T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI

KİMYA TEKNOLOJİSİ

KOMPRESÖRLER

524KI0101

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
1. KOMPRESÖRLER VE ÇEŞİTLERİ 3
1.1. Kompresörlerin Çalışma Prensipleri 3
1.1.1. Basınç 3
1.1.2. Gaz Kanunları 5
1.1.3. Sıkıştırma Oranı 5
1.1.4. Sıkıştırma Sıcaklığı 6
1.1.5. Ara Soğutma 6
1.1.6. Potansiyel ve Kinetik enerji 7
1.1.7. Basınç ve Hız 8
1.2. Kompresör Kapasitesi 8
1.2.1. İş ve Güç Birimleri 8
1.2.2. Hareket Kanunları 9
1.3. Kompresörler Çeşitleri 9
1.3.1. Santrifüj Kompresörler 9
1.3.2. Hacimsel Kompresörler 20
1.4. Kompresör Çevrim Diyagramları 28
1.4.1. Emme Gazında Kısıntı Yapılarak Debi Ayarı 32
1.4.2. Açıklığın Büyütülmesi Metoduyla Debi Ayarı 33
1.4.3. Emme Supabı ile Debi Ayarı 36
1.4.4. Hız Değişimiyle Debi Ayarı 38
UYGULAMA FAALİYETİ 41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 43
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 44
2. KOMPRESÖRLERİ İŞLETME 44
2.1. Devreye Alma ve Devreden Çıkarma 44
2.1.1. Hazırlık 44
2.1.2. Devreye Alma 45
2.1.3. Devreden Çıkarma 47
2.1.4. Normal İşletmede Dikkat Edilecek Hususlar 47
UYGULAMA FAALİYETİ 49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52
MODÜL DEĞERLENDİRME 53
CEVAP ANAHTARLARI 54
KAYNAKÇA 55

AÇIKLAMALAR

KOD	**524KI0101**
ALAN	**Kimya Teknolojisi**
DAL	**Petrol-Petrokimya , Petrol-Rafineri**
MODÜL	**Kompresörler**
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, kompresörleri tanıma, çalıştırabilme, durdurabilme ve bakımlarını yapabilme ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Kompresörleri çalıştırmak ve bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında, kompresörlerin çalışmasını kontrol edebileceksiniz. **Amaçlar** 1. Kompresörlerin çalışmasını ve durdurulmasını gerçekleştirebileceksiniz. 2. Kompresörlerin bakımını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (internet) vb. kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar **Donanım:** Bölüm kitaplığı, VCD, DVD, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, laboratuvarda, uygulama için kompresör, kompresör havası ile iş yapabilme düzeneği, hortumlar, kelepçeler, hava ile çalışan hareket iletici ekipmanlar. Kompresör yağı, contalar, kompresörleri sökme için anahtarlar, tornavidalar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Hemen her işletmede mevcut proses ve operasyonların ihtiyacı olan basınçlı hava, vakumla gerçekleştirilen işlemler için gereken vakum teminini sağlayan cihazların çalıştırılmaları, temin edilmesi ve bakımlarının yapılması önemli bir konudur.

Vakumlu veya basınçlı hava ile kurutma, arıtma havuzlarının havalandırılması, toz veya granül hâldeki maddelerin taşınması, basınç ile temizleme, vakum yoluyla temizleme gibi uygulama alanları yanında, basınçlı hava gaz çıkartma, filtreleme, şişeleme, tüp doldurma, ambalajlama alanlarında da kullanılır.

Son zamanlarda deniz kirliliğine karşı süratli ve güvenilir bir sistem olan basınçlı hava yoluyla yağ blokajı işlemi de önemli bir uygulama alanıdır.

Bu modülü başarıyla bitirdiğinizde, basınçlı hava temini sağlayan kompresörlerin çalışma prensipleri, çalıştırılmaları, çeşitleri, arızaları ve arızalarının giderilmesi ile ilgili konuları çok daha iyi anlayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Kompresörlerin çalışmasını ve durdurulmasını gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Akışkanların sıkıştırılmaları ile ilgili özelliklerini araştırınız.
- Enerji çeşitleri hakkında araştırma yapınız.
- Gaz Kanunları hakkında araştırma yapınız.
- Sıvı ve gazların fiziksel özellikleri hakkında araştırma yapınız.

1. KOMPRESÖRLER VE ÇEŞİTLERİ

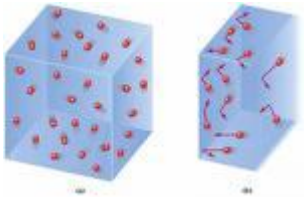
1.1. Kompresörlerin Çalışma Prensipleri

1.1.1. Basınç

Bütün gazlar moleküllerden meydana gelir. Moleküller gaz içinde her yöne hareket eder. Moleküller temas ettikleri her yüzeye eşit kuvvetle etki eder. Bu kuvvete **basınç** adı verilir.

Moleküller her yöne hareket ettikleri için gaz içinde bulunduğu kabın tüm yüzeylerine eşit olarak etki eder.

Bilindiği gibi basınç, birim alana etki eden kuvvettir. 1 kg ağırlığındaki bir cismin $1cm^2$ alan üzerine yaptığı etki 1 kg/cm^2 olarak birimlendirilir.



Şeki1 1.1: Gaz moleküllerinin bulunduğu kaba yaptığı basınç

Ölçü biriminde en çok kullanılan basınç birimi inç, kareye etki eden pound olarak kuvvet olup pound/inc^2 ve psi olarak gösterilir.

1kg/cm^2 = 14,22 psi

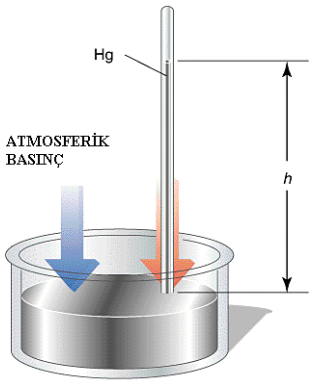
Dünyanın etrafı atmosfer adı verilen hava tabakası ile çevrilmiştir. Hava da bir gaz olduğuna göre temas ettiği bütün yüzeylere bir basınç uygular. Bu basınç değeri deniz seviyesinde 1,033 kg/cm^2 (14.22 psi)dir.

Gazların ve sıvıların basınçları genellikle manometre denilen basınç ölçme aletleri ile ölçülür. Manometre atmosfer basıncında sıfır değerini gösterir.

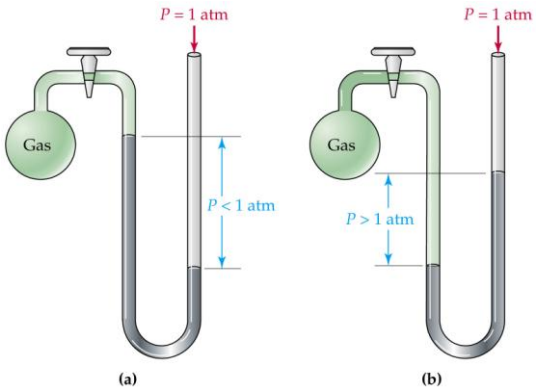
Bu sebepten manometrenin gösterdiği basınca atmosfer basıncını da eklersek mutlak basınç adı verilen gerçek basınç değeri bulunur.

Örneğin, manometrede okunan basınç 2,7kg/cm^2 ise deniz seviyesinde mutlak basınç 2,7 ve 1,033'ün toplamı olan 3,733 kg/cm^{2}dir.

Atmosfer basıncını ölçen cihazlar da vardır. Bunlar barometre olarak adlandırılır.



Şekil 1.2: Deniz seviyesinde barometre ile atmosferik basınç ölçümü



Şekil 1.3: Gaz basıncının manometre ile ölçülmesi (a) gaz basıncının atmosfer basıncından küçük olduğu durum (b) gaz basıncının atmosfer basıncından büyük olduğu durum

1.1.2. Gaz Kanunları

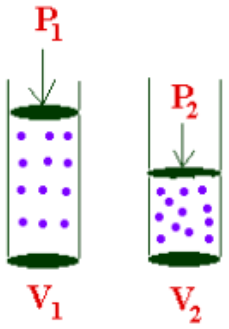
Silindir içinde bulunan bir gaz, pistonun hareketi ile sıkıştırılmaktadır. Sıcaklık aynı kalmak şartıyla gazın hacmi küçültülürse basınç artar. Birinci durumdaki hacim V_1, mutlak basınç P_1, ikinci durumdaki hacim V_2, mutlak basınç P_2 ise;

$$P_1 . V_1 = P_2 . V_2$$

veya

$$\frac{P_1.V_1}{T_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2}$$

şeklinde ifade edilir. Sıcaklık sabit kalmak şartıyla hacim ile mutlak basıncın çarpımı sabittir ve değişmez.



Şekil 1.4: Gazlarda basınç hacim ilişkisi

Bir tank içinde bulunan gazın hacmi aynı kalmak şartıyla sıcaklığı t_1 ^{0}C'den t_2 ^{0}C'ye çıkarsa basıncı da artar.

Burada P_1 ve P_2 kg/cm^2 olarak gazın mutlak basıncını,

V_1 ve V_2 litre olarak gazın hacmini,

T_1 ve T_2 Kelvin derece (^{0}K) olarak gazın mutlak sıcaklığını göstermekte olup T_1= t_1+273'tür.$T_{2=}$ t_2+273'tür.

1.1.3. Sıkıştırma Oranı

Kompresör, gaz basıncını artıran bir makinedir. Normal olarak kompresöre belli bir basınçta giren gaz, daha yüksek basınçla çıkar. Emme ve basıncı arasındaki fark, kompresörde gaz üzerinde yapılan işten dolayıdır. Sıkıştırma oranı R, emme ve basma basıncının mutlak değerlerinin oranıdır.

$$R = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{'dir.}$$

Örnek: Atmosfer basıncında hava emen bir kompresörün manometrede okunan çıkış basıncı 2 kg/cm^{2}dir. Sıkıştırma oranını bulunuz.

P_1= 1,033 kg/cm^2 atmosfer basıncı
P_2= 1,033 +2 = 3,033 kg/cm^2 mutlak basınç
R= 3,033/1,033 = 2.9

Kompresörlerde daima gaz basınçlarını yükselttikleri için R daima birden büyük bir sayıdır. R kompresörün gaza ilave ettiği basınç miktarının bir göstergesidir.

1.1.4. Sıkıştırma Sıcaklığı

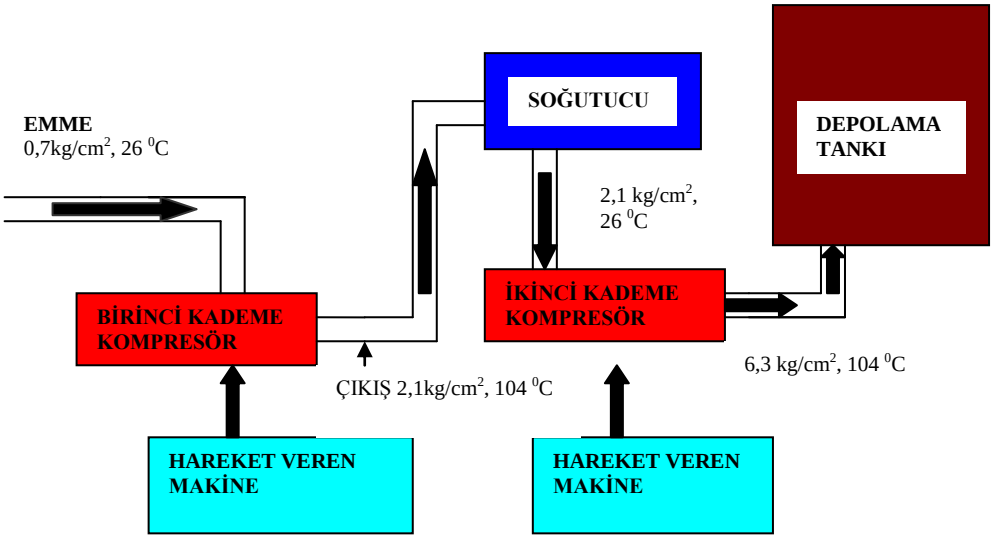
Kompresör, gaz basıncını artırırken aynı zamanda gazın sıcaklığı da artar. Sıcaklık artışının miktarı gaz cinsine göre değişir. Hafif gazlar daha çok ısınır. Örneğin, metan etandan hafiftir. O hâlde aynı sıkıştırma oranı için metan daha fazla ısınır.

Kompresörde basılan gazın sıcaklığını belirleyen faktörleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Emme sıcaklığı
- Sıkıştırma oranı
- Gazın cinsi

1.1.5. Ara Soğutma

Kompresörlerde gazın sıkıştırılması sırasında meydana gelen ısının uzaklaştırılması için soğutma sistemleri geliştirilmiştir. Aşağıdaki şekilde bir kompresör ünitesinde ara soğutma gösterilmektedir.



Şekil 1.5: Ara soğutma

Gaz, iki basınç kademesi arasında soğutulmaktadır. Buna **ara soğutma (intercooling)** adı verilir. Sıcaklık düşürülür fakat basınç aynı kalırsa gazın hacmi azalır.

Şekil 1.6: Sıcaklık basınç ilişkisi

Atmosfer basıncında gazla dolu bir balonun sıcaklığı düşürülürse hacmi küçülür. Çünkü gaz soğutulunca yoğunluğu artar. Ara soğutmanın nedeni, ikinci kademeye gitmeden önce hacmini azaltmaktır.Ara kademede yapılacak her bir 2,7 ^{0}C'lik soğutma ile sıkıştırma için gerekli güçten %1 tasarruf sağlanır. Çok kademeli kompresörlerde ara soğutma yapılarak toplam sıkıştırma gücü azaltılır.

1.1.6. Potansiyel ve Kinetik enerji

Bir iş yapılması için enerji gereklidir. Örneğin, elektrik motorunun çalışması için elektrik enerjisi gereklidir. Saat zembereğinin çalışıp iş yapması için kurulması gerekir. Hareket hâlinde bir çekiç, kendisine verilen hareket dolayısıyla iş yapmaktadır. Ancak hareket eden çekiç ile kurulu saat zembereğinin enerjileri farklıdır. Hareketli cismin enerjisi kinetik enerji olarak isimlendirilir. Gerilmiş bir yayın veya barajda bulunan suyun enerjisi potansiyel enerjidir. Potansiyel enerji, bir cismin konumu veya molekül düzenlemesi dolayısıyla sahip olduğu enerjidir.

Yay gerilirken veya zemberek kurulurken onun üzerinde bir iş yapılır. Yay veya zemberek bu iş neticesinde potansiyel enerjiye sahip olur.

Demir bir bilye bir yerden yükseğe kaldırılırsa yeni konumu sebebiyle potansiyel enerjiye sahip olur. Bilyenin düşmesine izin verilirse hareketi dolayısıyla potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Bilye yere düştüğü an bir iş yapar. Kinetik enerji işe dönüşmüş olur.

Enerji, yaratılamaz veya yok edilemez. Ancak bir şekilden diğer bir şekle dönüşür. Potansiyel enerji, kinetik enerjiye veya işe dönüşür. Kinetik enerji de potansiyel enerjiye dönüşebilir. Bir cismin üzerinde iş yapılırsa ona enerji ilave edilmiş olur.

1.1.7. Basınç ve Hız

Belli hacimde bir gaz daha küçük bir hacme sıkıştırılırsa gazın basıncı artar. Sıkıştırılan gaz üzerinde bir iş yapılmıştır. Sıkıştırılmış gazın sahip olduğu potansiyel enerji, gazın bulunduğu kabı basınç şeklinde her istikamette etkiler.

Basınçlı gaz, bir boru içinde akarken sahip olduğu basınç enerjisinin bir kısmı tek bir yönde harekete dönüşmektedir. Akış hâlinde gazın potansiyel enerjisinin bir kısmı kinetik enerjiye dönüşmüştür. Akan gazın toplam enerjisi, basınç ve hız toplamının bir fonksiyonudur. Hiçbir iş yapılmaz enerji kaybı olmazsa (ısı enerjisi şekline dönüşüp atmosfere karışmazsa) akış sırasında toplam enerji sabit kalır. Yani akış hâlinde olan bir gazın hızı artarsa basıncı azalır. Hızı azalırsa basıncı artar.

Potansiyel enerjiye sahip bir madde üzerinde mutlaka daha evvel bir iş yapılmıştır. Basınçlı gaz üzerinde de bir iş yapılmıştır. Kompresör, gaz üzerinde iş yaparak ona enerji verir veya toplam enerjisini artırır.

1.2. Kompresör Kapasitesi

Kompresör kapasitesi, belli bir zaman aralığında hareket ettirdiği gazın hacmidir. Kompresör kapasitesi m^3/dk., cm^3/saniye, feet/dk. (CFM) gibi birimlerle ölçülür.

Bir boru içinde akan gazın akma miktarına **debi** adı verilir. Kompresörün çıkış borusunun debisi, kompresör kapasitesine eşittir.

Boru içinde akan gazın debisi, gazın hızı ile boru kesitinin çarpımına eşittir. Aynı ebatta iki borudan akan gazlardan hızı fazla olanın debisi de fazladır. Buna karşılık iki farklı çapta borudan akan gazların hızları aynı ise çapı büyük olanın debisi daha fazladır. Kompresörde akan gazın hızı artarsa kompresör kapasitesi de artar.

Kompresörler, gazları sıkıştırdıkları için giren gazın hacmi çıkan gazın hacminden daha fazladır. Bu bakımdan giriş ve çıkış debileri de farklıdır. Kompresör emme tarafındaki debinin ölçülmesi ile hesaplanır. Ancak emme tarafındaki basınç atmosfer basıncından fazla ise basınçlı gazın atmosfer basıncındaki hacmi hesaplanarak debi tespit edilir. Başka bir ifade ile kompresör kapasitesi, emme veya basma debisinin atmosfer basıncındaki değeridir.

1.2.1. İş ve Güç Birimleri

1 kg ağırlığında bir cisim 1 m yükseltilirse yapılan iş 1 kilogrammetre(kgm)'dir. Kgm bir iş birimidir.

Saniyede 75 kgm iş yapabilen bir makinenin gücü 1 beygir gücü (HP)'dür. Beygir gücü birim zamanda yapılan gücü belirtir. Güç birimidir.

Gücü 1 HP olan makinenin yaptığı iş 60x75 = 4500 kgm'dir.

1 kg ağırlığında bir cisim 4500 m yukarıya kaldırılırsa yapılan iş 4500 kgm olduğuna göre bu işi bir dakikada yapabilen bir makinenin gücü 1 HP'dir. Elektrik gücü genellikle kilovat ile ölçülür.

1 HP = 0,746 kilovattır.

1.2.2. Hareket Kanunları

Bir otomobil aniden harekete geçerse sürücü geriye doğru itilir. Ani fren yapan otomobil içinde bulunan kişi ileri doğru hareket eder. Buz üzerinde giden bir araba direksiyon kırsa da aynı yönde gitmeye devam eder.

Bu örneklerden anlaşılacağı üzere her hareketsiz cismin bir ataleti ve duruşta kalmaya bir meyli vardır. Hareketsiz bir cismi yeterli büyüklükte bir kuvvet etkilemedikçe cisim hareketsiz kalmaya devam eder. Buna karşılık her hareketli cismin aynı yönde hareketine devam etmeye bir meyli vardır. Hareketli bir cismin üzerine etki eden hiçbir kuvvet yoksa aynı yönde ve aynı hızda hareketine devam eder.

Elektrik motoru ile çalışan bir vantilatörün kanatları havayı harekete zorlar. Hareketsiz havanın bir ataleti vardır. Vantilatör, kanatlarının dönüş hareketine karşı direnir. Hava molekülleri birbirine yaklaşır. Moleküller sıkışınca hacim azalır, basınç artar. Vantilatör kanatları, sonunda havanın direncini yener ve havayı ileri doğru iter. Kanatlar hızla döndükçe hava daha hızlı itilir.

Vantilatör hava üzerinde bir iş yapmaktadır. Gaza hız ve basınç ilave ederek onun toplam enerjisini artırmaktadır. Kompresörler, gazın hız ve basıncını sürekli olarak artırarak ona enerji ilave eden makinelerdir. Gazın kazandığı enerji kompresörün yaptığı işten dolayıdır.

1.3. Kompresörler Çeşitleri

Kompresörler çeşitleri aşağıda açıklanmıştır.

1.3.1. Santrifüj Kompresörler

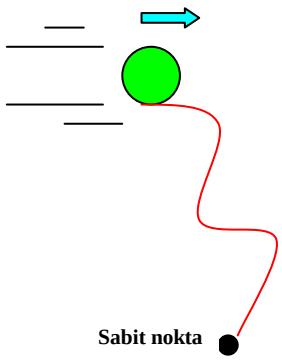
Santrifüj hava kompresörleri (yüksek hızla) dönen bir impellerin havaya enerji transfer ettiği dinamik kompresörlerdir. Rotor havanın momentumunu (basıncını) artırır. Bu momentum sabit difüzörlerde (yayıcılarda) havanın hızını keserek kullanılabilir basınca dönüştürülür. (impeller, 2-3 bar veya daha yüksek basınca uygun dizayn edilmiş fan, pervane, kanatlı rotor) Santrifüj hava kompresörleri, dizaynı gereğince yağsız kompresörlerdir. Dişlileri (impellerin yüksek hızla dönmesini sağlayan dişlileri) yağlamak için kullanılan yağ ile havanın bağlantısı/teması şaft contaları/keçeleri ve atmosferik havalandırma/venting tertibatı kullanılarak kesilir.

Santrifüj kompresör sürekli hizmet kompresörüdür, çok az sayıda hareketli parçası olmasından ileri gelen avantajıyla özellikle yüksek hava debisi istenen uygulamalarda ve bilhassa (esas olarak) yağsız hava gereken yerlerde kullanılmaya uygundur.

Santrifüj hava kompresörleri su soğutmalı olarak yapılabilir ve paketlenebilir (Ünite olarak verilebilir). Tipik bir santrifüj kompresör paketine/ünitesine son (nihai) soğutucu ve tüm kontrol donanımı dahildir.

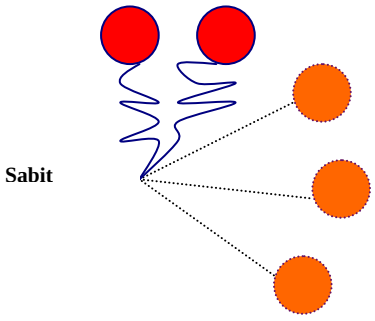
1.3.1.1. Çalışma Esasları

Hareket Kanunları bölümünde anlatıldığı gibi, hareketli bir cisim hareketine aynı yerde ve aynı hızla devam etmeye meyillidir. Hareketli bir bilyenin üzerinde yer çekimi etkisi olmadığını düşünürsek bilye, düz bir hareket üzerinde hak etmektedir. İpin diğer ucu sabit bir noktaya bağlıdır.



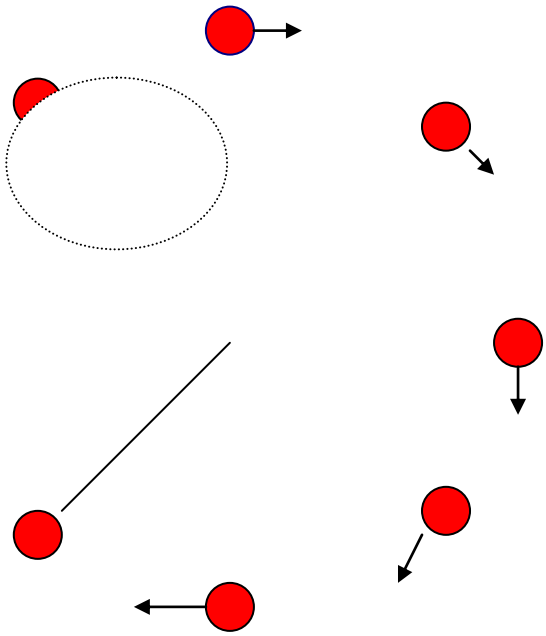
Şekil 1.7: Sabit noktaya bağlı bilye

Bilye belli bir miktar hareket ettikten sonra ip gergin hâle gelir ve bilyenin hareket yönünü değiştirir. Doğrusal hareket dairesel harekete dönüşür.



Şekil 1.8: Bilyenin dairesel hareketi

Bilyede yeteri kadar enerji varsa dairesel hareket yapmaya devam eder.

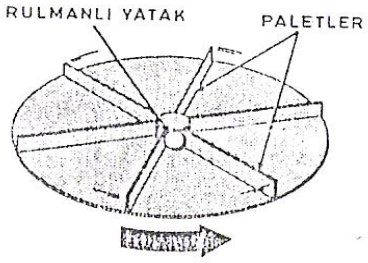


Şekil 1.9: Merkezkaç kuvvet

Hareketin her anında bilyenin esas meyli düz bir hat üzerinde harekete devam etmektedir. Ancak ipin çekme kuvvetinin etkisi ile dairesel harekete zorlanır. İp bilyenin yönünü her an değiştirir ve bu sebeple ip, her an bir gerilim altındadır. İp koparsa bilye o anda dönme hareketini bırakır ve düz bir hat üzerinde hareketine devam eder.

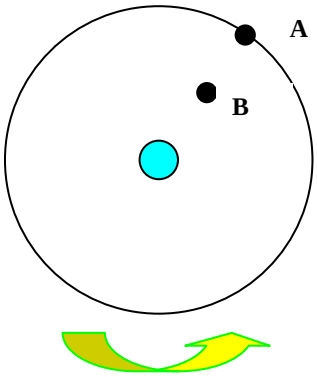
Dairesel hareket yapan cisme etki eden ve onu bu rotada tutan kuvvete **merkezî kuvvet** adı verilir. Merkezî kuvvet, cisimden dönme merkezine doğrudur. Her kuvvete karşı bir tepki kuvveti oluşur. Etki tepkiye eşittir. Merkezkaç veya santrifüj kuvvet yukarıda açıklanan merkezî kuvvetin tepkisidir ve ona eşittir.

Rulmanlı bir yatak üzerinde serbestçe dönebilen bir diskin merkezine yakın bir yere bir bilye konulmuştur.



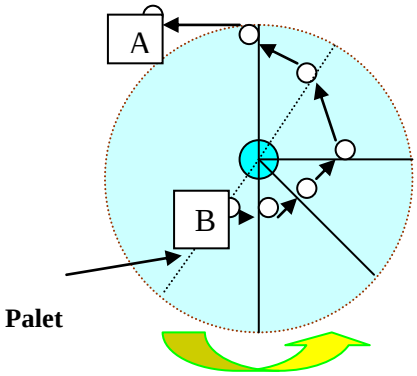
Şekil 1.10: Dönen disk

Disk dönme hareketine başladığı anda, üzerinde bulunan paletlerden biri bilyeyi de harekete zorlar. Bilye, düz bir hat üzerinde hareket etmeye meyillidir. Aşağıda disk dönerken bilyenin hareket yörüngesinin nasıl değiştiği çizilmiştir.



Şekil 1.11: Dönen diskte bilyenin hareketi

Bilyeye etki eden bir merkezî kuvvet olmadığı için bilye, merkezden dışarı doğru hareket eder. Merkezden uzaklaştıkça hızı artar. Çünkü aşağıda görülen A noktasının çevresel hızı B noktasından fazladır.

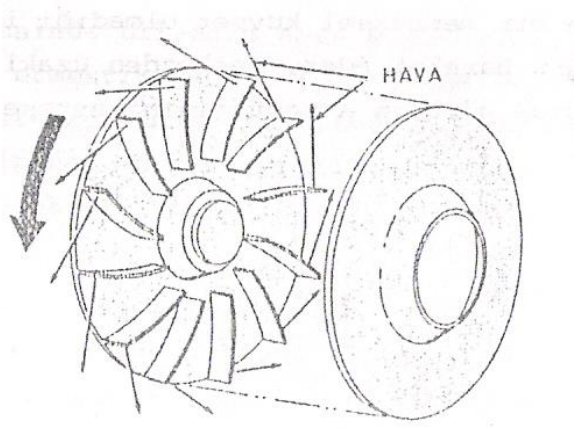


Şekil 1.12: A ve B noktalarının çevresel hız durumları

Dönen bir disk tarafından taşınan cisim, dönme hareketi esnasında merkezden dışarı doğru hareket eder ve hızı merkezden uzaklaştıkça artar. Aşağıda bir santrifüj kompresör fanı görülmektedir.

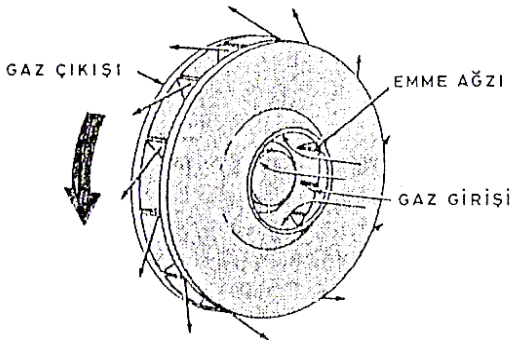
Resim 1.1: Santrifüj kompresör fanı

Fan iki plaka arasına yerleştirilmiş kanatlardan ibarettir. Fan dönmeye başlarsa kanatlar temas ettikleri hava moleküllerini harekete zorlar.



Şekil 1.13: Fanın hareketi

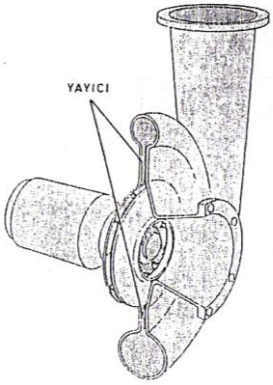
Moleküller, tıpkı daha evvel anlatılan demir bilyeye benzer bir şekilde davranır. Düz bir hat üzerinde hareket etmeye meyilli olan molekülleri dairesel harekete zorlaya bir merkezi kuvvet yoktur. Fan tarafından itilen molekül, dönerken dışarı doğru da hareket eder ve hızı giderek artar.



Resim 1.2: Fan kanatları **Şekil 1.14: Fana gaz giriş ve çıkışı**

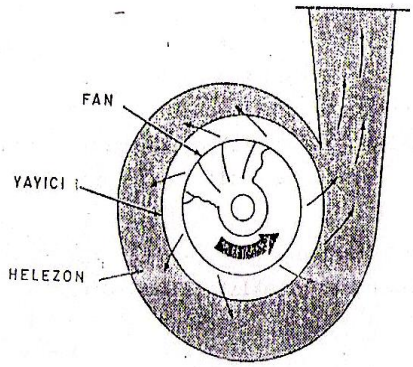
Henüz harekete geçmemiş hava molekülleri duruşa devam etmeye meyillidir. Her molekülün bir ataleti vardır. Bu sebeple harekete geçirildikleri anda kanatlara karşı bir direnç gösterir ve moleküller birbirine yaklaşır. Bu şekilde hacmi azalan havanın basıncı artar. Sonuç olarak santrifüj kompresör hava veya gaza bir basınç ve hız kazandırır.

Fan hava veya gaz üzerinde bir iş yapar. Bu iş gazın kazandığı enerjiye çevrilir. Gaz enerjisi hız ve basınç şeklindedir. Yani kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamıdır. Gaz fanı terk ettiği anda yayıcı adı verilen bir bölüme girer. Yayıcının çapı fanın çapından büyüktür.



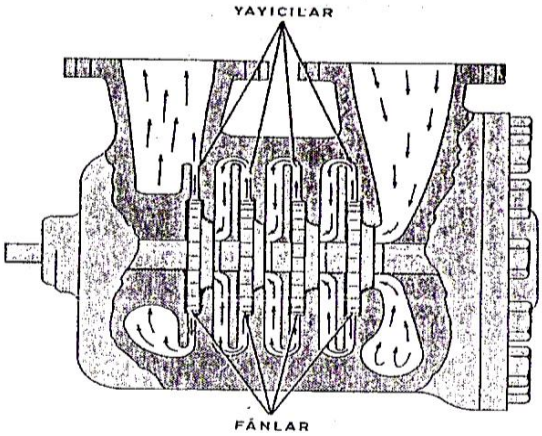
Şekil 1.15: Yayıcı

Yayıcı içinde hızı azalan gazın toplam enerjisi sabit kalacağından basıncı artar. Gaz, yayıcıdan sonra helezon veya salyangoz bölümüne girer.



Şekil 1.16: Gazın helozona girişi

Helezon içinde gazın hızı azalmaya ve basıncı artmaya devam eder. Kompresörün çıkış veya basma borusunda belli bir hız ve basınç oluşur. Aşağıda çok kademeli bir santrifüj kompresörün basit şeması görülmektedir.



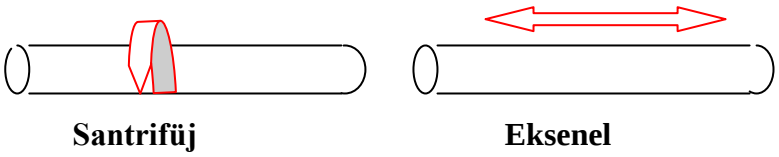
Şekil 1.17: Çok kademeli bir santrifüj kompresör

Şekildeki çok kademeli kompresörün dört fanı vardır. Her fan ve yayıcı bir kademe oluşturur. O hâlde bu kompresör dört kademelidir. Gaz ilk fanı terk ederken bir miktar hız ve basınç kazanır. Yayıcıda hız azalır, basınç artar. Gaz yayıcıdan sonra bir dönüş kanalı ile bir sonraki fanın emme ağzına girer. Bu anda basıncı ilk kademe girişinden fazladır. Her fan gazın toplam enerjisini artırır. Bu şekilde çok kademeli kompresörlerde daha büyük basınçlar elde edilir.

Herhangi bir kompresörü terk eden gaz ilave bir enerjiye sahiptir. Bu enerji hız, basınç ve sıcaklık şeklindedir.

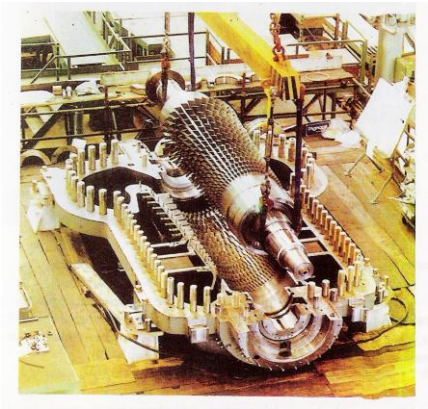
- **Eksenel kompresörler**

Bir milin ekseni boyunca yapılan harekete **eksenel hareket** adı verilir.

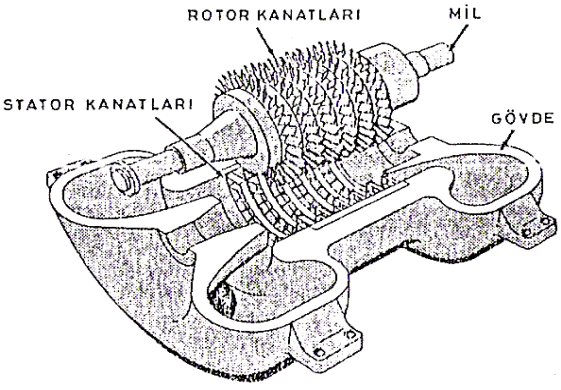


Şekil 1.18: Bir milin santrifüj ve eksenel hareketi

Eksenel hareket doğrusal bir harekettir. Gazlara mil ekseni boyunca hareket veren kompresörlere **eksenel kompresörler** adı verilir.

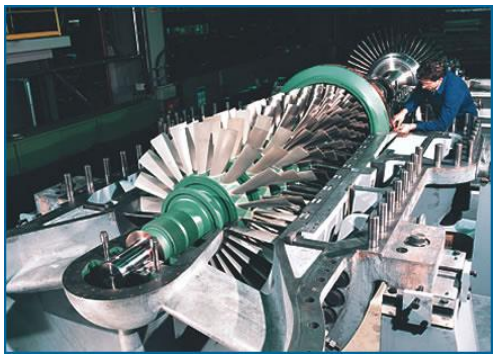


Resim 1.3: Kompresörde rotor



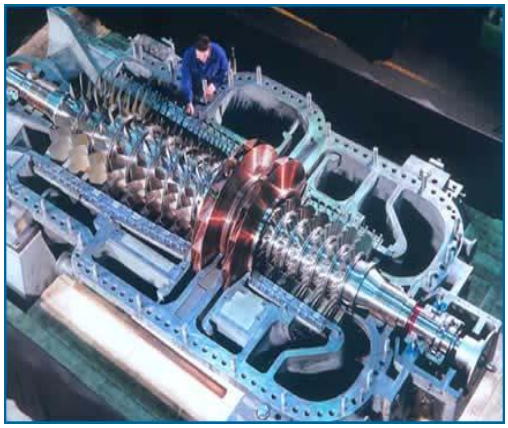
Şekil 1.19: Kompresörde rotor

Rotor, kompresörün dönen aksamıdır. Rotora bağlı kanatlar birçok diziler hâlinde sıralanmıştır. Gövdeye bağlı olan sabit kanatlar, stator olarak isimlendirilir. Sistemin çalışması, kesit şemasının incelenmesinden daha iyi anlaşılmaktadır.



Resim 1.4: Kompresörde rotor stator ve gövdenin durumu

Görüldüğü gibi her rotor kanat dizisinden sonra stator kanat dizisi vardır. Rotor kanatları, gaza hız ve basınç enerjisi ilave eder. Stator kanatları yayıcı gibi çalışarak gazın hızını azaltır, basıncını artırır. Stator kanatları aynı zamanda gazı daha sonraki rotor kanat dizisine sevk eder. Böylece her rotor ve stator kanat dizisinden gazın basıncı bir miktar daha artar. Basınç arttıkça hacim azalacağından kanat dizilerinin çapları çıkışa doğru giderek küçülür.



Resim 1.5: Kompresörde emme ve basma kısımları

1.3.1.2. Basma Yüksekliği ve Güç İhtiyacı

Kompresör gazı basınçlandırmak için onun üzerinde belli miktarda bir iş yapmaktadır. Gazın basınçlandırılması ve sıkıştırılması işi belli ağırlıkta bir gazın düz olarak yukarı kaldırılması olarak düşünülebilir. Kompresörün 1 metre yüksekliğe kaldırdığı 1 kg ağırlıktaki gaz için yapılan iş 1 kg/m'dir.

Kaldırılan gazın yüksekliği, kompresörün basma yüksekliğini temsil eder. Bu metre ile ölçülür. Kompresör, gazı kaldırmak için onun hızını artırır. Metre olarak kaldırılan gazın yüksekliği hıza bağlıdır. Hız arttıkça kompresörün basma yüksekliği artar.

Ağırlık birimi kg olarak alınacak olursa bir kg akışkanın kaldırdığı her metrede yapılan iş 1 kg/m'dir. Sıkıştırma bir gaz sütununun dik olarak kaldırılması şeklinde düşünülürse kompresörün basma yüksekliği 1 kg gazı basmak için yaptığı kg/m olarak işle temsil edilir.

Basma yüksekliği, kompresörün bastığı her kg gazın üzerinde yaptığı iş miktarıdır. Belli bir devir sayısında, yoğunluğu ne olursa olsun kompresörün bir kg gaz üzerinde yaptığı iş hemen hemen sabittir ve basma yüksekliği olarak isimlendirilir. Birimi metredir.

Diğer taraftan kompresör, belli devir sayısında belli bir hacimde gaz basar yani her devirde kapasite veya debisi sabittir, değişmez.

Ancak kg olarak basılan miktar, yoğunluğa bağlıdır. Aynı hacimde iki gazdan yoğunluğu fazla olanın ağırlığı daha fazladır. Kompresör belli bir devir sayısında hacim olarak sabit debide gaz basarken ağırlık olarak debi yoğunluğa bağlı olarak değişir.

Birbirinin tamamen aynı olan iki kompresör aynı hızda dönmektedir. Kompresörlerin bastıkları gazların yoğunlukları farklıdır. Hacim olarak debi aynı olduğu hâlde, yoğunluğu fazla olan gazı basan kompresör birim zamanda kg olarak daha fazla gaz basmaktadır. Her kg gaz üzerinde yapılan iş sabit olduğuna göre ağır gazla çalışan kompresörün güç ihtiyacı daha fazladır. O hâlde kompresör basma yüksekliği çıkış basıncına bağlı değildir.

Basma yüksekliği, kompresörün konstrüksiyonuna ve hızına göre değişir. Devir sayısı arttıkça basma yüksekliği de artar. Metre olarak basma yüksekliği kg/cm^2 karşılığına çevrilebilir.

1.3.1.3. Fren Beygir Gücü

Fren beygir gücü, kompresör milinde gerekli olan güçtür. Gaz yoğunluğu arttıkça fren beygir gücü de artar. Kompresör çalışırken gaz yoğunluklarında değişmeler olursa fren beygir gücü de buna bağlı olarak değişir.

1.3.1.4. Kompresör Debisinde Dalgalanma(Surging)

Bir kompresör büyük miktarlarda gaz kullanılan yüksek kapasiteli bir sisteme bağlı olsun. Kompresör çalışmaya başladığı zaman sistemin gaza olan büyük ihtiyacı dolayısıyla çıkıştaki direnç çok azdır. Bu anda kompresör azami kapasitesinde çalışır. Ancak sistem kompresörün bastığı tüm gazı kullanamıyorsa giderek sistemin basıncı artar ve çıkıştaki direnç büyür. Eğer sistem, kompresör tarafından basılan gazdan daha az miktarda gaz kullanmaya devam ederse gaz akışını devam ettirmek ile bir kg gaz başına harcanan iş artar. Basma yüksekliği büyür ve sonunda kompresörün azami basma yüksekliğine ulaşır.

Bu anda akış durur. Akış durunca kompresördeki basınç, sistem basıncının altına düşer. Gaz, sistemden kompresöre doğru akmaya başlar. Bir miktar gaz kompresörden geri kaçtıktan ve sistemde kullanıldıktan sonra sistem basıncı tekrar düşer. Kompresör tekrar sisteme gaz basmaya başlar.Bir süre sonra akış tekrar durur ve geri akış başlar.

Gazın bu şekilde ileri geri akışı olayına **dalgalanma(surging)** denir. Dalgalanma, kompresör yüksek basınçta ve minimum kapasitesinin altında çalışmaya zorlandığı zaman meydana gelir. Dalgalanmanın meydana getirdiği hızlı geri dönüşler, kompresör ve borularda şiddetli titreşimlere sebep olur. Kompresör hasarlanabilir.

1.3.1.5. Dış Sistemin Kompresör Üzerine Etkisi

Bazı prosesler, belli bir işletme zamanında belli ağırlıkta hava ve gaz kullanılır. Öreneğin, bir parçalama(çat cracker) ünitesinde, katalistin verimliliğini sağlamak için ağırlık olarak belli bir miktarda havaya ihtiyaç vardır. Bir kompresör böyle bir sistemde çalışırken belli bir işletme zamanı için sabit ağırlıkta hava debisi sağlamak zorundadır. Kompresörün ana kontrol konusu ağırlık olarak debi miktarıdır.

Damıtma ürünlerinin elde edildiği kulenin gaz ihtiyacı üretim miktarına göre değişir. Bir kompleks ünitelerinin kullanma havası ihtiyacı da değişkendir. Böyle sistemlerde çalışan bir kompresörün ihtiyaca veya üretim hızına göre gaz miktarını ayarlaması gerekir. Gaz akışı değişkendir ve gaz miktarının ayarlanması esas kontrol konusudur.

Üretildiği kadar gaza hareket vermek yani sistemde elde edilen gazı basmak başka bir kompresör çalışma şeklidir. Görüldüğü gibi kompresörlerde üç esas çalışma şekli vardır.

- Sabit ağırlıkta gaz akışı
- Talep miktarına göre gazın değişken akışı
- Üretilen kadar gazın değişken akışı

Kompresörün gaz verdiği sistemin özelliklerine bağlı olarak basma basıncında küçük veya büyük değişmeler olabilir. Değişiklik küçükse **sabit basınçlı sistem**, büyükse **değişken basınçlı sistem** olarak isimlendirilir.

Kompresörlerde hareketi sağlayan makine sabit veya değişken hızlı olabilir. Elektrik motorları sabit hızlı hareket vericilerdir. Buna karşılık içten yanmalı motorların hızları bir miktar değiştirilebilir. Türbinler ise değişken hızlı hareket verici makinelerdir. Genellikle buhar türbinlerinde hızı veya devir sayısını kontrol eden bir regülatör bulunur.

Bir proses sinyali regülatörü etkileyerek hızı azaltıp çoğaltır. Kompresörün hızı artınca içinden geçen gazın miktarı veya ağırlığı artar. Ağırlık artınca güç ihtiyacı da büyür.

Hareket vericisi sabit hızlı olan kompresörlerde debi, genellikle emme blok vanasının kısılması ile veya emme kılavuz kanatlarının ayarlanması ile değiştirilir. Kılavuz kanatlar kapatılınca debi azalır. Emme vanası kısılınca emme basıncı düşer, gazın yoğunluğu azalır. Eğer basma basıncı değişmiyorsa toplam debi düşer.

Debinin ağırlık olarak sabit tutulması için kontrol elemanı olarak bir debimetre kullanılır. Debimetre kompresörün çıkışına yerleştirilir. Üretilen kadar gazın akışını sağlamak için ise kompresör emme hattına bağlı basınçla çalışan bir kontrol cihazı yerleştirilir.

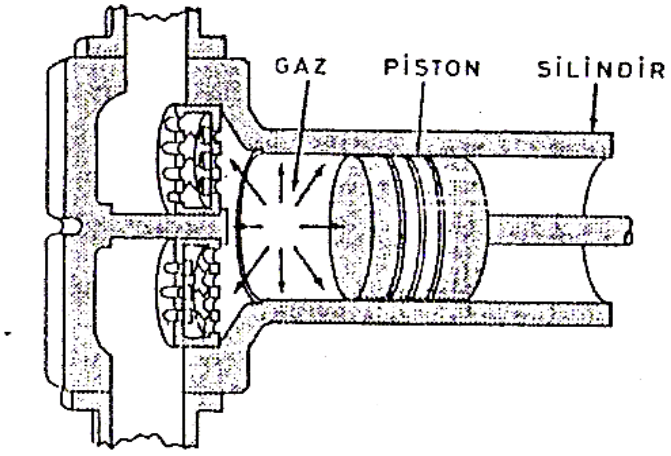
1.3.1.6. Karakteristik Özellikler

Santrifüj ve eksenel kompresörlerle hacimsel kompresörler arasında önemli farklar vardır. Hacimsel kompresörlerde gaz önce silindir veya gövde içine alınır. Sonra gaza bir öteleme hareketi verilerek sıkıştırılır. Kompresör bu olayın birbiri ardına defalarca tekrarlanması ile çalışır.

Dinamik kompresörler olarak isimlendirilen santrifüj veya eksenel kompresörlerde ise gaz bir hacim içine hapsedilmez. Akış süreklidir. Bu kompresörlerin konstrüksiyonları basittir. Parça sayısı azdır. Fazla bir bakım işi gerektirmez. Buna karşılık sıkıştırma için biraz daha fazla enerji sarf ederler yani verimleri daha düşüktür. Dinamik kompresörlerin ilk yatırım maliyetinin ve bakım masrafının azlığı verimlerinin düşük olmasını dengeler.

Dinamik kompresörler, büyük gaz debileri için genel olarak daha ekonomiktir. Eksenel kompresörler, nispeten düşük basma yükseklikleri ve büyük kapasiteler için kullanılır. Büyük kapasite ve büyük basma yükseklikleri için santrifüj kompresörleri kullanmak daha uygundur.

1.3.2. Hacimsel Kompresörler



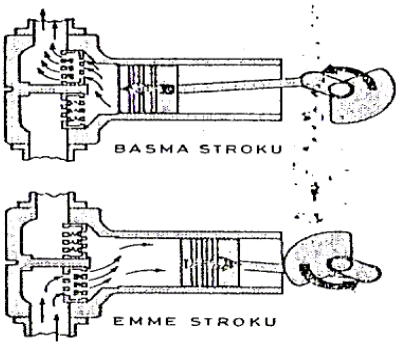
Şekil 1.20: Bir hacimsel kompresör

Hacimsel kompresör gazı önce bir silindir veya gövde içine hapseder, sonra bir öteleme hareketi ile hacmini küçültür. Bu bakımdan hacimsel kompresörlere, **pozitif yer değiştirmeli kompresörler** adı da verilir (positive displacement compressors).

Hacimsel kompresörlerin çoğu doğrusal olarak ileri geri hareket eden pistonlu makinelerdir. Dönme hareketi ile çalışan hacimsel kompresörlerde vardır.

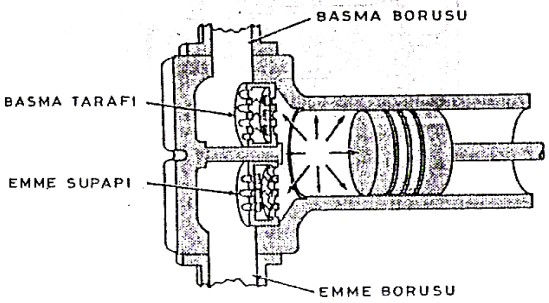
1.3.2.1. Pistonlu Kompresörler

Pistonlu kompresörlerde belli hacimlerdeki gaz bir silindir içine gönderilir.



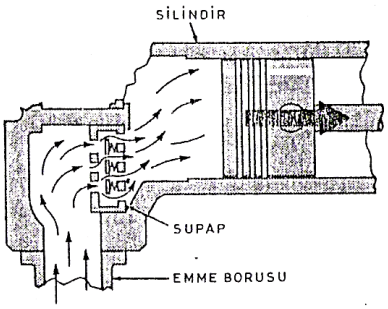
Şekil 1.21: Pistonlu kompresör

Silindir içine giren gaz pistonun ileri doğru hareketi ile sıkıştırılır ve hacmi küçültülür. Daha sonra sıkışan gaz basma tarafında bulunan basınçlı boru hattına sevk edilir. Silindir içinde gazın bu hareketlerini sağlayan mekanizmalara **supap** adı verilir



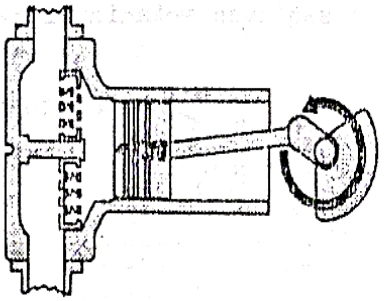
Şekil 1.22: Kompresörde emme ve basma kısımları

Gaz, emme supabından geçerek silindire girer. Basma supabından geçerek silindirden çıkar. Supaplar, birer çek valf gibi çalışarak gazın sadece bir yönde akışına izin verir. Kompresör supapları, basınç farkının meydana getirdiği kuvvetle açılır ve kapanır.



Şekil 1.23: Kompresör supaplarının çalışması

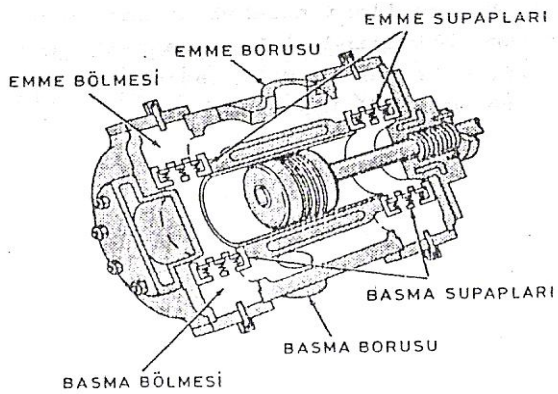
Emme supabının açılması için emme borusundaki gazın basıncı silindirin içindeki gazın basıncından fazla olmalıdır. İki taraftaki basınçlar eşit olduğu an supap kapanır. Gaz akışını durdurur. Basma supabının açılması için ise silindirdeki gazın basıncı basma borusu içindeki basınçtan fazla olmalıdır. Pistonlu kompresörlerde pistonun bir ileri, bir geri hareketi bir devir veya tur olarak isimlendirilir.



Şekil 1.24: Tek tesirli kompresör

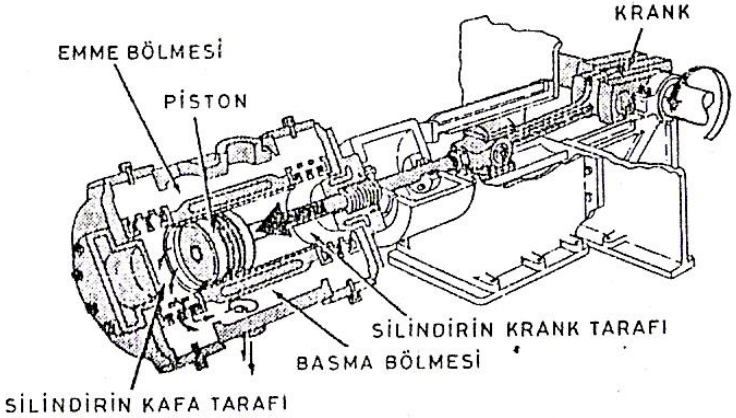
Gaz, pistonun yalnız ileri ve geri hareketi ile basılıyorsa kompresör tek tesirlidir. Başka bir ifade ile gaz, tek tesirli kompresörlerde her devirde bir defa basılır. Aşağıdaki kompresörde pistonun ileri hareketi **basma stroku**, geri hareketi ise **emme stroku** olarak isimlendirilir.

Ağır hizmetlerde çalışan pistonlu kompresörlerin çoğu çift tesirli olarak imal edilir.



Şekil 1.25: Çift tesirli kompresör

Çift tesirli kompresörlerde gaz, pistonun her iki tarafında sıkıştırılır yani her devirde gaz iki defa basılır. Aşağıdaki şekilde çift tesirli kompresör pistonunun ileri hareketi görülmektedir.

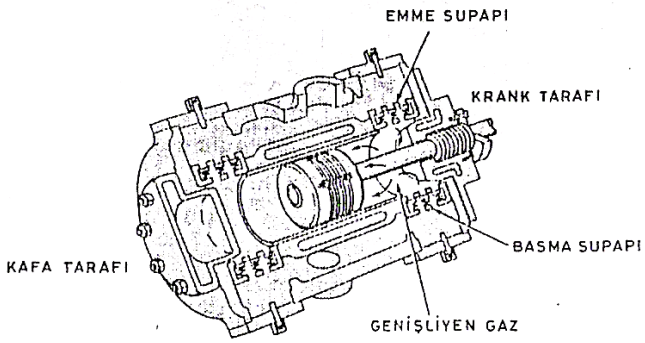


Şekil 1.26: Çift tesirli kompresörde pistonun ileri hareketi

Pistonun ileri hareketinde kafa tarafındaki gaz sıkıştırılır. Burada meydana gelen basınç, basma bölmesindeki basıncın bir miktar üstüne çıktığı an, kafa tarafındaki basma supabı açılır ve gaz basma borusuna akmaya başlar. İleri hareketin başlangıcında, pistonun krank tarafında küçük bir hacimde sıkışmış gaz kalmıştır. Piston ileri hareket ettikçe bu gaz genişler ve basıncı düşer.

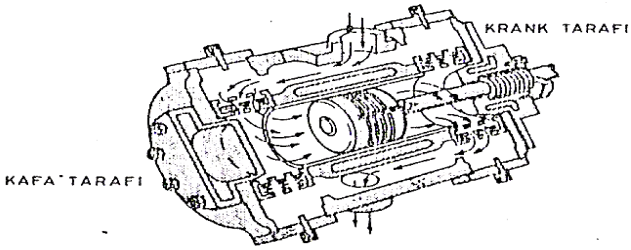
Basınç emme bölgesindeki basıncın altına düştüğü an krank tarafındaki emme supabı açılır. İleri hareketin sonunda pistonun krank tarafına taze gaz dolmuş ve buradaki gazın sıcaklığı da emme borusundaki gazın sıcaklığına hemen hemen eşit hâle gelmiştir.

Silindirin kafa tarafındaki küçük bir hacimde ise basınçlı gaz bulunmaktadır. Piston ileri hareketini bitirdiği an krank tarafındaki basınç emme bölgesindeki basınca eşit olur ve buradaki emme supabı kapanır. Kafa tarafındaki basınç, basma borusundaki basınca eşit olur ve borudaki basma supabı da kapanır.



Şekil 1.27: Krank tarafında gaz akışı

Piston geri harekete başladığı zaman silindirin krank tarafındaki taze gaz sıkışmaya başlar. Kafa tarafında hâlen küçük hacimdeki sıkışmış gaz genişler ve basıncı düşer. Basınç, emme bölgesindeki basıncın altına düştüğü an kafa tarafındaki emme supabı açılır.



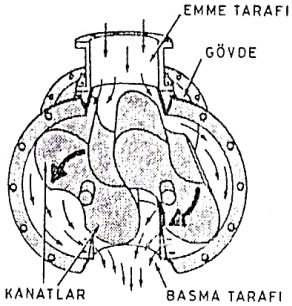
Şekil 1.28: Çift taraflı gazın akışı

Bundan sonraki olaylar, pistonun ileri hareketine tamamen benzer olarak tekrarlanır.

1.3.2.2. Döner Kompresörler ve Blovırlar(Körükler)

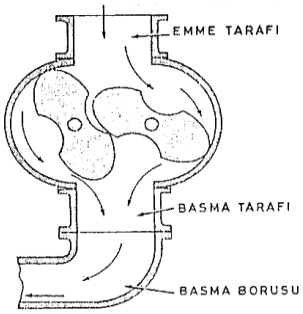
Döner kompresörlerin birçok tipleri vardır. Bunlar arasına basma kapasitesi veya debisi büyük fakat sıkıştırma oranları küçük olan bir tip kompresöre **blovır** veya **körük** adı verilir.

1.3.2.3. Kanatlı Blovırlar



Şekil 1.29: Kanatlı blovır

Kanatlı blovırlarda iki adet fan vardır. Her fanda iki veya daha fazla kanat bulunmaktadır. Fanlar bir gövde içinde çalışır. Fan kanatları, gazı emme tarafından basma tarafına sevk eder. Bu sırada gazın basıncı da artar. Blovırlarda kanatlar ile gövde arasında küçük bir boşluk gereklidir. Aksi hâlde kanatlar gövdeye sürünür. Basılan gazın bir kısmı bu boşluktan emme tarafına geri kaçar. Bu yüzden blovırlar yüksek basınçlarda kullanılamaz. Aşağıdaki şekilde, blovırların çalışma esası şematik olarak gösterilmiştir.

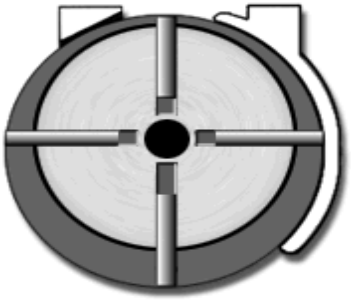


Şekil 1.30: Blovırın çalışması

Resim 1.6: Blovırın çalışması

1.3.2.4. Kayar Paletli Kompresörler

Bu kompresörlerde üzerinde bir dizi kayar palet bulunan döner bir rotor vardır.



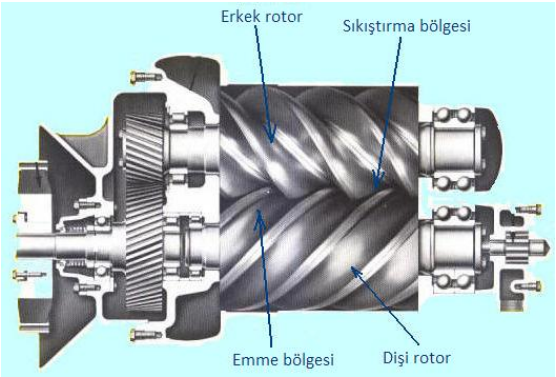
Şekil 1.31: Kayar paletli kompresörler

Paletler, rotor içinde ileri geri kayma hareketi yapar. Rotorun dönmesi sırasında meydana gelen santrifüj tepki ile paletler dışarı doğru savrulur. Rotor, gövde içinde merkezden kaçık olarak yerleştirildiği için gövdeye yakın olan bölümde kanatlar yuvalarına girmeye zorlanır.

Her palet çifti arasında kalan hacim emme tarafından basma tarafına ötelenir. Öteleme sırasında gazın hacmi küçülür ve basıncı artar. Bazı kayar paletli kompresörlerde paletlerin rotora girdiği bölümlerde paleti iten yaylar yerleştirilmiştir. Yaylar paletlerin dışarı doğru savrulma hareketlerini kolaylaştırır.

1.3.2.5. Vidalı Kompresörler

Vidalı kompresörlerde helisel dişli olarak imal edilmiş iki adet rotor vardır.



Resim 1.7: Vidalı kompresör

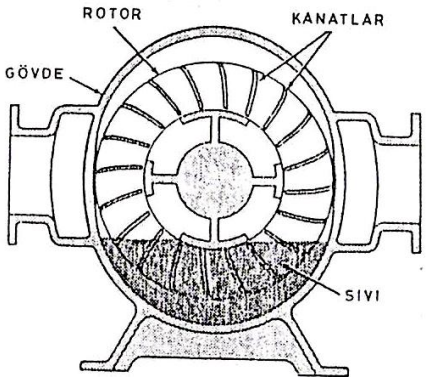
Karşılıklı dönen vida dişlileri arasındaki gaz, gittikçe küçülen hacim içinde ötelenir. Vidalar arasındaki aralık, çıkış bölümüne doğru azalacak şekilde imal edilmiştir. Hacim azalması, basıncın artması sonucunu verir. İki rotor birbirleriyle ve gövdeyle metal metale sürtünmez. Bu sebeple herhangi bir iç yağlamaya gerek yoktur.

Resim 1.8: Vidalı kompresör kesit resmi

Vidalı kompresörler, basılan gazın tamamen yağsız olması istenilen durumlarda daha çok kullanılmaktadır.

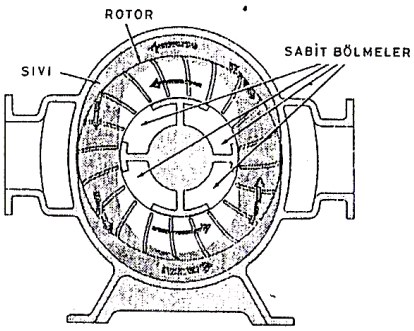
1.3.2.6. Sıvı Pistonlu Kompresörler

Sıvı pistonlu kompresörlerde kanatlı bir tek rotor vardır. Gövde içinde belli bir seviyeye kadar sıvı bulunmaktadır. Rotor tam dairesel, buna karşılık gövde oval veya elips şeklinde imal edilmiştir.



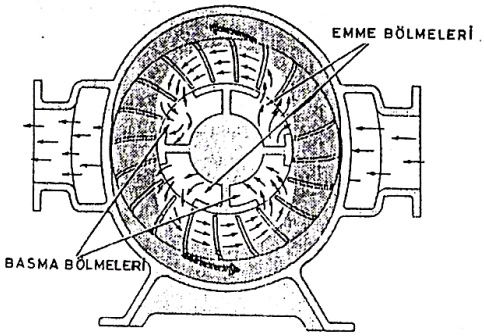
Şekil 1.32: Sıvı pistonlu kompresör

Bu kompresörlerde sıvı olarak genellikle su kullanılır. Özel uygulamalarda, diğer sıvılar da kullanılır. Kompresör dururken sıvı, gövdenin alt tarafında durgun vaziyette çökmüştür. Dönme başlayınca santrifüj tepki ile sıvı gövdenin duvarlarına bütün çevre boyunca itilir ve aşağıdaki şekli alır.



Şekil 1.33: Sıvı pistonlu kompresörün çalışması

Rotorun merkezine yakın dört bölmeye ayrılmış sabit bir kısım vardır. Dört bölmeden ikisi emme tarafı, diğer ikisi ise basma tarafı ile irtibatlıdır. Rotor dönerken emme tarafı ile irtibatlı bölmeye giren gaz, sıvı ile kanatlar arasından basma bölmesine akar. Aşağıdaki resimde görüldüğü gibi sıvı pistonlu kompresörlerde iki ayrı gaz akışı vardır.

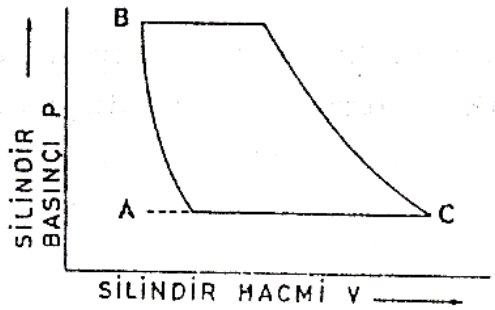


Şekil 1.34: Gazın pompada hareketi

Sıvı, bir piston görevi yapar ve bu sebeple iç yağlamaya gerek yoktur. Basılan gaza bir miktar sıvı karıştığı için gaz çıkışına bir sıvı ayırma separatörü yerleştirmek gereklidir. Kompresör sıvısının belli bir miktarın altına düşmemesi gerekir. Bu bakımdan zaman zaman sıvı ikmali yapılır.

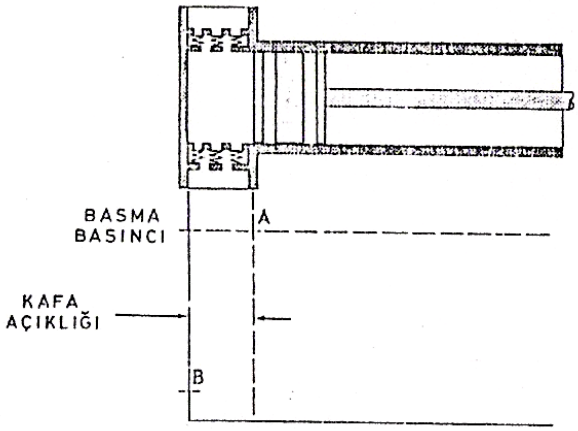
1.4. Kompresör Çevrim Diyagramları

Pistonlu kompresörlerde, silindir içindeki gazın hacmi ile basıncının birbirine bağlı olarak gösterildiği diyagramlara **çevrim diyagramı** adı verilir. Çevrim diyagramında yatay eksende hacim, düşey eksende basınç değerleri gösterilmektedir. Pistonun her durumunda basınç ve hacmin belirttiği noktaların geometrik yeri, çevrim diyagramını meydana getirmektedir.



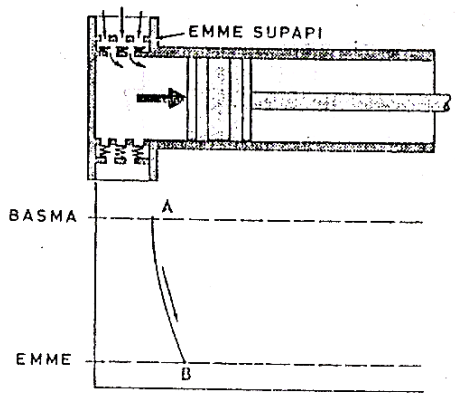
Grafik 1.1: Pistonlu kompresör çevrim diyagramı

Pistonun geri harekete başladığı andan itibaren, çevrim diyagramının çizimi aşağıda anlatılmaktadır.



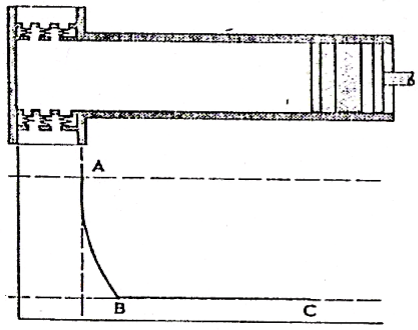
Şekil 1.35: Çevrim diyagramının çizimi

Silindir içinde hareket eden piston ileri strokun sonuna geldiği zaman kafa ile piston arasında bir açıklık kalır. Bu hacme **kafa açıklığı** adı verilir. Basma strokunun sonunda kafa açıklığında kalan gazın hacmi A noktasının düşey eksene mesafesi ile basıncı ise A noktasının yatay eksene mesafesi ile ölçülür. Basınç, kompresör basma basıncına eşittir. Çünkü basma supabı henüz açıktır. Piston, geri stroka başladığı an basma supabı kapanır ve hacim büyüdükçe basınç düşer.



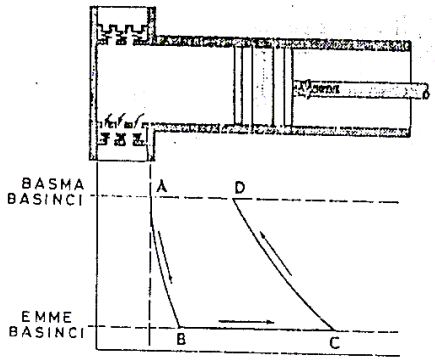
Şekil 1.36:Emme ve basma kısmının çizimi

Pistonun geri stroku başladıktan bir süre sonra silindir basıncı, emme tarafı basıncının altına düşer. Bu anda emme supabı açılır. Bu nokta, diyagramda B harfi ile temsil edilmektedir. Diyagram da AB eğrisi, pistonun geri strokunun veya emme strokunun başlangıcını ve basınç düşümünü temsil etmektedir.



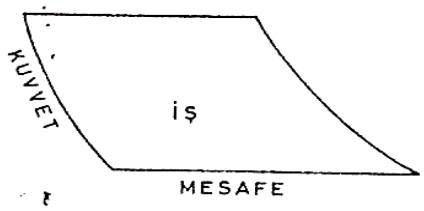
Şekil 1.37:Geri strokunun gösterilmesi

Piston, B noktasından sonra da geri strokuna devam eder. Fakat artık basınç düşmez. Çünkü silindir içine emme borusundan taze gaz girmektedir. Bu durum diyagramda BC ile temsil edilmiştir. Emme strokunun sonundan itibaren piston ileri harekete yani basma strokuna başlar. C'den itibaren basınç hızla yükselir ve D noktasında basma tarafı basıncını geçer. Bu anda basma supabı açılır ve gaz basma borusuna akmaya başlar.



Şekil 1.38: Basıncın yükselmesi

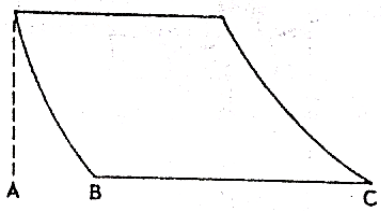
Basma strokunun bundan sonraki bölümünde basınç değişmez. Çünkü silindir basma borusuna açıktır. Bilindiği gibi iş kuvvetle yolun çarpımına eşittir. Başka bir ifade ile bir kuvvetin gittiği yol miktarı yaptığı işi gösterir. Çevrim diyagramında yatay eksen(hacim), pistonun aldığı yolu gösterir. Düşey eksen ise pistonu etkileyen basınç veya basınçla aynı oranda değişen kuvveti gösterir. Çevrim diyagramında genişlik ile uzunluğun çarpımı, diyagramın alanını verdiği gibi aynı zamanda yapılan iş miktarını gösterir.



Şekil 1.39: Diyagramın bitirilmesi

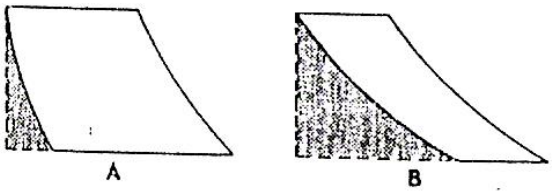
Kompresörler için gerekli güç, birim zaman içinde yapılan iş miktarıdır. Güç aynı zamanda kompresörün mekanik verimine de bağlıdır. Mekanik verim gaza verilen güç ile hareket vericinin yarattığı gücün birbirine oranı ile bulunur.

Kompresörün gerçek kapasitesinin teorik olarak basması gereken gaz miktarı oranına **hacimsel verim** denir. Hacimsel verim azaldıkça hakiki kapasite azalır. Sıkıştırma oranı R büyüdükçe kaçaklar artacağı için hacimsel verim azalır. Çevrim diyagramında A'dan C'ye olan mesafe piston strokunun tüm uzunluğudur.



Şekil 1.40: Piston strokunun gösterilmesi

Gazın gerçek emme stroku ise BC mesafesidir. Hacimsel verim BC'nin AC'ye oranlaması ile bulunabilir.



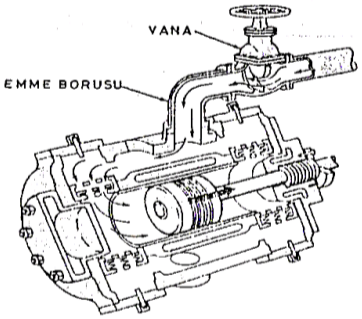
Şekil 1.41: Hacimsel verimin bulunması

A diyagramında hacimsel verim B'den fazladır. Hacimsel verim azaldıkça kompresörün yaptığı iş azalır. Kompresör daha az iş yaptığı için gerekli güç (HP) de azalmaktadır. Bu yüzden hacimsel verim, kompresörün mekanik veya iş verimini çok fazla etkilemez. Sonuç olarak hacimsel verim azalırsa

- Hakiki kapasite azalır.
- Gerekli toplam güç azalır.
- Mekanik verimde önemli bir değişiklik olmaz.
- Basılan birim miktarda gaz için gerekli güç esas olarak aynı kalır.

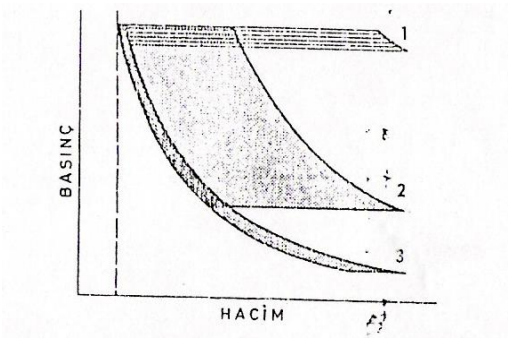
1.4.1. Emme Gazında Kısıntı Yapılarak Debi Ayarı

Kompresör kapasitesini veya akış debisini değiştirmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan bir tanesi, kompresörün gaz girişine kısıntı uygulamaktır.



Şekil 1.42: Emme gazında kısıntı yapılması

Kısıntı, emme borusundaki vananın bir miktar kapatılması ile sağlanır. Emme vanası kapandıkça kompresöre daha az gaz girer. Emme basıncı düşer, buna karşılık basma basıncı değişmediği için R sıkıştırma oranı artar. R'nin artması, kompresörün güç ihtiyacını artırır. Diğer taraftan kısıntı dolayısıyla hacimsel verim azaldığı ve kompresör kapasitesi düştüğü için güç ihtiyacı da azalır. Bu durum, aşağıdaki üç çevrim diyagramından daha iyi anlaşılmaktadır.



Grafik 1.2: Sıkıştırma oranı, kapasite ve güç diyagramı

En büyük emme basıncı 1 numaralı diyagramdır. Emme gazında kısıntı yapıldıkça emme basıncı düşmektedir. 2 numaralı diyagramda, emme supabı açılmadan önceki piston hareketi daha fazladır. Kompresöre giren gaz miktarı daha azdır. Buna karşılık şekilde görüldüğü gibi 2 numaralı diyagramın alanı, 1 numaralı diyagramın alanından fazladır.

Kompresörde basılan gazın miktarı azaldığı hâlde gerekli güç artmıştır. 3 numaralı diyagramda ise emme hattında daha fazla kısıntı yapıldığı ve debi çok daha az olduğu hâlde alanda küçüldüğünden gerekli güç az olmuştur. Buradan şu sonuç çıkarabilir: Kompresör emme hattında kısıntı yapıldıkça güç önce artar ve azami bir değere ulaştıktan sonra azalmaya başlar. R sıkıştırma oranı 2'nin altında iken kısıntı güç ihtiyacını artırır. R değeri 2,5'in üzerine çıkınca kısıntı, güç ihtiyacına daha az etki eder.

Kompresörde basılan gazın sıcaklığı emme gazının sıcaklığına, gaz cinsine ve R'nin değerine göre değişir. Kısıntı R'yi daima artırdığı için basma sıcaklığı da daima artar. Hidrokarbonlar ile çalışan birçok kompresörde müsaade edilen basma sıcaklığı da daima artar. Hidrokarbonlar ile çalışan birçok kompresörde müsaade edilen basma sıcaklığı 350 ^{0}F (162,4 ^{0}C) ile sınırlandırılmıştır. Bu sıcaklığın üstüne çıkılmasına sebep oluyorsa kısıntı yapılmaz.

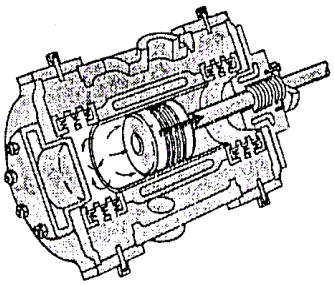
Hidrokarbonların hava ile karışması veya oksijenle teması ise tutuşmaya sebep olabilir. Bu yüzden emme sistemine hava girmesine hiçbir şekilde müsaade edilmez.

Kısıntı, R'yi daima artıran ve basılan birim miktardaki gaz için gerekli enerjiyi büyüten bir debi ayar metodudur. Genelde verimsiz bir metottur ve geçici debi ayarlarında kullanılır.

1.4.2. Açıklığın Büyütülmesi Metoduyla Debi Ayarı

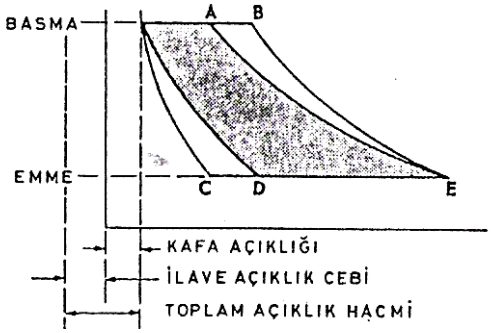
Her basma strokunun pistonun ileri hareketinin sonunda, piston ile kafa arasında bir açıklık kalır. Aksi takdirde piston silindir tavanına çarpar. Bu ise çok sakıncalıdır. Kafa sıcaklığında kalan basınçlı gaz, pistonun geri hareketinde genişler. Genişleme enerjisi pistonun dönüş strok kuvvetine ilave olur. Çevrimin sıkıştırma bölümünde, kompresör gaz üzerinde bir iş yapar. Kafa açıklığında kalan gazın, dönüş strokunda genişlemesi ile bu işin büyük bir kısmı kompresöre geri döner. Pistonlu kompresörlerde kafa açıklığının büyümesi birim zamanda basılan gaz için gerekli enerjiyi pek değiştirmez. Buna karşılık açıklığın

miktarı hacimsel verimi etkiler. Debi veya kapasiteyi değiştirir. Bu özellikten yararlanılarak debi ayarı için kafa açıklığının değiştirilmesi metodu geliştirilmiştir.



Şekil 1.43: Pistonun geri hareketi

Aşağıdaki çevrim diyagramında kompresör kafa açıklığına bir açıklık cebi ilave edilmiştir.



Şekil 1.44: Çevrim diyagramı

İlave açıklık cebi yokken yapılan iş çevrim diyagramının gölgeli olmayan bölümüdür. Bu durumda kompresördeki gaz, C noktasında emme basıncına ulaşır. Kompresöre akan gaz, CE hattı ile temsil edilir. Açıklık cebi ilave edildiği zaman, pistonun basma strokunun sonunda kompresör de daha fazla gaz bulunmaktadır. İlave gaz, pistonun geri stokunda emme supabının daha geç açılmasına sebep olur. Bu durumda kompresördeki gaz, D noktasında emme basıncına ulaşır. Şimdi kompresöre akan gaz DE hattı ile temsil edilmektedir. Açıklık cebinin ilavesi, kompresör tarafından basılan gaz hacmini azaltır.

İlave açıklık cebi yokken pistonun E'den B'ye hareketi ile basma basıncına ulaşılır. Açıklık cebinin ilave edildiği hâlde ise piston, gazı basma basıncına çıkarmak için daha uzun yol almalıdır. Daha büyük hacimdeki gazı sıkıştırmak için piston çevrim diyagramında gösterilen E noktasından A'ya kadar hareket etmelidir.

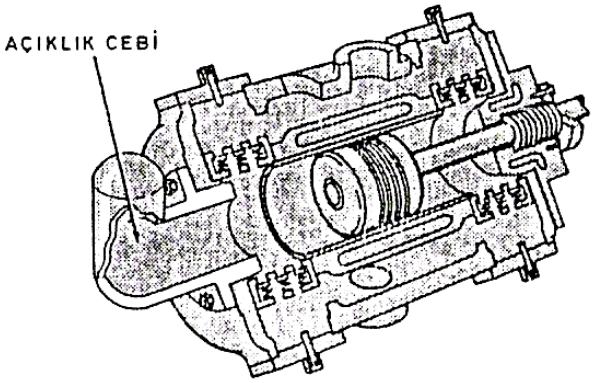
Çevrim diyagramında gölgeli olan alan, açıklık cebi ilave edildiği zaman işi göstermektedir. Açıklık cebinin etkisi ile kompresör kapasitesi azaldığı gibi güç ihtiyacı da düşmektedir. Aşağıda büyük bir açıklık cebi ilave edilmiş kompresörün çevrim diyagramı görülmektedir.

Piston emme strokunun sonuna geldiği hâlde silindir içindeki gazın basıncı ancak emme basıncına düşmüştür. Bu durumda emme supabı açılmaz. Silindire taze gaz girmez ve sıkıştırma strokunda silindir içindeki aynı gaz sıkıştırılır. Piston, basma strokunun sonuna kadar gittiği hâlde ancak basma basıncına ulaşılır.

Sonuçta basma supabı da açılmadığı için kompresör ne emme ne de basma yapabilir. Bu duruma **kilitlenme** adı verilir. Sebebi de başta söylendiği gibi silindir hacmine azami bir miktarın üzerinde açıklık cebi hacmi ilave edilmelidir.

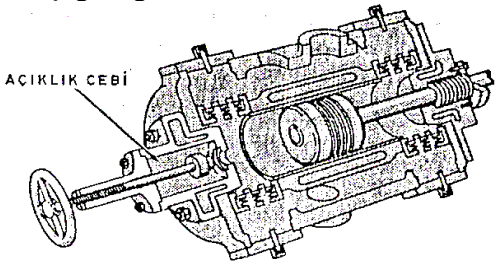
Kapasitenin açıklığın büyütülmesi ile ayarlanması durumunda kompresörde hiç güç kaybı olmaz. Birim zamanda basılan birim miktarda gaz için harcanan enerji değişmez. R sıkıştırma oranı fazla ise bu metot daha verimlidir. Eğer kompresör aşırı yüklenmişse açıklığın büyütülmesi yükü azaltır. Açıklığın büyütülmesi kapasiteyi azalttığı oranda güç ihtiyacını da azalttığı için pistonlu kompresörlerde ayar yapmak için en verimli metottur.

Aşağıda sabit bir açıklık cebi ilave edilmiş kompresör görülmektedir.



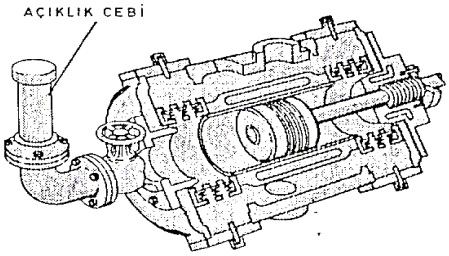
Şekil 1.45: Sabit bir açıklık cebi ilave edilmiş kompresör

Sabit açıklık cebi, büyüklüğü operatör tarafından ayarlanamayan ve devamlı olarak hizmet gören bir hacimdir. Aşağıda görülen sabit cebine ise elle kumanda edilmektedir.



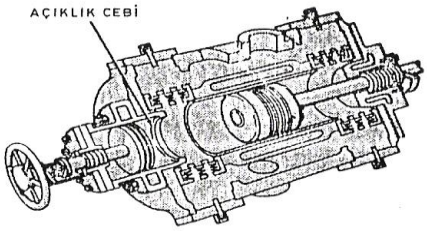
Şekil 1.46: Dişli açıklık cepli kompresör

İhtiyaç olduğu zaman sabit açıklık cebi devreye alınabilir. Bazı kompresörlerde silindirlere farklı hacimlerde açıklık cepleri flanşlı veya dişli olarak bağlanabilir.



Şekil 1.47: Flanşlı açıklık cepli kompresör

Aşağıdaki kompresör, büyüklüğü ayarlanabilen bir açıklık cebine sahiptir.

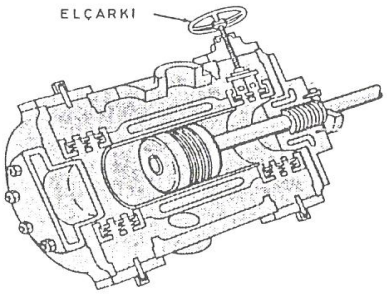


Şekil 1.48: Ayarlanabilir açıklık cepli kompresör

El çarkı ile açıklığın istenilen büyüklüğe ayarlanması mümkündür. Eğer bu ayarlama kompresör çalışırken yapılırsa ayar mili ve dişliler büyük zorlanmalar etkisinde kalarak hasara uğrayabilir. Bu yüzden ilave açıklık cebin hacmi, kompresör çalışırken değiştirilmez.

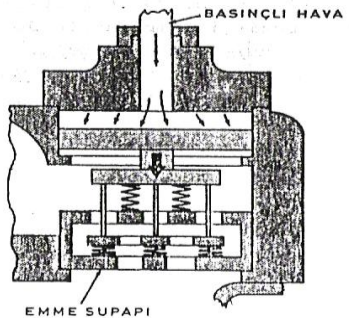
1.4.3. Emme Supabı ile Debi Ayarı

Normal çevrimde, sıkıştırma stroku başladığı zaman, emme ve basma supapları tamamen kapalıdır. Eğer bu sırada emme supaplarından biri açık tutulursa sıkıştırılan gaz emme tarafına geri gider. Strokun sonunda basma supabından gaz akışı olmaz. **Buna emme supabının boşaltılması** adı verilir. Aşağıda elle kumanda edilen bir supap boşaltıcısı görülmektedir.



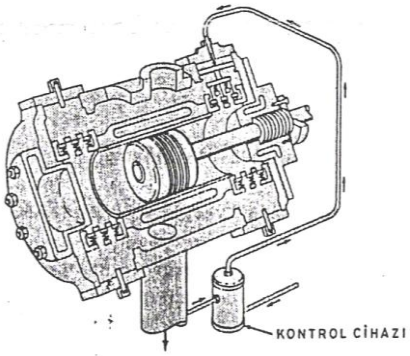
Şekil 1.49: Elle kumandalı supap boşaltıcılı kompresör

Çarkın çevrilmesi, emme supabı diskini yuvasından ayırır. El çarkı yerine basınçlı hava ile çalışan diyagramlı bir otomatik boşaltıcı da kullanılabilir.



Şekil 1.50: Otomatik boşaltıcı

Basınçlı hava, diyaframa etki yapınca supap boşalır. Otomatik boşaltıcılar basma basıncından kumanda alarak çalışabilir.



Şekil 1.51: Basma basıncından kumandalı boşaltıcı

Yukarıda boşaltıcıya, basma hattına irtibatlı bir kontrol cihazı kumanda etmektedir. Boşaltıcıya emme hattına bir kontrol cihazı ile kumanda etmek de mümkündür. Havalı bir kontrol cihazı boşaltıcıya giden hava miktarına kumanda eder.

Boşaltıcı kullanıldığı zaman gaz emme tarafına geri gitmektedir. Bu esnada az bir güç kaybı meydana gelir. Genelde silindirin bir tarafını boşaltmak o taraf için gerekli güç ihtiyacını ortadan kaldırır. Ancak silindirin iki tarafı da boşaltılırsa aşırı ısınma meydana gelebilir. Çift tesirli kompresörlerde, bir tarafı boşaltmak en iyi yoldur. Çok silindirli kompresörlerde sadece bir silindirin boşaltılması güç kaybını artırır. Mümkünse çok silindiri kompresörlerin bir tarafındaki tüm supapların boşaltılması uygun olur.

Kompresörün kapasitesi veya akış debisi emme supabının boşaltılması ile ayarlandığı zaman,

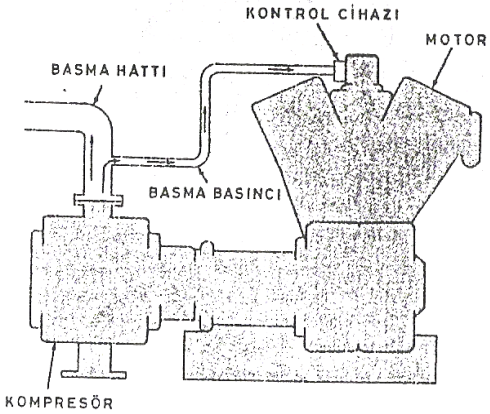
- Tek silindirli ve çift tesirli kompresörlerde bir taraftaki emme supabı boşaltılır.
- Salmastra tarafındaki basınç ve sıcaklığın azaltılması için krank tarafındaki supabın boşaltılması tercih edilir.

- Çok silindirli ve çift tesirli kompresörlerde krank tarafındaki emme supapları nın hepsi boşaltılır.

Pistonlu ve çift tesirli kompresörlerde, silindirin bir tarafındaki emme supapları boşalttığı zaman yük kabaca yarıya düşer. Supap boşaltıcısı olmayan kompresörlerde uzun süreli kapasite ayarı için emme supabı yerinden sökülebilir.

1.4.4. Hız Değişimiyle Debi Ayarı

Kompresör kapasitesi veya debisini değiştirmenin bir yolu da kompresörün hızını değiştirmektir. İçten yanmalı (benzin veya dizel) motorların hızları, yükte iken genellikle %100 ile %75 arasında değiştirilebilir. Hareket verici makinenin hızını azaltmak, kullanılan yakıt miktarını da azaltacağından bu uygun bir metottur. İçten yanmalı motorla çalışan kompresörlerin çoğunda hız ayarı otomatik olarak yapılır.



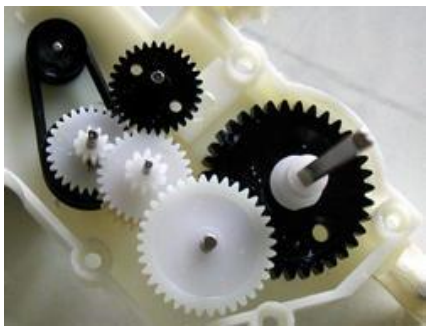
Şekil 1.51: Hız kontrolü ile debi ayarı

Yukarıdaki kontrol cihazı basma basıncının değerine göre yakıt miktarına kumanda etmektedir. Basınç düşerse kontrol cihazı yakıtı artırarak motora hız verir. Aksi durumda ise hızı azaltır. Kontrol cihazı akış hızı veya debiye bağlı olarak da çalışabilir. Bu duruma göre kontrol cihazı ya sabit bir basma basıncı ya da sabit bir debi temin eder.

Elektrik motorları genellikle sabit devir sayısı ile çalışır. Değişken devirli elektrik motorları kullanmak normal olarak pahalı bir metottur.

Pistonlu kompresörlerin çoğu düşük ve orta hızlarda çalışır. Türbinler ise çok yüksek hızlı hareket vericilerdir. Bu bakımdan kompresöre bir türbin tarafından hareket verildiği zaman araya devir düşürücü bir ekipman ilave edilir.

Türbinle çalışan kompresörlerle elektrik motoru ve içten yanmalı motorla tahrik edilen kompresörlerin bazılarında kullanılan devir değiştiriciler dişli veya kayış kasnaklı mekanizmalardır.



Resim 1.9: Dişli ve kasnak sistemi

Küçük dişli veya kasnak bir defa dönerse büyük dişli veya kasnak bir devirden az döner. Hızı düşürmek için türbin miline küçük dişli küçük kasnak bağlanır. Hız değişimleri için kasnak ebatları değiştirilebilir. Bu şekilde hız değişimi yapabilmenin de beyli limitleri vardır. Konu aşağıda daha geniş olarak incelenmektedir:

Dönme momenti, bir mili çevirmek için uygulanan kuvvet olup kuvvetle dönme kolu uzunluğunun çarpımına eşittir.

Resim 1.9: Değişik çaplı dişliler

A ve B dişlilerine gelen dönme hareketleri aynıdır. Ancak B milinin çapı ve dolayısıyla dönme kolu daha uzun olduğu için bu mile gelen dönme momenti daha fazladır. A mili ise daha hızlı döner.

Dişli ve kayışlı mekanizmalar hareket vericinin hızını azaltır, buna karşılık mili etkileyen dönme momentini artırırlar. Hacimsel kompresörler için gerekli azami dönme momenti, kompresörün konstrüksiyonuna ve işletme şartlarına bağlıdır. Hareket veren makine, kompresör için gerekli momenti sağlayamazsa tekler ve durur. Her motor hızında sağlanabilecek azami bir moment değeri vardır. Aynı dişli veya kasnak mekanizması ile motor daha hızlı çalışıyorsa sağladığı moment daha büyüktür.

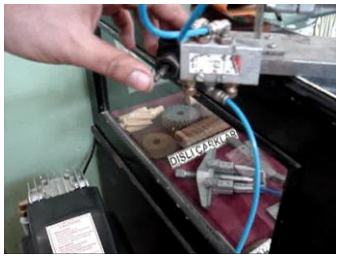
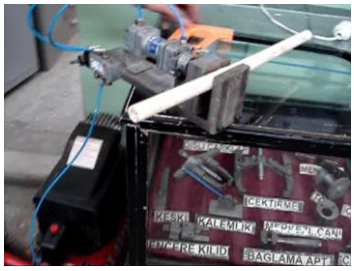
Bir kompresöre, değişken hızlı bir dişli kutusu (vites kutusu) aracılığı ile hareket veriliyorsa fazla moment gerektiği zaman kasnaklar veya dişli değiştirilerek kompresör hızı azaltılabilir.

Bu esnada hareket verici hızı sabittir. Kompresör hızını sabit tutmak için ise hareket vericinin hızını artırmak gerekir. Burada prensip, yokuş çıkan bir otomobilin durumunun aynıdır. Fazla momenti karşılamak için hareket vericinin hızını azaltmak bir çare olmaz. Çünkü hareket verici makinenin sağladığı güç ve neticede moment de azdır. Fazla momenti karşılamak için kompresör devrini azaltmadan hareket verici makineyi hızlandırmak gerekir. Böyle bir çalışma ise ancak değişken hızlı dişli kutuları (vites kutusu) ile sağlanabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

➢ **Kompresörleri çalıştırıp durdurunuz.**

Kullanılan malzemeler: Pnomatik hareket mekanizması, kompresör, bağlantı hortumu

İşlem Basamakları	Öneriler
 ➢ Kompresöre enerji vermek için anahtarı açınız.	➢ İş güvenliği önlemlerini alınız. ➢ İş elbisesi veya laboratuvar önlüğünü giyiniz. ➢ Önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı düzenleyiniz.
 ➢ Hava bastığını kontrol ediniz.	➢ Hava akımını el ile kontrol ediniz.
 ➢ Hava borusunun pnömatik hareket mekanizmasının bağlantısını yapınız.	➢ Bağlantılarda kaçak olup olmadığını kontrol ediniz. ➢ Bağlantıları kontrol ediniz.
 ➢ Düğmeyi açıp mekanizmanın sıkıştırmasını sağlayınız.	➢ Enerji vererek sistemin çalışmasını sağlayınız. ➢ Yaptığınız işlemleri rapor olarak hazırlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kompresör açma düğmesini açtınız mı?		
2. Kompresör çalışması ve hava elde edilmesini kontrol ettiniz mi?		
3. Havayı istenilen yere taşıyacak hortumu bağladınız mı?		
4. Hortum ucuna hava tabancası bağladınız mı?		
5. Elde edilen basınçlı havayı tezgâh temizliği yaptınız mı?		
6. Tabancayı temizlik bitince kapattınız mı?		
7. Kompresörü işiniz bitince kapattınız mı?		
8. Rapor hazırlayıp öğretmeninize teslim edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bilindiği gibi basınç …….. etki eden kuvvettir.

2. Kompresör, gaz …….. artıran bir makinedir. Normal olarak kompresöre belli bir basınçta giren gaz daha ……. basınçla çıkar.

3. Kompresör …….. ……. iş yaparak ona enerji verir veya toplam enerjisini artırır.

4. Sıkıştırma oranı R , ……ve…… basıncının mutlak değerlerinin oranıdır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Aşağıdakilerden hangisi kompresörde basılan gazın sıcaklığını belirleyen faktörlerden <u>değildir?</u>
A) Emme sıcaklığı B) Sıkıştırma oranı
C) Gazın cinsi D) Gazın hacmi

6. Dairesel hareket yapan cisme etki eden ve onu bu rotada tutan kuvvete ne ad verilir?
A) Yatay kuvvet B) Düşey kuvvet
C) Merkezî kuvvet D) Çevre kuvvet

7. Santrifüj kompresör hava veya gaza ne kazandırır?
A) Basınç ve hız B) Sıcaklık C) Akış D) Ağırlık

8. Aşağıdakilerden hangisi kompresörlerde esas çalışma şekillerinden <u>değildir</u>**?**
A) Sabit ağırlıkta gaz akışı B) Talep miktarına göre gazın değişken akışı
C) Üretilen kadar gazın değişken akışı D) Arz miktarına göre gazın akışı

9. Hangisi santrifüj kompresörlerin özelliklerinden <u>değildir?</u>
A) Akış süreklidir. B) Parça sayısı azdır.
C) İlk yatırım maliyeti azdır. D)Gaza öteleme hareketi verir.

10. Pistonlu kompresörlerde pistonun bir ileri, bir geri hareketi ne olarak isimlendirilir?
A) Basınç B) Debi C)Devir D) yoğunluk

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Gerekli ortam sağladığında kurallara uygun olarak kompresörlerin bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Devreye almada dikkat edilecek hususları araştırınız.
- Devreden çıkarmada, önleyici bakımda dikkat edilmesi gerekli hususları araştırınız.

2. KOMPRESÖRLERİ İŞLETME

2.1. Devreye Alma ve Devreden Çıkarma

Operatör, çalıştırdığı kompresörün devreye alma ve devreden çıkarma işlemlerini çok iyi bilmelidir. Bu işlemler, bütün kompresörlerde aynı değildir. Bu sebeple kompresör ve hareket verici makinenin işletme ve bakım katalogları çok iyi incelenmelidir. Bunları iyi bilen ve tecrübeli bir operatör, çalışma arızalarını ciddi bir hâle gelmeden önce anlayıp gerekli önlemleri alabilir.

Bir kompresör, devreye alınmadan önce yetkili yönetici ile konuşulup bütün bakım işlerinin tamamlandığından emin olunmalıdır. Ayrıca emniyetle ilgili kuralların iyi bilinmesi, bu kurallara uyulduğunun kontrol edilmesi gerekir.

2.1.1. Hazırlık

Kompresörler devreye alınmadan önce emme ve basma blok vanaları tamamen kapalı ve vent vanaları açık olmalıdır. Bütün tamir işlerinin tamamlandığı, tüm kapakların ve koruyucu aksamın yerine takıldığı kontrol edilmelidir. Kontrolden sonra kompresörler devreye alınmalıdır.

Tamirat sırasında etrafa yerleştirilen bütün uyarıcı panolar yetkili elemanlar tarafından kaldırılmalıdır. Revizyonu yeni yapılmış veya uzun süredir yedekte bekleyen bir kompresör işletmeye alınmadan önce baştan aşağı kontrol edilmelidir.

Kompresöre gaz gelişi sürekli, temiz ve kuru olmalıdır. Emme hattında hiçbir şekilde sıvı bulunmamalı ve filtre varsa temiz durumda olmalıdır.

Yağ karteri kontrol edilerek gerekli seviyeye kadar dolu olduğuna bakılır. Kompresör çalışmadan önce bütün yataklara yağ gitmelidir. Yataklar yağlanmalıdır. Bunun için yağlayıcı ekipmanın kolu elle çevrilerek silindirlere ve salmastralara yağın ulaşması sağlanır. Bu ön yağlama pompası varsa 5-10 dakika önceden çalıştırılmalıdır.

Soğutma sistemine bakılarak soğutma suyunun aktığı veya sirkülasyon yaptığı kontrol edilir. Bazı ara soğutucularda vantilatörler vardır. Bunların çalışır durumda olmaları gerekir. Sistemde yağ soğutucusu varsa buradaki vanaların işletme durumunda olduklarının denetlenmesi gerekir. Bütün hazırlık işleri tamamlandıktan sonra kompresör levye ile tam devir çevrilerek pistonların hareketlerine mani olan herhangi bir hususun olup olmadığı kontrol edilir.

Yukarıda kompresör için anlatılan bütün işlerin hareket verici makine içinde yapılması gerekir. Hareket vericinin yağlama ve soğutma sistemleri ayrı ise bunların uygun çalışma şartlarında olduklarının denetlenmesi gerekir. Son olarak bütün emniyet cihazlarının ve emniyet vanalarının uygun ve çalışır durumda oldukları denetlenmelidir. Yerlerde herhangi bir yağ döküntüsü gibi tehlike yaratacak maddeler varsa temizlenmelidir.

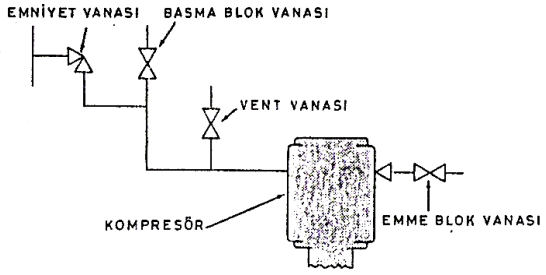
2.1.2. Devreye Alma

Kompresör artık çalışmaya hazırdır. Devreye alma işlemi her sistem için farklıdır. Burada anlatılan konular, genel bir kılavuz olma amacını taşımaktadır.

Kompresör ünitesinin herhangi bir bölümü çalıştırılmadan önce operatör ünitenin etrafında dolaşarak son bir kontrol yapmalıdır. Hareket verici makine kompresör boşta iken çalıştırılır. İçten yanmalı dizel ve benzin motorlarının yük altına girmeden önce bir süre çalıştırılarak normal işletme sıcaklığına ulaşmaları beklenir. Elektrik motorlarında böyle bir çalışmaya ihtiyaç yoktur.

Salmastra takılı yeni ringler varsa bunların yağ ile normalin üstünde beslemeleri gerekir. Aksine bir talimat yoksa kompresör iki, üç saat boşta çalıştırılarak ve aşırı yağ beslemesi yapılarak yeni ringler denenir. Kompresör daha sonra yavaş yavaş yüklenirken salmastraların ısınması ve gaz kaçağı yapıp yapmadığı gözlenir.

Aşağıdaki şekil, kompresörün devreye alınması sırasında kullanılacak vanaları göstermektedir.

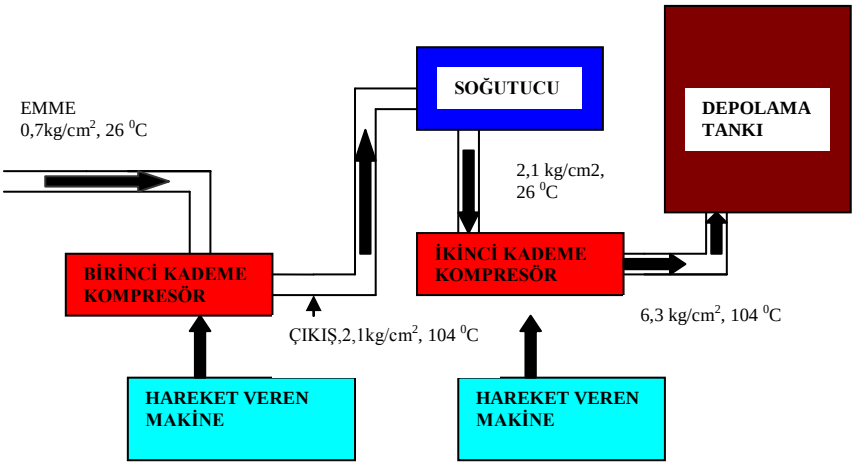


Şekil 2.1: Devreye almada vanalar

Vent vanası, kompresör çıkışı ile basma blok vanası arasındadır. Kompresör boşta çalışırken basma ve emme blok vanaları kapalı, vent vanası tamamen açıktır. Basma blok vanası yavaş yavaş açılırken vent vanası da aynı şekilde kapanır. Bu işlem tamamlandıktan sonra emme blok vanası yavaş yavaş açılır, kompresöre yük kademe kademe verilir.

Emme blok vanası önceden açılırsa basma hattında yüksek basınç meydana gelir ve emniyet vanası açılır. Bu sebeple basma blok vanası tamamen açılmadan emme blok vanası açılmaya başlanmaz.

Aşağıdaki şekilde çok kademeli bir kompresör sistemi görülmektedir.



Şekil 2.2: Çok kademeli kompresör sistemi

Böyle bir sistem devreye alınırken önce daima yüksek basınç kademesi yüklenir. Bundan sonra teker teker daha sonraki kademeler yüklenir. Böylece herhangi bir yerde aşırı basınç oluşup emniyet vanası atmaz. Ancak kademeler arasında blok vanalar yoksa çok kademeli bir kompresörün yüke alınması tek kademeli kompresörden farklı olmaz.

Böyle bir sistemde bir boru hattında bulunan vent vanası açıldığı zaman bir vakum meydana gelmesine sebep oluyorsa asla açılmamalıdır. Çok kademeli ünitelerde her silindirin emme ve basma hatlarında blok vanalar yoksa ara kademe borularında vent bulundurulması kesinlikle uygun değildir. Çünkü yükleme sırasında bu ventlerin açılması içeriye hava girmesine sebep olur.

Bazı kompresörlerde basma hattı ile emme hattını birleştiren bir devreye alma baypası vardır. Bu kompresörlerde devreye almadan önce emme blok vanası ve baypas vanası açık, basma blok vanası ile varsa vent vanası kapalıdır. Kompresör çalışmaya başladıktan sonra basma vanası yavaş yavaş açılırken baypas vanası kapatılır ve kompresör yüklenmiş olur. Kompresörler tamamıyla yüklendikten sonra salmastra muhafazası ve borularında bir gaz sızıntısı olup olmadığı iyice kontrol edilir. Ringler yeni ise salmastraya normalden fazla yağ gitmesi sağlanır. Kompresör basma hattında, su ceketlerinde, yağlama yağında ve salmastralardaki sıcaklıklar kontrol edilerek stabil hâle gelinceye kadar çok dikkatli izlenir.

Bu sıcaklıklar kompresör için izin verilen limitleri geçmemelidir. Supap kaçaklarına elle temas edilerek aşırı bir ısınma veya kaçak olup olmadığı gözlenir.

2.1.3. Devreden Çıkarma

Kompresör durdurulmadan önce yükü boşaltılır. Kompresörün yükten boşaltılması, yükleme işleminin tersidir. Bu yüzden önce emme blok vanası yavaş yavaş kapatılır. Bu vana tamamen kapatıldıktan sonra vent vanası azar azar açılırken basma blok vanası aynı şekilde kapatılır. Bu işlemin sonunda vent vanası tamamıyla açık, basma blok vanası ile tamamen kapatılmış olmalıdır.

Çok kademeli kompresörlerde kademeler arası blok vanaları yoksa yükten boşaltma yine yukarıda açıklandığı gibidir. Blok vanaları varsa önce en düşük basınç kademesi boşaltılır. Sonra sıra ile diğer kademeler boşaltılır.

Basma hattı ile emme hattını birleştiren bir baypas devresi varsa basma vanası azar azar kapatılırken baypas vanası açılarak kompresörün yükü boşaltılır.

Kompresör yükten boşaltıldıktan sonra hareket veren makine hemen durdurulmaz. Boşta iken sistemin birkaç dakika daha çalışmaya devam etmesi gereklidir. Böylece çalışan metal parçalar dengeli olarak soğur ve farklı hızlarda soğumanın meydana getireceği aşınmaların önüne geçilir. Kompresör hareket vericisi stop edilirken katalog ve talimatlarda yazılan hususlara aynen uyulmalıdır.

2.1.4. Normal İşletmede Dikkat Edilecek Hususlar

Operatör, kompresör ve hareket verici makineyi düzenli olarak gözler. Her şeyin normal çalıştığından emin olmak için gerekli rutin kontrolleri yapar. Basınç, sıcaklık ve debi değerlerini ölçer, bunların normal ve stabil olup olmadıklarına karar verir.

Emme ve basma basıncında veya debi miktarında herhangi bir değişiklik, işletmede bir hata olduğunun işareti olabilir. Bütün diğer çalışma şartları aynı kaldığı hâlde basılan gazın sıcaklığında hafif bir artış emme ve basma supaplarında bir bozukluk olduğunu veya supapların kaçırdığını gösterebilir. Bozuk veya kaçıran supap kapakları elle dokunularak tespit edilebilir.

Kompresör yağlama yağı normal olarak 50 ile 65 ^{0}C arasında olmalıdır. Sıcaklık bu limitler dışında ise muhtemelen soğutucu iyi çalışmakta veya yağ pompası sistemde yeterli sirkülasyonu sağlayamamaktadır.

Operatör, basınç, sıcaklık ve debi değişimlerini muhtemel sorunların birer göstergesi olarak dikkatle takip eder. Değişiklik tespit ettiği an, bunun sebebini araştırmak için donatımları kontrol eder. Bir hata varsa problemi çözecek gerekli tedbirleri alır. Örneğin, yağlama basıncı düşmüşse filtre tıkanmış olabilir. Filtre değişimi problemi çözebilir. Diğer taraftan yatakların aşınması da yağ basıncının düşmesine neden olabilir. Bu çok daha yavaş gelişen ve düzeltilmesi çok külfetli bir arızadır.

Yağlama borularının giriş noktalarındaki çek valfler tıkanabilir. Bu husus yağlayıcı cihazın gözetleme camına bakılarak tespit edilebilir. Silindir soğutma suyu sıcaklığında bir değişiklik varsa soğutma suyu sisteminde bir arıza olabilir.

Kompresör sıkıştırma oranı önemli miktarda artarsa basma gazı sıcaklığı da artar. Basma gazı sıcaklığı çok fazla ise kompresör de muhtelif arızalara sebep olabilir. Basma supabının ömrü kısalır ve çabuk arızalanır. Basma supabı arıza yapıp kaçırınca silindir basıncı ve debi aniden düşer.

Kompresör ve hareket verici makinenin çalışma sesinde meydana gelen bir değişikliğin sebebi mutlaka araştırılmalıdır. Mekanik bir arıza veya bir kırılma ihtimali büyüktür. Kompresör değişkenlerinin kayıtlarının tutulması, uzun vadeli değişikliklerin ve yavaş yavaş ortaya çıkan arızaların teşhisinde çok yararlıdır. Operatör bu kayıtları inceleyerek büyüyen bir problemi vaktinde görüp önlem alabilir. En önemli kompresör değişkenleri günde birkaç defa denetlenmeli ve kayıtları tutulmalıdır.

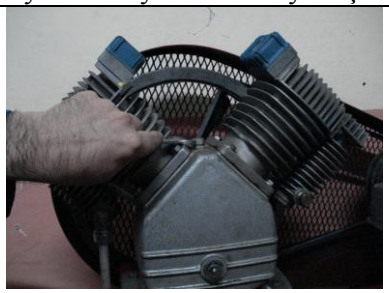
Önleyici bakım, düzenli kontrollerin yapılması ve bakım işlemlerinin firmanın kendi tecrübelerine ve imalatçı firmanın tavsiyelerine göre planlanmasıdır.

Önleyici bakım, arızalar meydana gelmeden önce önlemek fikrinden doğmuştur. Önleyici bakım aylık, üç aylık, altı aylık ve yıllık kontroller gerektirir. Firmanın tecrübelerine ve pratiklerine göre geliştirilen bu programlara çok titizlikle uyulması gerekir.

UYGULAMA FAALİYETİ

➢ **Kompresörlerin bakımını yapınız.**

Kullanılan malzemeler: Tornavida, anahtar takımı, kompresör yağı, huni

İşlem Basamakları	Öneriler
 ➢ Kompresör filtre kapağını açınız.	➢ Önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı düzenleyiniz. ➢ İş güvenliği önlemlerini alınız. ➢ Kapağı açmak için uygun anahtarı kullanınız.
 ➢ Filtreyi sökünüz.	➢ Filtrenin fiziksel durumunu inceleyiniz.
 ➢ Filtreyi temizleyerek tekrar yerleştiriniz.	➢ Filtre üzerindeki kalıntıları gözleyiniz.
 ➢ Yağ kontrolü için kapağı açınız.	➢ Uygun anahtarı kullanmaya dikkat ediniz.

 ➢ Yağ eksiğini tamamlayınız.	➢ Yağı dikkatli bir şekilde boşalmaya dikkat ediniz.
 ➢ Tekrar yağ kapağını kapatınız.	➢ Kapağı iyice kapatınız.
 ➢ Hava içindeki suyu almak için su çıkış düğmesini açınız.	➢ Su çıkışını kontrol ediniz.
 ➢ Suyun boşalmasını sağlayınız.	➢ Yaptığınız işlemleri ve uygulamaları raporunuza yazınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı düzenlediniz mi?		
2. Filtre kapağını söktünüz mü?		
3. Filtrenin durumunu incelediniz mi?		
4. Filtreyi temizlediniz mi?		
5. Yağ kapağını açtınız mı?		
6. Yağın durumunu kontrol ettiniz mi?		
7. Eksik yağı tamamladınız mı?		
8. Kompresör deposundaki hava içinde su olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
9. Su tahliye kapağını açtınız mı?		
10. Mevcut suyun çıkmasını sağladınız mı?		
11. Tüm kapakları tekrar kapadınız mı?		
12. Rapor hazırlayıp öğretmeninize teslim edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Operatör, çalıştırdığı kompresörün ……. ve …….işlemlerini çok iyi bilmelidir.

2. Tecrübeli bir operatör, ……ciddi bir hâle gelmeden önce anlayıp gerekli önlemleri alabilir.

3. Kompresör devreye alınmadan önce bütün …… …… tamamlandığı, tüm kapakların ve …… ……. yerine takıldığı kontrol edilmelidir.

4. Kompresör çalışmadan önce bütün …… yağ gitmelidir.

5 Tamirat sırasında etrafa yerleştirilen bütün ……. yetkili elemanlar tarafından kaldırılmalıdır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Operatör, her şeyin normal çalıştığından emin olmak için aşağıdaki rutin kontrollerden hangisini yapmaz**?**
A) Basınç B) Sıcaklık C) Debi D) Yükseklik

7. Aşağıdakilerden hangisindeki bir değişiklik, işletmede bir hata olduğunun işareti olamaz **?**
A) Emme basıncında değişiklik B) Basma basıncında değişiklik
C) Debi miktarında değişiklik D) Gaz hacminde değişiklik

8. Kompresör yükten boşaltıldıktan sonra hareket veren makine niçin hemen durdurulmaz **?**
A) Çalışan parçalar dengeli soğur. B) Basınç artışı olur.
C) Sıcaklık artar. D) Debi değişir.

9. Aşağıdakilerden hangisi önleyici bakım için periyodik bakımlardan değildir**?**
A) Günlük bakım B) Aylık bakım
C) Üç aylık bakım D) Altı aylık bakım

10. Kompresör yağlama yağı normal olarak 50 ile 65 ^{0}C arasında olmalıdır. Sıcaklık bu limitler dışında ise ne ifade eder?
A) Soğutucu iyi çalışmamaktadır. B) Basınç düşüktür.
C) Debi artmıştır. D) Debi azalmıştır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Kompresör hareket vericisi stop edilirken …….. yazılan hususlara aynen uyulmalıdır.

2. Kompresör ve hareket verici makinenin …….. meydana gelen bir değişikliğin sebebi mutlaka araştırılmalıdır.

3. ……., arızalar meydana gelmeden önce önlemek fikrinden doğmuştur.

4. Kompresör……. önemli miktarda artarsa basma gazı sıcaklığı da artar. Basma gazı sıcaklığı çok fazla ise kompresör de muhtelif arızalara sebep olabilir.

5. Supap kaçaklarına …….. edilerek aşırı bir ısınma veya kaçak olup olmadığı gözlenir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Kompresörde basılan gazın sıcaklığı aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir</u>?
A) Emme gazının sıcaklığına B) Gaz cinsine
C) Sıkıştırma değerine D) Debiye

7. Hızı düşürmek için türbin miline, küçük dişli küçük kasnak bağlanır. Hız değişimleri için hangi kasnak ebatları bağlanır?
A) Küçük dişli küçük kasnak bağlanır. B) Büyük dişli bağlanır.
C) Büyük kasnak bağlanır. D) Küçük dişli bağlanır.

8. Vidalı kompresörler, hangi durumlarda daha çok kullanılmaktadır?
A) Gazın nemli olması istenilen durumlarda
B) Kuru hava istenilen durumda
C) Gazın tamamen yağsız olması istenilen durumlarda
D) Gazın durumu önemsiz olan durumlarda

9. Hacimsel verim azalırsa aşağıdakilerden hangisi azalır?
A) Hakiki kapasite B) Basınç
C) Mekanik verim D) Birim gaz için gerekli güç

10. Hangisi kompresörde basılan gazın sıcaklığını belirleyen faktörlerden <u>değildir?</u>
A) Emme sıcaklığı B) Sıkıştırma oranı
C) Gazın cinsi D) Gazın hacmi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	birim yüzeye
2	Basıncını, yüksek
3	gaz üzerinde
4	emme ve basma
5	D
6	C
7	A
8	D
9	D
10	C

ÖĞRENME FALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	devreye alma,devreden çıkarma
2	çalışma arızalarını
3	tamir işlerinin, koruyucu aksamın
4	yataklara
5	uyarıcı panolar
6	D
7	D
8	A
9	A
10	A

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	katalog ve talimatlarda
2	çalışma sesinde
3	Önleyici bakım
4	sıkıştırma oranı
5	elle temas
6	D
7	A
8	C
9	A
10	D

KAYNAKÇA

- UĞUR Naci, **Rafineri-Petrokimya Tesisleri İçin Eğitim Dizisi, Kompresörler – Türkçesi,**İzmir, **1987.**

- YILMAZKALE Orhan, **Santrifüj Kompresörler ve Kaymalı Yataklar**, Petkim Yayınları, Aliağa-İzmir,1999.