlerde ise çıkış torku çalışma basıncına bağlı değildir.

Tork kumandalı LTS36 darbeli sıkma motoru çıkış torku çalışma basıncındaki değişikliklerden etkilenmez. Ancak, istenen tork değerine erişme süresi artar.

| ÇALIŞMA BASINCI<br>bar | TORK<br>Nm |
|------------------------|------------|
| 6.3                    | 333        |
| 5.8                    | 316        |
| 5.3                    | 310        |

Tork kumandalı olmayan LMS36'da ise, çıkış torku kesinlikle çalışma basıncına bağlıdır. Özetle, düşük çalışma basıncının sıkma âletleri üzerindeki etkileri şunlardır:



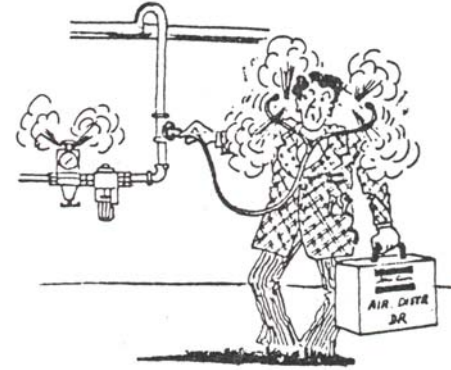
- Boşta çalışma hızı azalacağından işlem süresi uzar,
- Durma tipi Biatlerde hava regülatörü kullanarak sabit tork elde edilebilir,
- Küçük basınç değişimlerinde kavramalı ve tork kumandalı el âletleri etkilenmezler.

### Sonuç:

Düşük çalışma basıncı aletin çıkış kapasitesinin düşmesine neden olacağından işlem süresi uzar. Bunun da doğal sonucu, saat başına işletme maliyetinin artmasıdır.

### Hava kaçağı para kaybidir

Hava kapasite kaybı, ve artan enerji tüketimi hava kaybının iki sonucudur. Bir hava dağıtım sisteminde rastlanabilecek en sık ve pahalı hastalık budur. Kompresör kapasitesinin % 20'sinin kaçakla kayba uğraması pek ender değildir. Çeşitli, çapta boru deliklerinden kaybedilen hava miktarı ve tekabül ettiği güç kaybı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.



| DELİK ÇAPI<br>mm | 6 BAR'DA<br>HAVA KAÇAĞI<br>l/sn | GÜÇ<br>KAYBI<br>kW | YILLIK<br>ZARAR<br>TL * |
|------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1                | 1                               | 0.3                | 13.262,40               |
| 3                | 10                              | 3.1                | 137.044,80              |
| 5                | 27                              | 8.3                | 366.926,40              |
| 10               | 105                             | 33.0               | 1.458.864,-             |

\*1kWh = 9.21 TL ,4800 saat/yıl

Güç kaybı hesabında, kaçan havayı sıkıştırmak için gerekli güç gözönüne alınmıştır. Kaçağı karşılamak için enerji tüketiminin artacağı kolayca anlaşılmaktadır. Havalı âletlerin sadece çalışırken hava tüketmesine karşılık, kaçaktan sürekli hava kaybı söz konusudur, Enerji kaybının hesaplanmasıyla ilgili olarak bir imalât tesisinden örnek verilebilir;

Tesiste düşük kaliteli hortum bağlantıları kullanılmakta ve çok kısa sürede yıpranmaktaydı. Yapılan araştırma sonucu her bir bağlantıdaki hava kaçağının 0.5 l/sn olduğu ortaya çıktı. Toplam 20 adette bu kaçak 10 l/sn'dir.

110 l/sn kapasiteli bir yağ püskürtmeli vidalı hava kompresörü kullanıldığı takdirde, spesifik enerji tüketimi 450 J/l (0.125 kW/m<sup>3</sup>) olmaktadır.

Dolayısıyla **10 l/sn.**'lik bir kaçak

$$450 \text{ J/l} \quad \times \quad 10 \text{ l/sn} \quad = \quad 4500 \text{ J/sn} \quad = \quad 4.5 \text{ kW}$$

enerji kaybına neden olmaktadır. Tesisin yılda 300 gün ve çift vardiya üzerinden çalıştığı düşünülürse,

$$4.5 \text{ kW} \quad \times \quad 1.6 \text{ saat/gün} \quad \times \quad 300 \text{ gün/yıl} \quad \times \quad 9.21 \text{ TL/kWs} = 198.936 \text{.-TL/yıl}$$

seviyesinde bir zarar ortaya çıkar. Bir Atlas Copco bağlantı takımınının 400.-TL olduğu düşünülürse, bu kötü kaliteli 20 bağlantının değiştirilmesi için gerekli yatırım

$$400 \quad \times \quad 20 \quad = \quad 8.000 \text{.-TL'dir,}$$

ki bu kötü bağlantının vereceği yıllık zararın

$$8.000 \quad / \quad 198.936 \text{.-} = 4'ü$$

kadar bir yatırım demektir.



### **Yetersiz hava kalitesi para kaybıdır**



Hava kalitesiyle ilgili şu üç faktör basınçlı hava sistemlerinin işletme maliyetini etkiler:

- yetersiz yağlama
- havadaki rutubet
- hava içerisindeki yabancı maddeler

Bu faktörlerin getireceği maliyetler direkt ve indirekt olarak ikiye ayrılır.

Direkt maliyete el aletleri ve hava şebekesi aksesuarlarınının tamir ve parça değiştirmesi dahildir.



**BÖLÜM 4**

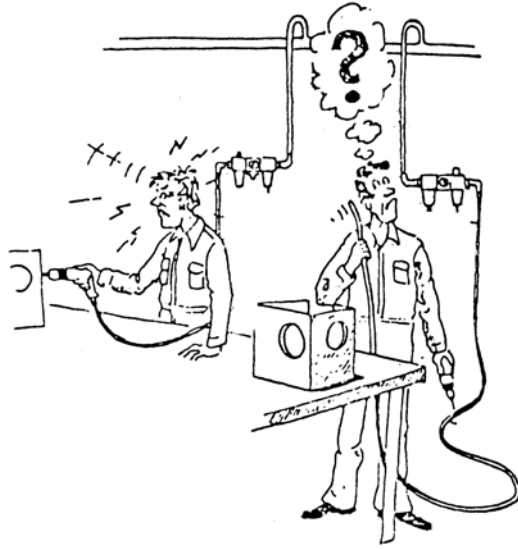
**SİSTEM DİZAYNI İÇİN GEREKLİ BİLGİLER**

## YENİ BİR SİSTEM DİZAYN ETMEK İÇİN HANGİ BİLGİLER GEREKLİDİR?

Doğru bir hava sistemi dizayn etmek için şu soruları cevaplamak gerekir:

- 1- Ne kadar hava kapasitesi gereklidir?
- 2- Nasıl bir hava kalitesi istenmektedir?
- 3- Ne tip bir kompresör kullanılmalıdır?
- 4- Hava dağıtım sisteminin en optimal yerleşmesi nasıl olmalıdır?
- 5- Hangi boyutlar gerekmektedir?
- 6- Hangi aksesuarlar kullanılmalıdır?

### Ne kadar hava kapasitesi gereklidir?

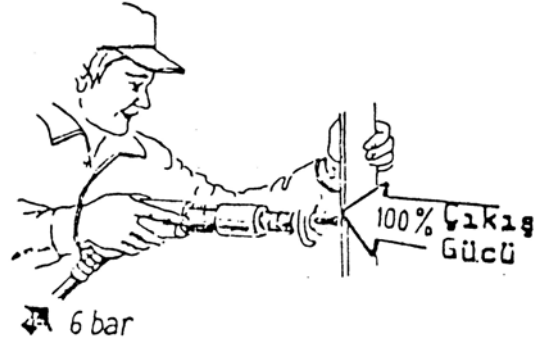


Yapılacak ilk iş, tüketilecek hava miktarının hesaplanmasıdır. Bunun için de basınçlı hava tüketen kalemlerin tam ihtiyacının bilinmesi gerekmektedir. Toplam kapasitenin eksik hesaplanması, sistem basıncının yetersiz kalmasına neden olur ve ileride yapılabilecek genişlemelere ve ilâvelere imkân bırakmaz. Öte yandan, toplam kapasite fazla hesaplanırsa yatırım tutarı gereksiz yere artar ve sistem verimli kullanılmamış olur. En ideal çözüm, ciddi bir hesaplamayla o andaki kapasitenin ve gelecekte yapılması muhtemel ilâvelerin ihtiyacının karşılanmasıdır.

Hava kapasitesi hesabında hava basıncı ve hava miktarı bilinmelidir.

### Hava basıncı

Kontrol cihazları, vb dışında havayla çalışan ekipmanların büyük bir bölümü, 6 bar manometrik hava basıncında çalışır. 7 bar çıkışlı bir kompresörle, ana şebeke ve hava şartlandırma ünitelerindeki basınç kayıpları da karşılanmak suretiyle, operatöre 6 bar basınç temin edilmiş olur.



Ancak, hava kurutucuları ve filtreleri kullanıldığında çok dikkatli olunmalıdır. Bu durumda operatörlere gerçekten asgari 6 bar basıncın sağlanıp sağlanmadığı hesaplanmalıdır. Eğer sağlanmıyorsa, kompresör basıncı yükseltilebilir (enerji tüketimi artarak) veya âletlerin daha düşük performans göstermeleri kabul edilir.

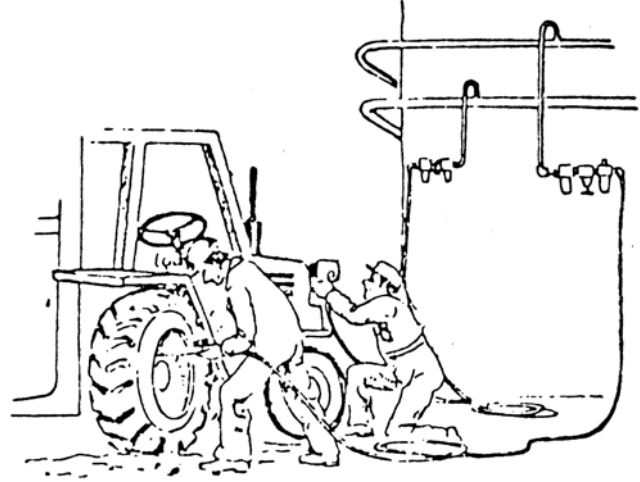
6 bardan daha düşük basınç gerekiyorsa, hava regülatörleriyle bu temin edilebilir. 6 bardan daha yüksek basınç isteyen işler için küçük yüksek basınç kompresörleri veya buster (yükseltici) kompresörler kullanmak daha ekonomik olabilir.



Örneğin, otobüs ve kamyon onarım ve bakım istasyonlarında lastiklerin şişirilebilmesi için 14 bara kadar hava basıncı gerekebilir. Bu durumda genellikle biri 7 barlık, diğeri ise daha yüksek çıkış basınçlı iki ayrı hava kompresörü iki ayrı hava devresini besler.

### Hava miktarı

Toplam ne kadar hava gerektiğini bulmak için tüm havalı âletlerin tüketeceği hava miktarlarının toplanması gerekir. Sonuç kompresörün maksimum Ortalama yüküdür. Ortalama yükü, yani kompresörün ortalama kapasitesini bulmak için toplam hava tüketimi, kullanım faktörüyle çarpılır. (bkz.Bölüm 8)  
Gene de şunlar unutulmamalıdır:



- Gelecekteki muhtemel ilâve ve genişlemeler:

Eğer bu kesin belli değilse üç yıllık bir süre için yılda % 10-15'lik bir artış konulabilir.

- Kaçakların toleransı:

Doğru dizayn ve tesis edilmiş bir sistemde kurulu kapasitenin % 5-10'u kadar kaçak vardır. Tecrübelerin bize gösterdiği, %5 seviyesinin ancak iyi bir işletme ve bakımla sağlanabileceğidir. İhmal veya yetersiz bakım nedeniyle bu % 20-30'a kadar da çıkabilir. Kompresör kapasitesinin % 10-15'i kaçakları karşılamaya ayrılmalıdır.

### Sonuç:

Tüm ünitelerin sarfiyat tutarı Q max ise,

$$\begin{aligned} Q_{\text{ort}} &= Q_{\text{max}} \times \text{kullanım faktörü} \\ \text{ve} \\ Q_{\text{toplam}} &= Q_{\text{ort}} \times \text{genişleme faktörü} \times \text{kaçak toleransı} \end{aligned}$$

Kompresör seçimi yapılırken yedek kapasite de düşünülüp, Q toplam tekrar ayarlanmalıdır. Eğer iki kompresör isteniyorsa, bunlardan ilki ana kapasiteyi karşılamalı, ikincisi ise kritik tüketim seviyelerinde devreye girmeli, diğer zamanlarda yedek beklemelidir.

### Nasıl bir hava kalitesi istenmektedir?

Basınçlı hava kalitesini şu faktörler belirler:

- kuruluk
- temizlik
- yağ miktarı

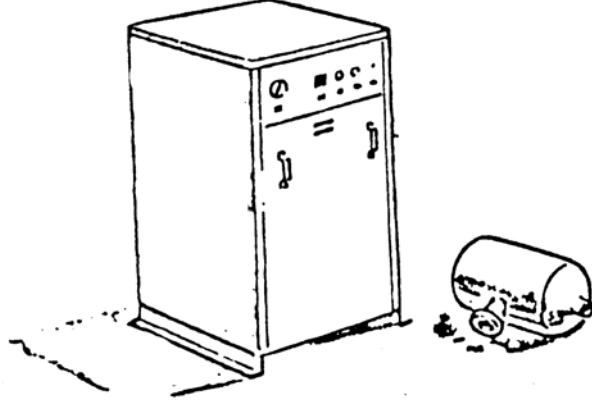
İstenen hava kalitesi uygulamaya göre değişir. Örneğin;

- Boya püskürtme havası kuru, yağsız ve temiz olmalıdır,
- Enstrüman havası çok temiz olmalıdır,
- Havalı filetler, silindirler, valflar ve pompalar farklı kalitede havayla çalışırlar.

Müsaade edilen kuruluk, temizlik ve yağ miktarları Bölüm 5'de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

Şurası bilinmelidir ki, kompresör seçimi yapmadan önce gerekli hava kalitesine mutlaka karar vermek gerekir.

Örneğin, bir hava sisteminin boyamayla ilgili kısmında istenen yüksek hava kalitesi, sistemin diğer kısımlarında gerekemeyebilir. Bu durumda yalnız boyama kısmı için kurutucu, filtre, vb kullanılmalıdır. Gerçekte bir hava kurutucusu, yatırım maliyetini, borulardaki yoğuşma sonucu ortaya çıkan basınç kaybını önleyerek rahatça çıkarır.



### **Ne tip bir kompresör kullanılmalıdır?**

Toplam hava ihtiyacı, hava basıncı ve kalitesi belirlendikten sonra kompresör seçimi yapılabilir. Dikkate alınacak hususlar şunlardır:

- Kompresör tipi
- yağsız/yağ püskürtmeli
- pistonlu/vidalı
- tahrik şekli

### **Kapasite ve basıncı**

- Q toplam
- Yükün birden fazla kompresör arasında bölüştürülmesi
- Yedek kapasite
- Spesifik güç sarfiyatı
- Özel istekler
- Muhtemel ilâve ve tevsiat

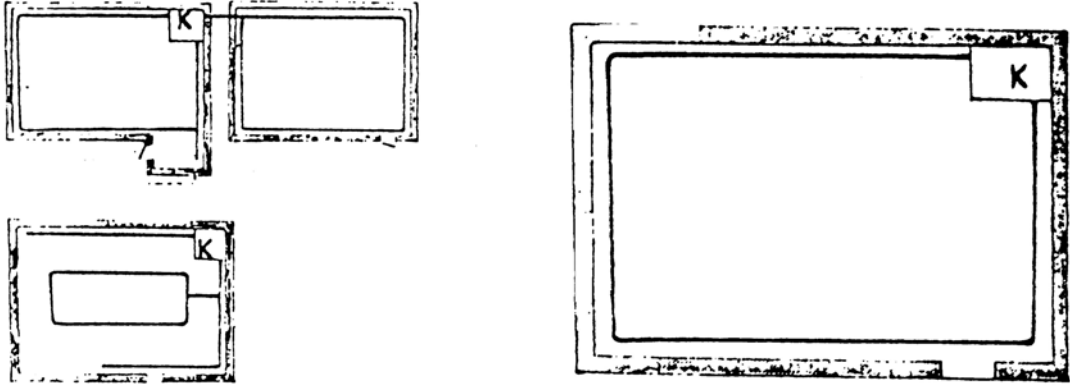
Kompresör regülasyonu  
Kompresör dairesi

Daha detaylı bilgi için Bölüm 9'a bakınız.

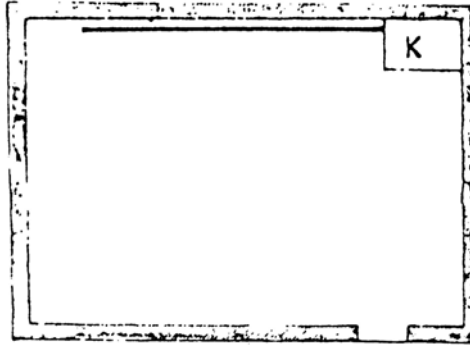
### **Hava dağıtım sisteminin en optimal yerleştirilmesi nasıl olmalıdır?**

Artık şebekenin yerleştirmesini yapabilmek için gerekli tüm bilgiler hazırdır. Ana hattın geçeceği yol, kullanım noktalarının yoğun olduğu yerler dikkate alınarak tayin edilir. Şartlar elverdiği takdirde, kapalı devre ring sistemi uygundur.

**Çoğu zaman ring ve hat kombinasyonları en iyi çözümü sağlar:**



**Diğer hallerde düz hat yeterlidir:**



Enstrüman ve boyama gibi özel hava kalitesi isteyen uygulamalar için belirli yerlere kurutucu veya filtre yerleştirilmelidir.

Ana boru hattı belirlendikten sonra branşman ve servis hatları da çizilebilir. Temel prensip, mümkün olduğu kadar çok tüketim noktasına en kısa veya en direkt yoldan genel simetriye de uymak koşuluyla ulaşmaktır.

**Hangi boyutlar gerekmektedir?**

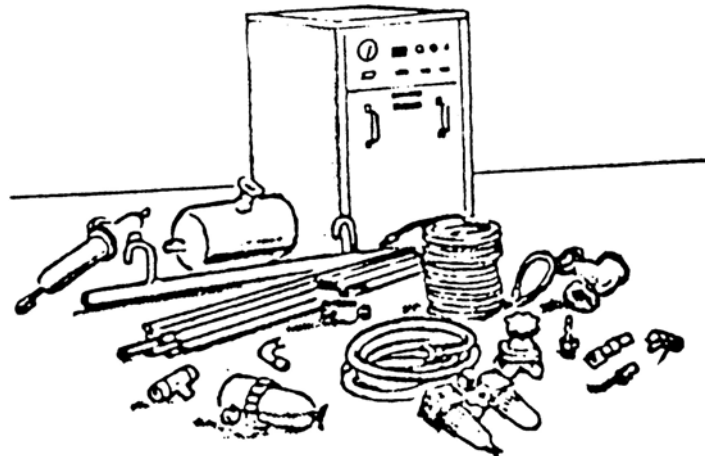
Hava kapasitesi, kalitesi ve şebeke belirlendikten sonra, sistemde bulunan çeşitli boruların boyutlandırılmasına geçilir. Bunun nasıl yapılacağı Bölüm 8'de anlatılmıştır.

**Hangi aksesuarlar kullanılmalıdır?**

Aksesuar olarak adlandırdığımız malzeme grubuna valfler, regülatörler, filtreler, Kurutucular, hortumlar ve bağlantı parçaları, nem tutucular, yağlayıcılar, borular ve bağlantı aksesuarı dahildir.

Tüketim noktalarına giden ana boru, branşman ve servis hatları saptandıktan sonra, yukarıdaki malzeme belirlenir.

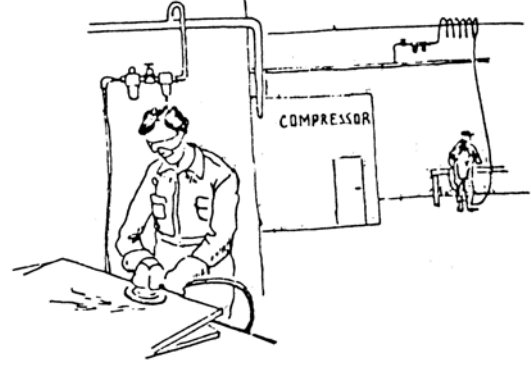
Hava hatlarında ve bağlantı aksesuarında kullanılacak malzemenin seçili, çeşitli basınç aralıklarında hangi malzemenin kullanılması gerektiğini gösteren uluslararası ve yerel standart ve talimatlara göre yapılmalıdır.



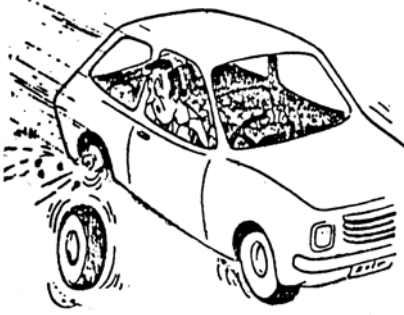
Örneğin, çoğunlukla çelik boru kullanılmasına karşın, bazı ülkelerde belirli sınırlar içinde kalmak kaydıyla ABS (polimer malzeme) borulara izin verilmektedir. Boru malzemesinin seçimiyle ilgili bilgiler Bölüm 8'de verilmiştir.

Daha sonra valf, drenaj, filtre ve kurutucu (gerekliyse) seçimi yapılır. En son olarak da hava tüketim noktalarındaki ihtiyaca göre hortum, hava şartlandırma üniteleri ve bağlantı aksesuarı seçilir.

Hava aksesuarları havayı dağıtır, yönlendirir ve şartlandırır; bu nedenle de sistemin ve operatörün performansı üzerinde önemli etkisi vardır. Burada kötü kaliteli malzeme kullanmak dolayısıyla çok daha risklidir.



Boru ve bağlantıları haricindeki tüm kaliteli aksesuar Atlas Copco tarafından üretilmektedir.

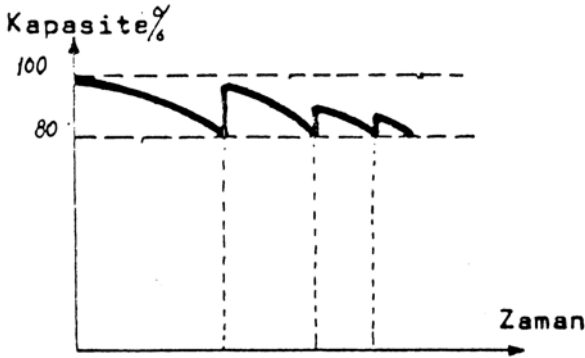


Endirekt maliyet ise, havalı âletlerin doğru çalışmaması sonucu imâlât kalite ve miktarında görülen azalma anlamına gelmektedir. Örneğin somun sıkma motorunun istenen torka ulaşamaması nedeniyle mamülün kalitesi zarar görecektir.

#### Yetersiz yağlama

Havalı filetlerde kullanılan hava motorları ve dişlilerin güvenilir bir performans gösterebilmeleri için yağlanmaları gerekmektedir.

Yağsızlık, kanatçıklarla motor silindiri arasındaki sürtünmenin artmasına sebep olur. Bu da % 70'e yakın bir güç kaybına ve boşta çalışma hızının düşmesine neden olur. Kanatçıkların aşınması çarpıcı bir şekilde artar. Normal olarak 1M m/saat olan, aşınma miktarı, 100M m/saate kadar çıkabilir.



Müsaade edilen aşınma miktarı 1 mm (1000M m) ise, motorun ömrü 1000 saatten 10 saate düşecektir. Genellikle bu süre dolmadan, sürtünmenin doğurduğu gerilimlerden dolayı kanatçıklar kırılmaktadır. Havadaki yağ, aynı zamanda dişlileri de yağlamaktadır. Bu nedenle, yağsızlık sonucu dişliler arası sürtünme artacağından, çıkış gücü düşer ve âletin ömrü kısalmaktadır. Yandaki şekilde bir havalı taş motorunun ekonomik ömrü gösterilmiştir. Kapasitesi orijinal kapasitenin % 80'ine düştüğünde revizyonu yapılmalıdır. Ancak, doğal olarak revizyon sonucu ilk durumuna tam olarak gelmez. Bu nedenle, ikinci revizyona daha kısa bir süre sonra ihtiyaç gösterecektir. Böylece her revizyon

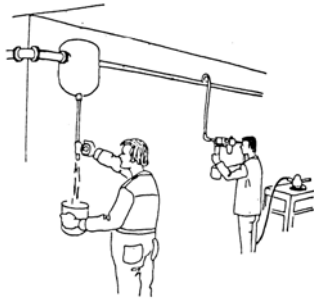
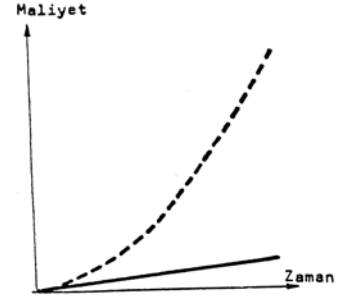


sonrasındaki ilk kapasite düşer ve revizyonlar arasında geçen süreler kısalmır. En sonunda alet % 80 kapasitesinin üstünde tutulamaz duruma gelir ve değiştirilir.

Yan şekildeki devamlı çizgi, doğru yağlanmakta olan bir havalı âleti, kesik çizgi ise, yetersiz yağlanan bir aleti göstermektedir. Onarım giderleri arasındaki büyük fark, yağlamanın önemini daha da iyi vurgulamaktadır.

### Havadaki rutubet

Hava içerisinde bulunan su ve rutubet kompresör dairesinde alınmamış dahi olsa, doğru aksesuar kullanıldığı takdirde, bu bir tehlike yaratmayabilir. Sistemdeki nem tutucularla filtreler, eğer sürekli olarak boşaltılıp temizlenirse, aletlere giden havanın yeterli kalitede olmasını sağlarlar.



Ancak, hava içinde su bulunması veya filtre kullanılmaması havalı âletlerin ömrünü etkileyebilir. Yağlama yetersiz kalabileceği gibi, paslanma başlayarak aletin çalışmasına tehlikeli bir şekilde etki yapabilir. Örneğin bir taş motorunun hız regülatörünün kötü çalışması bir tehlikedir.

Havadaki su ve rutubet aletin ömrünü kısaltmasa bile (gerekli önlemler alındığı takdirde), çeşitli indirekt maliyetler söz konusudur:

- boya püskürtme ekipmanında rutubet olması atılan boya kalitesini bozar,
- borularda patlama sonucu valfler sızdırabilir ve filtreler tıkanabilir,
- pnömatik cihazlar hasar görebilir,
- pnömatik olarak taşınan malzeme tıkanma yapabilir.



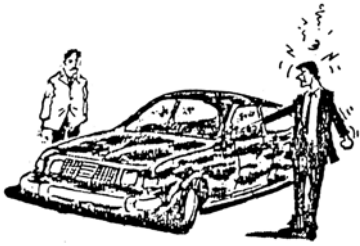
Bu indirekt maliyetler çok yüksek düzeylere erişebilir. Geçmişte otomobil imalatçıları paslanmaya yol açacağı endişesiyle hatalı boyanan çok miktarda aracı geri almak gereğini hissetmişlerdir.

### Hava içerisindeki yabancı maddeler

Havadaki su ve rutubetle ilgili yukarıda anlatılan sakıncalar pas parçacıkları, toz, vs için de geçerlidir. Doğru kullanılan ve bakımı yapılan filtreleri hava kalitesinin bozulmamasını temin eder.

Filtre kullanılmaması halinde parçacıklar âlet, hava silindiri veya

pnömatik cihazlara girerek aşınmayı artırır, kaçak ve hasara sebep olur. Bunun sonucu maliyetin artacağı aşikârdır.



| BORU İÇ ÇAP<br>mm | SERBEST HAVA VERİMİ<br>m <sup>3</sup> /dak |
|-------------------|--|
| 10                | 0.2  |
| 13                | 0.3  |
| 19                | 0.6  |
| 25                | 1  |
| 32                | 2  |
| 40                | 3  |
| 50                | 7  |
| 65                | 12   |
| 80                | 20   |
| 100               | 30   |
| 150               | 90   |
| 200               | 120  |

- Eğer kompresör hava tüketim alanına yakınsa bu boru çaplarını kullanınız.
- Eğer ana hava dağıtım borunuz 100 m'ten uzunsa yukarıdaki boru çaplarının bir üst kademesini seçiniz.
- Eğer tesiste gelecekte hava tüketimine ilişkin yatırım düşünülüyorsa hava akışını % 50 fazla varsayarak boru seçiniz.
- Eğer 2-3 bar gibi alçak basınçlarda çalışılıyorsa, yukarıdaki tabloya göre % 50 büyük boru çapı seçiniz.