

# 5. Termik Motorların Ana Yapı Elemanları

**Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU**  
**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi**  
**Tarım Makinaları ve Teknolojileri**  
**Mühendisliği Bölümü**

# Termik motorların elemanları

## I. Ana yapı elemanları

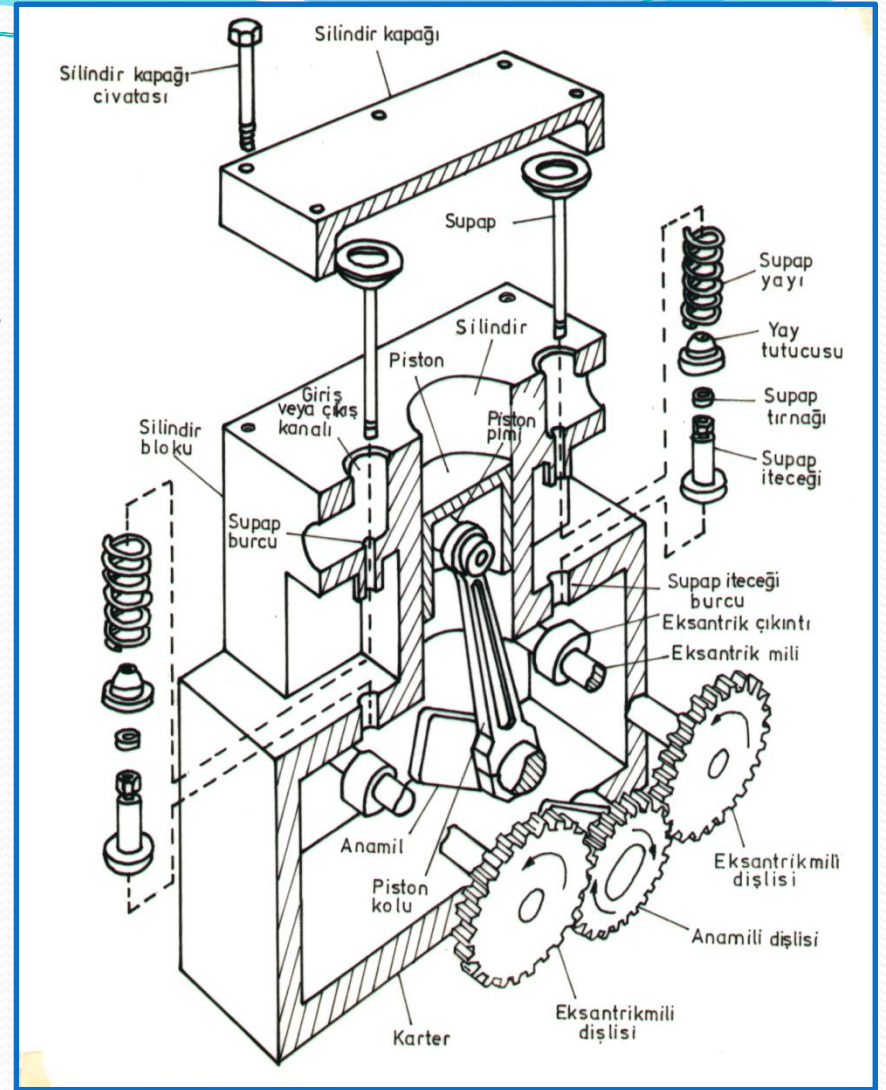
## II. Yardımcı donanımlar

- Yakıt donanımı
- Elektrik donanımı
- İlk hareket donanımı
- Ateşleme donanımı
- Yağlama donanımı
- Soğutma donanımı
- Aşırı doldurma donanımı

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,

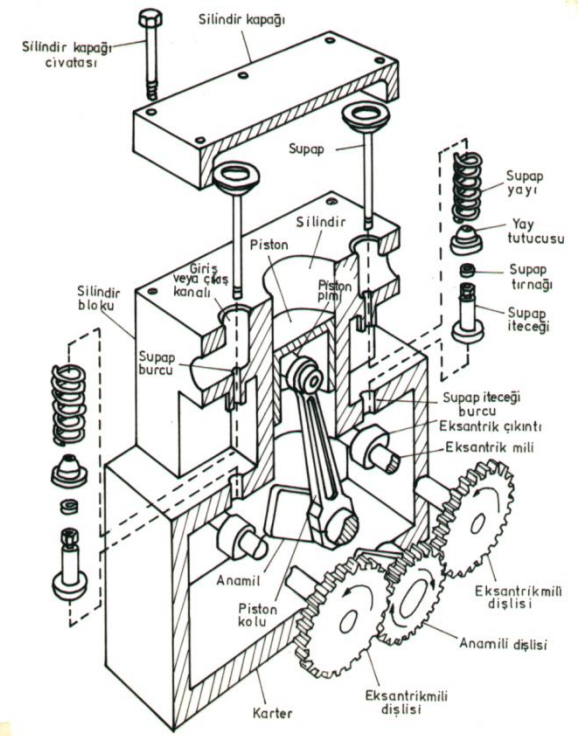
olmak üzere üç grup altında toplamak mümkün olmaktadır.



### 3.1 Termik Motorların Hareketsiz Parçaları

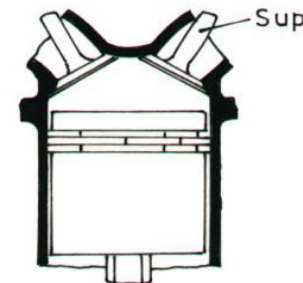
Motorun temel yapısı hareketsiz parçalardan oluşmaktadır;

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



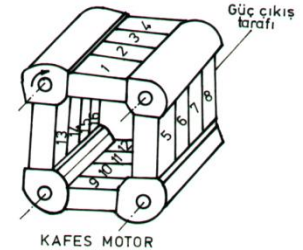
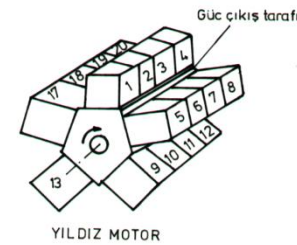
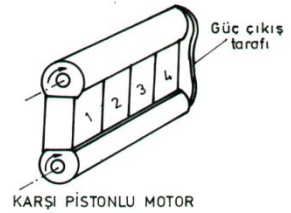
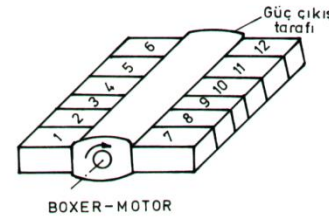
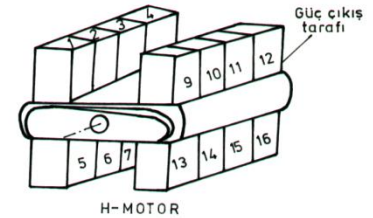
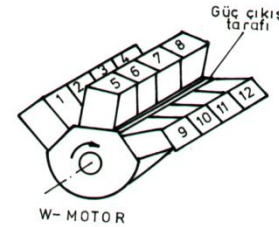
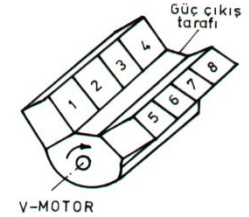
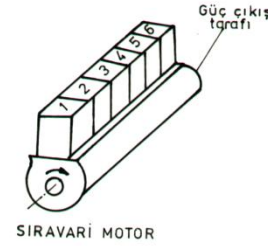
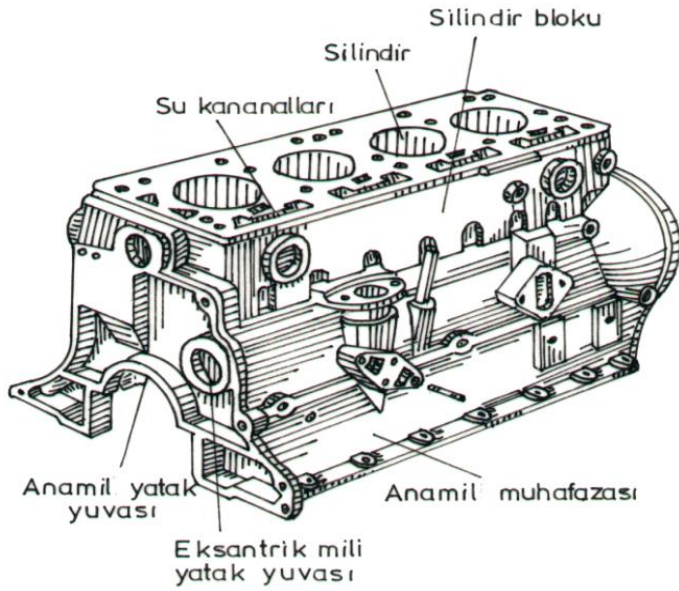
### Silindir ve silindir kapağının birbirine bağlı üç önemli görevi vardır

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



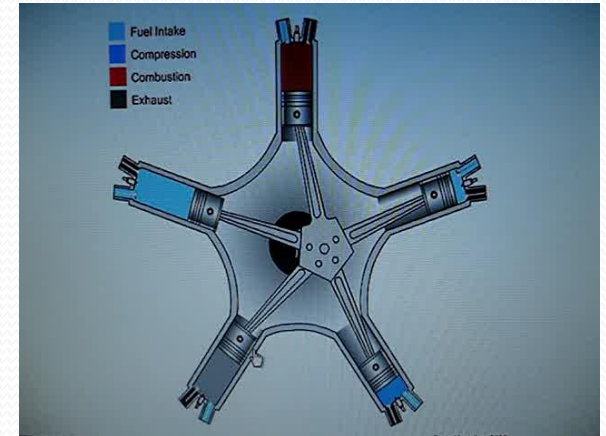
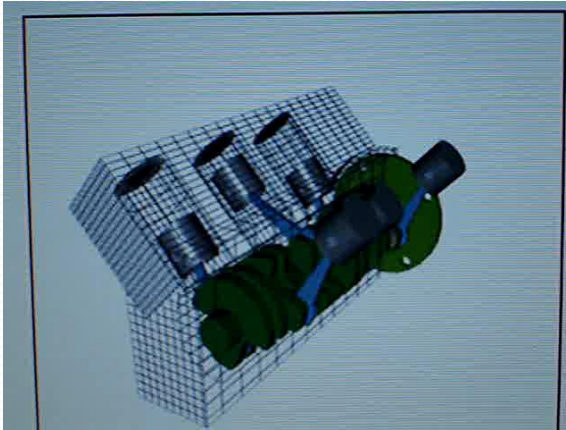
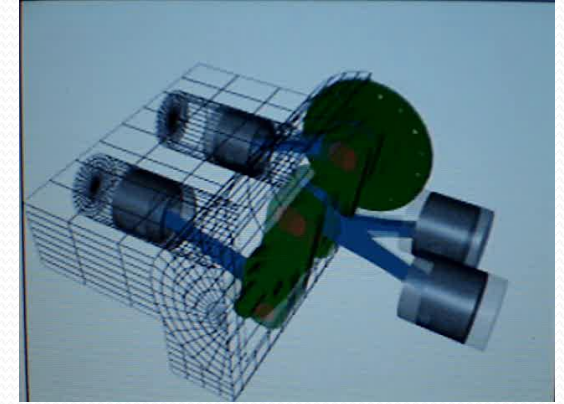
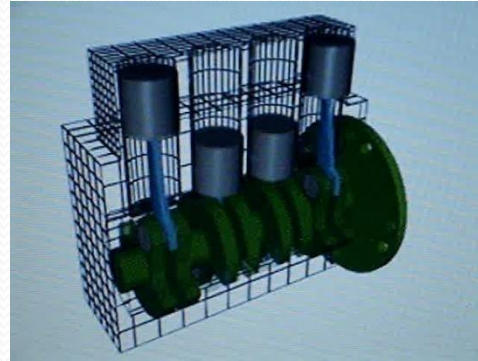
### 3.1.1. Silindir bloku ve silindirler

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.

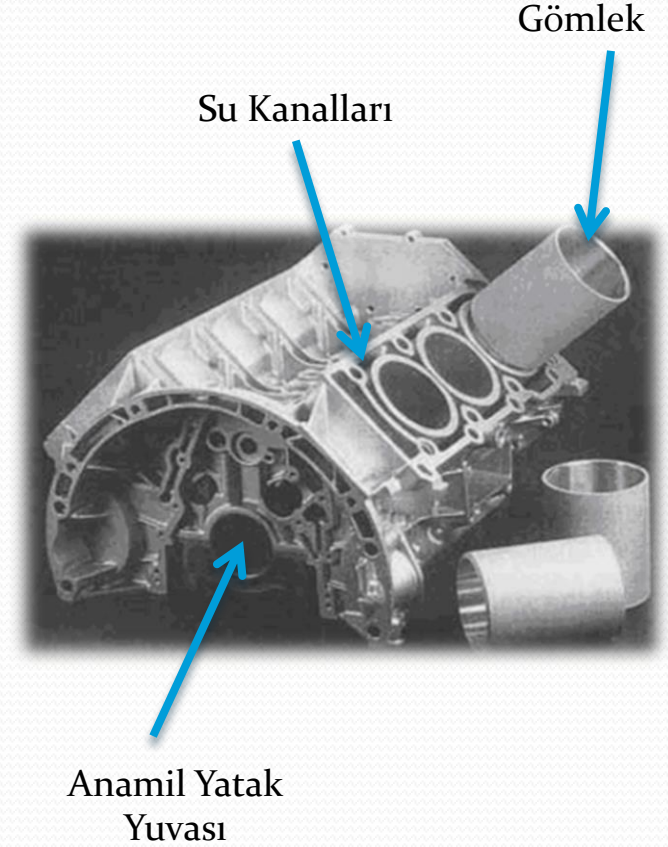


Silindirlerin diziliş yönünden, başlıca uygulama biçimleri şu şekilde sıralanabilir;

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



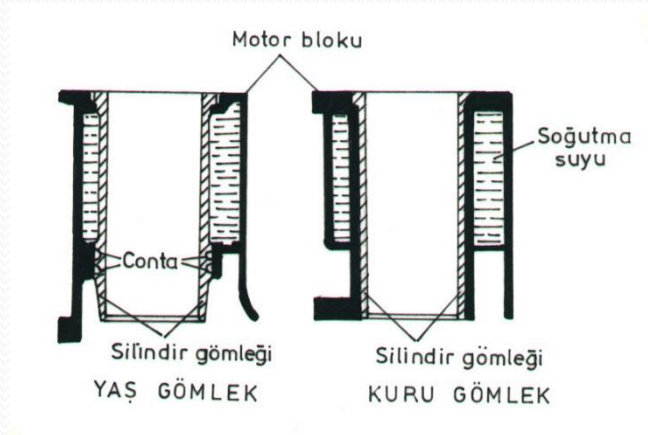
Motorun soğutulma yöntemi silindir bloğunun ve silindirlerin yapısını önemli derecede etkilemektedir. Çok silindirli ve su ile soğuyan motorlarda silindirler bir blok içerisine yerleştirilmiştir. **Silindir bloku** adı verilen ve genellikle pik döküm veya alüminyum alaşımlarından imal edilen bu ana gövdenin 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  $2000^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar çıkmaktadır. Bu nedenle; silindirlerin silindir kapağının (yanma odasının) ve pistonun soğutulması gerekmektedir. Bu soğutma, su ya da hava ile sağlanmaktadır.

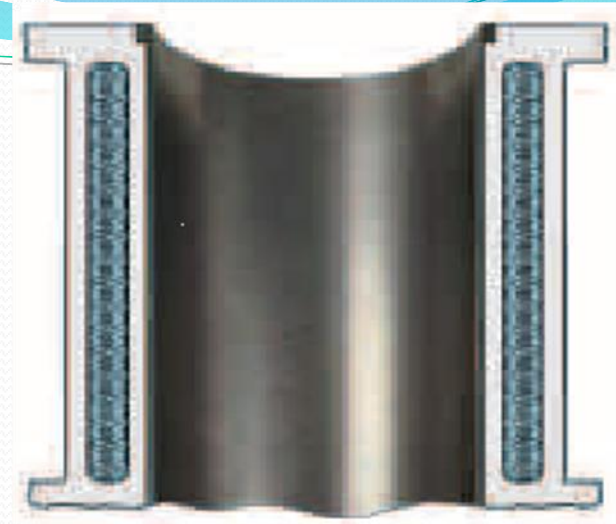
Su ile soğutulan motorlarda, silindir gömleği su ile temas halinde ise, bu gömleklere **yaş gömlek** ve su silindir gömleğine temas etmiyor ise, bu tip gömleklere de **kuru gömlek** adı verilmektedir





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 (taşlama 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.



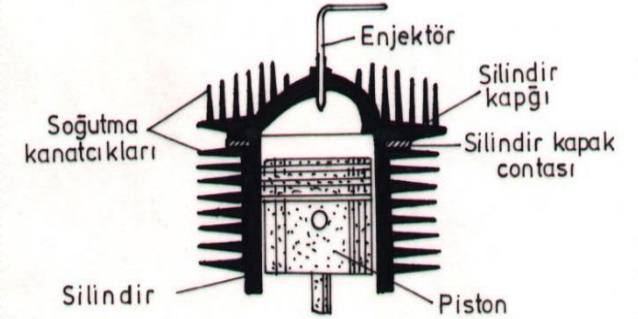
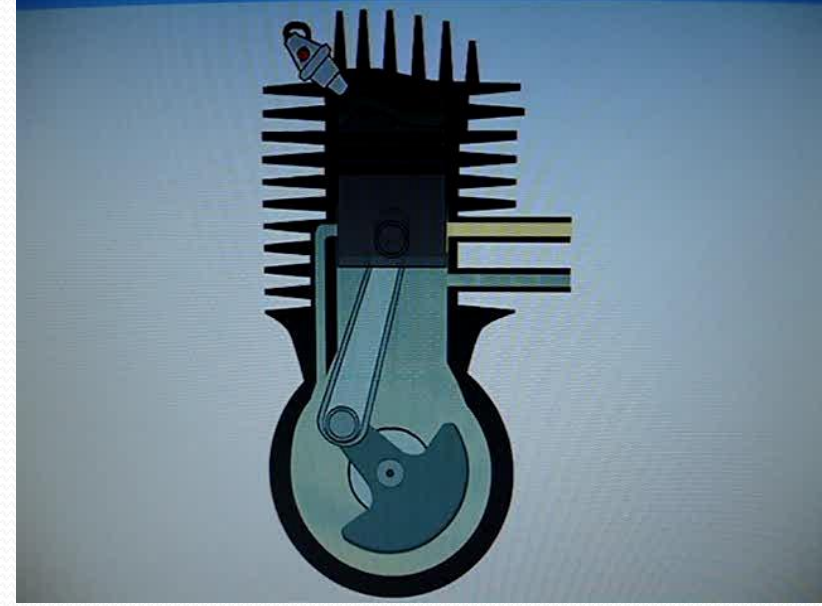
Kuru Gömlek



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 yanıl 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 eskimış motorlarda, piston ve segmanlar silindir yüzeyine tam oturmayarak, oluşmasını engellemiş olurlar. Sonuç **yanma odasına** ve sıkıştırma sırasında **karter bölmesine geçmesi** söz konusud tüketimi ve yakıt tüketimi artmakta, silindir içinde yapacağı vuruntulu çalış



hacim  
ışımının  
urun yağ  
istonun,

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

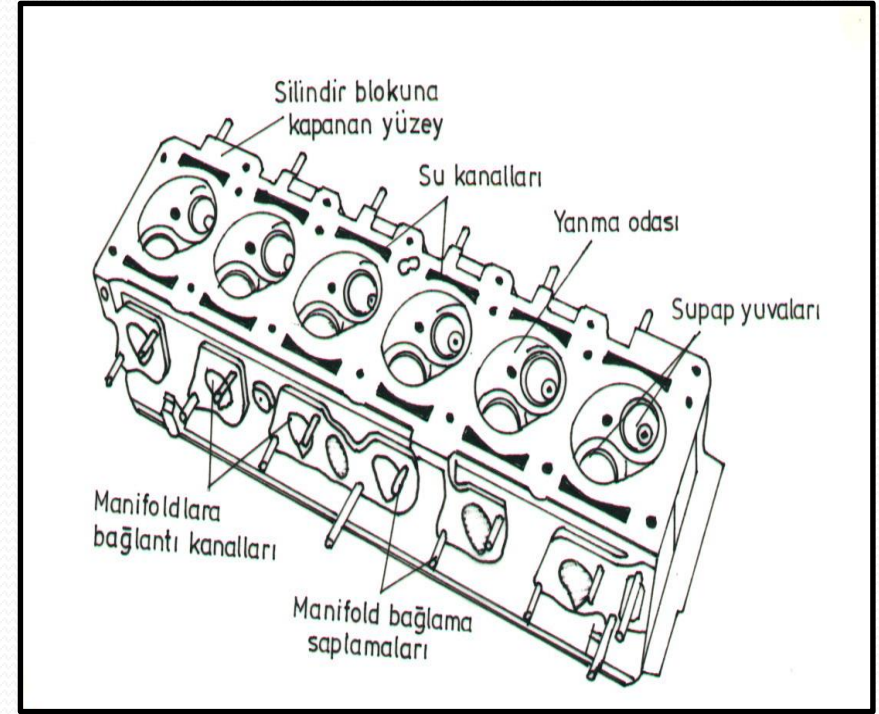


Sertlik Ölçme Cihazı

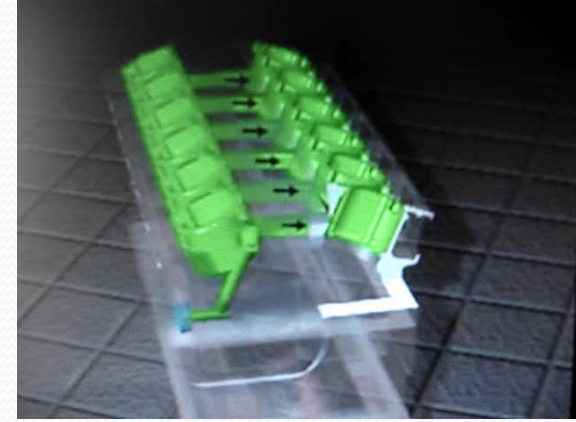


### 3.1.2. Silindir kapağı ve yanma odası

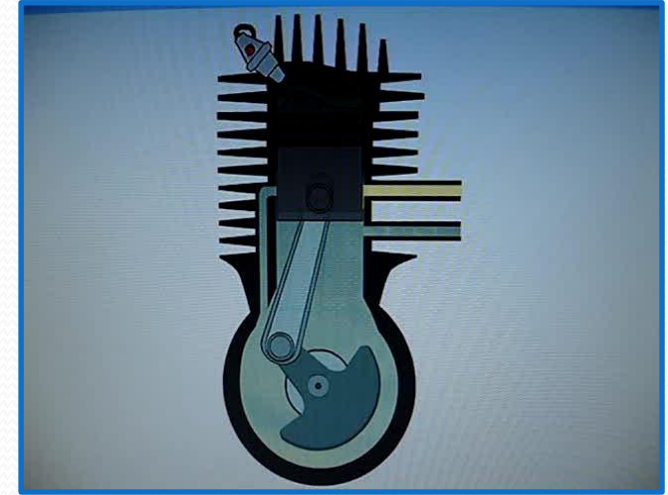
Silindir kapağı, silindirleri üstten kapatarak, gaz kaçırmayacak şekilde, yanma odasının oluşturulmasına yardımcı olan sabit bir parçadır. **Çok silindirli motorlarda, tek bir parça** olabileceği gibi **her silindir için ayrı** kapak da olabilmektedir. Silindir ile kapak arasına, sızdırmazlığı sağlamak 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.



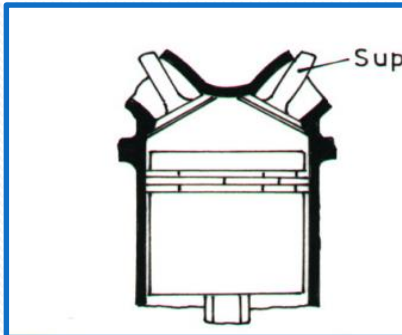
Hava soğutmalı motorların silindir kapaklarının hemen tümü, hafif metal alaşımlarından ve kanatçıklı yapıda dökülmektedir. Soğutma kanatçıkları, soğutma yüzeyini büyütürük etkinliği artırmaktadır.



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.

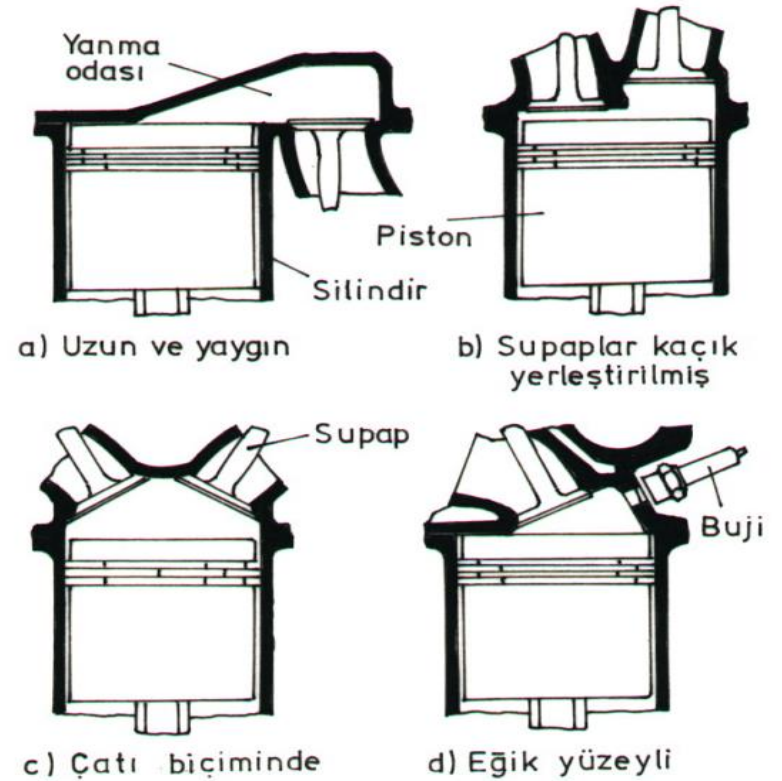
**Yanma (sıkıştırma) odası, piston ÜÖN'ya geldiğinde, piston ile silindir kapağı arasında kalan ve motor tiplerine göre çok değişik biçimlere sahip bulunan boşluğa denilmektedir.** Motor yakıtları incelenirken de görüldüğü gibi, yanma olayının başlatılması ve sürdürülmesi, motorun tipine (yakıtın cinsine) 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.

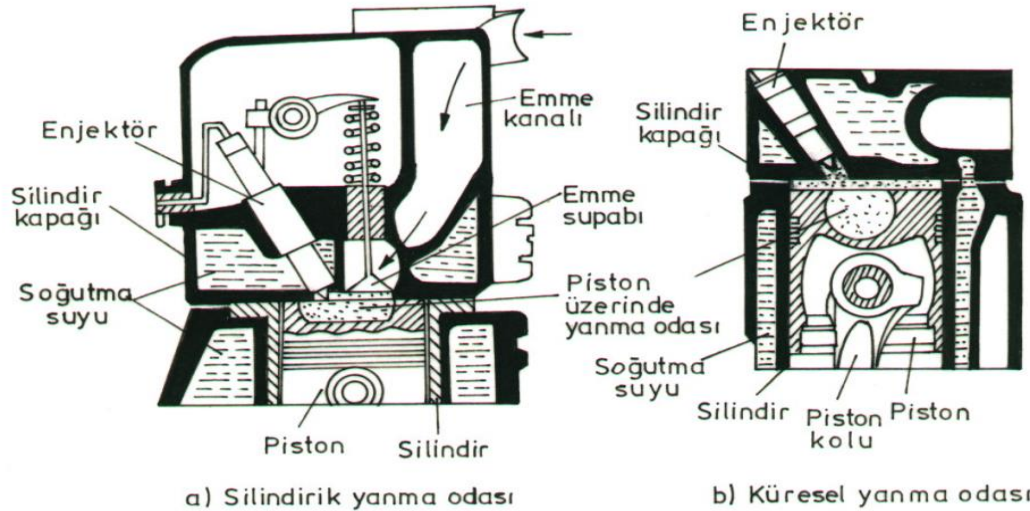
**İçten yanmalı motorların yanma odaları, motorun ilk çalıştırılması ve vuruntusuz çalışma yönünden, gerçekten çok önemlidir.** Bu nedenle, içten yanmalı motorların gelişmesi sürecinde, pek çok firma değişik tip yanma odası uygulayarak soruna çözüm bulmaya çalışmıştır. Günümüz modern motorlarında da 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**

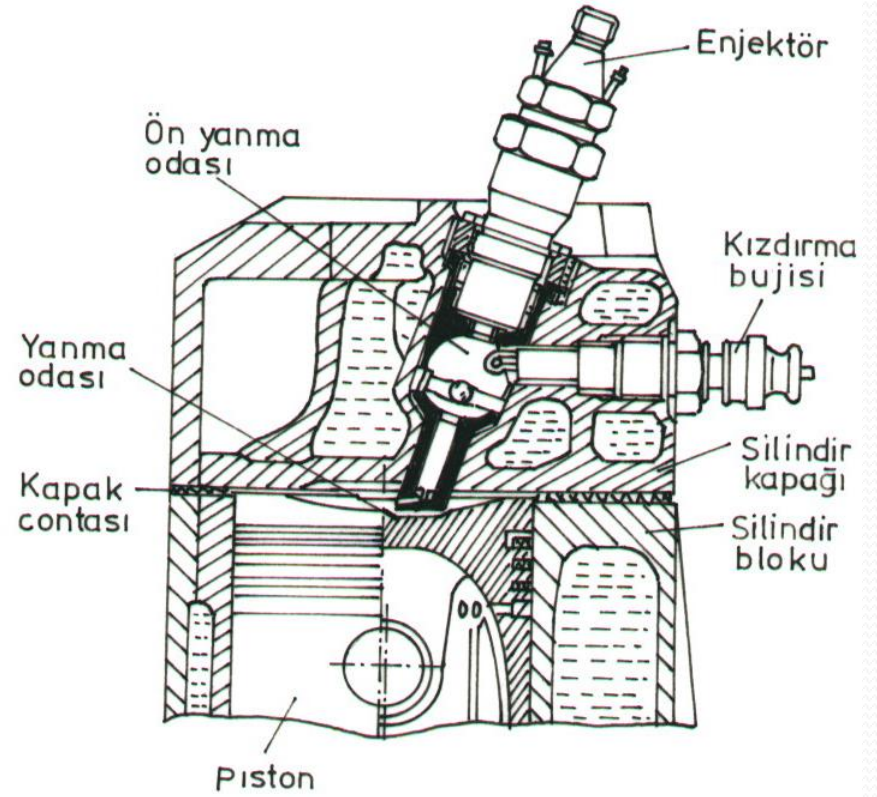
olmak üzere üç grup altında toplanabilir.

**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 özellikler 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.

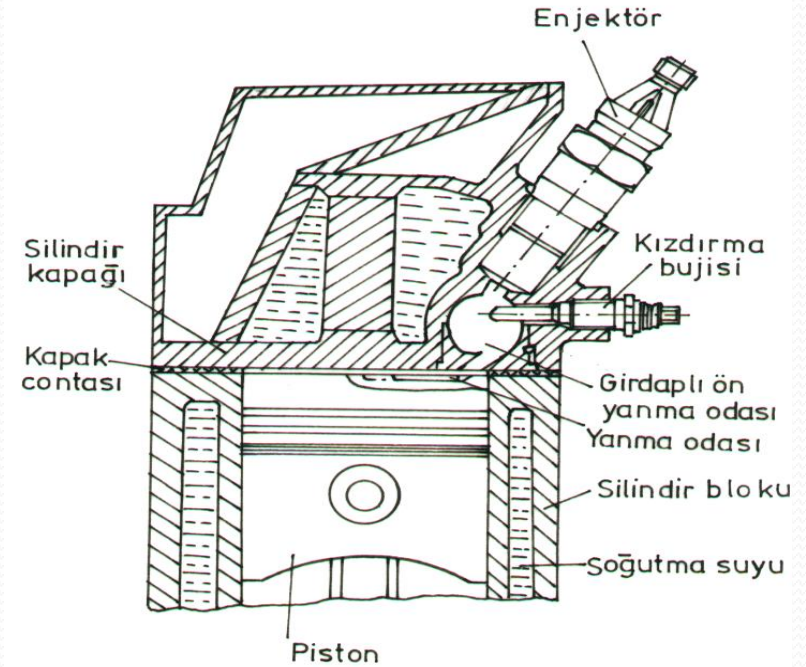


**Ön yanma odalı** yanma odası yönteminde, yakıt **450 bar** civarında bir basınç ile ön yanma odasına püskürtülür. Ön yanma odasına sıkıştırılmış bulunan havanın oksijeni, yakıtın ancak bir kısmının yanmasına yeterli olmaktadır. Geriye kalan yakıt, burada meydana gelen yanmanın sonucu iyice dağılmış 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.

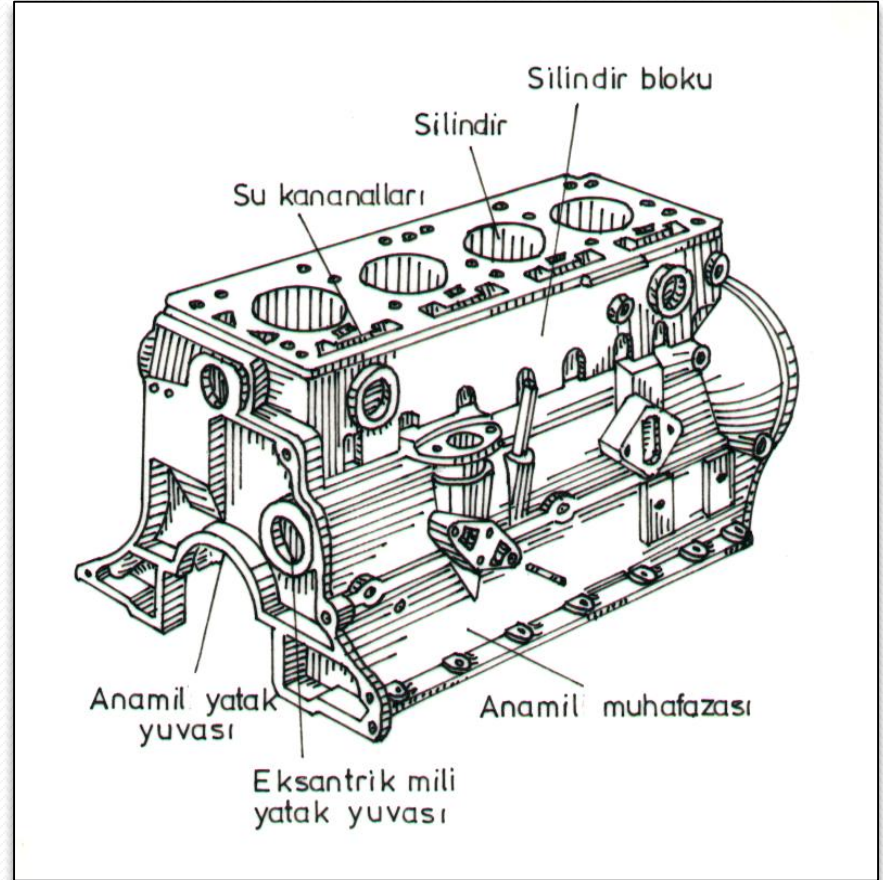
**Girdap odalı içten yanmalı motorlarda** da, yakıtın tümü, asıl yanma odasından bir kanalla ayrılmış bulunan girdap odasına, **450 bar** basınç ile püskürtülür. Bunda da, ilk çalıştırmada, havanın ısıtılması **kızdırma bujisi** ile sağlanmaktadır. Girdap odasını asıl yanma odasına bağlayan kanal, diğer 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. Anamil muhafazası ve karter

Karter, anamil muhafazası ile birlikte, anamil ve eksantrik miline yataklık eder, ayrıca, motoru alttan sarar. Anamil muhafazası, anamil yatakları ekseninden iki kısma ayrılabilir. Genellikle, anamil 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, anamilin 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.



vd0

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 sac 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.

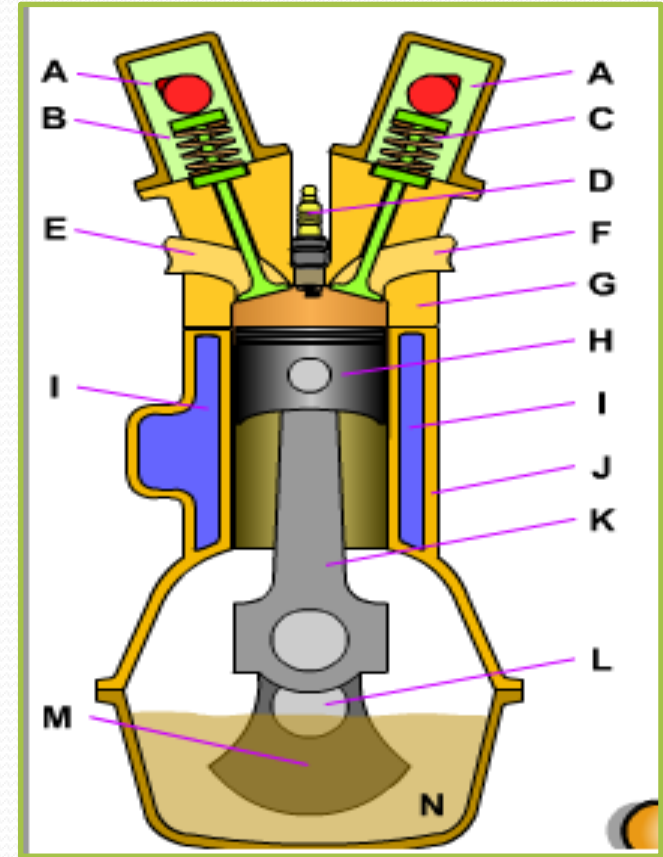
vdo

## 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 ileterek**, onun dönü hareketi yapmasını sağlar. Bu sırada oluşan yanıl 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 ileterek**, oradan da soğutma materyaline geçmesine yardımcı olur.

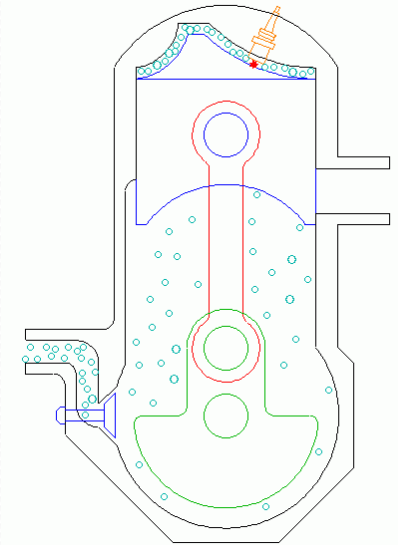
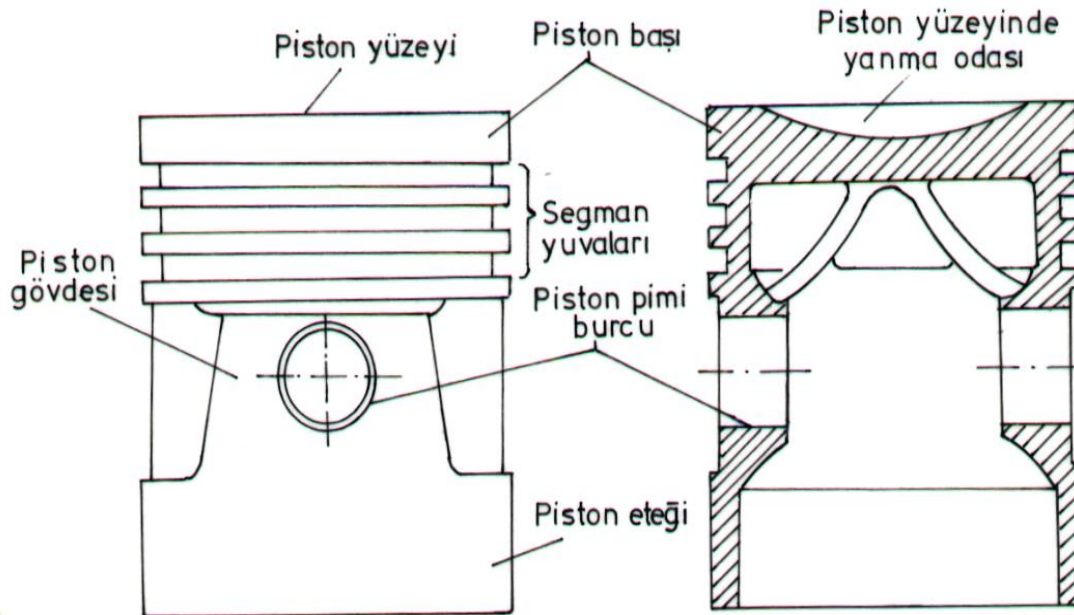
4. Yaptığı alternatif hareket ile **zamanların oluşmasını** sağlar. **İki zamanlı motorlarda**, özel yapısı ile, emme ve egzoz gazlarının değişimini düzenler.



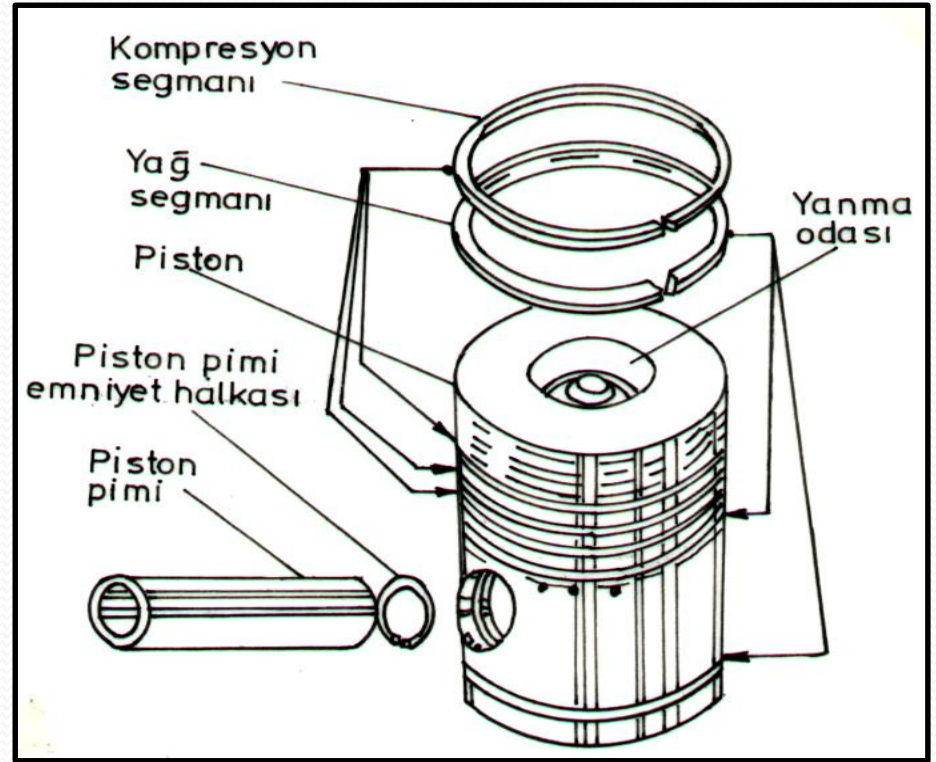


**Piston silindirik bir yapıda olup;** piston yüzeyi, piston başı, segman yuvaları, piston gövdesi, piston pimi burcu ve piston eteği gibi kısımlardan oluşmaktadır. Bir çok motor tipinde, yanma odasının bir kısmı ya da tümü piston yüzeyinde yer alan çukurluk biçiminde olmaktadır. **Piston yüzeyi,** bazı 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.

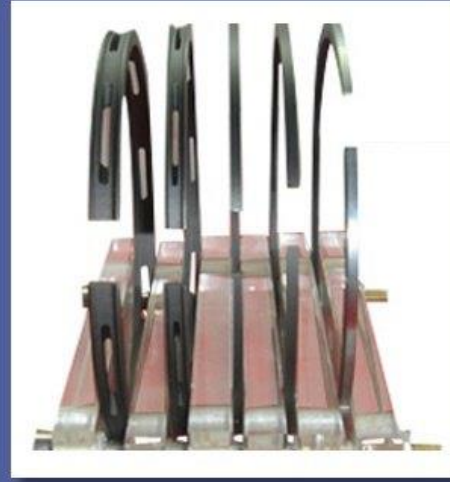


**Segmanlar**, görevleri yönünden, iki grup altında toplanırlar. Silindir içerisinde sıkıştırma ve yanma sonucu oluşan yüksek basınçlı gazların, piston ile silindir yüzeyi arasındaki boşluktan kaçmasını önleyen halkalara **kompresyon segmanları** ve silindirin yağlanmasını sağlayanlara da **yağ segmanları**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





## Segmanlar

- Kompresyon Segmanları
- Sıyırıcı Segmanlar
- Yağ Segmanları



**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.

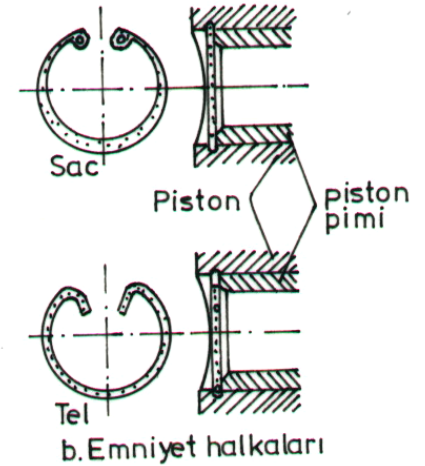
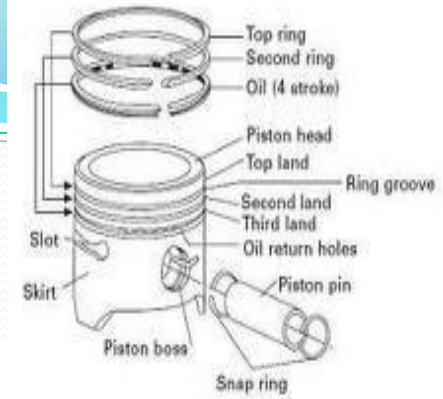
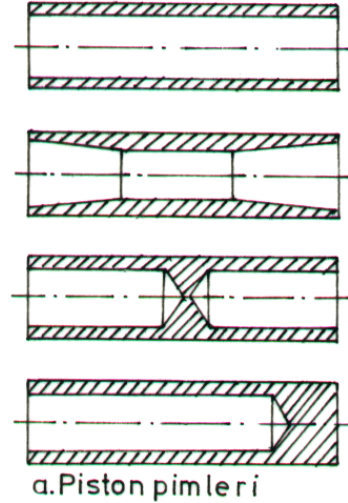
## Piston pimi (perno)

Piston pimi, pistonu piston koluna bağlayarak pistonu 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, **içleri boşaltılmaktadır**. Pim pistonu 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.

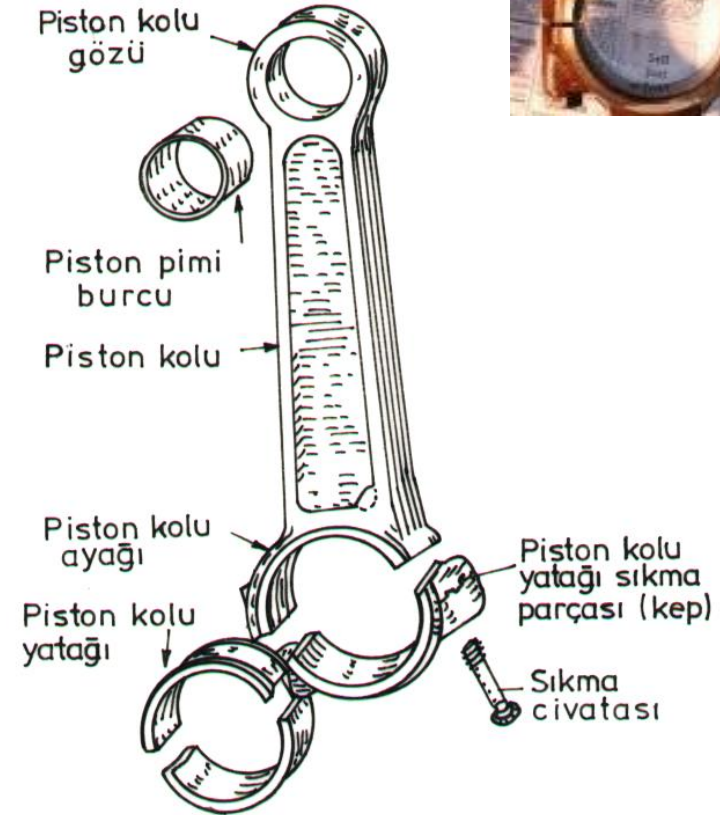


## 3.2.2. Piston kolu

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.

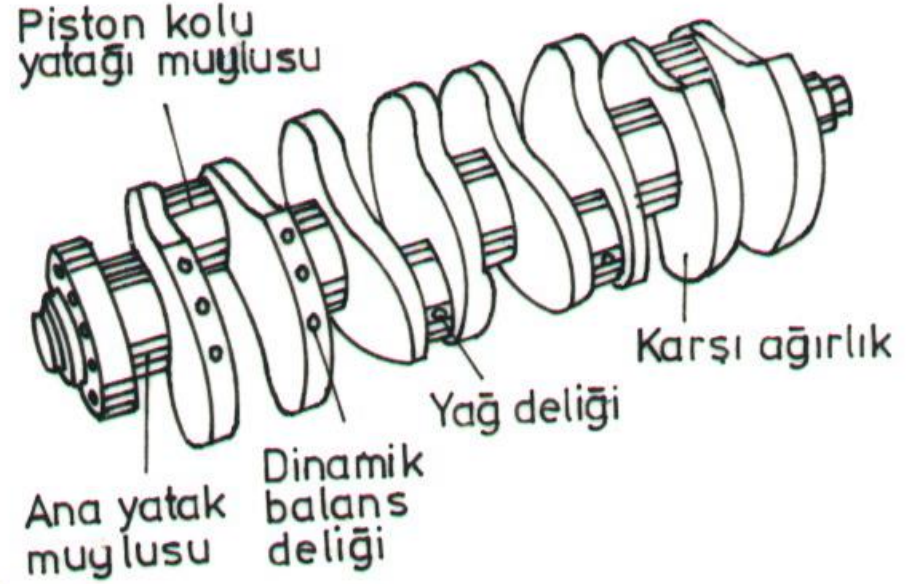


Anamilin başlıca görevi, piston kolunun kendisine taşıdığı, piston kuvvetlerini dönel kuvvetlere döndürerek, dönme momenti geliştirmektir. **Bu momentin büyük bir bölümü, volana bağlı kavrama ile, motor dışına taşınır.** Geriye kalan bölümden ise, **eksantrik milinin (genellikle bu milden hareket alan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

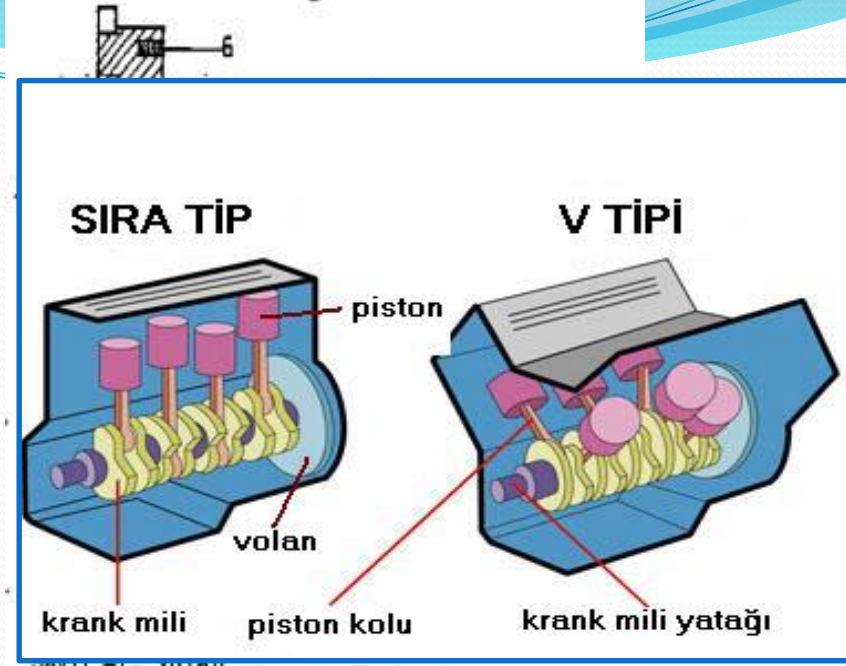
1. Üzerine halka şeklinde geçirilmiş bulunan volan dişlisi, marş motoru dişlisinden hareket alarak, motorun **ilk harekete geçmesini sağlar**.

2. İş zamanında üzerine aldığı enerji ile, ölü noktaların atılmasını 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.



Honda Racing Type-R Clutch Kit /  
Hafif Volan + Baskı balata

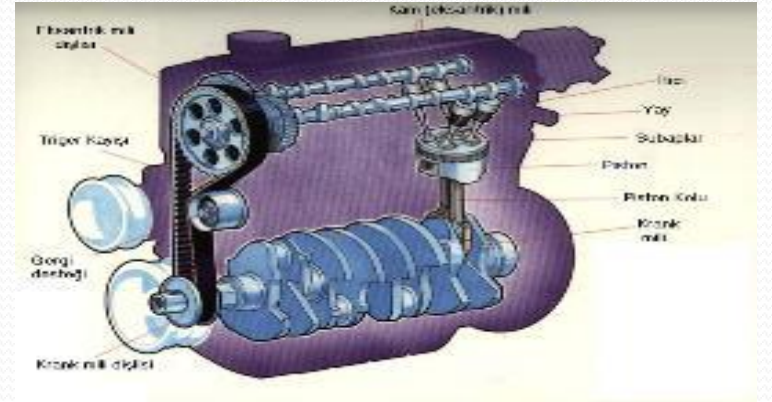
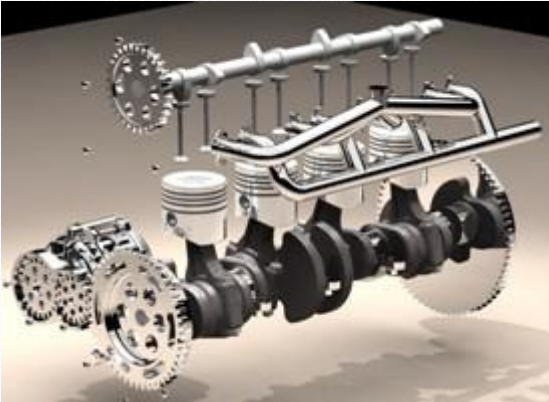
### 3.3. Kumanda Organları

Kumanda organlarının görevi, emme zamanında silindir içerisine 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.

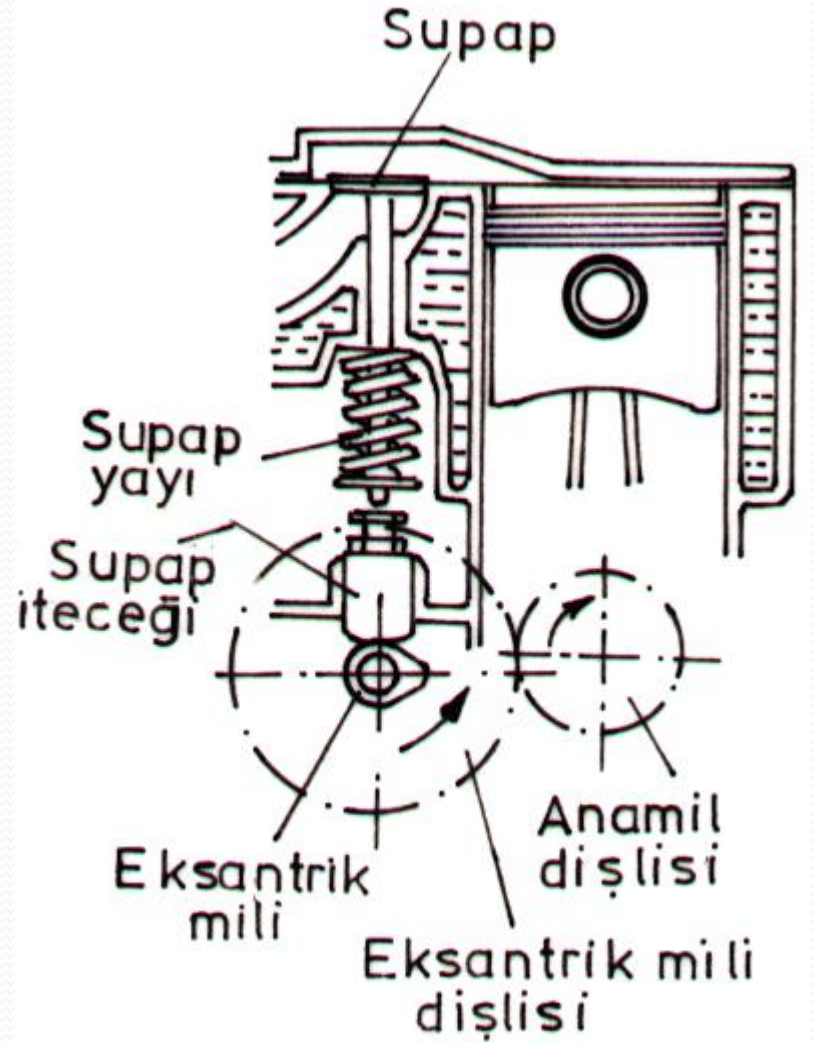
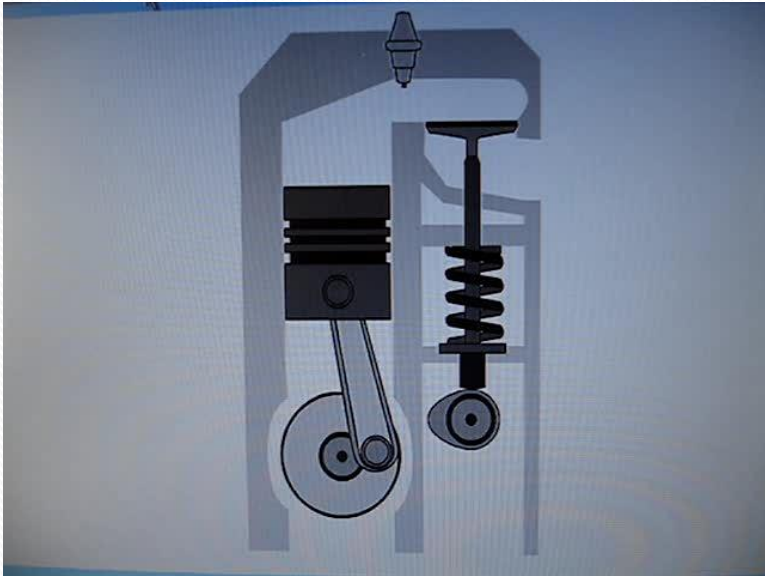
Kumanda organlarının yapısı, özellikle supapların yerleştirilme biçimleri yönünden, motorun yapısına etkili olmaktadır. Hareket iletimi, anamil dişlisinden (zincir veya kayış dişlisi de olabilir) eksantrik mili dişlisine olmaktadır. Dört zamanlı motorlarda, anamil iki devir yaptığında, eksantrik mili bir devir yaparak, supapları bir defa açıp kapamalıdır. Bu nedenle, eksantrik mili dişlisinin diş sayısı anamil dişlisininin 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.

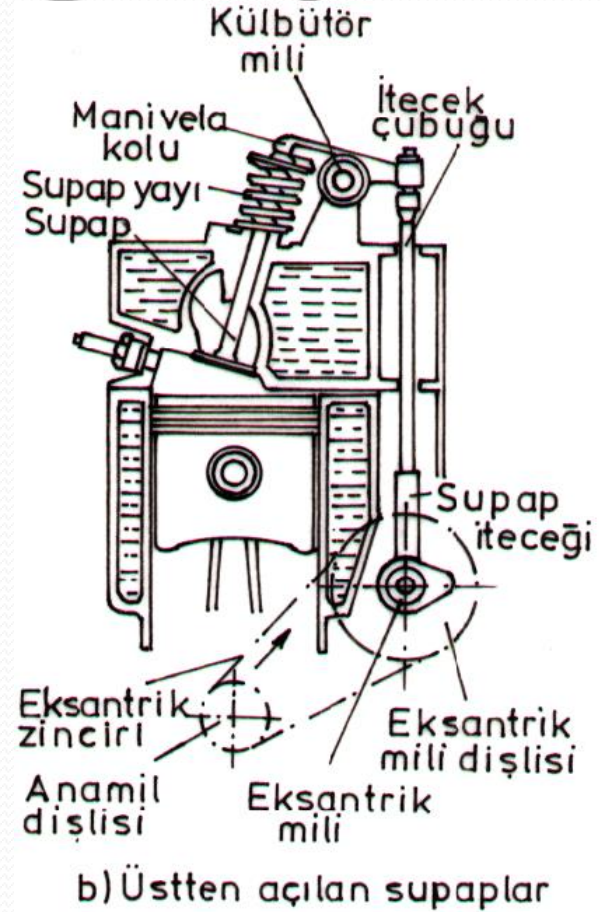
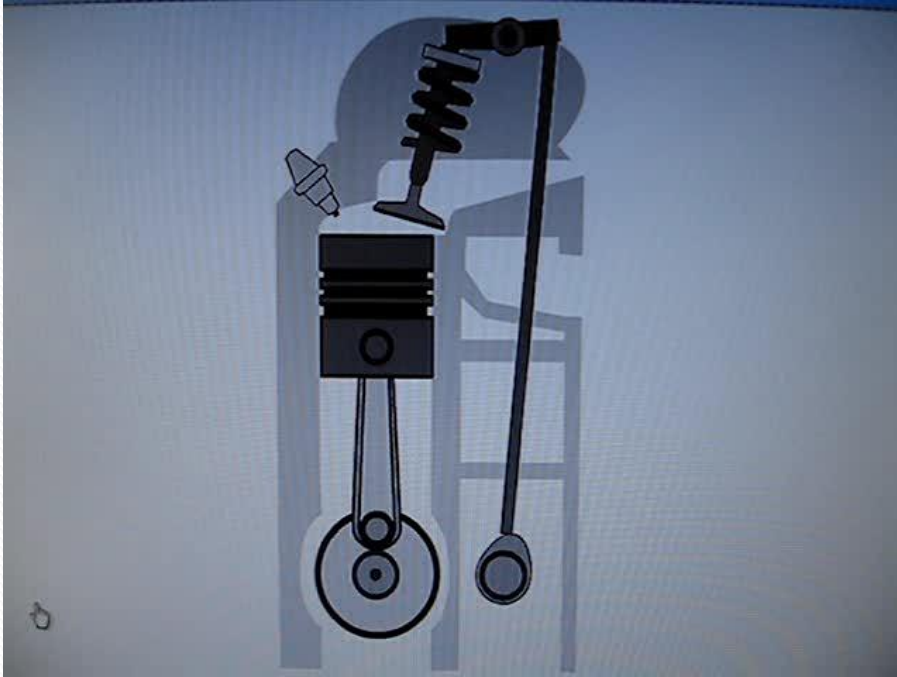


**Altan açılan supaplar :** Bu yapıda, supap yay tarafından AÖN yönünde çekilerek kapanmaktadır. Açılma işlemi, eksantrik çıkıntının supap iteceğini yukarı doğru itmesiyle, yayın gerdirme kuvveti yenilerek sağlanmaktadır. Supaplar kapalı iken, itecek ile supap arasında bir boşluk kalmaktadır. Bu sistemde,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



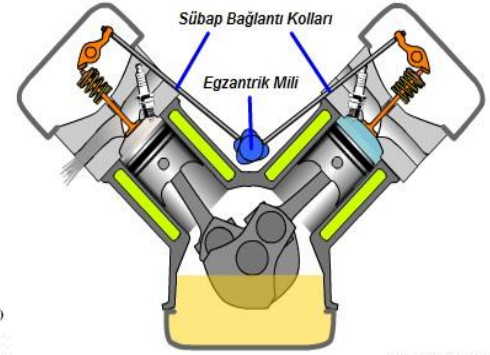
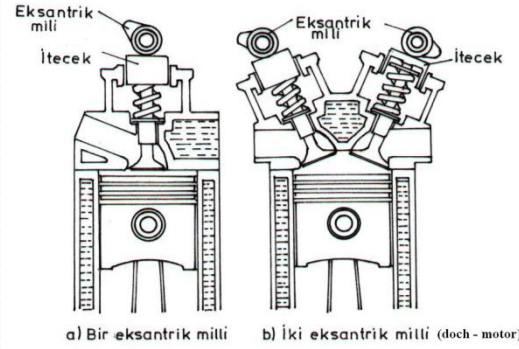
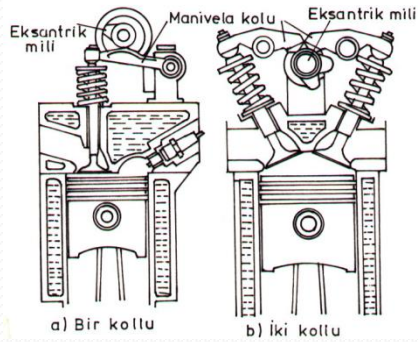
a) Altan açılan supaplar

**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.

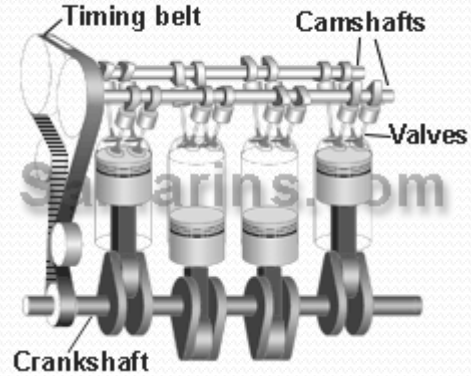
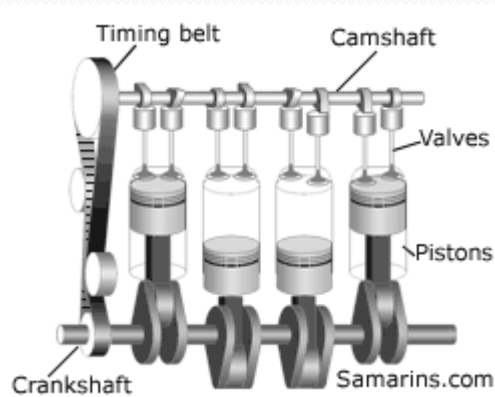


Hareketin eksantrik milinden supap itecekleri ve manivela kolu yardımıyla supaplara iletilmesi, seyrek olarak uygulanan bir yöntemdir. Yaygın olarak uygulanan iki yöntem ise,

- 1- Eksantrik mili silindir kapağının üstüne yerleştirilmiş olup (ohc: overhead camschaft) bir veya iki manivela koluyla supapların açılmasını sağlamaktadır.
- 2- Silindir kapağının üstünde bulunan bir veya iki eksantrik mili (doch: double overhead camschaft), kova biçimindeki itecekleri, direkt olarak iterek supapların açılmalarını sağlamaktadır.



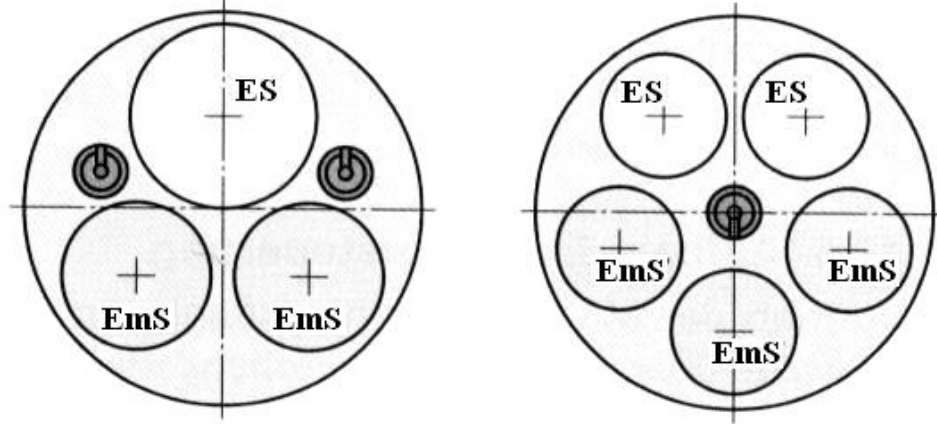
© 2000 How Stuff Works



### 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.ctr

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 kullanılmaktadırfrr

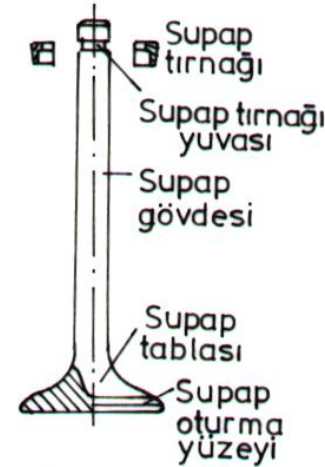
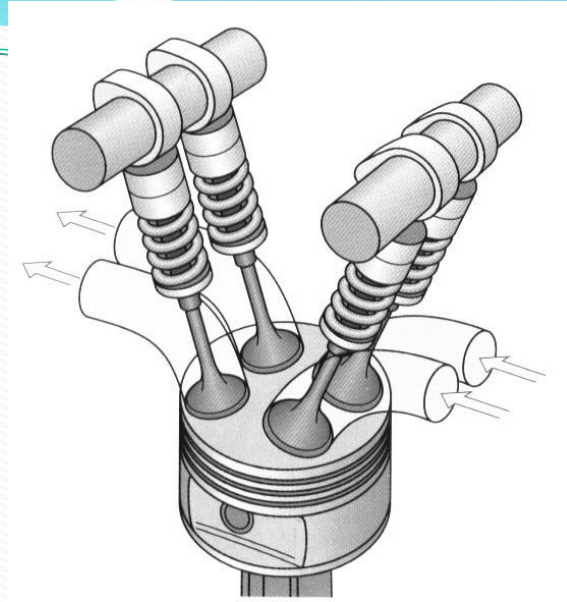


EmS: Emme supabı, ES: Egzoz supabı  
a. Üç supap  
b. Beş supap

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  $45^{\circ}$  olmaktadır. Supaplar kapalı iken gaz kaçışını 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  $500^{\circ}\text{C}$  civarına çıkmaktadır. Egzoz supabı sıcak gazlarla sürekli temas halinde olduğundan, supap tablası sıcaklığı  $800^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar yükselmekte ve önemli kimyasal aşınmaların etkisi altında kalmaktadır. Emme ve egzoz supapları, bu nedenle, değişik malzemelerden yapılmaktadır.



a. Emme supabı



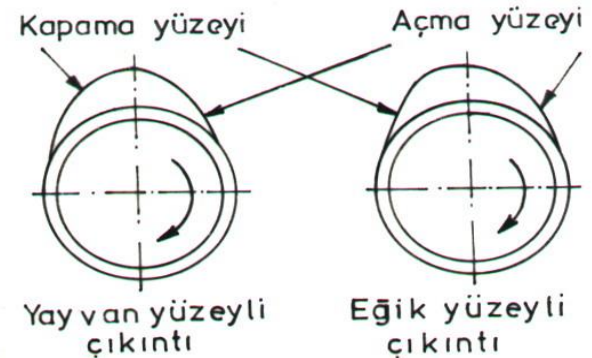
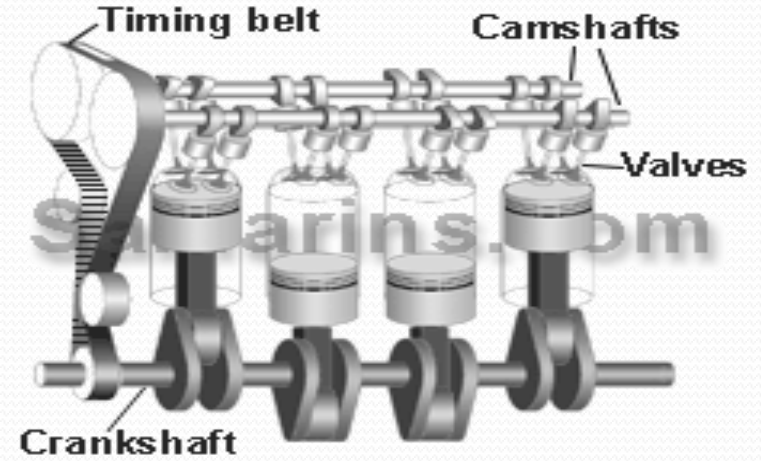
b. Ekzoz supabı

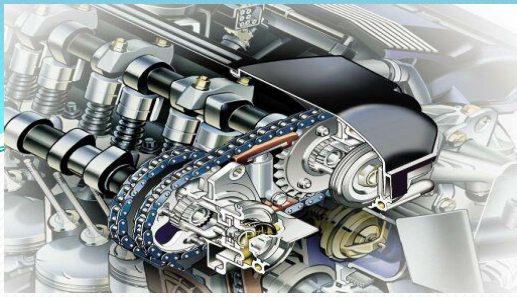


### 3.3.2. Eksantrik mili ve dişlisi

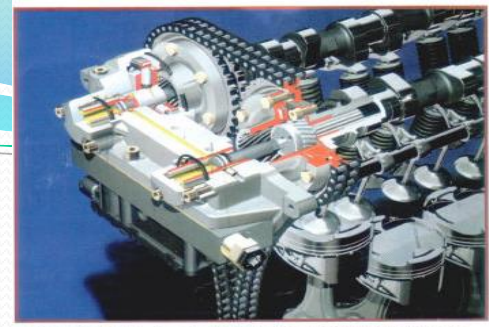
Eksantrik milinin görevi, motor çalışma zamanlarının oluşabilmesi için, emme ve egzoz supaplarının, gerekli anlarda, gerekli sıraya göre açılmalarını ve kapanmalarını sağlamaktır. Supapların açılma zamanları ve açık kalma süreleri, ana milin dönme açısına bağlı olarak, diyagramlar halinde, 3. bölümde 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 işlemi yapan yüzey yayvan ve kapamayı sağlayan yüzey eğik yapılırsa, mekanik aşınması az bir açılma, uzunca tam açık kalma ve hızlı bir kapanma sağlanmış olmaktadır.





## BMW VANOS (VARIABLE NOckenwellen Steuerung) bi-vanos

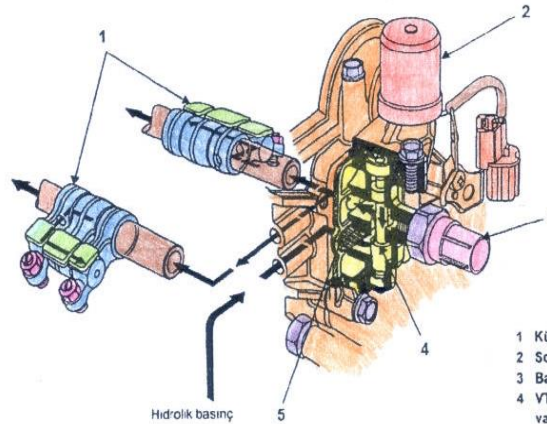
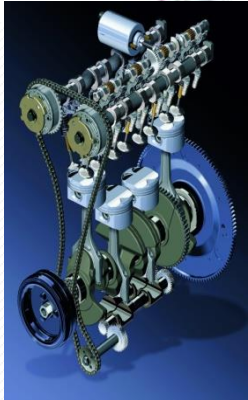
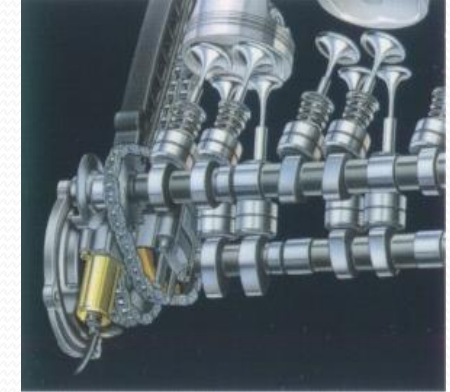
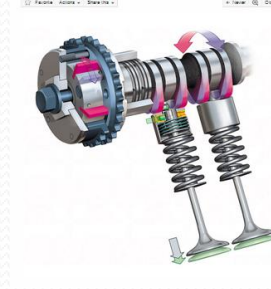
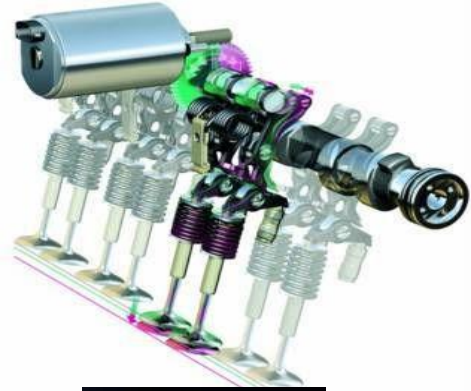


Çift VANOS sistemi ve farklı bir motor elektroniği sayesinde motor alt devirlerde yüksek çekiş gücü sağlayabiliyor.

Variocam

Porsche

## • valvetronic bmw



Hidrolik basınç

- 1 Külbütörler
- 2 Solenoid
- 3 Basınç müşiri
- 4 VTEC solenoid valfi
- 5 Filtre

Bu çizim DOHC VTEC sistemine aittir.

## HONDA VTEC (Variable Valve Timing And Lift Electronic Control)

**VDO**

- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2012. Motorlar ve Traktörler. Düzeltilmiş II. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1603, Ders Kitabı: 555, 299 s., Ankara.
- SARAL, A., ONURBAŞ AVCIOĞLU, A. ve K. ELİÇİN, 2008. Termik Motorlar Uygulama Örnekleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1564, Ders Kitabı: 517, 111 s., Ankara.
- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2006. Termik Motorlar (Yenilenmiş 4. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları: 1550, Ders Kitabı: 503, 294 s., Ankara