

HAVA DAĞITIM SİSTEMLERİ

Murat EMİL

1. DATA TOPLAMA

Basıncılı hava sistemindeki ekipmanları seçmek ve hava dağıtımını dizayn etmeye başlamadan önce mümkün olduğunca çok data toplanmalıdır.

Aşağıdaki gibi bir kontrol listesi hazırlamak bize yapılacak olan hesaplarda ve doğru karar vermede oldukça yardımcı olacaktır;

- Deniz seviyesinden yükseklik
- Yıllık ortalama barometrik basınç
- Min./max barometrik basınç
- Ortalama hava sıcaklığı
- Min./max. hava sıcaklığı
- Max. ıslak termometre sıcaklığı
- Bağıl nem
- Hakim rüzgar yönü
- Havadaki toz yoğunluğu
- Karbon monoksit, karbon dioksit, amonyak, klor gibi gazlar mevcut mu?

Su soğutmalı makinalar kullanılacaksa, su kaynağı iyi araştırılmalı. Su örneği laboratuara analize gönderilmeli, aşındırıcı maddeler içeriyorsa önlem alınmalıdır.

Bazı makina üreticileri bunların önemini bildikleri için ürettikleri makinaların hava ihtiyacını NI/sn (normal l/sn) gibi belli standartlarda verirler. Kompresörden çıkan havanın normal gaz şartlarında kapladığı hacime normal hacim denir. Burada normal şartlardan kasıt 1.013 bar mutlak basınç, 0°C sıcaklık ve %0 bağıl nemdir. Bu durumda yapılması gereken ihtiyaç duyulan kapasitenin fabrikanın bulunduğu yerin şartlarına göre yeniden hesaplanmasıdır. Buna ilişkin formül aşağıdaki gibidir;

$$Q_i = \frac{Q_n \times (273 + T_i) \times 1,013}{273 \times P_i}$$

Q_i= serbest hava verimi (l/sn)
Q_n= NI/sn
T_i= giriş sıcaklığı (°C)
P_i= giriş basıncı (bar)

Not: Bu formülde bağıl nem gözardı edilmiştir.

2. KOMPRESÖR ODASI

2.1. Yerleşimi

Geniş hava dağıtım ağı bulunan sistemlerde, kullanılan boru uzunluğunu dolayısıyla basınç ve hava kayıplarını minimize etmek amacıyla, kompresörler hava ağının merkezine yakın bir yere yerleştirilmelidir. Ayrıca yerleşim planı basınç düşümlerine neden olabilecek her türlü bağlantı, dirsek, vana gibi elemanların kullanımını minimize etmelidir.

Kompresör odasını pompalar, soğutucular, fanlar, jenaratörler v.s. gibi yardımcı ekipmanların yanına kurmak servis ve bakım kolaylığı açısından avantajlı olabilir.

Kompresör odası ağır ekipmanları (elektrik motoru gibi) kaldırma kapasitesine sahip forklift gibi araçların kolayca iş görebileceği şekilde tasarlanmalıdır.

İleride kapasite artışları da düşünülerek ekstra kompresör için mutlaka yer ayrılmalıdır.

Basıncılı hava merkezinin tabanında kompresör, nihai soğutucu, tank, kurutucular, filtreler gibi ekipmanlardan gelen yoğunlaşma suları için tahliye menfezleri olmalıdır.

Ayrıca kompresörlerin yerleşeceği yerin keşfi yapılırken havada taşınan toz ve zararlı gazlara dikkat edilmeli. Bunları engellemek için hakim rüzgarlar dikkate alınmalı ve gerekiyorsa emiş menfezlerine filtreler konulmalıdır.

2.2. Havalandırmasına ait özellikler

Bütün kompresörlerden yayılan ısı kompresör odasının ısınmasına neden olur. Kompresörlerin arıza yapmaması ve basınçlı hava üretirken daha fazla enerji harcamaması için bu sıcaklığın kompresör odasından atılması gereklidir. Odanın havalandırma kapasitesi kompresör adetine su veya hava soğutmalı oluşuna bağlıdır. Kompresör odasının sıcaklığının kabul edilir bir derecede tutulması için her kompresör üreticisi makinasının ihtiyaç duyduğu havalandırmaya ait bilgileri sağlamakta yükümlüdür. Yinede, bunu kısaca aşağıdaki gibi formüle edebiliriz;

$$P_v = \frac{Q_v}{1.25 \times \Delta T}$$

$Q_v = \text{ısı (kW)}$

$P_v = \text{istenen havalandırma debisi (m}^3/\text{sn)}$

$\Delta T = \text{müsade edilen ısı artışı (}^\circ\text{C)}$

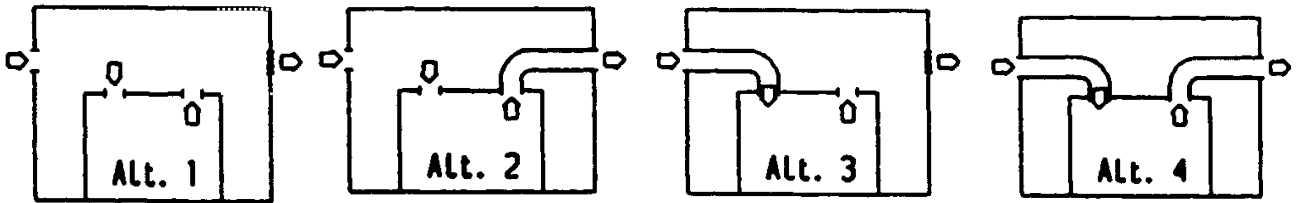
Hava soğutmalı kompresörlerde, elektrik motorunun tükettiği enerjinin %100'üne yakın oranında enerjiyi havalandırma ısı olarak ihtiva eder. Su soğutmalı kompresörlerde bu oran %10 civarına kadar düşer.

Bu problemi çözümenin bir verimli yolu da bu ısıyı enerji geri kazanımı ile tekrar kullanmaktır.

Havalandırma kanalının emiş ağızı mümkünse kuzeye bakmalıdır yada en azından gölgede olmalıdır ki yazları mümkün olduğunca serin hava emilsin.

Havalandırma fan(lar)ı emiş menfezlerinin tam karşısındaki duvarın en üstüne yerleştirilmelidir. Emişdeki hava hızı 4m/sn'yi geçmemelidir.

Termostat kontrollü fanlar da günümüzde kullanılmaktadır. Ne şekilde olursa olsun kompresör odasındaki sıcaklık artışını 7-10 °C tutan havalandırma sistemi oldukça tatmin edicidir. Aşağıda değişik tiplerde havalandırma çözümleri bulabilirsiniz:



Giriş havası sıcaklığına göre tasarruf edeceğimiz enerji miktarlarını gösteren tablo aşağıdadır:

GİRİŞ HAVASI SICAKLIĞI °C	21°C SICAKLIKTAKI 1000 M ³ DEBİ İÇİN GEREKLİ HAVA HACMİ (M ³)	21°C SICAKLIĞA GÖRE %kW TASARRUF VEYA FAZLA TÜKETİM
-1	925	-%7.5
5	943	-%5.7
10	962	-%3.8
16	981	-%1.9
21	1000	0
27	1020	+%1.9
32	1040	+%3.8
37	1060	+%5.7
43	1080	+%7.5
49	1100	+%9.5

2.3. Kompresörler aynı odada mı toplanmalı yoksa kullanım merkezlerine mi dağıtılmalı? Avantajları ve dezavantajları

Basınçlı hava ihtiyacını bir büyük veya birkaç küçük kompresörle karşılamaya karar verilmesini etkileyen birkaç etken vardır. Örneğin; üretim duruşundan kaynaklanan giderler, uygun elektrik kaynağı, hava tüketim değişiklikleri, basınçlı hava sisteminin maliyeti, yeterli yer olması v.s.

Buna karar verdikten sonra bu kompresörleri ihtiyaç noktalarına dağıtmaya veya tek merkezde toplamaya karar vermeliyiz.

Merkezi sistem kompresör yerleşimi

Kompresörleri bir merkezde toplama en çok rastlanan sistemdir. Hem kuruluş maliyeti daha düşüktür, hem de kompresörlerin kontrolü daha kolaydır.

Kompresörlerin beraber çalışmasına olanak verecek şekilde regülasyon ayarlarını yapmak mümkün olacaktır. Bu şekilde değişik kapasitelerdeki birkaç kompresörü kontrol ederek verimliliği arttırmak mümkün olacaktır, bu da enerjiden tasarruf edilmesine olanak sağlayacaktır. Bir büyük kompresör hava tüketimindeki geniş aralıklı dalgalanmaları, verimliliğini koruyarak, karşılaması oldukça zor olacaktır.

Örneğin hafta sonları veya gece vardiyasında kullanılmak üzere büyük kompresöre genellikle küçük bir kompresör ilave edilir. Böylece basıncı yeterli seviyede tuttuğu müddetçe küçük kompresör ihtiyacı karşılar. Ayrıca dikkate alınması gereken diğer bir faktörde büyük bir elektrik motorunun kalktığı anda çektiği akımın da aynı derecede büyük olacağıdır.

Kompresörleri bir merkezde toplamak bize servis ve bakım kolaylığı sağlayacağı gibi havalandırması da kolay ve ucuz olacaktır. Servis işçilik zamanı düşecektir. Ayrıca gelişen kapasiteler için yer ayırma olanağı da sunacaktır.

İstenilen hava kalitesini sağlamak için kullanılacak olan filtre, hava kurutucusu gibi ekipmanların yerleştirilmesi ve maliyeti merkezi sistemlerde daha elverişlidir.

Merkezi sistemler ehil olmayan müdahalelere ve ses seviyelerini kontrolde tutmaya karşı oldukça uygundur.

Dağınık kompresör yerleşimi

Dağınık kompresörlerin oluşturduğu sistem genelde küçük ve basit bir basınçlı hava sistemidir.

Bu sistemde yedekli çalışmak zor olduğundan bakım kolaylığından bahsedemeyiz.

Ayrıca kompresörlerin birbirleriyle bağlantılı regülasyon ayarlarını yapmak oldukça zordur.

Dağınık kompresör sistemi aşağıda ki uygulamalarda kullanılabilir;

- Eğer kullanılan makineler bünyelerinde kendi kompresörlerini ihtiva ediyorsa,
- Kullanılan bir/birkaç makina ani ve büyük hava piklerine sahipse, (eğer bu pikleri kullanım noktalarına yerleştirilecek hava tanklarıyla çözemeyeceksek, bu yola başvurulabilir.)
- Bir işletmede değişik makineler değişik basınçlara gerek duyuyorsa,
- Sıcak hava tercih edilen uygulamalarda, ör: demirhaneler.
- Malzeme nakli hava ile yapılıyorsa,

Bunların yanı sıra dağınık sistemin bazı avantajları da mevcuttur. Bunlar; hatlarda ki basınç düşürücü dirsek, vana gibi ekipmanların çok az kullanılması dolayısıyla enerji tasarrufu sağlanması ve uzun hava hatlarında oluşacak hava kaçaklarının en aza inmesi olarak sıralanabilir.

Yukarıda ki durumların haricinde genelde tercih edilen merkezi sistemdir.

3. BASINÇLI HAVA HATTI

3.1. Basınç düşümleri ve boru çapları

Bir basınçlı hava dağıtım sisteminin güvenilir ve ekonomi sağlanması için üç şart vardır: tüketim noktası ve kompresör arasında minimum basınç düşümü, minimum hava kaçağı, kurutucu mevcut değilse mümkün olan en uygun yoğunlaşma suyu alan drenaj sistemi.

İlk başta büyük seçilen boru ve bağlantı elemanlarının maliyeti, işletme büyüyünce yeniden kurulacak hava hattına nazaran daha ucuz olacaktır.

Müsaade edilecek olan basınç düşümü belirlenirken kullanılan pnömatik cihazların performansının kullanılan mutlak basıncın, çıkış mutlak basıncına bölümünün karesiyle yaklaşık olarak orantılı olduğu hesaba katılmalıdır.

Eğer hatta 6 bar basınç görmek istiyorsak, 0.5 bar'lık basınç düşümü bize verim kaybı olarak;

$1-(6.5/7)^2=0.137,7$ veya 13.8% bir orana neden olacaktır.

Her 0.1 bar'lık basınç düşümüne karşılık, alet performansları 2.5% düşmektedir.

Bu nedenle tüketimin en uzak noktası ile kompresör arasındaki mesafede borularda ki basınç düşümü en fazla 0.1 bar olacak şekilde hava hattı dizayn edilmeli ve ölçülendirilmelidir. Bununla beraber 0.1 bar basınç düşümü 5 bar'lık hatta 7 bar'lık hatta nazaran daha fazla enerji kaybına neden olmaktadır. Dolayısıyla müsaade edilen basınç düşümünü çalışma basıncının 1.5%'inden az olacak şekilde belirlenmesi daha gerçekçi olacaktır.

Ayrıca boru hatlarında ki basınç düşümlerini aşağıda tutmak için basınçlı hava geçiş hızı 6-10 m/sn arasında olmalıdır.

Belli bir basınç düşümü için müsaade edilen en uzun boru hattı uzunluğu aşağıdaki deneysel formülle hesaplanabilir:

$$l = \frac{\Delta p \times d^5 \times p}{450 \times Q^{1.85}}$$

l =toplam boru uzunluğu(m)

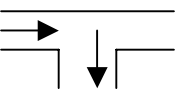
Δp =hatta müsaade edilen max. basınç düşümü(bar)

p =mutlak giriş basıncı(bar)

Q =hava debisi (l/sn)

d =boru iç çapı(mm)

Basınç düşümlerini hesaplariken çabuk seçim tablolarından da faydalanabiliriz. Bunlardan bir tanesi aşağıda ki gibi bize hatlarda kullanılan bazı bağlantı elemanlarının karşılık geldiği boru uzunluğunu gösteren tablodur;

Elemanlar	Karşılık gelen boru uzunluğu (m)						
	Boru iç çapı (d=mm)						
	25	40	50	80	100	125	150
Küresel vana	5	8	10	16	20	25	28
Diyagram vana	1.2	2	3	4.5	6	8	10
90° dirsek	1.5	2.5	3.5	5	7	10	15
R=2d dirsek	0.15	0.25	0.3	0.5	0.8	1	1.5
R=d dirsek	0.3	0.5	0.6	1	1.5	2	2.5
T bağlantı 	2	3	4	7	10	15	20
Çap düşürücü 2d⇒d	0.5	0.7	1	2	2.5	3.5	4

d=boru iç çapı

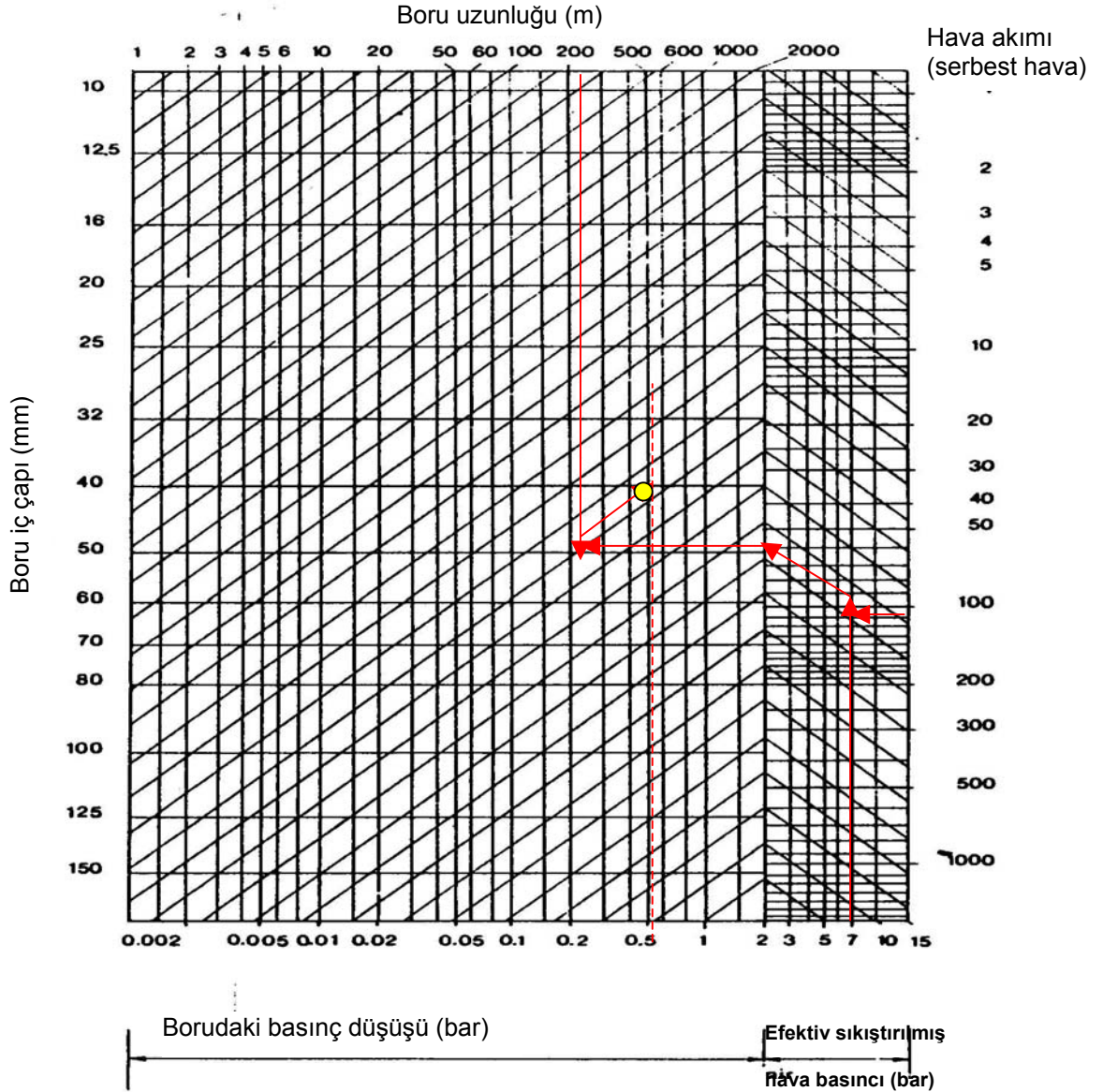
R=boru merkezi ile aç merkezi arasındaki mesafe

Daha sonra basınç düşüm diagramına geçebiliriz. Bunu bir örnekle açıklayacak olursak;

ÖRNEK:

7 bar(g) çalışma basıncında 100 l/sn havayı 200m mesafeye 0.5 bar basınç kaybı ile taşıyabilmek için kullanılması gereken boru çapı ne olmalıdır?

Önce 7 bar ve 100l/sn noktalarından doğrular çıkararak kesişen noktayı eğimli çizgilere paralel olarak yukarı çıkarırız. Bu noktayı daha sonra 200m boru mesafesi noktasından indiğimiz çizgi ile kesiştirip, bu noktayı da 0.5 bar basınç düşümünden yukarı dik çıktığımız kesik doğru ile kesiştiririz. Bulduğumuz noktanın(sarı nokta) değerini diyagramda sağ skaladan okuduğumuzda bulmamız gereken boru iç çapına ulaşırız. Bu da örneğimizde 40 mm'dir.



3.2. Hava deposu seçimi

Hava deposunun görevi basınçlı havayı depolamaktır. Bununla beraber bazı yan görevleri de üstlenir, bunlar;

1. Soğutma yüzeyi sağlayıp, yoğuşma tankı gibi görev yapar
2. Basıncı stabil tutar
3. Ani hava ihtiyaçlarını karşılar

Hava deposunu seçerken aşağıda ki formülden yararlanabiliriz:

$$V = \frac{0.25 \times Q \times p_1 \times T_0}{f_{\max} \times (p_u - p_L) \times T_1}$$

V= tank hacmi (l)
 Q=kompresör kapasitesi (l/sn)
 p₁=kompresör giriş basıncı (bar(mutlak))
 T₁=kompresör giriş sıcaklığı (K)
 T₀=hava deposu sıcaklığı (K)
 p_u-p_L= boş-yük basınç ayarı farkı
 f_{max}= max.frekans 1 çevrim/30sn (Bu değer belli bir marka

kompresör için geçerlidir. Diğer üreticilerin değerleri farklı olabilir.)

bu formülü bir örnekle destekleyecek olursak;

Q=584 l/sn
p1=1 bar(deniz seviyesi)
pu-pL=0.8 bar
T1=T0=20°C
fmax=1/30

$$V = \frac{0.25 \times 584 \times 1 \times (273+20)}{1/30 \times 0.8 \times (273+20)} = 5475 \text{ l bulunur.}$$

Bu formülü basitleştirecek olursak; mutlak basıncı 1 bar, sıcaklığı 20°C ve frekansı 30sn kabul ettiğimizi düşünelim. Bu durumda formülümüz aşağıdaki gibi olacaktır:

$$V = \frac{Q}{8 \times \Delta p}$$

V=tank hacmi (m³)
Q=kompresör kapasitesi (m³/dak.)
Δp= boş-yük regülasyon farkı (bar)

Birkaç kompresörün bulunduğu sistemlerde hava tankının hacmini hesaplarken en büyük kompresörün kapasitesi esas alınmalıdır.

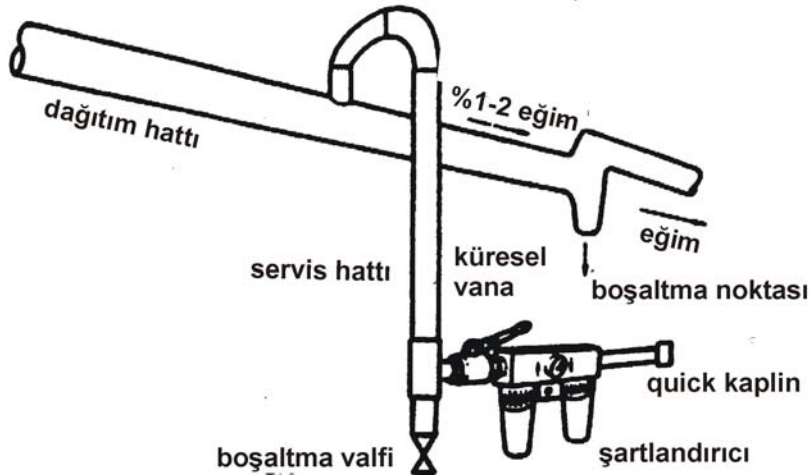
Eğer işletmede kısa aralıklarla ani ve büyük miktarda hava tüketimleri oluyorsa bu formüller pek geçerli değildir. Bu durumda ani hava tüketiminin olduğu yere ayrı bir tank konulmalıdır.

3.3. Basıncılı hava hattı dizaynı

Hava hattı kompresörü tanka, kurutucuya ve filtrelere bağlayan boru ile başlar. Buradaki boru çapı en az kompresörün çıkış çapı kadar olmalıdır. Ayrıca bütün bağlantılar mümkün olduğunca kısa ve düz olmalıdır.

Daha sonra bu bağlantılar ana hat ile birleştirilmelidir. Ana dağıtım hattı hava akış yönünde yaklaşık 1/200 oranında aşağı eğimli olmalıdır. Hattin en alçak noktalarına ve mümkünse ana hattın her 30-40 m'sinde yoğunlaşma suyunu tahliye edecek musluklar konulmalıdır.

Bütün bağlantılar aşağıda görüldüğü gibi hatların üstlerinden yapılmalıdır. Böylece ana hattaki toz, yağ ve sudan oluşan istenmeyen muhteviyatın tali hatlara taşınması önemli ölçüde engellenir.

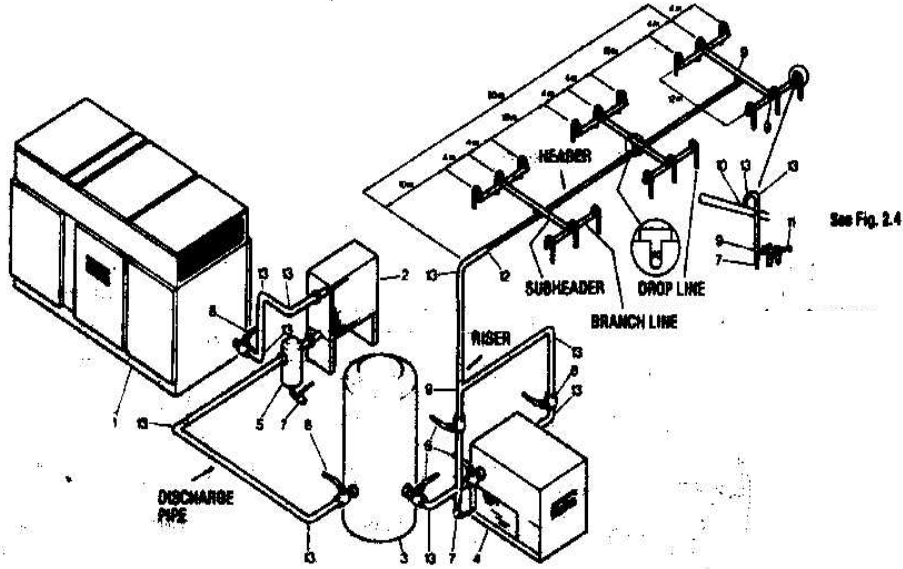


Dağıtım hattından quick kapline olan bağlantılar

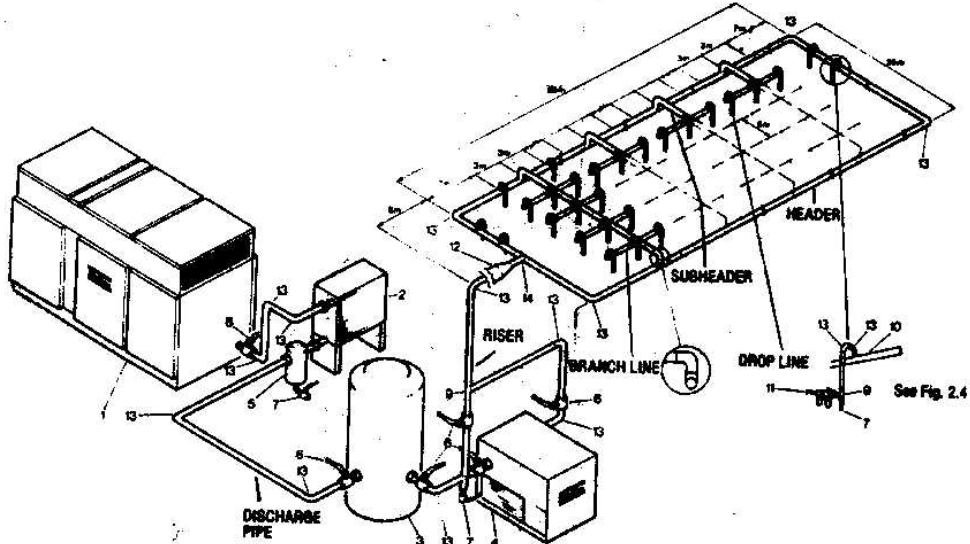
Tali hatlar kullanım noktasına en yakın yerden geçmelidir. Böylece uzun ve dar tali hatların neden olduğu basınç düşümü en aza inmiş olur, ayrıca gereğinden uzun bağlantı hortumu kullanılmamış olur. Genelde hava hattı dizaynında ki en iyi çözüm ring yapan ana boru hatlarının kullanılmasıdır. Basıncı hava merkezi ring hattının ortalarında bir yere kurulmalıdır. Ring hattı aynı zamanda bir hava deposu görevi de görmektedir. Ring yapan bir hava hattında her kullanım noktasında aynı basıncı olacaktır. Ayrıca aralıklı yüksek hava kullanımlarında hattı her iki yönden görmeniz mümkün besleyerek basınçlı hava kaynağı vazifesi görür.

Merkezi boru hava hatları ise hava tüketiminin bazı noktalarının çok uzak olması durumunda kullanılan bir sistemdir. Ayrı bir ana boru hattı bu noktalara kadar döşenebilir.

Aşağıda ring hava hattı ve merkezi boru hava hattına ait konfigürasyonlar gösterilmiştir.



Merkezi boru hattı konfigürasyonu



Ring hava hattı konfigürasyonu

3.4. Hava kaçaqları ve hesaplanması

Basıncı hava sistemindeki kaçaqların önlenmesi enerji tasarrufu için önemli bir fırsattır.

Kaçaklar yüzünden kaybedilen sadece hava değil aynı zamanda boşa ödenmiş enerjidir. Bunu aşağıda başka bir tablo ile açıklarsak ne kadar ciddi rakamlardan bahsedildiği ortaya çıkacaktır:

Delik çapı (mm)	6 bar'da hava kaçağı (lt/sn)	Sıkıştırma için güç harcaması (kWh)	Kaçığın yıllık* maliyeti (DEM)
1	1	0.3	394.2
3	10	3.1	4,073.4
5	27	8.31	10,906.2
10	105	33	43,362

*Bir yıl 365 gün x 24 saat ve 1kWh=0.15 DEM (Alman Markı) kabul edilmiştir.

Basit bir iş olan sızdırmazlığın sağlanmasıyla hava kaçakları nedeniyle israf edilen enerji kolayca geri kazanılabilir.

Hava kaçaklarının tespitinde 4 ayrı metod kullanılır;

a. Branşman yalıtımı

Hava kaçağı olup olmadığının anlaşılması için basınçlı hava hattı branşmanları teker teker incelemeye alınmalıdır. Bu sırada branşmanda hava kullanan tüm elemanların kapalı olmasına dikkat edilmelidir. Bir basınç ölçer branşman üzerinde bir drenaj noktası, vana veya kullanıcı nokta gibi uygun bir yere bağlanarak branşman basıncı ölçülür. Bundan sonra branşman ana dağıtım hattından vana v.b. ile ayrılır. Basınç ölçer branşmanda herhangi bir hava kaçağı olup olmadığını basınç düşmesi şeklinde ortaya koyar. Eğer basınç çok hızlı bir şekilde düşme gösteriyorsa bu ciddi bir hava kaçağı olduğunun işaretidir.

b. Sabun köpüğü ve elle kontrol

Sabun köpüğü bağlantı yerlerine ve valflere uygulanır. Bu işlem küçük miktardaki kaçakların tespiti için uygundur. Bununla birlikte büyük kaçaklar için bağlantı yerleri elle kontrol edilerek veya hava kaçaklarının neden olduğu sesin dinlenmesi suretiyle bulunabilir.

c. Parfüm kullanılması

Kuvvetli kokan bir parfüm kompresörün hava girişine yerleştirilir. Parfüm belirgin bir kokuya sahip olduğundan hava kaçağının olduğu yerlerdeki hava sisteminin etrafındaki noktalarda kolaylıkla fark edilir. Kullanılan parfüm toksik ve aşındırıcı olmamalıdır.

d. Ultrasonik dedektör kullanılması

Ultrasonik dedektör hafifçe daha az güvenilir olmakla birlikte oldukça hızlı test etme olanağına sahiptir. Dedektör küçük bir delikten sızan havanın neden olduğu ses dalgalarını toplar. Bu ses dalgalarını yükselterek duyulabilir ses haline dönüştürür. Alet 0.25mm – 2.5mm çapındaki deliklerden sızan havayı 1 ile 3 m'lik mesafeden tespit edebilir.

3.5. Basınçlı hava tesisatının püf noktaları

Basınçlı hava hattının boruları her yönden ulaşılabilinecek şekilde kurulmalıdır.

Boru tesisatını yerin altında kanalların içine döşemek bakım ve tamir zorluğu açısından sakıncalıdır. Hava kaçağı tespiti ve yoğunlaşma suyunun tahliyesi zor olur.

Basınçlı hava hattının ana boruları kullanım noktalarına doğru 1%-2% eğimli olmalıdır. Böylece hatlarda yoğunlaşan suyun daha önceden konulmuş drenaj noktalarından alınmasına olanak verilir. Her ne kadar bazıları iyi seçilmiş hava kurutucuları ve filtre sistemi sayesinde eğimli hava hattına gereksiz gözüyle baksa da, bu işin maliyeti çok ucuzdur ve kurutucuların herhangi bir arıza durumunda ilave bir koruyucu görevi görür.

Boruların kavisleri türbülansı engellemek için mümkün olduğunca geniş açılı olmalıdır. Kavisler dirsek kaplinlere nazaran daha çok tercih edilmelidir çünkü türbülansı ve basınç düşümlerini minimuma indirirler.

Bir hava hattından alınacak olan tali hatlar veya kullanıcı hatları mutlaka açık dirsek ile alınmalıdır.

Yoğuşma suyunu alacak olan drenaj noktaları hava hattının en alçak kısımlarına konulmalıdır.

Hatlarda kullanılan bağlantıların by-pass atılmasına müsaade edecek şekilde seçilmesi tavsiye edilir. Böylece bir bakım veya arıza durumunda üretimi durdurmadan gerekli işlemler yapılabilir.

Yeterli miktarda kelepçelerle ve tavalarla hava hattı düz olacak şekilde desteklenmeli, böylece hattın bel vermesi ve vibrasyondan dolayı kaplin bağlantılarının zarar görmesi engellenmelidir. Aşağıdaki mesafeler çelik borudan kurulu basınçlı hava hattının destek noktaları arasında olması gereken mesafeleri göstermektedir:

Boru çapı (mm)	Destek mesafesi (m)
40	3.5
50	4.3
60	4.7
80	5.8
100	6.5
125	7.3
150	8.1

Boruların sıcaklıktan dolayı (eğer kurutucu veya benzeri sistemler kullanılmıyorsa) genişlemelerinde göz ardı edilmemelidir. 100°C'lik bir sıcaklık artışında 1 m çelik boru 1.2 mm genişler.

Böyle durumlarda bu genişmeleri yumuşatacak veya absorbe edecek bağlantılar kullanılmalıdır.

Basınçlı hava hattı genel revizyonlarda veya herhangi bir acil durumda kullanılmak üzere mutlaka yedek bir kompresörle desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Compressed Air Manual, ATLAS COPCO
- [2] Compressor Installation Manual, ATLAS COPCO
- [3] Compressed air manual, prepared by NIFES consulting group, UK
- [4] Compressed air, energy conservation booklet 8

ÖZGEÇMİŞ

Murat EMİL

1969 İzmir doğumlu olan Murat Emil, Bornova Anadolu Lisesinden mezun olduktan sonra, Dokuz Eylül Üniversitesinde Endüstri mühendisliği eğitimi almıştır. Lisans eğitiminden sonra gittiği Viyana Teknik Üniversitesinde hem Almanca eğitimini tamamlamış hem de bitirme tezi olan MRPII üzerine çalışmalarda bulunmuştur. İş hayatına TEBA şirketler grubunda, Isıtma Soğutma Klima departmanı ihracat satış mühendisi olarak başlayan Murat Emil, 1996'dan beri ATLAS COPCO İzmir Bölgesi Satış Mühendisi olarak çalışmaktadır.