

MOTORLAR VE TRAKTÖRLER

Dersi 2

TERMİK MOTORLARDA GÜÇ VE VERİM

TERMİK MOTORLARIN ANA YAPI ELEMANLARI

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU

e-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

Bölümü

2017

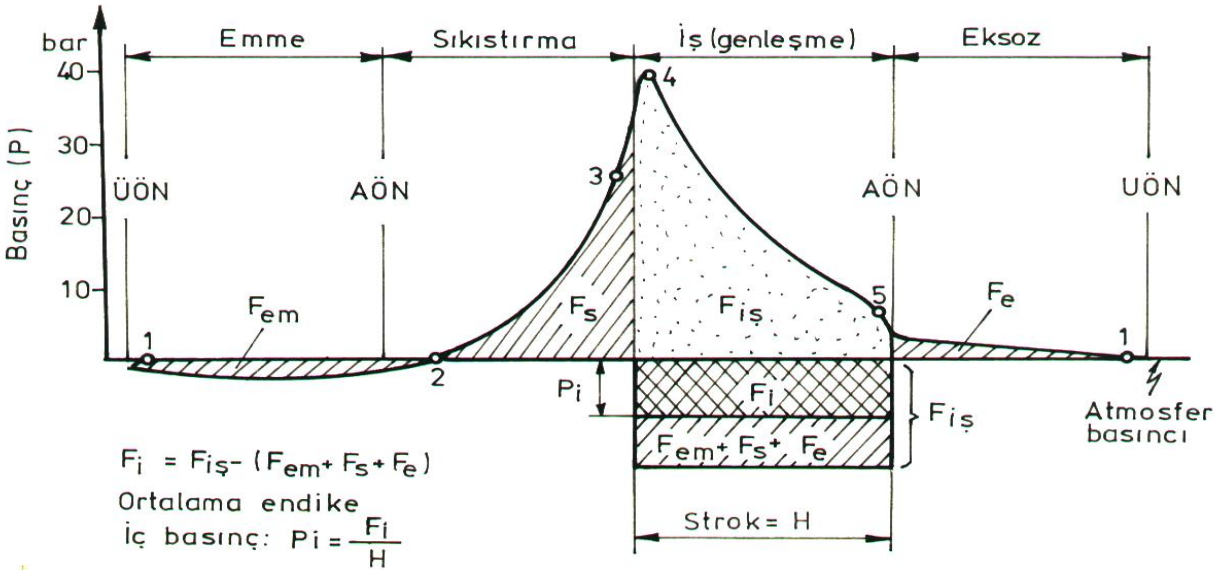
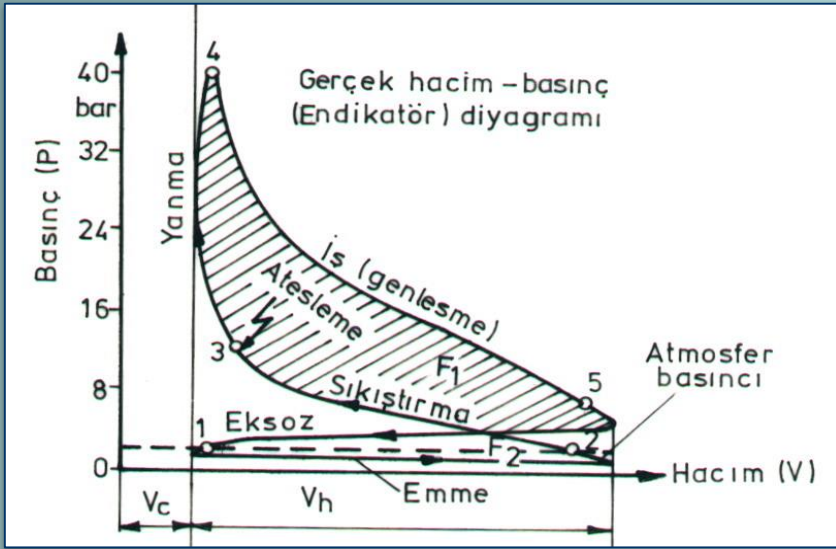
2. TERMİK MOTORLARDA GÜÇ VE VERİM

- Güç,
- Verim,
- Yakıt tüketimi,
- Tanıtım eğrileri,
- Özgül güç,
- Özgül ağırlık
- Termik motorlara ilişkin güç hesaplamaları yapılırken; **teorik güç, endike güç ve efektif güç** söz konusudur. **Teorik güç**; ideal yapıya sahip bir motorun belirli termodinamik koşullar altında geliştireceği ve hesaplama ile bulunan güçtür. **Endike güç**; endikatör diyagramından bulunan ortalama endike iç basınç yardımıyla hesaplanan, silindir içindeki motor gücüdür. **Effektif güç** ise, motorun güç çıkış noktası olan volandan alınan güç olmaktadır.

■ 2.1. Endike Güç

- Endike gücün hesaplanmasında, Şekil 2.1.a'da verilen endikatör diyagramlarının alanlarından yararlanılmaktadır. Ortalama endike iç basıncı bulmak için şekilde taralı bulunan F_1 alanından taranmamış durumdaki F_2 alanını çıkarmak ve kalanı strok boyuna bölmek gerekmektedir. Konuyu daha anlaşılır duruma getirmek için endikatör diyagramını Şekil 2.1.b'de olduğu gibi açabiliriz. Bilindiği gibi, iş zamanının dışındaki tüm zamanlarda harcanan enerji, iş zamanında kazanılan enerjiden sağlanmaktadır. Bu nedenle, genleşme eğrisi ile atmosfer basıncı hattı arasında kalan alan, sisteminin iş yapabilmesinin, diğer alanlar ise sistemden alınan işlerin ölçüsü olmaktadır. Şu halde, ortalama endike iç basıncı, şekilde $F_{i\dot{s}}$ ile gösterilen alandan $F_{em} + F_s + F_e$ alanlarının çıkarılması ile elde edilen F_i alanının strok boyuna bölünmesiyle bulunmaktadır.

a. Gerçek hacim-basınç (Endikatör) diyagramı



b. Hacim basınç diyagramının açıklımı.
Şekil 2.1. Ortalama endike iç basıncın bulunması.

Endikatör diyagramından ortalama basınç bulunduktan sonra, pistonu etkileyen toplam kuvvet,

$$P = p_i \cdot F \quad (\text{N})$$

bağıntısıyla bulunabilir. Pistonun ortalama hızı ise;

$$v = 2 H \cdot n \quad (\text{m/s})$$

olmaktadır. Bunlar, genel güç formülünde yerine konulursa,

$$N_i = P \cdot v = 2 H \cdot n \cdot p_i \cdot F$$

elde edilir. Dört zamanlı motorlarda, dört strokta bir iş zamanı olduğundan ve silindir sayısını i alarak;

$$N_i = \frac{2 H \cdot n \cdot p_i \cdot F \cdot i}{4} = \frac{F \cdot H \cdot n \cdot p_i \cdot i}{2} \quad (2.1)$$

ve iki zamanlı motorlar için de,

$$N_i = F \cdot H \cdot n \cdot p_i \cdot i \quad (2.2)$$

sonucuna varılır.

Ayrıca, $F.H.i = V_h$ olduğundan, **dört zamanlı motorların** endike gücü,

$$N_i = \frac{V_h \cdot n \cdot p_i}{2} \quad (2.3)$$

ve **iki zamanlı motorları** ise,

$$N_i = V_h \cdot n \cdot p_i \quad (2.4)$$

olarak da yazılabilir. Bu bağıntılarda;

P : Pistona etkiyen toplam kuvvet (N),

p_i : Ortalama endike iç basınç (Pa),

F : Piston yüzey alanı (m^2),

v : Ortalama piston hızı (m/s),

H : Strok (m),

n : Motor devir sayısı (d/s),

N_i : Endike motor gücü (W),

i : Silindir sayısı,

V_h : Toplam strok hacmi (m^3) dir.

Son iki bağıntıda, toplam strok hacmi litre ve endike iç basınç megapaskal olarak alınırsa, güç kilowat olarak bulunur. Uygulamada, **basınç (bar)**, **devir sayısı (d/d)** ve **hacim (l)** verildiğinde, dört ve iki zamanlı motorların endike gücü;

$$N_i = \frac{V_h \cdot n \cdot p_i}{1200} \quad (\text{kW}) \quad (2.5)$$

$$N_i = \frac{V_h \cdot n \cdot p_i}{600} \quad (\text{kW}) \quad (2.6)$$

bağıntılarıyla hesaplanır.

2.2. Effektif Motor Gücü

Effektif motor gücü, motorun çıkış noktasından (volandan) alınan güçtür. Bilindiği gibi, endike güç, silindir içinde ölçülen ortalama basınç ve motor devir sayısı esas alınarak hesaplanmaktadır. Kuvvet iletiminin, pistondan volana kadar olan kısmında sürtünme kayıpları söz konusudur. Ayrıca, gücün bir kısmı kumanda organları ve yardımcı donanımlar için harcanmaktadır. Bu nedenle, mekanik verimi η_m olarak, efektif motor gücü (N_e),

$$N_e = N_i \cdot \eta_m \quad (2.7)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Endike iç basınçtan yararlanarak ortalama efektif basınç bulunmak istenirse,

$$p_e = p_i \cdot \eta_m \quad (2.8)$$

yazılır.

Yukarda verilen 4.5, 4.6, ve 4.7 numaralı bağıntılar da göz önünde tutularak, dört ve iki zamanlı motorlar için efektif güç;

$$N_e = \frac{V_h \cdot n \cdot p_e}{1200} \quad (\text{kW}) \quad (2.9)$$

$$N_e = \frac{V_h \cdot n \cdot p_e}{600} \quad (\text{kW}) \quad (2.10)$$

eşitlikleriyle hesaplanır. Bu bağıntılarda;

- N_e : Effektiv motor gücü (kW),
- N_i : Endike motor gücü (kW),
- η_m : Mekanik verim,
- p_e : Ortalama efektif basınç (bar),
- p_i : Ortalama endike basınç (bar),
- V_h : Toplam silindir (strok) hacmi (λ),
- n : Motor devir sayısı (d/d)' dir.

■ Dönen bir sistemde, çevre kuvveti U (N) ve çevre hızı v (m/s) alınarak güç hesaplanmak istenirse,

$$N = \frac{U \cdot v}{1000} \quad (\text{kW})$$

■ genel bağıntısı yazılır. Dönen cismin yarıçapı r alınarak ve dönme momentini veren bağıntıdan yararlanarak,

$$M_t = U \cdot r \quad (\text{Nm}) \quad \text{ve} \quad U = \frac{M_t}{r} \quad (\text{N})$$

■ yazılır. Çevre hızı da,

$$v = \frac{2 \pi \cdot r \cdot n}{60} \quad (\text{m/s})$$

■ olduğundan efektif motor gücü,

$$N_e = \frac{U \cdot v}{1000} = \frac{M_t}{r} \cdot \frac{2 \pi \cdot r \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$N_e \cong \frac{M_t \cdot n}{9550} \quad (2.11)$$

olarak bulunur. Bu son bağıntıda,

- N_e : Effektif motor gücü (kW),
- M_t : Dönme momenti (Nm),
- n : Motor devir sayısı (d/d) dır.

Dört zamanlı motorlarda, ortalama efektif iç basıncı momente ve hacme bağlı bulmak için, 4.9 ve 4.11 numaralı bağıntılardan yararlanarak,

$$\frac{V_h \cdot n \cdot p_e}{1200} = \frac{M_t \cdot n}{9550}$$

yazılır ve p_e 'ye göre düzenleme yapılırsa,

$$p_e = 0,1256 \frac{M_t}{V_h} \quad (2.12)$$

elde edilir. Aynı düzenleme ile iki zamanlı motorlar için de,

$$p_e = 0,0628 \frac{M_t}{V_h} \quad (2.13)$$

bulunur. Bu son iki bağıntıda;

- p_e : Ortalama efektif basınç (bar),
- M_t : Dönme momentini (Nm),
- V_h : Toplam strok hacmi (l) dir.

2.3. Termik Motorlarda Verim

- Termik motorlarda genel olarak **teorik çevrim verimi, termik verim, mekanik verim ve toplam verim** söz konusudur. Teorik çevrim verimi, ideal yapıdaki bir motorun termodinamik çevriminin verimi olup termodinamik konuları arasında incelenmektedir.
- Termik verim, motorun endike gücünün sağlayacağı enerjinin, motora yakıt tarafından verilen toplam enerjiye oranıyla bulunabilir :

- $$\eta_t = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{N_i}{N_0} \quad (2.14)$$

■ Mekanik verim de efektif gücün, endike güce oranı olarak belirtilmişti. Toplam verim ise, motorun çıkış noktasında sağlayabileceği mekanik enerjinin, motora verilen ısı enerjisine oranı olmaktadır. Bu durumda;

$$\eta_T = \frac{N_e \cdot 3600}{Q_o} \quad (2.15)$$

■ yazılabilir. Ayrıca,

$$N_e = N_i \cdot \eta_m ; \quad N_i = N_o \cdot \eta_t \quad \text{ve} \quad Q_o = N_o \cdot 3600$$

■ Olduğundan

$$\eta_T = \frac{N_i \cdot \eta_m \cdot 3600}{Q_o} = \frac{N_o \cdot \eta_t \cdot \eta_m \cdot 3600}{N_o \cdot 3600} = \eta_t \cdot \eta_m \quad (2.16)$$

■ elde edilir.

- Bu bağıntılarda;
- η_t : Termik verim,
- Q_i : Motordan alınan endike enerji (kJ),
- Q_o : Motora verilen enerji (kJ),
- N_i : Motordan alınan endike güç (kW),
- N_o : Motora verilen güç (kW),
- η_T : Toplam verim,
- N_e : Effektif motor gücü (kW),
- η_m : Mekanik verimdir.

- Motora verilen enerji yakıttan sağlanmaktadır. Motorun bir saatte tükettiği yakıt miktarına "saatlik yakıt tüketimi" denilmekte ve **B (kg/h)** ile gösterilmektedir. Bir kW motor gücü için, bir saatte tüketilen yakıt miktarına ise "özellük yakıt tüketimi" denilmekte ve **b_e (kg/kWh)** ile gösterilmektedir. Őu halde, özgül yakıt tüketimi;

- $$b_e = \frac{B}{N_e} \quad (2.17)$$

- olarak yazılır.

Bilindiği gibi, toplam verim motordan alınan enerjinin motora verilen enerjiye oranı olmaktadır. Yani;

$$\eta_T = \frac{N_e \cdot 3600}{B \cdot H_u} = \frac{N_e \cdot 3600}{N_e \cdot b_e \cdot H_u} = \frac{3600}{b_e \cdot H_u}$$

yazılabilmekte ve

3600

$$b_e = \frac{3600}{\eta_T \cdot H_u} \quad (2.18)$$

sonucu elde edilmektedir. Bu bağıntılarda;

b_e : Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh),

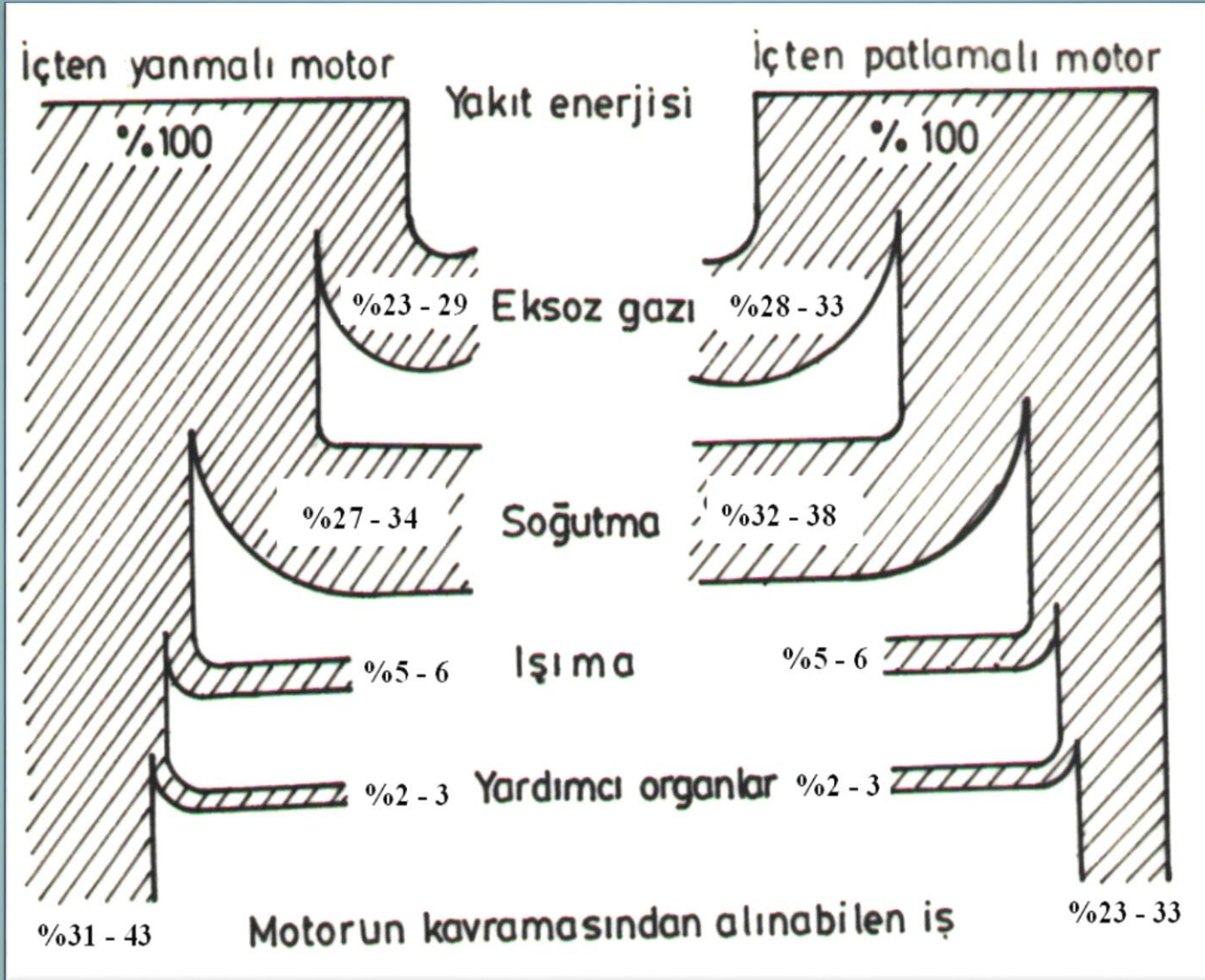
B : Saatlik yakıt tüketimi (kg/h),

N_e : Motor efektif gücü (kW),

η_T : Toplam verim,

H_u : Yakıtın alt ısı değeri (kJ/kg)'dır.

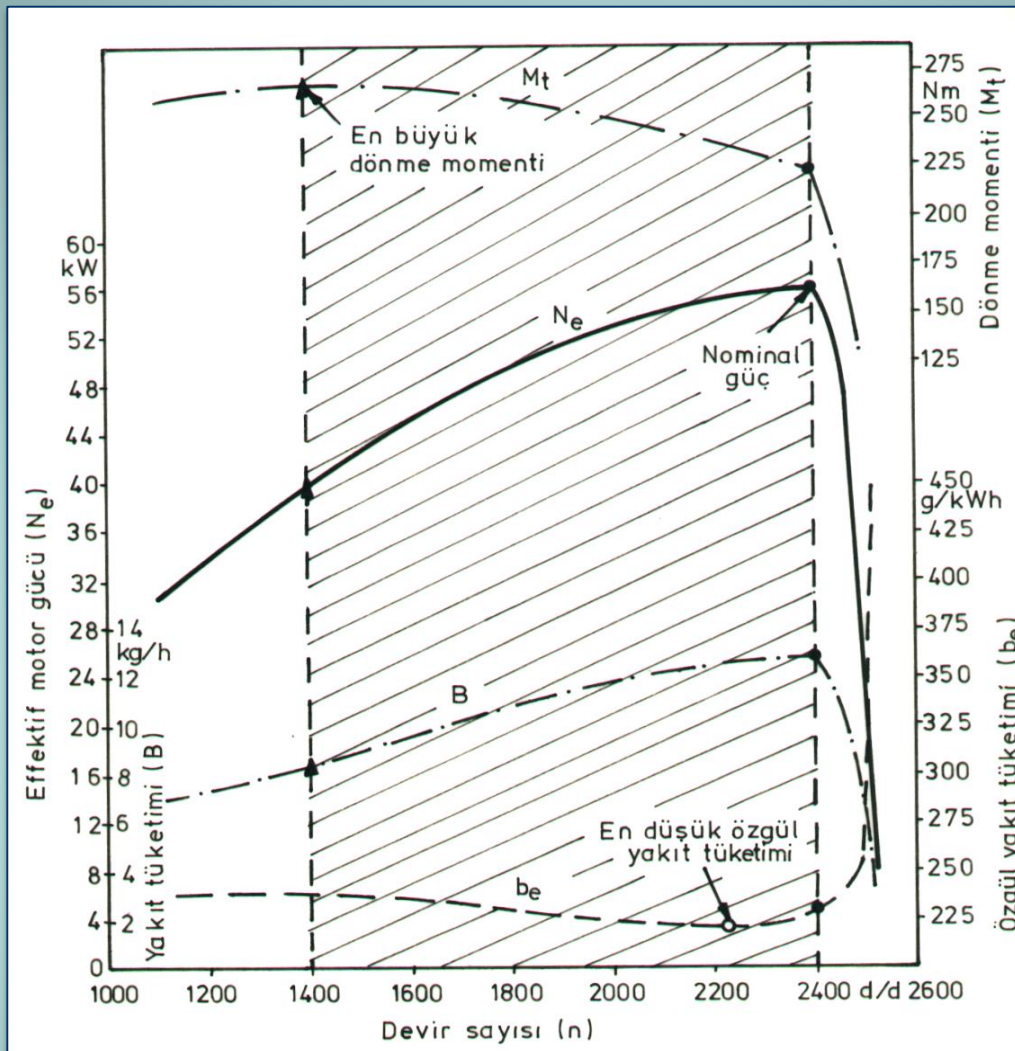
- Yakıt tarafından motora sağlanan enerjinin büyük bir kısmı, soğutma donanımı (% 27...38), egzoz gazları (% 23...33) ve ışıma (% 5...6) ile dışarı atılmaktadır. Yardımcı organlar ve mekanik sürtünmeler nedeniyle olan kayıplar da çıktıktan sonra, geriye kalan mekanik işe dönüşmüş olmaktadır (Şekil 2.2).
- Şekilden anlaşılacağı gibi, içten patlamalı motorlarda volandan alınabilecek enerji, verilen yakıt enerjisinin % 23...33'ü kadar olmaktadır. İçten yanmalı motorlarda bu oran, % 31...43 arasındadır. Bu yönden bir karşılaştırma yapmak gerekirse, ortalama olarak, içten yanmalı motor, yakıtı % 33 daha ekonomik kullanmaktadır.



■ Şekil 4.2. Termik motorlarda yakıt enerjisinin dağılımı.

■ 2.4. Motor Tanıtım Eğrileri

- Motor tanıtım eğrileri; motorların denenmesi sırasında saptanan güç, moment, saatlik yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketiminin, motor devir sayısına bağlı olarak verilmesiyle elde edilen grafiklerdir (Şekil 2.3). Motor denemeleri bölümünde inceleneceği gibi, ölçmeler sırasında motor tam gaz ile çalışmaktadır. Devir sayısının değiştirilmesi, güç freni aracılığıyla, motoru az veya çok yükleyerek sağlanmaktadır.



■ **Şekil 2.3. Motor tanıtım eğrileri.**

- Eğrilerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, motor devir sayısı arttıkça, efektif güç, saatlik yakıt tüketimi ve dönme momenti önce artmakta, sonra azalmaktadır. Dönme momentinin ve gücün maksimum olduğu noktalar birbirinden farklı olmaktadır. Özgül yakıt tüketiminin en düşük değeri, bu iki noktaya ilişkin devir sayıları arasında elde edilmektedir.

- Motor gücü, aracın iş yapabilme yeteneğinin bir ölçüsü olduğundan, bilinmelidir. Çalışan bir motorda, dışarıya güç çıkışı yapmadan, motorun çalışmasını sürdürebilmesi için minimum bir devir sayısına gerek vardır.

- Bu, rölanti devir sayısı olarak adlandırılmaktadır. Motor rölanti devir sayısı ile çalışırken, sadece sürtünme dirençleri yenilmekte ve fonksiyon için gerekli organlar çalışmaktadır. Rölanti devir sayısı genellikle, 600 d/d ve daha fazla olmaktadır.

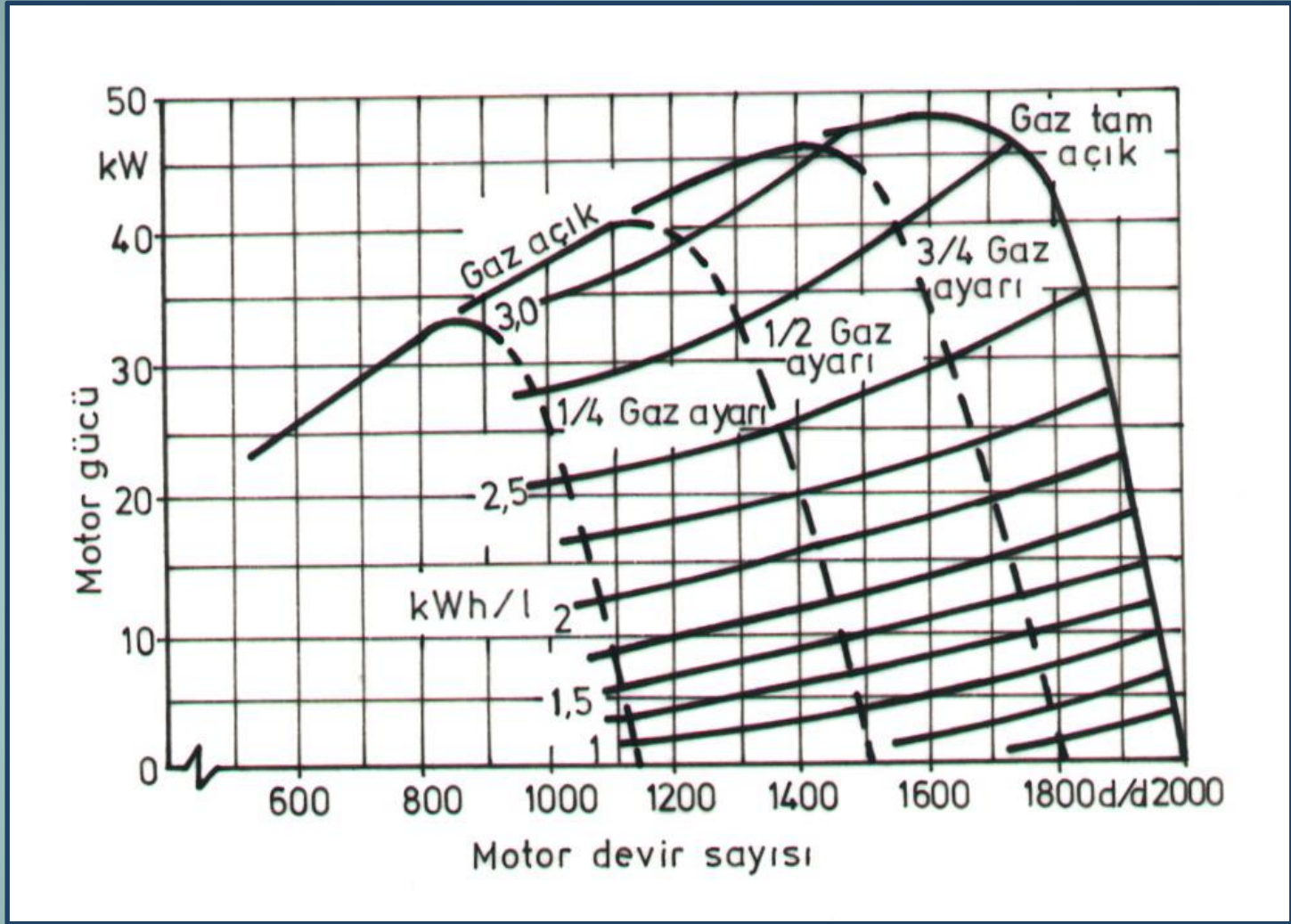
■ Devir sayısının artmasına bağlı olarak, g de artarak, belirli bir devir sayısında en büyük değerine erişmektedir. Motorun, aşırı ısınmaksızın sürekli olarak verebileceği bu güce, nominal (anma) g adı verilmektedir. Nominal gücün elde edildiği devir sayısı, nominal devir sayısı olup, bu değerin üstündeki devir sayılarında motor gücü ve dönme momenti hızla azalmaktadır. G ve momentin hızla azalmasının başlıca nedenleri; sürtünme kayıplarının artışı, silindirlerin dolma derecelerinin azalması ve içten yanmalı motorlarda hız regülatörlerinin devreye girmesidir. Motor tam gaz durumu ile çalışırken ve motordan g alınmazken ulaşılan en büyük devir sayısına, maksimum devir sayısı denilmektedir.

■ Motorun saatlik yakıt tüketimi de, devir sayısına bağlı olarak önce artmakta ve nominal devir sayısından sonra hızla azalmaktadır (şekil 4.3).

■ Özgöl yakıt tüketimi, motorların yapısına çok fazla bağlı olmakla birlikte, genel olarak, nominal devir sayısının altında ve ona yakın bir noktada en düşük değerini almaktadır. İyi bir motorda, özgöl yakıt tüketiminin düşük bir düzeyde bulunması ve motorun normal çalışma bölgesi içinde önemli bir değişiklik göstermemesi istenir. Özgöl yakıt tüketiminin değişimi, motorun konstrüksiyon özellikleri yanında, motor yüklenişine de önemli derecede bağlı bulunmaktadır.

■ Uygulamada, düşük güçlerin elde edilmesinde, motor devir sayısını azaltarak (motor gazını kısarak), özgül yakıt tüketiminin düşük değerlerde tutulmasına çalışılır. Şöyle ki; Şekil 2.3'de verilen taralı bölgede motorun çalışması durumunda, özgül yakıt tüketiminin uygun olacağı görülmektedir. Ne var ki, uygulamada, gerek taşıt motorlarında, gerekse diğer motorlarda, motor gazı sonuna kadar açık iken, yükleme ile, motorun taralı bölgede çalışması sağlanamaz. Motor, genellikle verebileceği gücün altında yüklenerek, nominal devir sayısının üzerindeki devir sayılarında çalışır. Bu durumda, sürücü veya kullanıcının devreye girerek, motorun gaz ayarıyla, devir sayısını düşürmesi gerekmektedir. Ayarlama iyi yapılmış ise, motor yeni gaz ayarı için tam güçte veya ona yakın yüklenerek, ekonomik çalışma sağlanmış olur. Şekil 2.4'de kısmi gaz durumundaki çalışmalarda, motor tanıtım eğrilerinin durumu görülmektedir. Şekilde yatay ekseninde motor devir sayısı ve düşey ekseninde motor gücü verilmiştir. Birim yakıttan elde edilen iş miktarını ise, eğik durumdaki eğriler belirlemektedir.

■ Şekilden anlaşılacağı gibi, motordan, belirli bir gücü mümkün olan en düşük gaz rejimiyle elde etmek ekonomik olmaktadır. Örneğin; 48 kW verebilen bu motordan 20 kW güç alındığında, gaz $\frac{1}{4}$ açık ise, 1 litre yakıttan 2,45 kWh iş elde edilmektedir. Aynı gücün elde edilmesinde, gazın $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ ve tam açık olduğu durumlarda elde edilen iş miktarları, sırasıyla 2,25; 2,02 ve 1,85 kWh olmaktadır.



- Şekil 2.4. Motorun kısmi gaz durumunda, birim yakıttan elde edilen iş miktarları.

2.5. Motor Özgül Gücü ve Ağırlığı

Termik motorlarda, motor özgül gücü diye, motor strok hacminin her bir litresi başına düşen motor gücüne denilmektedir. Motor özgül ağırlığı ise, birim güç başına düşen motor ağırlığı olmaktadır. Buna göre;

$$N_{\ddot{o}} = \frac{N_e}{V_h} \quad (2.17)$$

$$G_{\ddot{o}} = \frac{G}{N_e} \quad (2.18)$$

yazılabilir. Bu eşitliklerde;

- $N_{\ddot{o}}$: Motor özgül gücü (kW/l),
- N_e : Effektif motor gücü (kW),
- V_h : Toplam strok hacmi (l),
- $G_{\ddot{o}}$: Motor özgül ağırlığı (N/kW),
- G : Motor toplam ağırlığı (N)'dir.

- Motor özgül ağırlığı ve gücü, motorların yapısına bağlı olmaktadır. Devir sayısı yüksek olan motorlarda özgül güç yüksek, buna karşın özgül ağırlık düşük olmaktadır. Bu nedenle, motorlu taşıtlarda devir sayısı yüksek motorlar, tarım traktörlerinde ise daha düşük devirli motorlar tercih edilmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Termik motorlarda özgül güç ve özgül ağırlık.

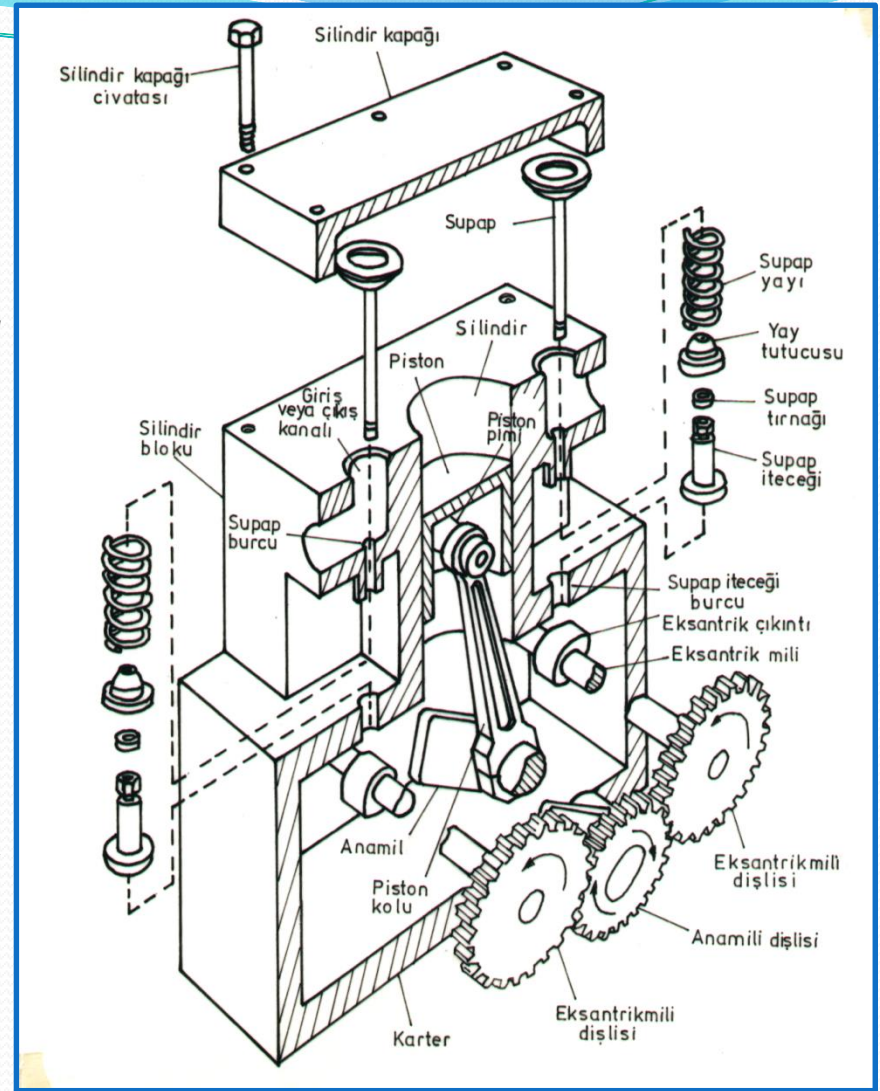
Motor cinsi	Motor özgül gücü (kW/l)	Motor özgül ağırlığı (N/kW)	Nominal devir sayısı (d/d)
Motosiklet için içten patl. mot.	30...100	5...30	4500...7000
Otomobil için içten patl. mot.	35...130	13...50	4500...6500
Otomobil için içten yanm. mot.	20...50	18...50	3500...5500
Otomobil için zorunlu dold. lı içten yanm.mot.	30...70	10...40	3500...5500
Yarış otomobili için içten patl.mot.	...400	2...10	-
Kamyon için içten yanmalı motor	10...45	25...80	2500...5000
Kamyon için zorunlu dold.lı içten yanm.mot	18...55	20...70	2500...5000
Traktör için içten yanmalı motor	10...25	60...220	2400...2800

3. Termik Motorların Ana Yapı Elemanları

Termik motorların yapısı çok sayıda parçanın birleştirilmesiyle oluşmaktadır. Motorun iş görebilmesi için, parçaların bir kısmı hareketsiz durmakta, bir kısmı ise hareket etmektedir. Ayrıca bir grup yapı elemanı da, çalışmanın sağlanabilmesi için gerekli olan düzenlere komuta etmektedir. Böylece, **motorun ana yapı elemanlarını;**

- 1- Hareketsiz parçalar,
- 2- Hareketli parçalar,
- 3- Kumanda organları,

olmak üzere üç grup altında toplamak mümkün olmaktadır.



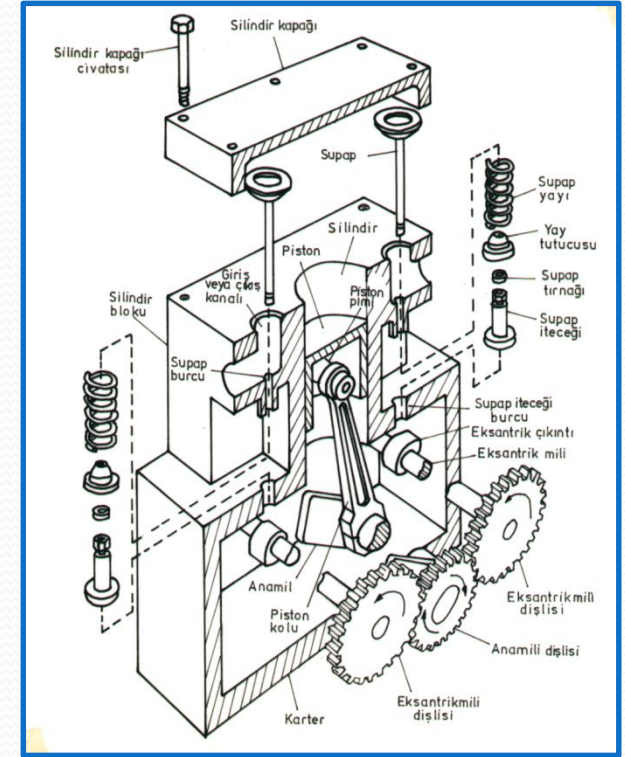
3.1 Termik Motorların Hareketsiz Parçaları

Motorun temel yapısı hareketsiz parçalardan oluşmaktadır. Bunların başlıcaları;

1. Silindir bloku ve silindirler
2. Silindir kapağı ve yanma odası
3. Emme ve egzoz manifoldları
4. Anamili muhafazası
5. Karter

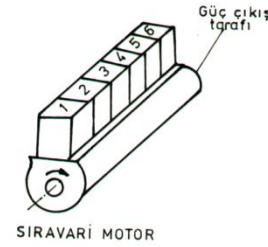
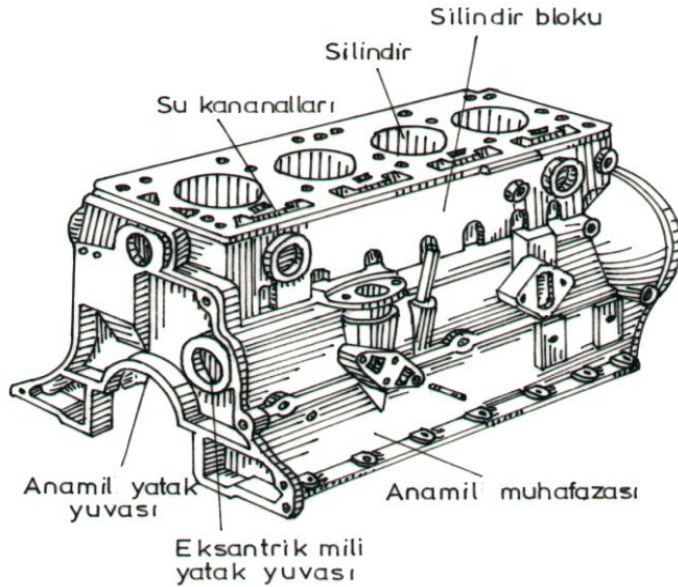
Silindir ve silindir kapağının birbirine bağlı üç önemli görevi vardır:

- I. Piston ile birlikte kapalı bir hacim oluştururlar.**
- II. Yanma sonunda meydana gelen yüksek basınçtan etkilenmeden, stabilitelelerini koruyarak, pistonun hareket etmesini ve aynı zamanda, oluşan ısının hızla soğutma materyaline (genellikle su veya hava) aktarılmasını sağlamaktadırlar.**
- III. Pistona yataklık yapar.**

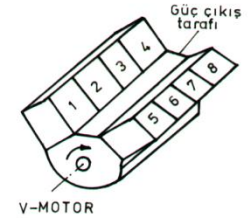


3.1.1. Silindir bloku ve silindirler

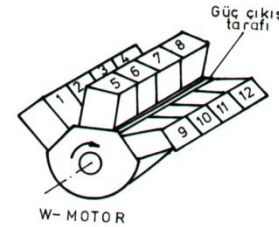
Termik motorlar, bir silindirli olduğu gibi, çok sayıda silindire de sahip bulunabilir. Çok sayıda silindiri bulunan motorlarda silindirler genellikle bir **blok halinde** imal edilmektedir. Hava ile soğuyan motorlarda her bir silindir ayrı olarak da yapılmaktadır.



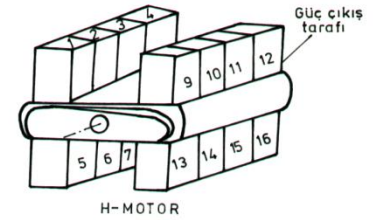
SIRAVARI MOTOR



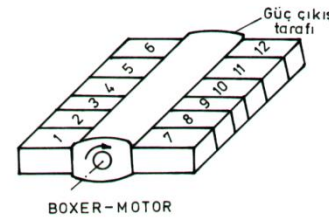
V-MOTOR



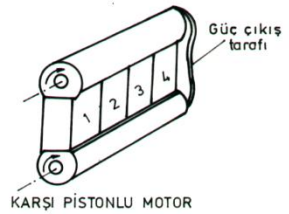
W-MOTOR



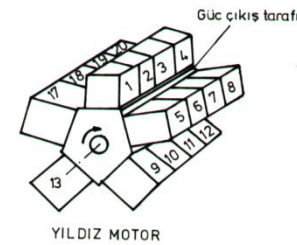
H-MOTOR



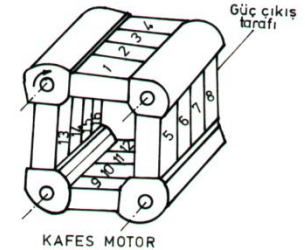
BOXER-MOTOR



KARŞI PİSTONLU MOTOR



YILDIZ MOTOR

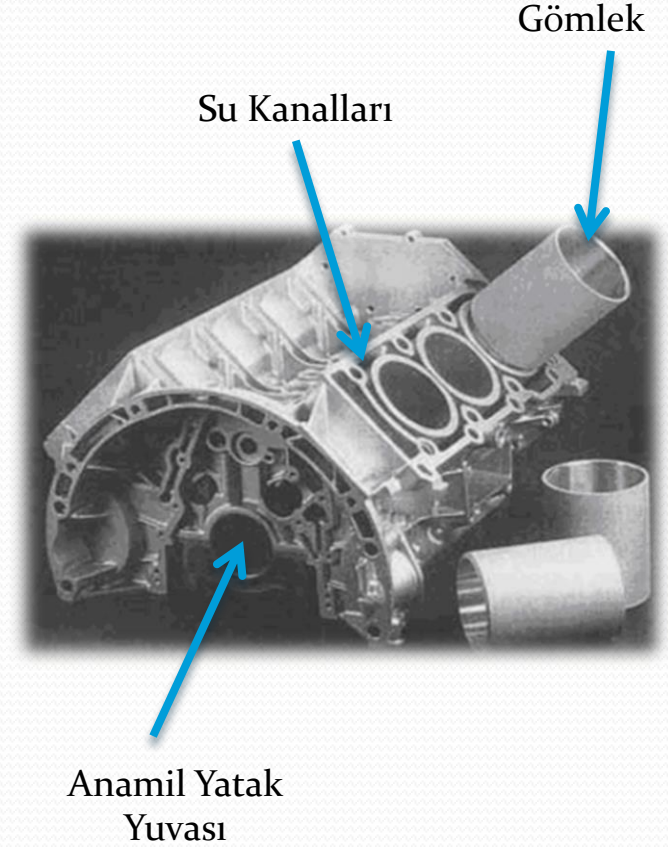


KAFES MOTOR

Silindirlerin diziliŖi yönünden, baŖlica uygulama biimleri Ŗu Ŗekilde sıralanabilir;

1. Sıravari motor,
2. V-motor,
3. W-motor,
4. H-motor,
5. Bokser (boxer) motor,
6. KarŖı pistonlu motor,
7. Yıldız motor,
8. Kafes motor.

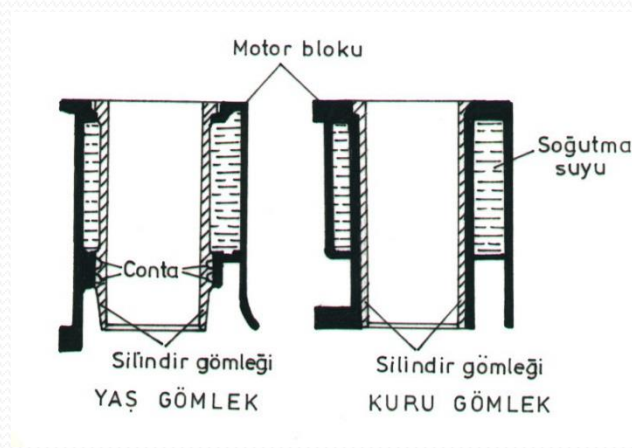
Motorun soğutulma yöntemi silindir bloğunun ve silindirlerin yapısını önemli derecede etkilemektedir. Çok silindirli ve su ile soğuyan motorlarda silindirler bir blok içerisine yerleştirilmiştir. Silindir bloku adı verilen ve genellikle pik döküm veya alüminyum alaşımlarından imal edilen bu ana gövdenin içine, boru şeklinde olan silindirler yerleştirilmektedir. Sıravari motorda, ortada bir eksen üzerine dizilmiş silindirlerin çevresinde su kanalları (su ceketleri) bulunmaktadır. Silindir bloğunun alt kısmı anamilin yataklanmasına elverişli bir biçimde şekillendirilmiştir



Silindir Bloğu V6 Motor
BMW

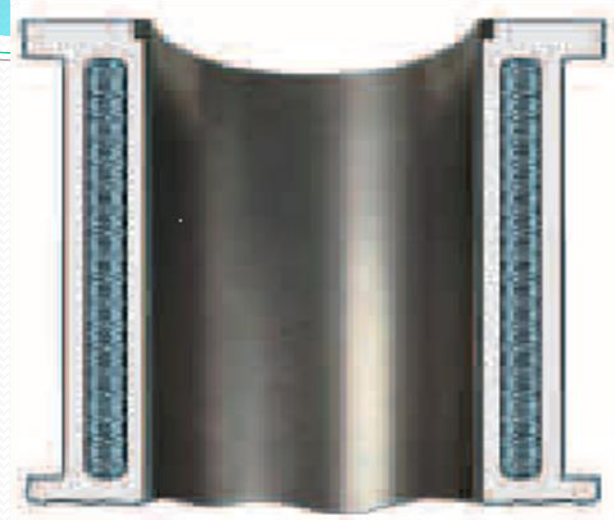
Silindirlerin blok içindeki yapısal durumu iki şekilde olmaktadır. Birinci durumda; blok içi, doğrudan doğruya yöntemine uygun biçimde işlenerek, silindirler oluşturulmaktadır. İkinci durumda ise, blok içerisine “silindir gömleği” denilen ayrı parçalar çakılmaktadır. Silindir içerisinde, yanma sonucu sıcaklık 2000°C 'ye kadar çıkmaktadır. Bu nedenle; silindirlerin silindir kapağının (yanma odasının) ve pistonun soğutulması gerekmektedir. Bu soğutma, su ya da hava ile sağlanmaktadır.

Su ile soğutulan motorlarda, silindir gömleği su ile temas halinde ise, bu gömleklere yaş gömlek ve su silindir gömleğine temas etmiyor ise, bu tip gömleklere de kuru gömlek adı verilmektedir



Yaş silindir gömleklerinde, gömlek su ile direkt temasta olduğundan, soğutma etkinliği daha yüksektir. Özellikle karter bölmesine suyun sızması için gömlek ile silindir arasına contalar yerleştirilmektedir. Contanın zedelenmesi, soğutma suyunun kartere inmesine neden olur. Silindir blokunu, dayanım yönünden zayıflatması da, yaş gömleğin ayrı bir sakıncası olmaktadır. Buna karşın, motorların revizyonu (tamiri) sırasında kolayca değiştirilmeleri, en önemli yararlı yönüdür.

Kuru silindir gömlekleri, genellikle birkaç defa revize edilerek silindir cidar kalınlığı iyice azalmış gömleksiz motor bloklarına çakılır. Böylece, en büyük silindir çapı ölçüsüne ulaşmış ve yeniden rektifiye (taşıma ve honlama) yapılması olanaksız olan motor bloklarından yararlanılmış olmaktadır. Kuru gömlekler, silindirlerin, motor blokundan çok daha sert ve kaliteli olması istenen motorlarda, yeni motora da çakılmaktadır. Bunlarda, ısının soğutma suyuna iletilmesi yaş gömleklerdeki kadar iyi değildir.



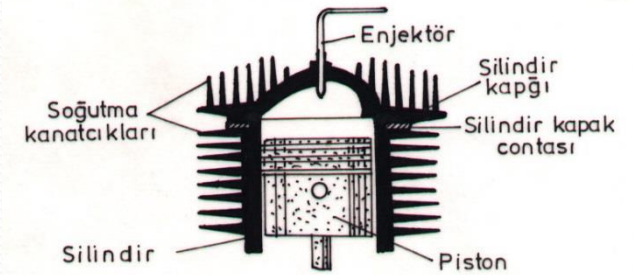
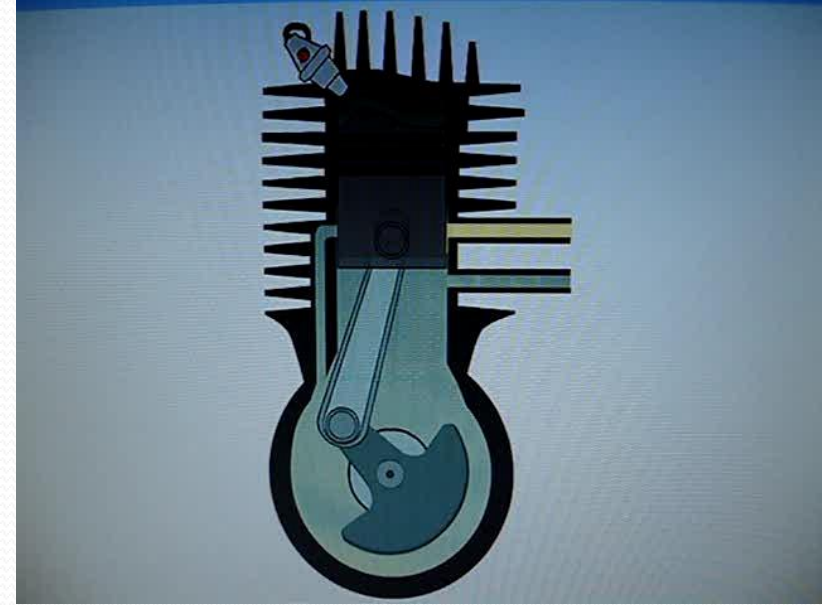
Kuru Gömlek



Yaş Gömlek

Hava soğutmalı motorların silindirleri, genellikle, blok halinde değil, bireysel olarak dökülmektedir. Soğutma etkinliğini artırmak için silindirlerin dış yüzeylerinde bulunan çok sayıdaki kanatçık yardımıyla yüzey alanı büyütülmektedir.

Hava soğutmalı motorların silindirleri, hafif metal alaşımlarından ya da dökme demirden yapılmaktadır. Hafif metal alaşımlarından dökümü yapılan silindirlerin, ısı iletimleri iyi ve ağırlıkları az olmaktadır. Buna karşın, gerilmelere ve sürtünmelere karşı dayanımları pek iyi değildir. Bu nedenle, silindir iç yüzeyleri dayanıklı malzemelerle kaplanmalıdır. Hava soğutmalı motor silindiri hafif metalden dökülecek ise, ya döküm sırasında silindir gömleği dökme demirden yapılmakta (özel yöntemle hafif metal ve dökme demir aynı anda dökülmekte), ya da silindir içi aşınmaya dayanıklı malzeme ile galvanize edilmektedir. Bu motorlara, silindir gömleğinin çakılması tehlikelidir. Çünkü, hafif metalin genleşme katsayısı fazla olduğundan, yüksek sıcaklıklarda gömleğin yerinden çıkma tehlikesi vardır.



Silindir iç yüzeyinde, çalışma sonucu oluşan aşınma yanma odasına yakın kısımlarda daha fazla, kartere yakın kısımlarda ise daha az olmaktadır. Bunun başlıca nedeni, yanma sonucu silindirin ÜÖN' ya yakın kısımlarının daha fazla ısınması ve yağlama yağlarının yağ segmanları tarafından bu bölgelere iyi taşınamamasıdır.

Aşınmalar sonucunda silindir, büyük çapı ÜÖN tarafında olan bir kesik koni şeklini alır. Ayrıca iç basıncın yarattığı ve pistonun dönüş yönüne bağlı olarak ortaya çıkan yanal kuvvetlerden dolayı da, silindir üstten bakıldığında oval olarak aşınır. Piston üzerindeki segmanların sürtünmediği, silindirin her iki ucundaki alt ve üst ölü noktalara yakın kısımlar ise, aşınmayarak ilk çaplarını korurlar. Bütün bu nedenlerden dolayı, kullanılmış ve eskimiş motorlarda, piston ve segmanlar silindir yüzeyine tam oturmayarak, yanma odasında kesin kapalı hacim oluşmasını engellemiş olurlar. Sonuçta, karter bölmesindeki yağlama yağının yanma odasına ve sıkıştırma sırasında da havanın yada yakıt hava karışımının karter bölmesine geçmesi söz konusudur. Bu olaylara bağlı olarak, motorun yağ tüketimi ve yakıt tüketimi artmakta, gücü ise düşmektedir. Ayrıca, pistonun, silindir içinde yapacağı vuruntulu çalışmadan dolayı gürültü artacaktır.

Motorun yağ yakması sonucu oluşan egzoz gazı, mavi renkte olduğundan, kullanılmış motorların durumunun pratik yöntemle saptanmasında, bir ölçü olabilmektedir. Kesin sonuca varabilmek için, yanma odasında oluşacak sıkıştırma basıncı ölçülmelidir.

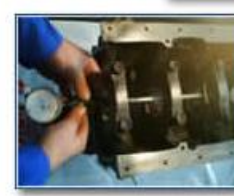
Rektifiye edilecek motorlarda, silindir çapları, silindirin toplam boyunca ve tüm yönlerde ölçülerek, en büyük çap (en fazla aşınan bölge) saptanmalıdır. Rektifiye sonucunda oluşacak yeni silindir çapı, ölçülen en büyük çaptan daha küçük olamaz. Motorun tamiri sırasında, yeni silindir çapı ile piyasada yedek olarak bulunan piston ve segmanlar uyum içinde olmalıdır. Bu nedenle, silindir çapları 0,010 in (0,25 mm) ve katları kadar ve en fazla 0,060 in (1,5 mm) büyütülmektedir.



Yüzey pürüzlük ölçme sistemi 2



Yüzey pürüzlük ölçme sistemi



Son Kontroller



Silindir Kapak Test Makinası



Son Kontrol

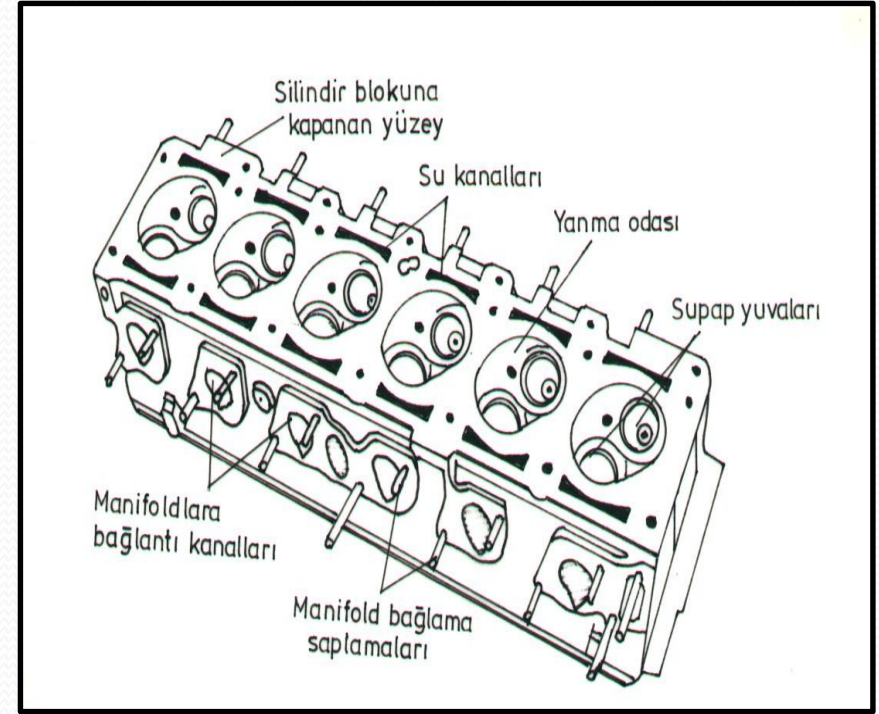


Sertlik Ölçme Cihazı

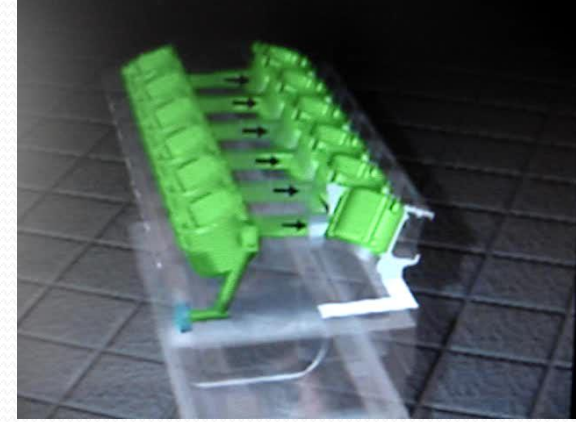


3.1.2. Silindir kapağı ve yanma odası

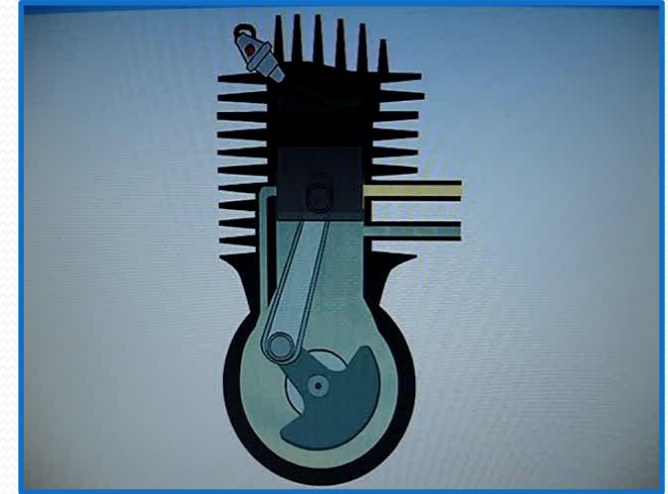
Silindir kapağı, silindirleri üstten kapatarak, gaz kaçırmayacak şekilde, yanma odasının oluşturulmasına yardımcı olan sabit bir parçadır. Çok silindirli motorlarda, tek bir parça olabileceği gibi her silindir için ayrı kapak da olabilmektedir. Silindir ile kapak arasına, sızdırmazlığı sağlamak için, conta konmaktadır. Silindir kapağı üzerinde, motorun yapısına bağlı olarak, emme ve egzoz supap yuvaları, buji ya da enjektör tespit deliği bulunabilir. Silindir kapağı, silindir blokuna özel saptamalarla bağlanmaktadır. Tamir sırasında, kapak cıvataları firmaların önerdiği sıraya göre ve belirli kuvvet ile sıkılmalıdır.



Su ile soğutulan motorlarda, soğutma suyu silindir blokundaki su kanallarından, bunlara karşılık gelen silindir kapağındaki su kanallarına geçerek soğutmayı sağlamaktadır. Su soğutmalı motorların silindir kapakları, genellikle motor blokuyla aynı malzemedен olmak üzere, alüminyum alaşımlarından yada dökme demirden imal edilmektedir.



Hava soğutmalı motorların silindir kapaklarının hemen tümü, hafif metal alaşımlarından ve kanatçıklı yapıda dökülmektedir. Soğutma kanatçıkları, soğutma yüzeyini büyüterek etkinliği artırmaktadır.



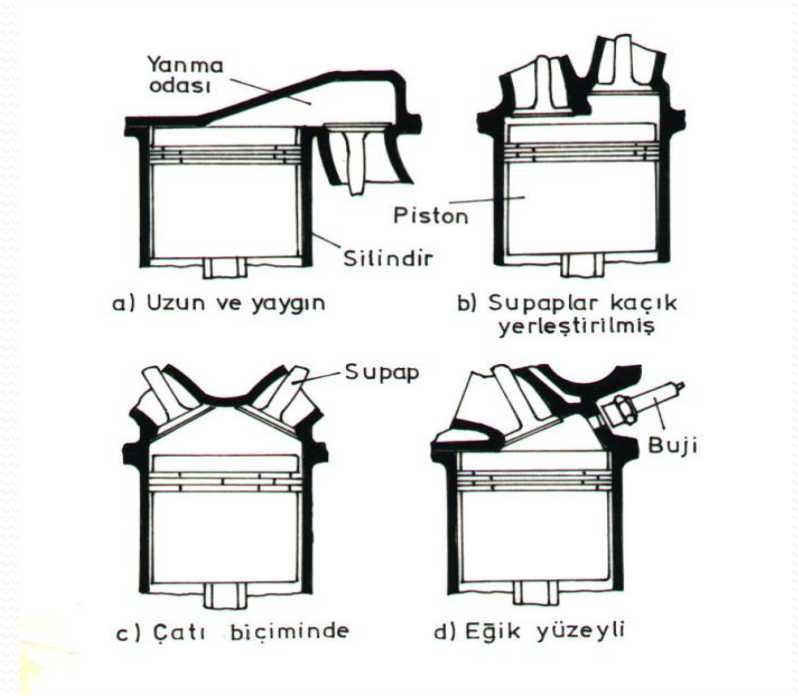
Silindir kapağı yapısının oluşturulmasında en etkili unsur, **yanma odası** olmaktadır. Yanma odasının yeri ve biçimi ise, öncelikle, motorun tipine bağlı olmaktadır. Supapların açılış biçimi ve yerleri de , yanma odasına (yani motorun tipine) bağlıdır. Genel olarak içten yanmalı motorların tümünde ve içten patlamalı motorların büyük bir kısmında supaplar üstten açılmaktadır. Bu yapıda, supap açma mekanizmaları da silindir kapağı üzerinde yer almaktadır.

Yanma (sıkıştırma) odası, piston ÜÖN'ya geldiğinde, piston ile silindir kapağı arasında kalan ve motor tiplerine göre çok değişik biçimlere sahip bulunan boşluğa denilmektedir. Motor yakıtları incelenirken de görüldüğü gibi, yanma olayının başlatılması ve sürdürülmesi, motorun tipine (yakıtın cinsine) bağlı olarak, farklı şekillerde olmaktadır. Yanma odasının biçiminin oluşturulmasında, yakıt hava karışımının ve yanmanın oluş şekli, vuruş durumu ve motorun gücü etkili olmaktadır. Büyüklüğünü ise sıkıştırma oranı belirlemektedir.

Yanma odası, olanaklar elverdiğince derli toplu ve küçük yüzey alanlı olmalıdır. Teorik olarak en uygun yanma odası küre biçiminde olmalı ve yanma kürenin merkezinden başlayarak, alev yolunun en kısa olması sağlanmalıdır. Supapların yerleşme durumu ve piston yüzeyinden dolayı bu ideal yapıdan uzaklaşmaktadır.

5.1.2.1. İçten patlamalı motorlarda yanma odası

Uzun ve yaygın (Ricardo) biçimli yanma odası, supapları aşağıdan açılan motorlarda uygulanmaktadır. Uzun yanma yolu ve köşelerde biriken yanma artığı kurumlar vuruntulu çalışmaya neden olduğundan, bu tip yanma odaları günümüz motorlarında çok az kullanılmaktadır. Supaplar kaçık yerleştirilmiş yanma odaları, yakıt-hava karışımının, girdap hareketi ile iyice karışmasını sağlamaktadır. Çatı biçimi ve eğik yüzeyli yanma odalarında, olanaklar ölçüsünde, küresel yapıya yaklaşılmaya çalışılmıştır.



İçten yanmalı motorlarda yanma odası

İçten yanmalı motorlarda, yanma odasına sıkıştırılarak sıcaklığı iyice yükselmiş hava üzerine yakıt püskürtülür. Yakıtın tutuşması kendiliğinden olmaktadır. Bu nedenle, yakıtın kendiliğinden tutuşmaya elverişli olması gerekmektedir. **Tutuşmanın gecikmesi, yanma odasına çok miktarda yakıt püskürtüldükten sonra yanmanın başlaması demektir.** Böyle bir yanmada, aynı anda, yanma odasının tüm bölgelerinde birden yanma başlayabilir. Bu şekilde ortaya çıkan kontrolsüz yanma sonucu, vuruntulu çalışma meydana gelir. Yakıtın tutuşmaya elverişliliği setan sayısı ile belirlenir. Setan sayısı yüksek (kendiliğinden tutuşmaya meyilli) yakıt, enjektörden yanma odasına püskürtüldüğünde tutuşarak, püskürtme sırasında düzenli olarak yanar.

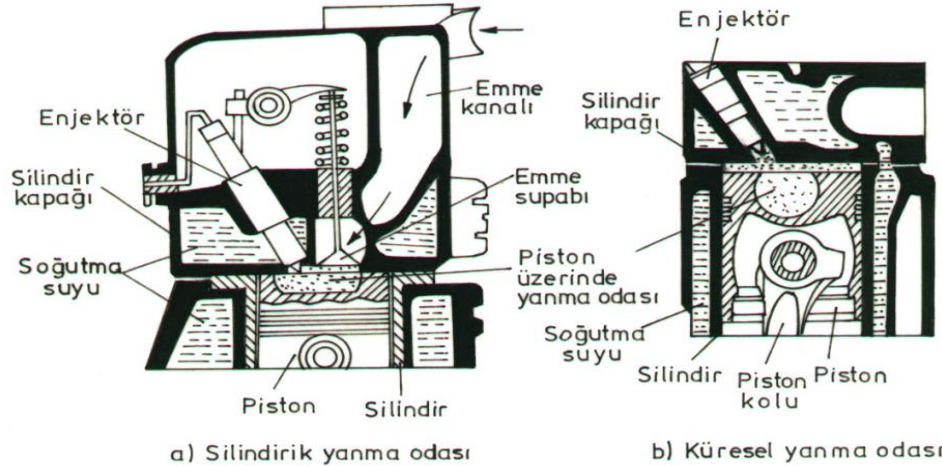
İçten yanmalı motorların yanma odaları, motorun ilk çalıştırılması ve vuruntusuz çalışma yönünden, gerçekten çok önemlidir. Bu nedenle, içten yanmalı motorların gelişmesi sürecinde, pek çok firma değişik tip yanma odası uygulayarak soruna çözüm bulmaya çalışmıştır. Günümüz modern motorlarında da çok değişik tipleri olmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan temel tipler;

1. **Direkt püskürtmeli yanma odaları,**
2. **Ön yanma odalı yanma odaları,**
3. **Girdap odalı yanma odaları**

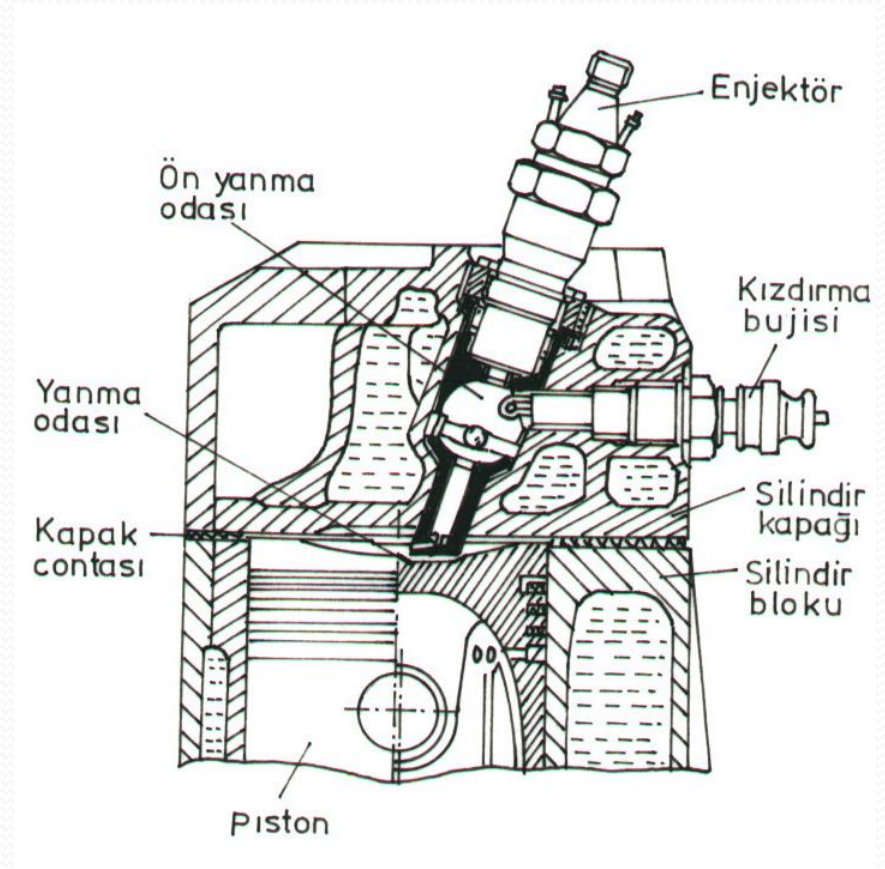
olmak üzere üç grup altında toplanabilir.

Direkt püskürtmeli motorların yanma odaları, genel olarak, Şekil 3.8'de görülmektedir. Bu motorların yanma odaları en basit yapıdadır. Dışarıya ısı iletiminin az olması için, yüzey alanları olanaklar elverdiğince küçük tutulmuş ve piston içine yerleştirilmiştir. Şekilleri küresel veya silindirik olmaktadır. **Karışımın oluşması, büyük ölçüde enjektörün** özelliklerine bağlı olmaktadır. Enjektör püskürtme basıncının çok yüksek (2000 bar'a kadar) ve memenin çok delikli olması, yakıtın iyi dağılmasını sağlamaktadır. Sıcak hava üzerine püskürtülen yakıt çabucak tutuşmakta ve alevin yayılma hızı 20 m/s civarında olmaktadır

Direkt püskürtmeli motorlarda, **ilk hareketin kolaylaştırılması** için genellikle yardımcı bir organ yoktur ve bunların özgül yakıt tüketimleri düşüktür. Bu yöntemin sakıncalı yönü, motorun daha **gürültülü ve sert çalışmasıdır**. Direkt püskürtmeli içten yanmalı motorların geliştirme çalışmalarında; maksimum iç basıncın ve gürültünün azaltılması, yumuşak yanmanın sağlanması, egzoz gazındaki **CO oranını** azaltarak, özgül yakıt tüketiminin daha da düşürülmesi konuları yer almaktadır.

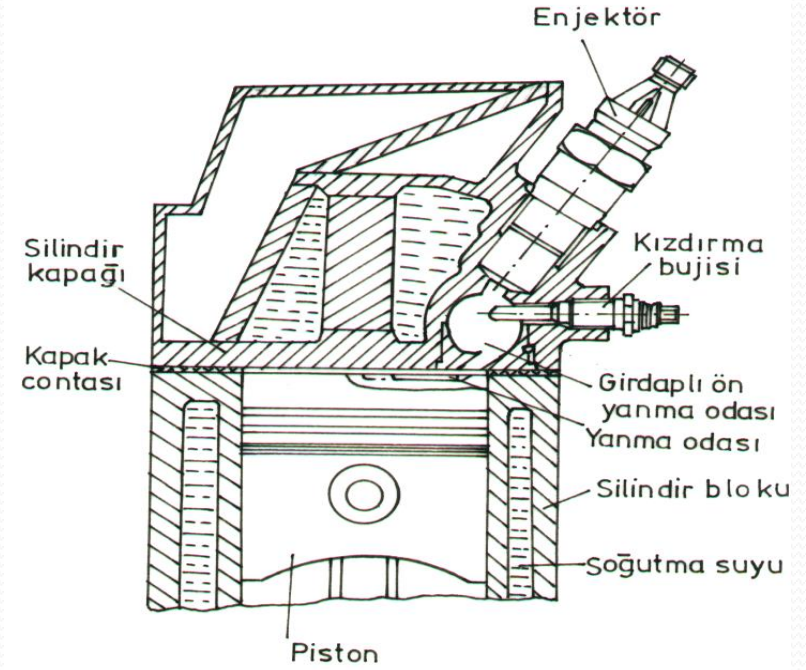


Ön yanma odalı yanma odası yönteminde, yakıt **450 bar** civarında bir basınç ile ön yanma odasına püskürtülür. Ön yanma odasına sıkıştırılmış bulunan havanın oksijeni, yakıtın ancak bir kısmının yanmasına yeterli olmaktadır. Geriye kalan yakıt, burada meydana gelen yanmanın sonucu iyice dağılmış durumdadır ve yüksek basıncın etkisiyle, yanmış gazlarla karışık olarak asıl yanma odasına hızla üflenir. Gayet iyi ısınmış ve dağılmış olan bu yakıt, asıl yanma odasında mükemmel bir şekilde yanar. Bu yöntemle, düşük devir sayıları ve kısmi yüklerde bile, **karışımın çok iyi oluşması** sağlanmaktadır.



Motor sıkıştırma zamanında iken, sıkıştırılan havanın akımıyla ön yanma odası gayet iyi soğutulur. Diğer bir soğutma olanağı da yanma odasının geniş yüzey alanıyla sağlanmaktadır. Bu şekilde sağlanan iyi soğutmanın sonucu olarak, bu tip motorların soğuk koşullarda ilk harekete geçmesi, direkt püskürtmeli motorlara oranla daha zor olmaktadır. Bu nedenle, ön yanma odasına yerleştirilmiş bulunan kızdırma bujileri ile, ilk çalıştırmada bir süre ısıtma yapıldıktan sonra marşa basılmalıdır. Kızdırma bujisi ön yanma odasındaki az miktarda havayı kolayca ısıtarak ısıtma teli akkor hale gelmektedir. İlk çalıştırmada, çoğu kez püskürtülen yakıtın kolayca tutuşmasını kızdırma bujisinin akkor teli sağlamaktadır. Bu motorlarda emilen hava, emme kanalına yerleştirilen ısıtma plakalarıyla da ısıtılabilir.

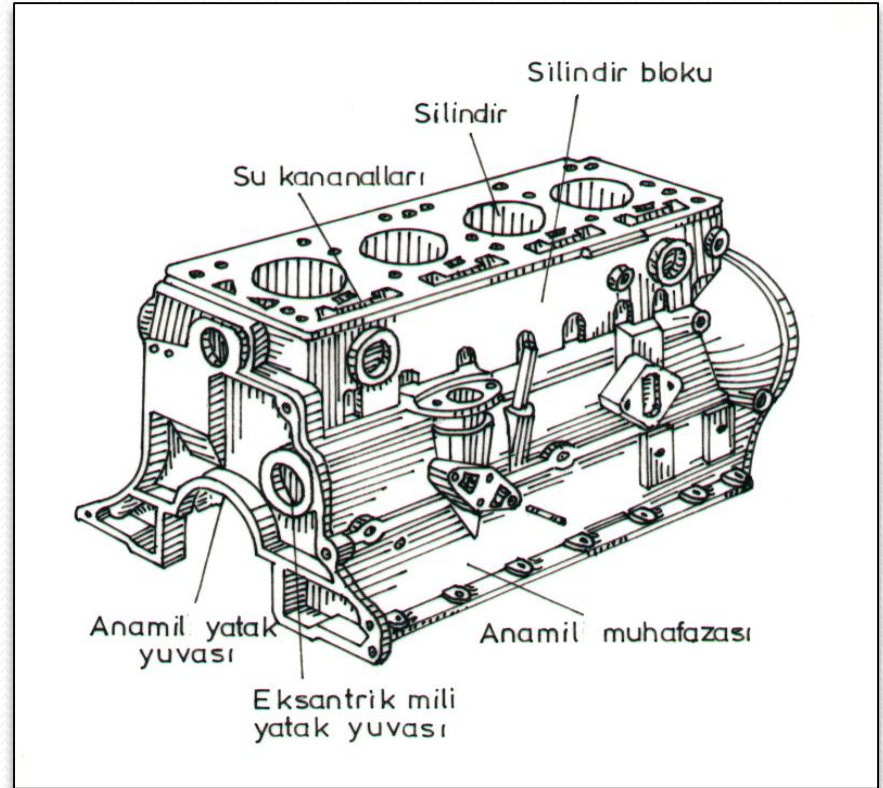
Girdap odalı içten yanmalı motorlarda da, yakıtın tümü, asıl yanma odasından bir kanalla ayrılmış bulunan girdap odasına, **450 bar** basınç ile püskürtülür. Bunda da, ilk çalıştırmada, havanın ısıtılması **kızdırma bujisi** ile sağlanmaktadır. Girdap odasını asıl yanma odasına bağlayan kanal, diğer yöntemdekine göre daha büyük kesitlidir. Sıkıştırma zamanında, pistonun hızla yanma odasına doğru ittiği hava, fazla dirençle karşılaşmadan girdap odasına dolarak, orada çok şiddetli bir girdap oluşturur. Girdap odasının küresel yapısı ve bağlantı kanalının genişliği nedeniyle, buradaki girdap hareketi esas yanma odasındaki havayı da çok iyi bir şekilde hareketlendirir ve karıştırır. Sıkıştırma sonucu ısınmış ve hızla hareket eden hava içine püskürtülen yakıt, mükemmel bir şekilde dağılır ve yanar.



3.1.3. Anamit muhafazası ve karter

Karter, anamit muhafazası ile birlikte, anamit ve eksantrik miline yataklık eder, ayrıca, motoru alttan sarar. Anamit muhafazası, anamit yatakları ekseninden iki kısma ayrılabilir. Genellikle, anamit üst muhafazası silindir bloku ile birlikte dökülür. Ayrı döküm yapıldığında, bloka **civatalarla** bağlanır.

Karter adı verilen alt muhafaza, motorun altını tamamen kapatır ve yağlama yağına depo görevi yapar. Karterin ayrı bir parça olarak imali, anamitin kolay monte edilmesi yönünden yararlıdır. Karter bölmesi içinde gazlar ve yağ buharları sürekli olarak bulunmaktadır. Bu nedenle karter havalandırma borusu hava filtresi yada emme manifoldu ile bağlantılıdır.



Motorlar ve Traktörler Dersi Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU

Anamil muhafazası, pik döküm veya hafif metal alaşımlarından imal edilmektedir. Su soğutmalı motorlarda, karter üst muhafazası ve silindir bloku aynı malzemedен birlikte dökülmektedir. Hava soğutmalı motorlarda, hafif metal alaşımlarından, ayrı bir parça olarak imal edilmekte ve civata ile bağlanmaktadır.

Motor taşıtın gövdesine, anamil muhafazasının dış kısmında yer alan tespit kulakları ile bağlanmaktadır. Motordan gelen titreşimlerin taşıta geçmemesi ve zeminden gelen titreşimlerin şasiden motora geçmemesi için, lastik-metal bağlama takozları veya hidrolik amortisörlü bağlama üniteleri kullanılmaktadır.

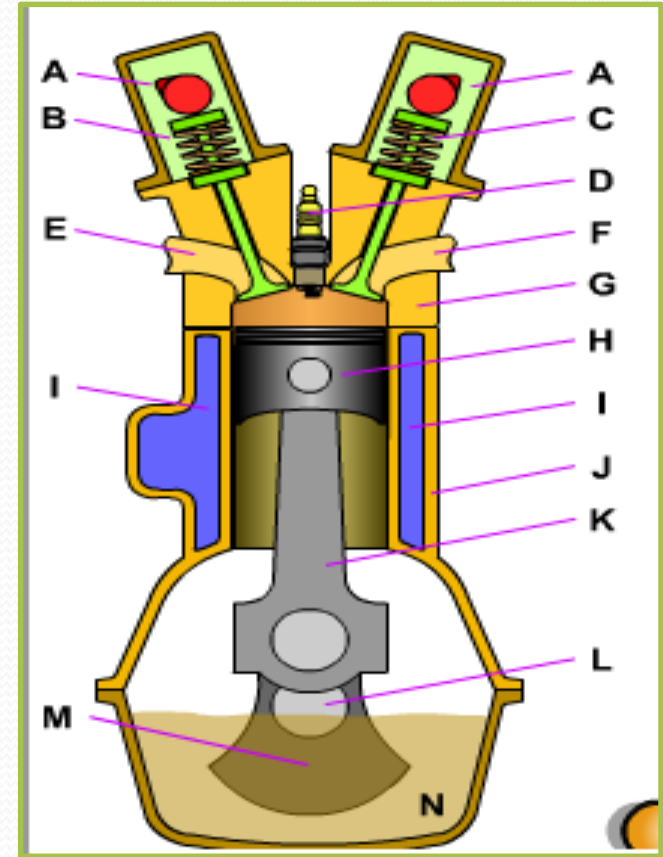
Genellikle bir örtü görevi yapan ve yük taşımayan karter, 1...1,5 mm kalınlığında çelik saç malzemedен presleme ile yapılmaktadır. İki zamanlı motorlarda, karter yüksek basınç altında bulunduğundan, anamil üst muhafazası ile tek parça olarak ve daha kalın malzemedен imal edilmektedir.

3.2. Motorun Hareketli Parçaları

Termik motorlarda, yanma odası ve silindir içinde oluşan yüksek basıncın piston üst yüzeyine etkimesiyle meydana gelen mekanik işin motor dışına, dönü hareketi olarak, aktarılması motorun hareketli parçaları yardımıyla olmaktadır.

Bunlar;

1. Piston,
2. Piston kolu,
3. Ana mil,
4. Volan.



3.2.1. Piston

Piston, silindir içerisinde, AÖN ve ÜÖN arasında gidip gelme hareketi yaparken, **dört önemli görevin yerine getirilmesini sağlamaktadır:**

1. Yanma odasını alttan, kartere karşı kapamakta ve silindir içinde yaptığı alternatif hareket sırasında da kesin **sızdırmazlık** sağlamaktadır.

2. Yanma sonucu oluşan gaz basıncının yarattığı etkiye kuvvetini, piston kolu aracılığıyla, **anamile iletetek**, onun dönü hareketi yapmasını sağlar. Bu sırada oluşan yanal kuvvetleri, silindir yüzeyine sürtünerek karşılar.

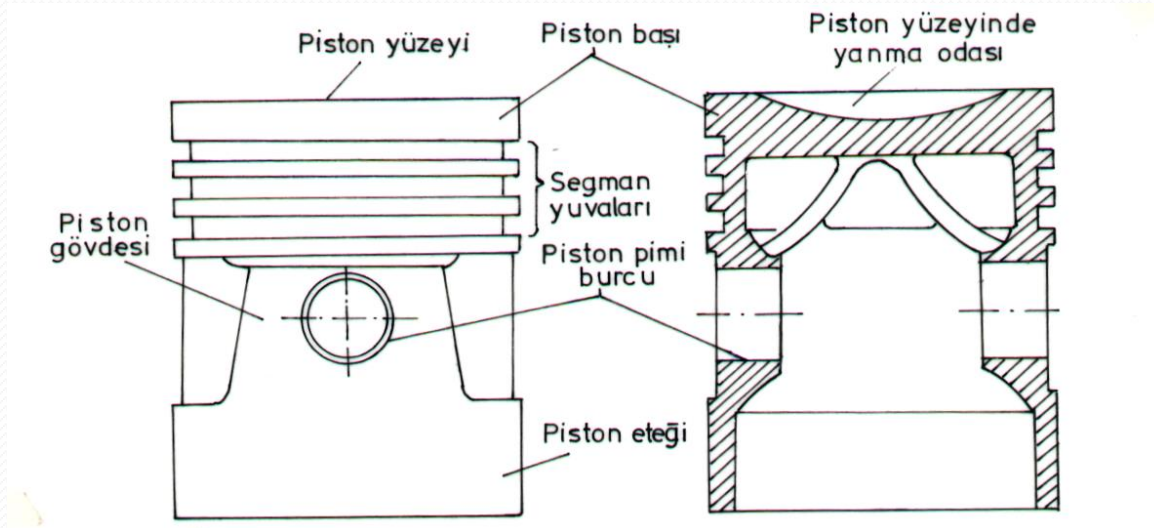
3. Yanmış gazların, yüksek sıcaklıkları nedeniyle, piston üst yüzeyine vermiş oldukları **ısı enerjisinin büyük bir kısmını, mümkün olan en kısa zamanda silindirlere iletetek**, oradan da soğutma materyaline geçmesine yardımcı olur.

4. Yaptığı alternatif hareket ile **zamanların oluşmasını** sağlar. **İki zamanlı motorlarda**, özel yapısı ile, emme ve egzoz gazlarının değişimini düzenler.

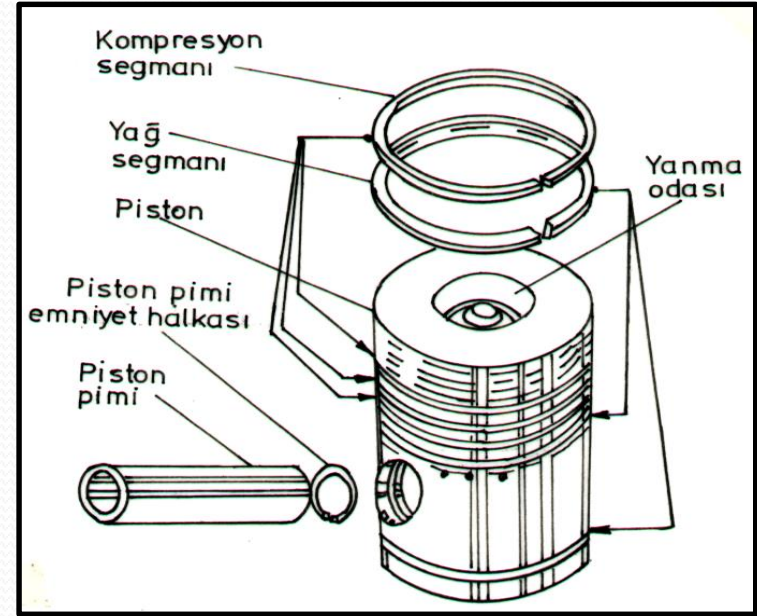


Piston silindirik bir yapıda olup; piston yüzeyi, piston başı, segman yuvaları, piston gövdesi, piston pimi burcu ve piston eteği gibi kısımlardan oluşmaktadır. Bir çok motor tipinde, yanma odasının bir kısmı ya da tümü piston yüzeyinde yer alan çukurluk biçiminde olmaktadır. Piston yüzeyi, bazı motorlarda, supapların konumuna ve yanma odasının biçimine bağlı olarak, çeşitli şekiller almaktadır. Piston yüzeyinin (tepesinin) kalınlığı, iletilmesi gereken ısı miktarı ve en büyük iç basınca bağlı olmaktadır.

İki zamanlı motor pistonlarının yüzeyinde, silindire emilen gazların iyi bir süpürme yapabilmesi ve yanmış gazlara karışmaması için, burun adı verilen bir çıkıntı vardır olmaktadır.



Segmanlar, görevleri yönünden, iki grup altında toplanırlar. Silindir içerisinde sıkıştırma ve yanma sonucu oluşan yüksek basınçlı gazların, piston ile silindir yüzeyi arasındaki boşluktan kaçmasını önleyen halkalara kompresyon segmanları ve silindirin yağlanmasını sağlayanlara da yağ segmanları denilmektedir



Kompresyon segmanları: Bunlar, yanma odasının karter bölmesinden kesin olarak ayrılmasını sağlarlar. Pistonun silindir içindeki gidip gelme hareketi sırasında, silindir çeperlerine sürekli olarak sürtünerek, hassas bir biçimde **gaz geçişini engellerler**. Böylece, motor gücünün azalması ve yağlama yağının kirlenmesi önlenmektedir. Kompresyon segmanlarının önemli bir görevi de, pistondan silindire **ısı iletimini** sağlamaktır. **Sayıları 2...4** kadar olup, piston üst yüzeyine yakın olarak yerleştirilirler.





Yağ segmanları: Pistonun silindire sürünerek yaptığı hareket sırasında, aşınmanın en az düzeye indirilebilmesi için, silindir içerisi motor yağıyla yağlanmaktadır. Yağ segmanları, ÜÖN' dan AÖN' ya hareket sırasında bu yağı sıyrarak kartere indirmektedir. Böylece, yağın yanma odasına geçmesi engellenmiş olmaktadır. Bu segmanlar, üzerlerinde bulunan **deliklere topladıkları** yağ yardımıyla, pistonun yukarı hareketinde de, silindir çeperlerini yağlarlar. Yağ segmanlarının görev yapmaması durumunda, yağın yanma odasına geçerek mavi bir dumanla yanması ve yanma odasında kurum birikmesi meydana gelir. Ayrıca içerisi düzensiz yağlanacağından, silindir hızla aşınır. Yağ segmanları, piston pimi burcuna daha yakın yerleştirilmektedir. **Sayıları 1...2 adet olup, bazı motorlarda 2. segman piston eteğine de konabilir.**

Sıcaklık sonucu ortaya çıkan genleşmeyi karşılayabilmek için, segmanların iki ucu arasında bir boşluk bulunmalıdır. Silindir çapına ve malzemenin özelliklerine bağlı olan bu boşluk, ortalama 2...3 mm olmaktadır.

Segmanların silindir yüzeyine iyi bir şekilde ve belirli basınçla temas etmesini sağlamak için, silindir çapından biraz daha büyük imal edilerek çevresinden belirli uzunlukta bir parça kesilip çıkarılır. Pistonun silindire takılışı sırasında, bu boşluk kapanır ve gerilen segman belirli bir basınçla, sürekli olarak silindir içine sürter. Takılı durumda iken, segman uçları arasındaki boşluk genleşmeden dolayı olacak boyut değişmesini karşılayacak kadar büyük, gazların kartere kaçmasına engel olacak kadar da küçük olmalıdır. Montaj sırasında, segmanların ağızları birbirinden kaçık olarak yerleştirilmelidir.

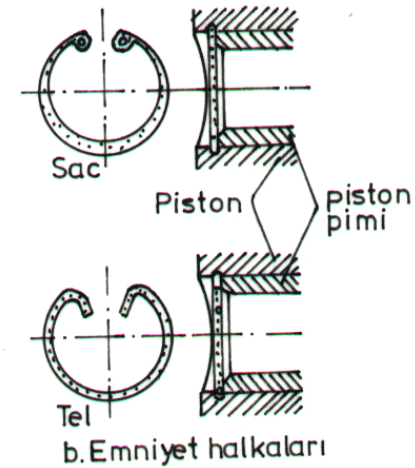
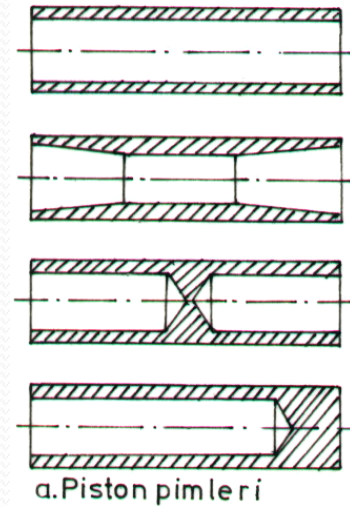
Piston pimi (perno)

Piston pimi, pistonu piston koluna bağlayarak pistona gelen kuvvetlerin kola iletilmesini sağlayan ara parçadır. Pistonla birlikte gidip gelme hareketi yaptığından, atalet kuvvetlerinin düşük olması için piston pimi de **hafif yapılı** olmalıdır. Ortaya çıkan iki yönlü darbeli yüklenmelerden dolayı, pim malzemesi **alternatif yüklenmelere dayanıklı** ve sünek olmalıdır.

Piston pimi ile piston burcu ve piston kolu burcu arasında uygun boşluk (gerekli tolerans) bulunmalıdır. Boşluğun gereğinden az olması, yağlama yetersizliğine ve buna bağlı olarak sürtünme aşınmalarının artmasına neden olur.

Piston pimlerinin ağırlığını azaltabilmek için, genellikle, **içeri boşaltılmaktadır**. Pim pistona takıldıktan sonra, çıkmasını **emniyet halkaları** engellemektedir (Şekil 5.21). Emniyet halkaları çelik sac yada telden yapılmaktadır.

Piston pimi normal koşullar için, **sertleştirilebilen çeliklerden** yapılmaktadır. İçten yanmalı motorlarda, serleştirilebilen yüksek kaliteli çelikler (örneğin; 17 Cr 3, 16 Mn Cr 5 ve 31 Cr Mo 12) pim yapımında kullanılmaktadır. Aşırı yüklenen motorlarda, nitrürasyon ile yüzey sertleştirilmesi yapılabilen çelikler (örneğin; 31 Cr Mo 12, 31 Cr Mo V 9) tercih edilmektedir.

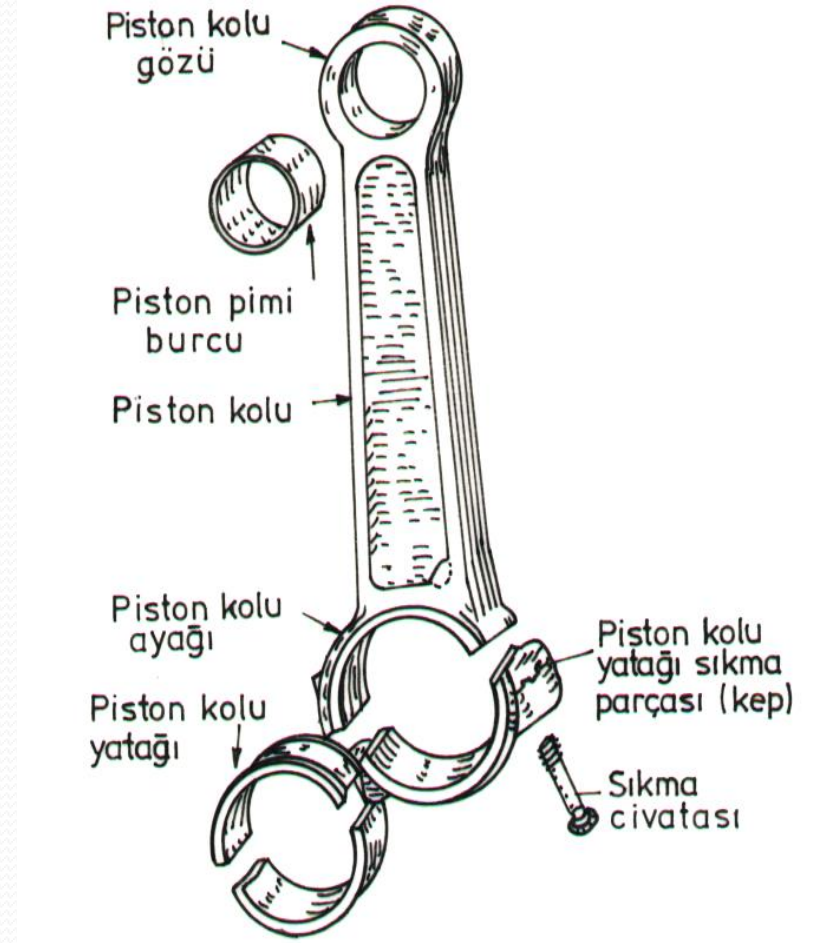


3.2.2. Piston kolu

Piston kolu, pistonu anamile bağlayarak, pistonu gelen kuvvetlerin anamile iletilmesini sağlar. Pistonun yaptığı gidip-gelme hareketi, kol yardımıyla, anamilde dönü hareketine dönüştürülmüş olmaktadır. Bir gidip gelmeye karşılık, anamil 360°'lik (1 devir) dönü yapmaktadır.

Piston kolunda iki yatak bulunmaktadır. İçerisinden piston piminin geçtiği yatak genellikle burç biçiminde olup, piston kolu gözüne yerleştirilmektedir. Anamil muylusunu içinde bulunduran ve iki parçadan oluşan yatağa piston kolu yatağı denilmektedir .

Piston pimi burcu ile piston piminin uygun yağlanabilmesi için, piston pimi burcu, piston kolu, piston kolu ayağı ve piston kolu yatağı üst parçasını boydan boya geçen bir yağ kanalı bulunmaktadır. Piston kolu yatağının yağlanması ise, anamil içinde bulunan yağ kanallarında basınçlı olarak taşınan yağla sağlanmaktadır.

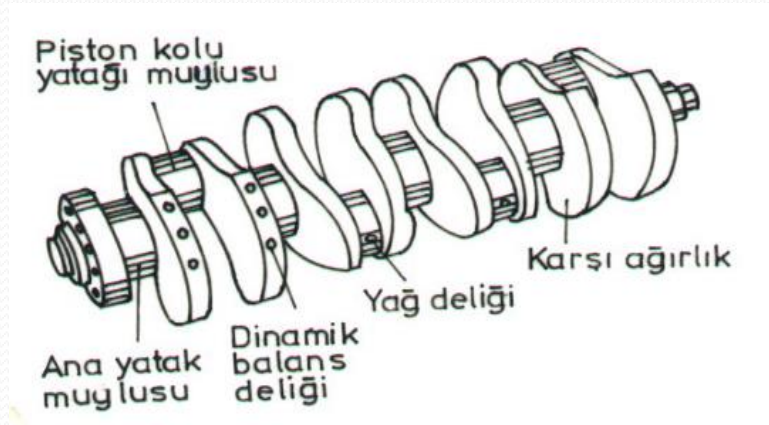


3.2.3. Anamil (krank mili)

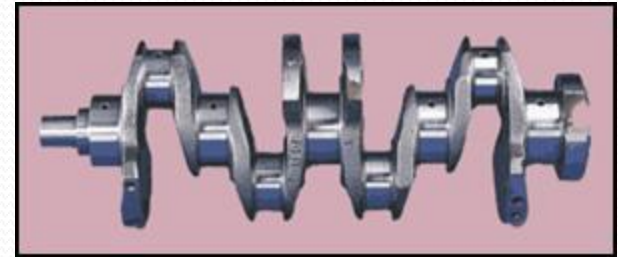
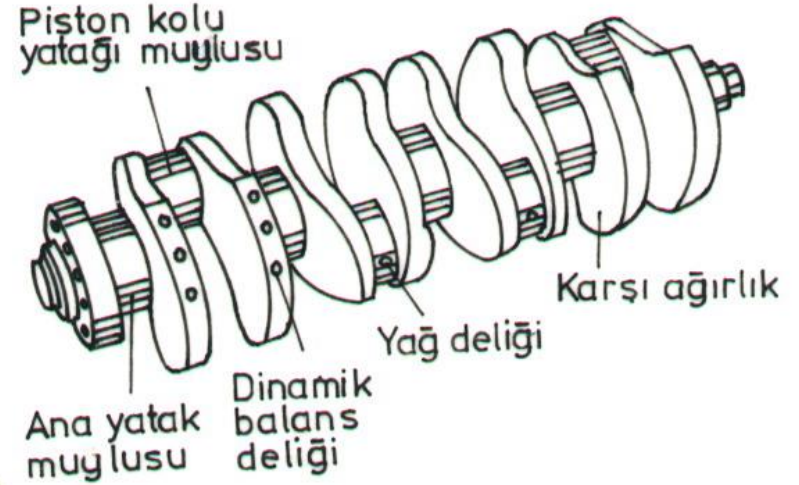
Anamil, pistonun gidip-gelme (alternatif) doğrusal hareketini, piston kolu yardımıyla, dönü hareketine dönüştüren dirsekli bir mildir. Şekillendirilme biçimi, motorun tipine ve silindir sayısına bağlı olmaktadır.

Anamilin başlıca görevi, piston kolunun kendisine taşıdığı, piston kuvvetlerini dönel kuvvetlere döndürerek, dönme momenti geliştirmektir. **Bu momentin büyük bir bölümü, volana bağlı kavrama ile, motor dışına taşınır. Geriye kalan bölümden ise, eksantrik milinin (genellikle bu milden hareket alan supapların, yağ pompasının, dağıtıcı-distribütör milinin, besleme pompasının), devridaim pompasının ve dinamomonun çalıştırılmasında yararlanır.**

Her strokta hızlanma ve yavaşlama biçimindeki hareketlerin ortaya çıkardığı piston ve piston kolunun atalet kuvvetlerini ve iş zamanında oluşan kuvvetleri, anamil karşılamak zorundadır. Ayrıca, kendi yapısı gereği, dönme hareketi sırasında oluşan santrifüj kuvvetler önem taşımaktadır. Tüm bunların sonucunda **anamil; burulma, eğilme, titreşim zorlanmalarıyla ve muylularda aşınma etkisiyle karşı karşıyadır.**



Anamil, eksenini boyunca sıralanan ve motora yataklanmasını sağlayan ana yatak muyluları ile, eksenden kaçık olarak yerleşmiş piston kolu yatak muylularını içermektedir. Bu muylular, uzantıları karşı ağırlık (dengeleme ağırlığı) biçiminde yapılan yanaklar tarafından birbirine birleştirilmektedir. Yanaklar içinde, bir muyludan diğerine çapraz biçimde uzanan ince yağ kanalları bulunmaktadır.



3.2.4. Volan

Volan, iş zamanında kazanılan enerjiyi depolayan ve diğer zamanlarda bu enerjinin kullanılmasını sağlayan bir organdır. Volanın başlıca görevleri, aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Üzerine halka şeklinde geçirilmiş bulunan volan dişlisi, marş motoru dişlisinden hareket alarak, motorun **ilk harekete geçmesini sağlar**.
2. İş zamanında üzerine aldığı enerji ile, ölü noktaların atlatılmasını ve diğer **zamanların oluşmasını** sağlar.
3. Büyük kütlesi nedeniyle, özellikle az silindirli motorlarda, **düzenli çalışmaya** yardımcı olur.
4. Motorun **güç çıkışının** yapıldığı elemanıdır. Üzerlerine monte edilen kavramalar yardımıyla, iş makinelerine güç aktarılmasını sağlarlar.

Volan, çelik ya da özel döküm demirlerinden imal edilmektedir. Anamile sağlam ve emniyetli bir biçimde bağlanmaktadır. Volanın statik ve dinamik balansı iyi bir şekilde yapılmalıdır.

3.3. Kumanda Organları

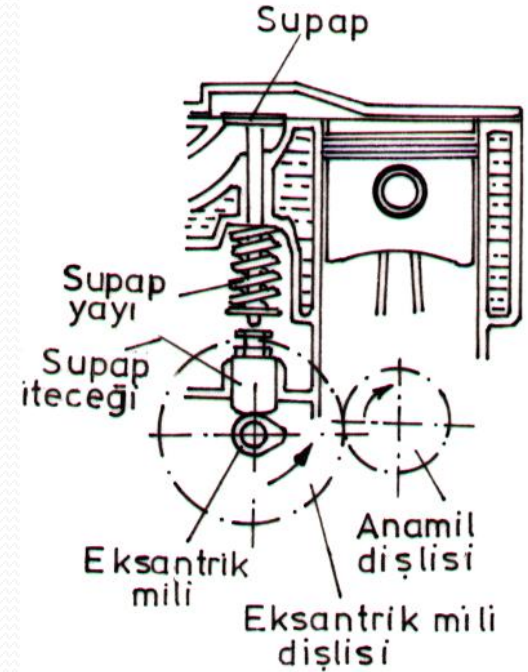
Kumanda organlarının görevi, emme zamanında silindir içersine taze gazların alınmasını ve egzoz zamanında yanmış gazların dışarı atılmasını sağlamaktır. Sıkıştırma ve iş zamanlarında her iki supap kapalı tutulmaktadır. Emme ve egzoz işlemlerinin başlangıcı ve bitişi, anamilin belirli açılarında, yani piston ölü noktalardan belirli uzaklıkta iken, olmaktadır.

Kumanda organlarının yapısı, özellikle supapların yerleştirilme biçimleri yönünden, motorun yapısına etkili olmaktadır. Hareket iletimi, anamil dişlisinden (zincir veya kayış dişlisi de olabilir) eksantrik mili dişlisine olmaktadır. Dört zamanlı motorlarda, anamil iki devir yaptığında, eksantrik mili bir devir yaparak, supapları bir defa açıp kapamalıdır. Bu nedenle, eksantrik mili dişlisinin diş sayısı anamil dişlisinininkinin iki katı olmaktadır. Eksantrik mili üzerindeki çıkıntılar, kuvvet iletimini sağlayan ara organlar yardımıyla, yaylar tarafından kapalı tutulan supapların açılmalarını sağlarlar. Milin dönmesi sırasında, eksantrik çıkıntı açma görevini yaptıktan sonra, supabın kapanması yayın gerdirme kuvveti ile kendiliğinden olur.

Kumanda hareketinin iletimine bağlı olarak, supapların konumları iki şekilde olmaktadır:

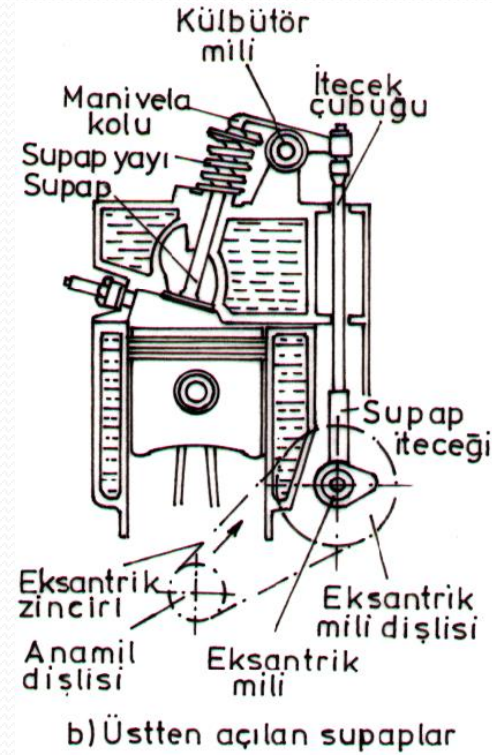
- 1- Alttan açılan supaplar,
- 2- Üstten açılan supaplar.

Altan açılan supaplar : Bu yapıda, supap yay tarafından AÖN yönünde çekilerek kapanmaktadır. Açılma işlemi, eksantrik çıkıntının supap iteğini yukarı doğru itmesiyle, yayın gerdirme kuvveti yenilerek sağlanmaktadır. Supaplar kapalı iken, itecek ile supap arasında bir boşluk kalmaktadır. Bu sistemde, yanma odası yayvan yapıda olduğundan terk edilmiş bir yöntemdir.



a) Altan açılan supaplar

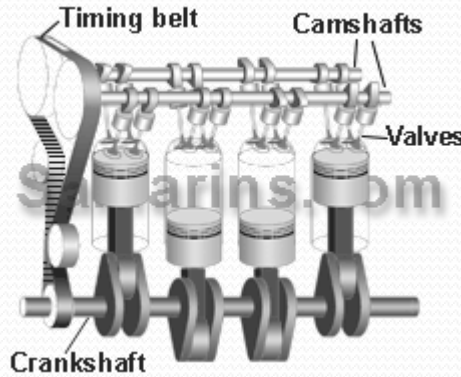
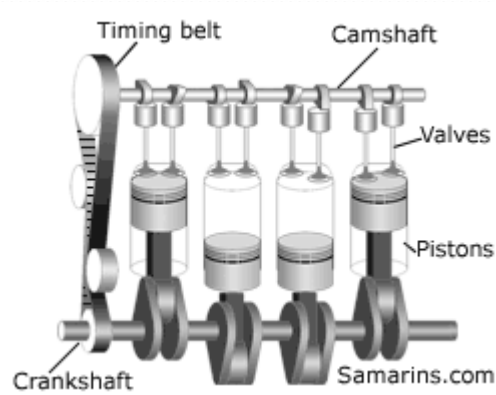
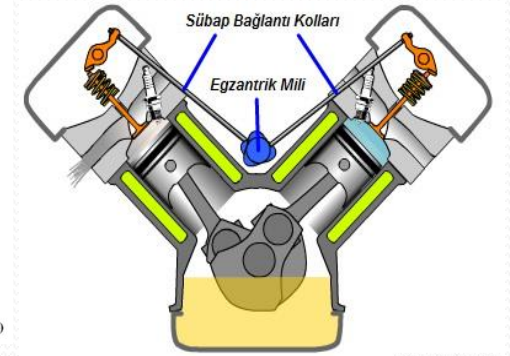
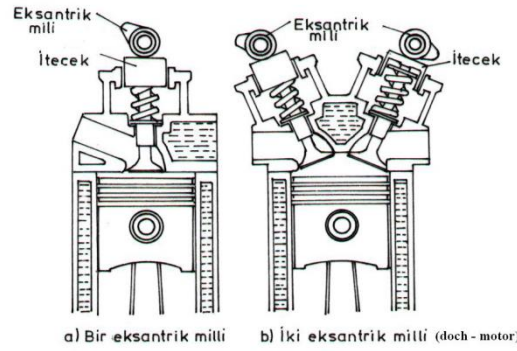
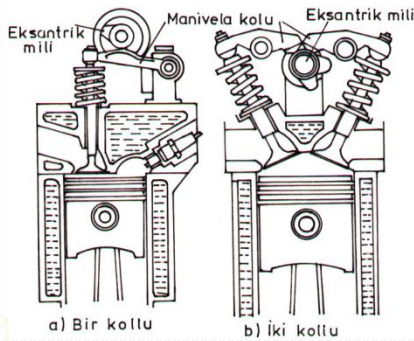
Üstten açılan supaplar : Üstten açılan supaplarda, yayın gerdirme kuvveti supabı yukarı doğru çekerek kapanmayı sağlamaktadır. Supaplar, silindir kapağında yukarıdan asılmış durumdadır. Günümüzde, hemen tüm motorlarda bu sistem, yanma odasına istenen biçimi sağlayabildiği için, kullanılmaktadır.



Hareketin eksantrik milinden supap itecekleri ve manivela kolu yardımıyla supaplara iletilmesi, seyrek olarak uygulanan bir yöntemdir. Yaygın olarak uygulanan iki yöntem ise,

1- Eksantrik mili silindir kapağının üstüne yerleştirilmiş olup (ohc: overhead camshaft) bir veya iki manivela koluyla supapların açılmasını sağlamaktadır.

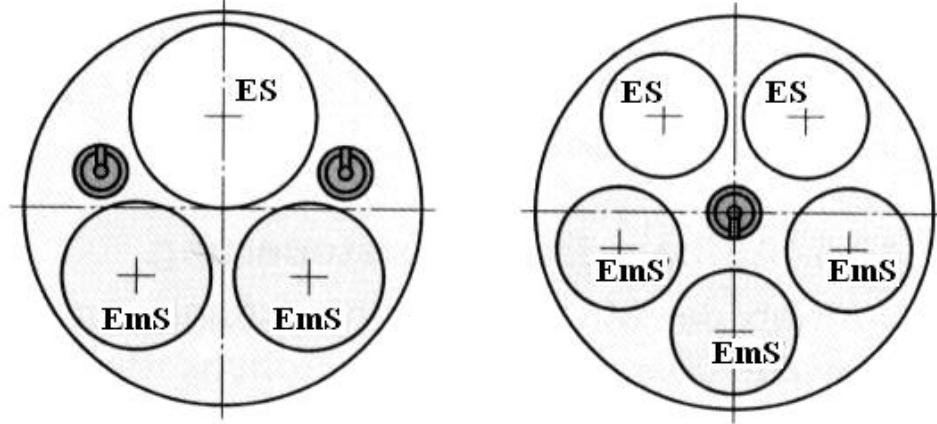
2- Silindir kapağının üstünde bulunan bir veya iki eksantrik mili (doch: double overhead camshaft), kova biçimindeki itecekleri, direkt olarak iterek supapların açılmalarını sağlamaktadır.



3.1.1. Supaplar ve yardımcı parçaları

Dört zamanlı motorlarda, silindir başına en az birer adet emme ve egzoz supabı bulunmaktadır. Emme supap tablası çapı ve supabın açılma miktarı, gaz emişini engellemeyecek kadar büyük olmalıdır. Egzoz sırasında gaz basıncının yüksek olması nedeniyle, egzoz supabı çapı daha küçük olabilir. Yüksek güçlü motorlarda, silindirlerdeki gaz değişiminin etkinliğini artırabilmek için, iki veya üç emme supabı, bir yada iki egzoz supabı bulunmaktadır. Üç supaplı motorda, iki emme supabı, daha büyük çaplı bir egzoz supabının karşısına yerleştirilmektedir. Bunun, silindir kapağında tam ortaya yerleştirilmesi mümkün olmazsa iki bujili çift ateşleme uygulanmaktadır. Böylece, karışımın daha iyi yanması sağlanmaktadır. Üç supaplı sistemde, supaplar ortak bir eksantrik milinden hareket almaktadır.

Beş supaplı motorlarda ise, üç emme supabı ve iki egzoz supabı maksimum akış kesiti sağlamaktadır. Buji, silindir kapağında tam ortaya yerleştirilmektedir. Üç emme supabı ve iki egzoz supabı için ayrı ayrı iki eksantrik mili kullanılmaktadır.

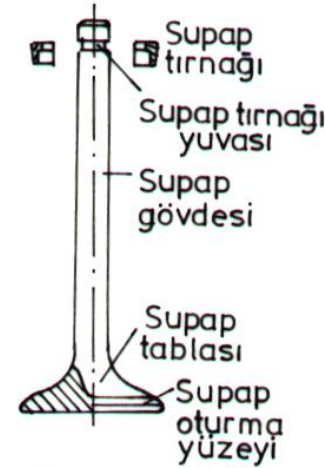
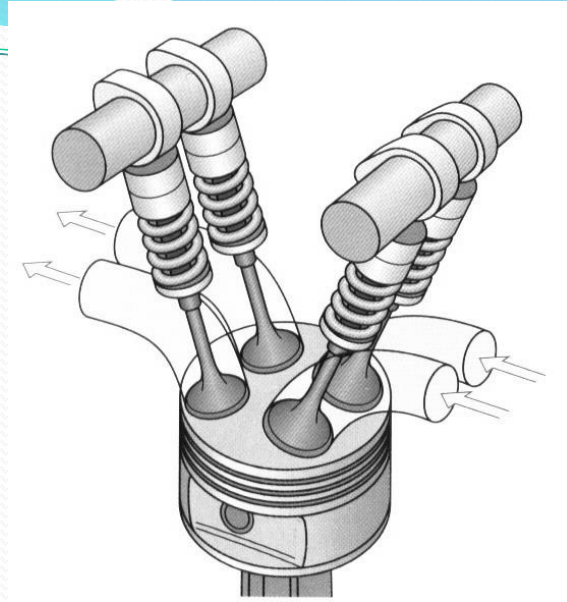


EmS: Emme supabı, ES: Egzoz supabı
a. Üç supap b. Beş supap

Çok supaplı olarak imal edilen motorların büyük çoğunluğunda dört supap tekniği kullanılmaktadır. Bunlarda, büyük çaplı iki adet emme supabı iki egzoz supabının karşısına yerleştirilmektedir. Buji, silindir kapağında ortalara yakın bir yerde bulunmaktadır. Bu sistemde, emme ve egzoz supapları ayrı eksantrik millerinden hareket almaktadırlar .

Bir supap, başlıca, **supap tablası ve supap gövdesi** kısımlarından oluşmaktadır. Supap tablasının, supap yuvasına oturma yüzeyi konik yapıda olmakta ve gövdenin uç kısmında, supap tırnaklarının oturduğu bir yuva bulunmaktadır (Şekil 5.31). Tabla oturma yüzeyinin koniklik açısı genellikle 45° olmaktadır. Supaplar kapalı iken gaz kaçırmayı engellemek için, supap tablası oturma yüzeyi ve supap yuvası hassas olarak taşlanmalı ve alıştırmalıdır.

Supaplar yüksek devirli motorlarda, dakikada 3000 kezden fazla açılıp kapanırlar. Açılırken, açma düzenleri supaba hızla çarpmakta, kapanmada ise, yayın etkisiyle supap tablası yuvaya sert bir şekilde oturmaktadır. Bu vuruntulu çalışma, supabın aşırı yüklenerek aşınmasına neden olmaktadır. Emme supabı, emilen soğuk gazlar tarafından düzenli bir şekilde soğutulmasına karşın, sıcaklığı 500°C civarına çıkmaktadır. Egzoz supabı sıcak gazlarla sürekli temas halinde olduğundan, supap tablası sıcaklığı 800°C 'ye kadar yükselmekte ve önemli kimyasal aşınmaların etkisi altında kalmaktadır. Emme ve egzoz supapları, bu nedenle, değişik malzemelerden yapılmaktadır.



a. Emme supabı



b. Ekzoz supabı

3.3.2. Eksantrik mili ve dişlisi

Eksantrik milinin görevi, motor çalışma zamanlarının oluşabilmesi için, emme ve egzoz supaplarının, gerekli anlarda, gerekli sıraya göre açılmalarını ve kapanmalarını sağlamaktır. Supapların açılma zamanları ve açık kalma süreleri, ana milin dönme açısına bağlı olarak, diyagramlar halinde, 3. bölümde verilmiştir. Açılma anını belirleyen, mil üzerindeki eksantrik çıkıntının başlangıcı olmaktadır. Açılma miktarı ve açık kalma süresi, eksantrik çıkıntının yapısına bağlıdır.

Yayvan yüzeyli çıkıntının kumanda ettiği supap, yavaş açılıp kapanmakta ve tam açık durumda çok kısa süre kalmaktadır. Eğik yüzeyli çıkıntıda ise, supabın açılıp kapanma süreleri çok kısa, tam açık kalma süresi uzun olmaktadır. İkinci tipte, aşınma yüksek olmasına karşın, silindirin dolma ve boşalmasını iyi sağladığından, yüksek güçlü motorlarda kullanılmaktadır. Yaygın olarak, bu iki tipin karışımı kullanılmaktadır. Çalışma yönüne göre, açma işlemini yapan yüzey yayvan ve kapamayı sağlayan yüzey eğik yapılırsa, mekanik aşınması az bir açılma, uzunca tam açık kalma ve hızlı bir kapanma sağlanmış olmaktadır.

