

## KOMPRESÖR SEÇİMİ

Ümit ÇİFTÇİ

### ÖZET

Günümüzde, basınçlı havanın otomasyonda kullanılması hayli yaygındır. Hemen her işletmede bir kompresör bulunması mümkündür. Üretimi arttırmak ve işgücü kullanımını azaltmak için kullanılan önemli donanımlardan biri olan kompresörün seçimi dikkatli bir analiz yapmayı gerektirir. Kompresör seçimi, fabrika genişlemesi veya yeni bir fabrika kurulması çalışmalarında verilen en önemli kararlardan biridir. Çünkü kompresör, çoğunlukla, bir fabrikada enerji harcaması kalemlerinin en büyüğüdür ve bu nedenle, kompresörün verimliliği toplam faaliyet maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

### GİRİŞ

İhtiyaç duyulan kompresör niteliklerinin belirlenmesi aşamasında bilinmesi gereken temel veriler; kapasite, çalışma basıncı ve ihtiyaç duyulan hava kalitesi olarak sıralanabilir. Bunların yanı sıra, kullanım noktalarının sayısı ve yayıldığı alanın büyüklüğü, basınçlı hava kullanımındaki değişimler, gelecekte olası kullanım artışı, ortam şartları, soğutma suyu bulunabilirliği, kalitesi ve maliyeti gibi konular da seçim üzerinde etkili olabilecek faktörlerdir.

Yukarıda belirtilen üç temel verinin doğru olarak belirlenmesi yoluyla tanımlanacak kompresör ihtiyacına cevap verebilecek ürünler arasındaki seçimi yapmak için ise, yatırım, enerji ve bakım maliyetlerinin toplamı olan işletme maliyetlerinin karşılaştırılması gerekir. İstenilen değerleri sağlayabilecek en düşük işletme maliyetli kompresörün seçilmesi en doğru yaklaşım olacaktır.

### KAPASİTE BELİRLEME

İhtiyaç duyulan kapasitenin belirlenmesi tabii ki öncelikli önem taşır. Basınçlı hava ile çalışan aletlerin incelenmesi halinde, bazılarının hemen hemen sürekli çalıştığı görülürken, bir kısmının düzensiz aralıklarla çalıştığı fakat kullanım sırasında greceli olarak fazla hava tüketiminin olduğu görülecektir.

Bu nedenle, toplam basınçlı hava ihtiyacı her bir aletin maksimum tüketimlerinin toplamı olmamalı; ortalama tüketimlerinin bileşkesi olmalıdır. Ortalama tüketimin belirlenmesi için ise **yük faktörü** kullanılmalıdır. Pnömatik cihazlar genellikle belli aralıklarla kullanılır ve çoğunlukla tam yükte kullanılmazlar. Gerçek hava tüketimleri de bu nedenle kataloglarında verilen maksimum tüketimlerinden azdır. Gerçek hava tüketiminin maksimum, sürekli tam yükte çalışma anındaki tüketime bölünmesi ile bulunacak oran **yük faktörü** olarak adlandırılır.

Örnek olarak, tam yükte 25 l/s hava tüketimi olan bir cihazın boşta çalışma sırasında 10 l/s hava tükettiğini varsayalım. Bu cihazın %40 oranında yükte kullanılacağını düşünürsek, yük faktörü aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\frac{(25 \times 0.4) + (10 \times 0.6)}{25} = 0.64 \text{ (%64)}$$

Belli bir çalışma süresi içinde cihazın kullanılma oranını gösteren **kullanım faktörü** de toplam tüketim hesabında dikkate alınmalıdır. Örneğin 8 saatlik çalışma süresince bu cihazın toplam 4 saat kullanıldığı varsayılırsa, **kullanım faktörü**  $4/8 = 0.5$  (%50) olacaktır.

Basıncılı hava tüketen her bir cihaz için yük ve kullanım faktörleri hesaplandıktan sonra, aşağıdaki formül ile toplam hava ihtiyacının hesaplanmasına geçilmelidir.

Toplam ihtiyaç = Alet sayısı x tam yükte birim tüketim x kullanım faktörü x yük faktörü

Alet tipi	Adet	Tam yükte Hava tüketimi ( l/s )	Kullanım faktörü (%)	Yük Faktörü (%)	Toplam İhtiyaç ( l/s )
Taşıma	10	16	40	60	38,4
Matkap	8	24	30	65	37,4
Somun sıkma	5	9	20	100	9

Bu yolla hesaplanan toplam hava ihtiyacına, aletlerin aşınması ile oluşacak yaklaşık %5 tüketim artışı, %10 kadar kaçaklar ve gelecekte olası artışlar da eklenmelidir.

Hesaplanan kapasite ihtiyacını karşılayabilecek kompresörler değerlendirilirken önemle dikkat edilmesi gereken bir konu da verilen kapasitelerin hangi şartlarda olduğudur. Serbest hava verimi ( $m^3$ ), Standart hacim ( $Sm^3$ ), Emiş hacmi ( $Im^3$ ) veya Normal hacim ( $Nm^3$ ) şeklinde verilebilecek kapasiteler karşılaştırıldığında oluşan fark %14 düzeyine varabilmektedir. Bu konuya dikkat edilmemesi halinde, ihtiyactan küçük yada büyük kapasiteye sahip bir kompresör seçimi yapılması olasılığı hayli yüksektir.

## ÇALIŞMA BASINCI

Kompresör seçiminde dikkate alınması gereken önemli bir faktör de çalışma basıncıdır. Bilindiği üzere, herhangi bir kompresörün enerji harcamasını belirleyen iki faktörden biri kapasite ve diğeri de basınçtır. Bu nedenle, ihtiyaçtan daha yüksek çalışma basıncına sahip bir kompresörün satın alınması enerji maliyetinin yükselmesine neden olacaktır.

İhtiyaç duyulan çalışma basıncı ve bunu sağlayacak kompresörün seçimi için iki faktörün belirlenmesi gerekir. Kullanım noktasında gerekli basınç ve hava hatlarında oluşacak basınç kaybı.

### Kullanım noktasındaki basınç

Basıncılı hava kullanan aletlerin üreticileri sözkonusu aletin tüketeceği hava miktarı ve ihtiyaç duyulan basıncı belirtirler. Burada dikkat edilmesi gereken konu, havalı aletin belirtilen gücü ancak belli bir basınçta sağlayabileceğidir. Daha düşük basınç, aletin vereceği gücü azaltırken; daha yüksek basınç ise hava tüketimini ve aletin aşırı yüklenmesi riskini arttıracaktır.

### Basınç kaybı

Hava hatlarında kullanılan boru kesiti ve hat üzerinde yer alan filtre, şartlandırıcı ve su ayırıcılar gibi donanımlar da basınç kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle, kompresör seçimi sırasında çalışma basıncı belirlenirken sözkonusu kayıplar mutlaka gözönüne alınmalıdır.

Kullanım noktasında ihtiyaç duyulan basınç ve hava hatlarında oluşacak basınç kaybı doğru olarak belirlendikten sonra, kompresörün çalışma basıncını belirlemek için, hatlardaki basınç kaybının kullanım noktasında istenilen basınca eklemek gerekir.

## HAVA KALİTESİ

Kompresör seçiminde dikkate alınması gerekli bir diğer konu da ihtiyaç duyulan hava kalitesidir. Basıncılı havada kaliteyi belirleyen unsurlar ise havadaki yağ, nem ve toz yada partikül miktarıdır. ISO 8573 normunda tanımlanmış olan hava kalite sınıflaması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 1.** ISO 8573 Kalite sınıflaması

Kalite Sınıfı	TOZ		SU	YAĞ
	Partikül çapı ( $\mu\text{m}$ )	Konsantrasyon ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Çiğlenme Noktası ( $^{\circ}\text{C}$ )	Konsantrasyon ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
1	0.1	0.1	-70	0.01
2	1	1	-40	0.1
3	5	5	-20	1.0
4	15	8	+3	5.0
5	40	10	+7	25
6	-	-	+10	-

İhtiyaç olunan hava kalitesinin doğru belirlenmesi, özellikle yağ enjekteli veya yağsız kompresör alma kararının verilmesi bakımından önemli olacaktır. Ayrıca, kompresörle birlikte kullanılacak filtre ve kurutucu gibi donanımların doğru seçilmesi bakımından da istenilen hava kalitesinin belirlenmesi gereklidir. Aşağıda, basıncılı hava kullanılan çeşitli uygulamalar için önerilen hava kalite sınıfları yer almaktadır.

**Tablo 2.** Çeşitli uygulamalar için hava sınıflandırmaları

UYGULAMA	HAVA KALİTE SINIFI		
	TOZ	SU	YAĞ
Ayakkabı	4	6	5
Solunma havası	1	4	1
Cam	4	6	3-5
Temizlik havası	4	4-6	4
Pnömatik taşıma			
-granül ürünler	3	4-6	2
-toz ürünler	2	3	1
Döküm	4	6	5
Gıda ve içecek	2	4-6	1
Enstrümantasyon	3	3-4	2
Havalı el aleti	4	3	2-5
Madencilik	4	5	5
Tekstil	4	3-5	2
Fotoğrafçılık	1	1	1
Alt yapı işleri	4	5	5
Kaya delme	4	5-2	5
Kumlama	-	3	3
Sprey boyama	3	3-2	1
Kaynak makineleri	4	6	5

## İŞLETME MALİYETİ

İhtiyaca cevap verebileceği düşünülen çok sayıda kompresör bulunabilmesi halinde, seçim kararını etkileyen en büyük faktör genellikle yatırım maliyeti yani kompresör alınırken ödenilecek bedel olmaktadır.

Gelişmekte olan ülkemizde sermaye maliyetinin yüksek olduğu gözönüne alındığında haklı gibi görülebilecek bu yaklaşım, uzun vadeli düşünüldüğünde doğru olmamaktadır. Kompresör ömrü 10 yıl olarak alındığında, üç kategoriden oluşan işletme maliyetinin dağılımı yaklaşık olarak %5-10 bakım, %10-15 ilk yatırım ve %75-85 enerji maliyeti şeklinde olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, en yüksek maliyet unsuru olan enerji maliyetinin kıyaslanması, daha doğru bir karar verilmesini sağlayacaktır.

En doğru yaklaşım, üç kategorinin toplamından oluşan işletme maliyetlerinin kıyaslanmasıdır.

### **Enerji maliyeti**

Enerji maliyeti kıyaslamasında yapılacak şey, birim hacim basınçlı hava elde etmek için harcanan enerji miktarlarına bakılmasıdır. Bu sırada, kullanılan kapasite birimlerinin aynı olmasına dikkat edilmeli ve güç harcamasına kompresör üzerinde yer alan tüm ekipmanların dahil olup olmadığı kontrol edilmelidir. Güç harcamaları değerlendirilirken, elektrik motorlarının nominal güçleri yerine, şebekeden çektikleri gücün baz alınması, gerçek güç harcamalarının kıyaslanmasını sağlar.

### **İlk yatırım maliyeti**

Belirlenen kapasite, basınç ve hava kalitesini sağlayabilen seçenekler arasında yapılacak seçimi etkileyen önemli bir unsur olan ilk yatırım maliyetinin kıyaslanmasında üzerinde durulması gereken önemli bir konu paket içeriklerinin kıyaslanmasıdır.

Bu yapılırken, gerek fonksiyonlar kıyaslanmalı; gerekse bu fonksiyonları yerine getiren donanımların nitelik ve kalitelerine dikkat edilmelidir. Hatta; elektrik motoru, sıkıştırma elemanı, elektrik panosu ve soğutma ünitesi gibi kompresörü oluşturan ana parçaların detaylı olarak incelenmesi sayesinde farklılıkların nereden kaynaklandığı sorusuna cevap bulunabilecektir.

### **Bakım maliyeti**

Bakım maliyeti denilince akla ilk gelen yedek parça ve işçilik fiyatları olmaktadır. Bu fiyatların önemi gözardı edilemese de, bakım maliyetleri kıyaslamasında, bakım periyodları en az fiyat kadar önemlidir. Sadece fiyat karşılaştırıldığında pahalı görülebilecek bakım maliyeti, bakım periyodu hesaba katıldığında daha ucuz kalabilecektir. Bunun tam tersi de mümkün. Fiyat olarak ucuz olan bakım maliyeti, bakım periyodu hesaba katıldığında daha pahalı çıkabilir. Bu nedenle, farklı periyodlar için verilen bakım fiyatlarının kıyaslanması yanlış sonuç verecektir. Bu kıyaslama sırasında, bakım süresi ve bu sürede oluşabilecek üretim kayıpları gibi dolaylı maliyetler de mutlaka değerlendirilmelidir.

## **SONUÇ**

İhtiyacın doğru belirlenmesi ve bu ihtiyaca cevap verebilecek ürünlerin adil kıyaslanması olarak, iki aşamadan oluşan kompresör seçim süreci, işletme verimliliği ve dolayısı ile karlılığı üzerinde önemli etkiye sahip bir işlemdir. Bu aşamalardan herhangi birinde gözardı edilecek bir unsur, ülkemizde hayli pahalı olan enerjinin verimsiz kullanımına yol açabileceği gibi işletmenin karlılığı üzerinde olumsuz etkiler yapacaktır.

Yukarıda sayılan nedenlerle, rekabet gücünü arttırmak isteyen firmalar için, kompresör seçim sürecinin sadece katalog verilerinin ve fiyatların karşılaştırılmasından oluşmayan, dikkatli ve araştırmacı bir yaklaşım gerektiren bir işlem olduğu bilinmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] "ATLAS COPCO MANUAL", Ljungföretagen AB, 1982
- [2] "COMPRESSOR INSTALLATION MANUAL", Atlas Copco, 1993

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Malatya doğumludur. İTÜ İşletme Mühendisliği bölümünü 1988 yılında bitirdikten sonra özel sektörde çalışma hayatına başlamıştır. 1995 yılı başlarında ATLAS COPCO firmasında Satış Mühendisi olarak başladığı görevini son iki yıldır Yağsız Kompresörler Ürün Uzmanı olarak devam ettirmektedir.