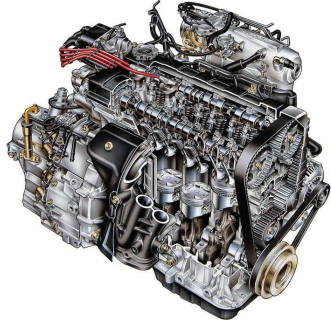


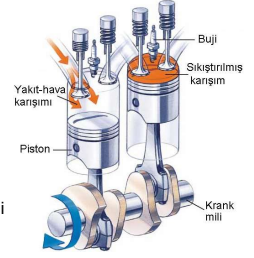
TAŞIT MOTORLARI

Prof. Dr. Selim ÇETİNKAYA



Hedefler

- İçten yanmalı motorların geliştirilmesi tarihinde seçilmiş birey ve olayları tanımlamak
- İçten yanmalı motorun temel görevini açıklamak
- İçten yanmalı motorun çalışması için gerekli dört olayı tanımlamak
- Temel motor parçalarını ve görevlerini tanımlamak.
- 2 ve 4-stroklı buji ile ve sıkıştırma ile ateşlemeli motorların çalışma prensiplerini anlatmak



Tarihsel gelişim

1673 Huygens (Hollanda'lı) ilk pistonlu içten yanmalı motor olarak kabul edilen barutlu pistonlu motoru yaptı.

1700'ler Buhar makinaları, motorları

1854 Padre Eugene Barsanti ve **Felix Matteucci** (İtalyan) "Gazların patlaması ile Hareket Gücü" adlı buluşlarının patentini Londra'da aldılar (O dönemde İtalya'da yasaların yeterince patent koruma garantisini yoktu). Prototip 1856'da tamamlandı. Barsanti ve Matteucci'nin motoru iki silindire, vakum prensipli ve serbest pistonlu idi.

Tarihsel gelişim...

1860 Fransız Jean Joseph Étienne Lenoir, sıkıştırmasız motor, (ısı verim ~%3)

1862 Beau de Rochas etkili motor çalışmasının temel prensiplerini tanımladı.

1867 Alman Otto ve Langen, sıkıştırmasız motor ısı verim ~%9).

1876 Alman Nikolaus August Otto, dört stroklı ilk motor, ısı verim ~%15).



Tarihsel gelişim...

1883 Alman Daimler ve Maybach, kızdırma kanalı ateşlemeli ilk hızlı dört zamanlı benzin motoru

1891 Joseph Day geliştirilmiş bir 2-stroklı motor yaptı.

1892 Rudolf Diesel sıkıştırma-ateşlemeli (diesel) motorun patentini aldı.

Günümüz-motor veriminin iyileştirilmesi üzerinde çalışılmaktadır.



Huygens'in iki-stroklı barutlu motoru



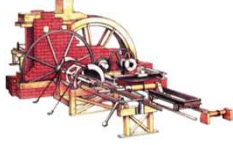
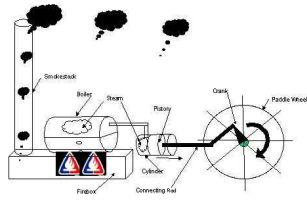
Piston en alt konumunda iken barut ateşlenir. Artan sıcaklık ve basıncın etkisi ile piston yukarıya itilir.

ÜÖN'ya gelindiğinde, silindirdeki gazlar üst kısımdaki valflerden dışarıya çıkar ve soğumanın etkisiyle oluşan vakum, valflerin kapanarak pistonun atmosferik basıncın etkisi ile aşağıya inmesini sağlar.

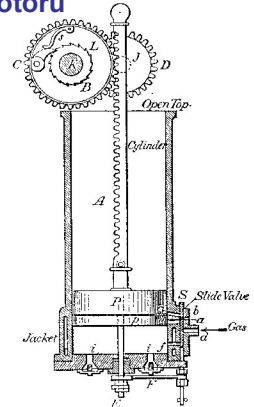


Christiaan Huygens 1629 – 1695
Hollanda'lı matematikçi ve fizikçi

Buhar gücü: 1700



Barsanti ve Matteucci motoru



Otto ve Langen'in motoru

Piston (yaklaşık 50 kg) kendi ağırlığı ile düşerken gaz-hava karışımı sıkıştırılır.

Pistonu alt konumundan biraz yükseltmek ve taze dolgunu içeriye almak için volanın ataletinden yararlanılmaktadır.

Yaklaşık 30° lik dişli dönüşünden sonra, bir eksantrik tarafından hareket ettirilen valf, alev ve yanma odası arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.

Alev silindirin içine girerek sıkıştırılmış karışımı ateşler ve pistonu yukarıya iter (iş stroğu). Yanma başladıktan sonra bağlantı kapanır.

Kömür gazı kullanıldı.

Atmosferik gaz makinası adı verilen ve su pompalamada kullanılan bu türdeki ilk motorun yüksekliği 2 metre kadardı ve 0,7 kW güç ürettiyordu.

Bu motorlar yıllar sonra 2,2 kW'lık maksimum güç sınırına kadar ulaştı. Isıl verimleri ise yaklaşık % 9 kadardı.



Otto ve Langen'in motoru...



Otto ve Langen'in Paris 1867 fuarında sergilenen serbest pistonlu atmosferik gaz motoru



Beau de Rochas'nın prensipleri

Beau de Rochas¹, pistonlu içten yanmalı motorun ekonomik çalışması için önerdiği dört temel prensip:

1. Silindir için en küçük yüzey/hacim oranı
2. Mümkün olan en hızlı genişleme
3. Mümkün olan en fazla genişleme
4. Genişleme başlangıcında mümkün olan en yüksek basınç



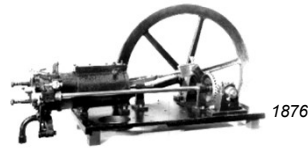
İlk iki koşul, ısı kaybını en aza indirmek ve yanma ürünlerindeki ısıyı yararlanılabilirliğini korumak için düzenlenmiştir.

Üçüncü koşul, gazların olabildiğince genişlemesidir ve bu yolla, genişlemeden maksimum iş elde edilir.

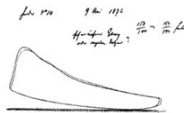
Dördüncü koşul, verilen bir sıkıştırma oranı için yüksek giriş basınçlarının, çevrim boyunca yüksek basınçlar oluşturma etkisini hatırlatır ve bu da yüksek genişleme oranlarına olanak sağlar ki, her ikisi de daha çok iş demektir.

Bu prensipler bugün de geçerli olmalarına karşın, gerçek motor tasarımlarında, ekonomi açısından yararlı olacak biçimde değiştirilmiştir.

Otto'nun dört zamanlı motoru



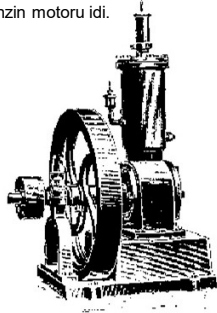
1876



İndikatör diyagramı: 9 Mayıs 1876

Joseph Day'in iki stroklu motoru - 1889

- Day, Clerk'in süpürme silindirin işini, yalıtılmış karterden süpürme işlemi ile değiştirerek günümüzde kullanılmakta olan motor biçimini elde etmiştir.
- Day'in yaptığı motor benzin motoru idi.



Joseph Day

Rudolf Diesel



Rudolf Diesel Laboratuvarında, 1896

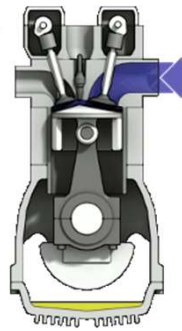
İçten yanmalı motor

- İçten yanmalı motorlar faydalı iş üretmek üzere yakıttaki potansiyel kimyasal enerjiyi önce ısı enerjisine ve ardından da mekanik enerjiye dönüştürürler
- Taşıt motorları güçlerini sıvı veya gaz yakıtları yakarak ya da bataryalarda depolanan elektrik enerjisini kullanarak elde ederler.



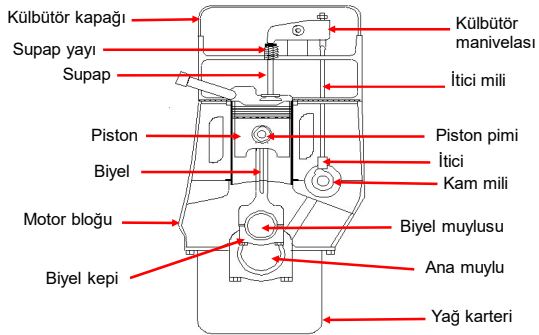
Motorun çalışması için gerekenler

1



- Tüm içten yanmalı motorlar şu dört olayı gerçekleştirmelidir:
1. Çalışma maddesini silindire almak
 2. Çalışma maddesini sıkıştırmak
 3. Silindire alınan veya silindirde oluşturulan karışımı yakmak ve yanan karışımın genişmesiyle yanma odası hacmini artırmak
 4. Egzoz gazlarını dışarıya atmak

Motor parçaları ve görevleri



Silindir bloğu

- Silindir bloğu, piston-biyel-krank milinden oluşan mekanizma ile alternatör, marş motoru ve ateşleme sistemi gibi elemanları üzerinde taşıyan ana parçadır.
- Blok ve kapak demir veya alüminyumdan döküm yoluyla yapılarak işlenir.
- Aşırı aşınmayı önlemek üzere alüminyum bloklara presle veya döküm sırasında çelik gömlekler yerleştirilir.



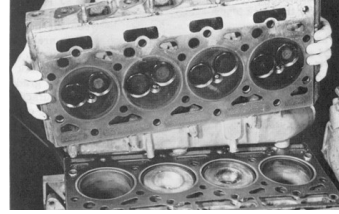
Silindir gömlekleri

- Motor bloklarının ömrünü uzatmak, imalini basitleştirmek ve maliyetini düşürmek için, blokların içine silindir gömlekleri geçirilmesi yaygın bir uygulamadır.
- Blok ve silindirin farklı malzemelerden yapılabilmesi sonucunda, silindirin aşırı zorlanmaya karşı dayanımı artırılmıştır.
- Ayrıca, herhangi bir arıza durumunda bloğun komple değiştirilmesi yerine, sadece gömleğin değiştirilmesiyle, motorun revizyonunun daha basit ve ucuz olarak yapılması sağlanmaktadır.
- Gömlekler silindirik boru biçimindedir.
- Kuru veya yağ gömlekler, sökülebilir tipte yapılabilir veya döküm sırasında bloğa yerleştirilir.



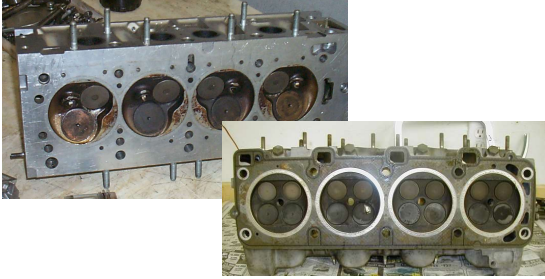
Silindir kapağı

- Silindir kapakları, yanma odasının bir bölümünü oluşturmaktadır, dört zamanlı motorlarda, supapları, enjektörleri, bujileri, emme ve egzoz kanallarını ve soğutma suyu kanallarını üzerinde bulundurmaktadır.



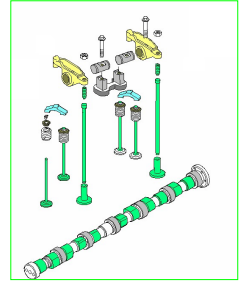
Silindir kapağı...

İyi ısı iletkenlik ve hafiflik avantajları nedeniyle, hemen hemen bütün benzinli ve diesel otomobil motorlarının ve hava ile soğutulan bütün motorların silindir kapakları alüminyum alaşımından döküm yoluyla üretilmekte ve işlenmektedir.



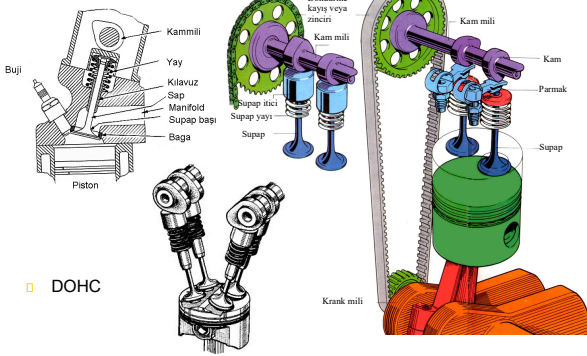
Supap mekanizması ve supaplar

- Supap mekanizmasının görevi, supapları silindirde meydana gelen olaylarla doğru ilişki içerisinde açmak ve kapatmaktır.
- Supap mekanizmaları, üstten ve alttan kamlı olabilir.
- Hareketli kütlelerin daha az olması nedeniyle, modern uygulamalar daha çok üstten tek (OHC) ve çift (DOHC) kamlı ve çok supaplıdır.



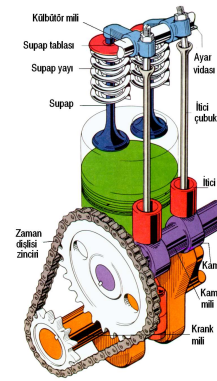
Üstten kamlı supap mekanizmaları

□ (S)OHC



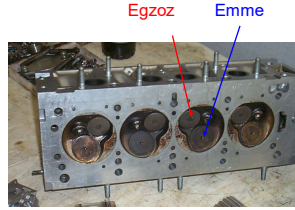
□ DOHC

Altan kamlı supap mekanizması



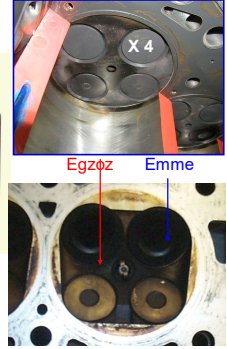
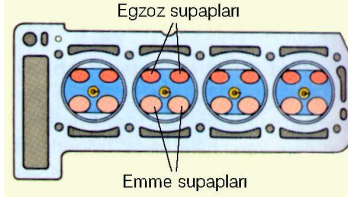
Supaplar

- Emme supapları taze karışım veya havanın silindire alınmasını, egzoz supapları ise yanmış egzoz gazlarının silindirden atılmasını sağlar.
- Motorlarda her silindir için biri emme, diğeri de egzoz olmak üzere en az iki supap bulunur.
- Hacimsel verime etkisinin daha önemli olması nedeniyle, emme supabı çapları, egzoz supabı çaplarından % 10...% 20 daha büyük yapılmaktadır.
- İki emme bir egzoz, iki emme iki egzoz, üç emme iki egzoz gibi çok supap uygulaması yaygınlaşmaktadır.



Supaplar...

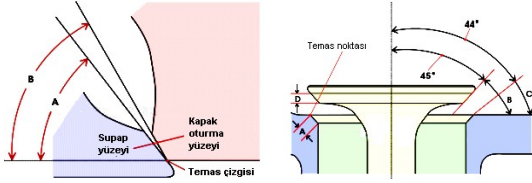
Supap alanının artırılması gaz akışını en üst düzeye çıkarmaktadır.



Dört silindirli ve 16 supaplı bir motorun silindir kapağının alttan görünüşü

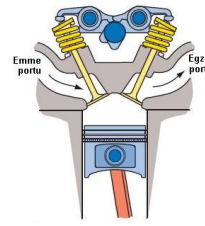
Supaplar..

- Supabın bağaya oturduğu yüzeyler, oturmayı iyileştirmek amacıyla bazı motorlarda farklı açılarda taşlanırlar.



Gaz kanalları (portlar)

Hava yakıt karışımının silindire alındığı ve yanar karışımın dışarıya atıldığı delikler



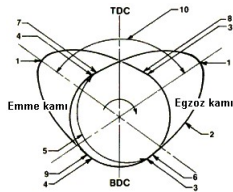
Kamlar ve kam mili

- Kam, dönme hareketini doğrusal harekete çeviren bir makine elemanıdır.
- Kam ile sürekli temas halindeki itici, kam döndükçe kendisinden uzaklaşır ve kendisine yaklaşır.
- Kamlardan oluşan mile kam mili denmektedir.
- Otomotiv kam milleri, krank milinin yarısı hızda döner ve supapların açılıp kapanmalarını kontrol etmek üzere kullanılırlar.
- Kam mili üzerinde besleme pompasına, yağ pompasına, distribütöre veya yakıt enjeksiyon pompasına hareket veren eksantrik ve dişliler de bulunmaktadır.
- Kam milleri, üst kartere veya silindir kapağının üstüne yerleştirilmektedir.



Kamlar ve kam mili...

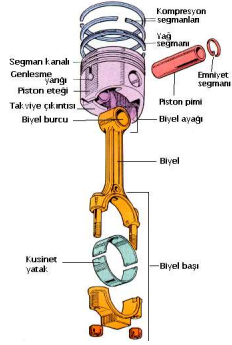
Kam mili terminolojisi



- Maks. kalkma miktarı veya burun
- Yan yüzey
- Açılma aralık rampası
- Kapanma aralık rampası
- Temel daire
- Egzoz açılma başlangıç noktası
- Egzoz kapanma noktası
- Emme açılma başlangıç noktası
- Emme kapanma noktası
- Emme ve egzoz kam aralığı

Piston

- Üst kompresyon segmanı ile birlikte yanma odasının alt kısmını oluşturan piston, silindir içinde iki ölü nokta arasında hareket ederek zamanları meydana getiren ve çalışma maddesinin silindire alınmasını, sıkıştırılmasını, yanma sonucunda silindirde meydana gelen gaz kuvvetini biyel yardımı ile krank miline ileterek gücün oluşmasını ve artık gazların silindirden atılmasını sağlayan önemli bir parçadır.



Segmanlar

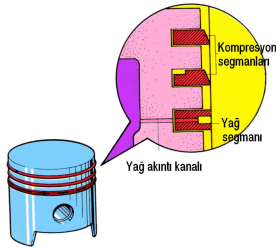
1. Kompresyon segmanları

- Kompresyon segmanlarının görevi:
 - Silindirle piston arasında iyi bir yalıtım sağlayarak, silindirdeki basınçlı gazların kartere kaçmasını engellemek
 - Silindir yüzeyini sıyırarak, yağlama yağının yanma odasına geçmesini engellemek
 - Piston başındaki ısıyı silindir gömleğine iletmek
- Yeterli gaz kaçağı kontrolü ve yağ sıyırma işlemi için en az iki kompresyon segmanı gerekli görülmektedir.

2. Yağ segmanları

- Yağ segmanlarının görevi, silindir yüzeylerindeki yağ artıklarını sıyırarak tekrar kartere göndermektir.

Segmanlar...

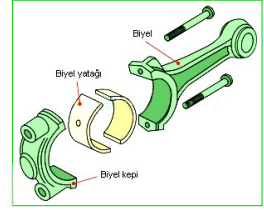


3 parça yağ segmanı



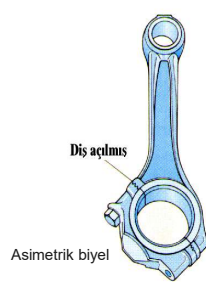
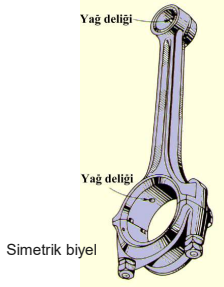
Biyeller

- Biyel, pistonu kranka bağlar ve pistonun gelen kuvvetini krank miline iletir.
- Pistonun doğrusal hareketini, ana milde dairesel harekete dönüştürür.
- Biyele, "piston kolu" da denmektedir.



Biyeller...

- Asimetrik biyeler, biyel kepi civatalarına gelen yükü azalttıklarından daha çok diesel motorlarında kullanılmaktadır.

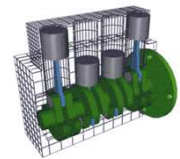
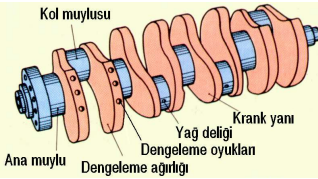


Krank milleri

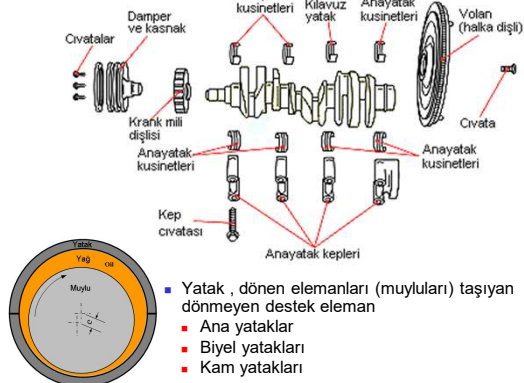
Krank mili motorun ana milidir. Görevleri şunlardır:

- Pistonun doğrusal hareket ve kuvvetini, biyelle birlikte dönme hareket ve kuvvetine çevirir.
- Arka ucuna flanş yardımıyla bağlanan volan aracılığıyla motor gücünü kavramaya verir.
- Güç zamanı dışında, biyel ve pistonla hareket verir.
- Üzerindeki kasnak ve/veya dişli yardımıyla su pompasına, kam miline, vb. hareket verir.

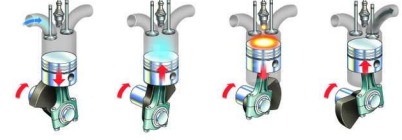
Krank millerinin tasarımında, dengeleme ve burulma titreşim problemleri de dikkate alınır.



Krank milleri...

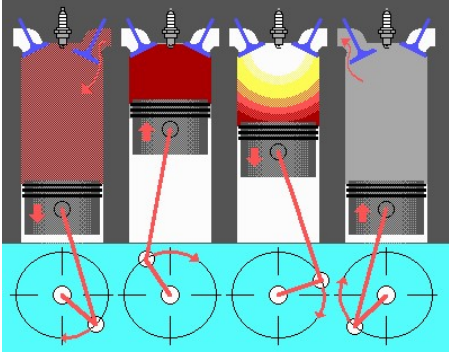


Motorun çalışması

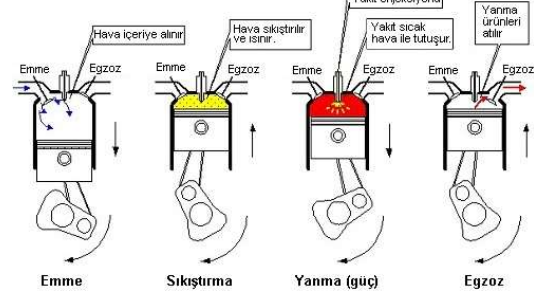


Dört zamanlı buji ile ateşlemeli motorun çalışması

- Emme
- Sıkıştırma
- Güç
- Egzoz

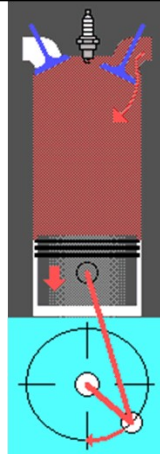


Dört zamanlı buji ile ateşlemeli motorun çalışması...



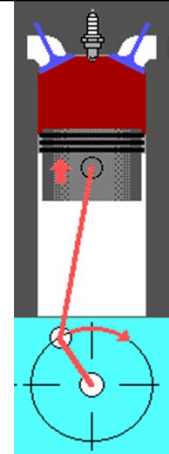
Emme zamanı

- Emme supabı açılır.
- Piston, krank milinin $\frac{1}{2}$ turu boyunca dışarıya doğru hareket eder.
- Silindirde vakum oluşturulurken atmosfer basıncı, hava - yakıt karışımını silindire doldurur.



Sıkıştırma zamanı

- Emme supabı kapanır.
- Piston, krank milinin $\frac{1}{2}$ turu boyunca içeriye doğru hareket eder.
- Hava - yakıt karışımı sıkıştırılır.
- Sıkışan karışımın sıcaklık ve basıncı artar.



Sıkıştırma oranı

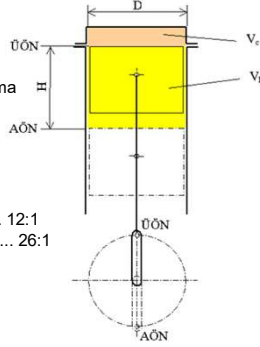
- Sıkıştırmanın derecesi, **sıkıştırma oranı** ile açıklanır.

$$\epsilon = \frac{V_t}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

- Sıkıştırma oranı yüksek olduğunda yanma odasının yüzeyleri küçük olmakta ve yanma sırasında soğuma nedeniyle ısı kaybı daha az olmaktadır.

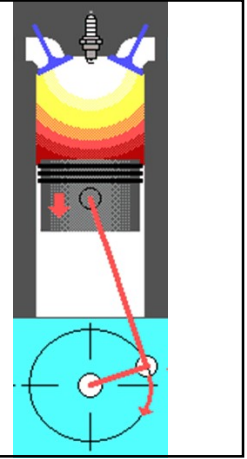
- Sıkıştırma oranları;

- dört zamanlı otto motorlarında 6:1 ... 12:1
- dört zamanlı diesel motorlarında 12:1 ... 26:1 arasındadır.



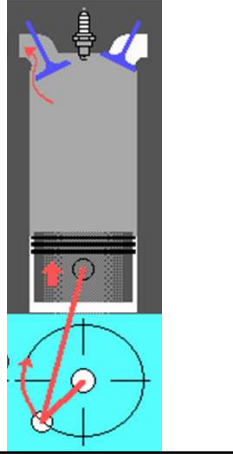
Güç zamanı

- Supaplar kapalıdır.
- Buji karışımı ateşler.
- Piston, krank milinin 1/2 turu boyunca dışarıya doğru hareket ederken ısı mekanik enerjiye dönüştürülür.



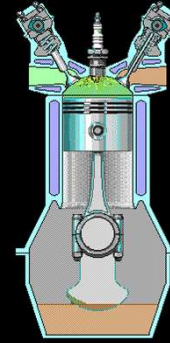
Egzoz zamanı

- Egzoz supabı açılır.
- Piston, krank milinin 1/2 turu boyunca içeriye doğru hareket ederken egzoz gazları dışarıya süpürülür.



Dört zamanlı (stroklı) motorun çalışması

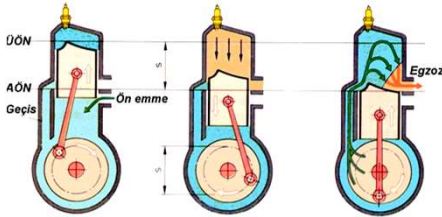
Buji ile ateşlemeli



İki zamanlı motorlar

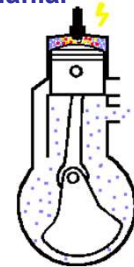
Doldurma yöntemleri:

- Karterden süpürme
 - İşlem taze havayı emme portundan içeriye gönderir.
 - Bu sırada egzoz gazları da açık egzoz valfinden dışarıya atılır.
- Blower/süperşarjör
 - Havayı sıkıştırarak emme zamanında silindire gönderir.



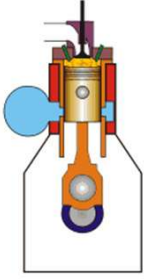
Karterden süpürmelide zamanlar

- Yukarı strok
 - Sıkıştırma
 - Ateşleme
 - Kartere emme
- Aşağı strok
 - Güç
 - Karterde sıkıştırma
 - Egzoz
 - Transfer



Strok	Piston	Çalışma maddesi
Emme/sıkıştırma	AÖN→ÜÖN	Kartere emilir, diğeri silindirde sıkıştırılır.
Güç/Egzoz	ÜÖN → AÖN	Dışarı atılır, diğeri karterde sıkıştırılır.

Blower/süperşarjörlerde zamanlar



1. Piston AÖN'ya yaklaşırken hava silindire basınçlı olarak dolar. Bu sırada egzoz supapları da açılarak egzoz gazlarının çıkmasını sağlar.
2. egzoz supapları kapanır ve piston ÜÖN'ya doğru ilerlerken havayı sıkıştırır.
3. ÜÖN'nın hemen öncesinde silindire yakıt enjekte edilir. Yanan yakıtın sağladığı yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle piston AÖN'ya doğru itilir.
4. İşlemler tekrarlanır.

Avantaj ve dezavantajlar

Dört zamanlı motorların

üstünlükleri:

- İki zamanlı karterden süpürmeli motorlarla karşılaştırıldığında; geniş hız ve yük aralığı
- Daha soğuk pistonlar
- Çok silindireli motorlarda ortak krank haznesi yapımı
- Daha kolay ve iyi yağlama
- Daha düşük özgül yakıt tüketimi
- Daha uzun ömür
- Daha az pompalama kayıpları
- Daha az egzoz kaçakları
- Daha az hidrokarbon emisyonları
- Daha kolay güç kontrolü (regülasyonu)

İki zamanlı motorların üstünlükleri:

- Aynı hızda, dört zamanlı motorlara oranla, birim piston kursu için % 50-80 daha fazla güç çıkışı
- Supapsız tasarımlar için daha az parça ve düşük maliyet
- Egzoz zamanında vakit kaybı yok
- Düşük NO_x emisyonları (BAM'larda)
- Herhangi bir konumda çalışabilme
- Aynı güç çıkışı için daha hafif ve ucuz

Motorların sınıflandırılması

Otomotiv alanında, buji ile ateşlemeli ve sıkıştırma ile ateşlemeli motorlarının her ikisi de kullanılmaktadır.

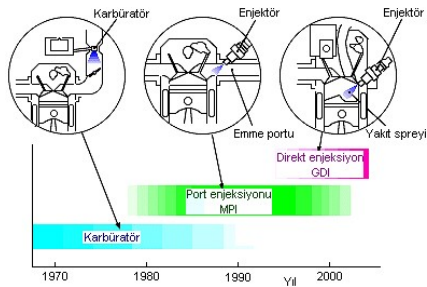
- 75 kW'ın üzerindeki motorların çoğu diesel
- Motorların çoğu dört zamanlı, su ile soğutmalı ve üstten supaplı
- Bir, iki, üç, dört, beş, altı, yedi ve sekiz silindireli motorlar kullanılır.
- Taşıt motorlarından en az 10000 – 15000 saatlik bir güvenli çalışma süresi beklenmektedir.

Yakıt türüne göre

- Hafif sıvı yakıt kullanan motorlar
- Ağır sıvı yakıt kullanan motorlar
- Gaz yakıt kullanan motorlar
- Katı yakıt kullanan motorlar
- İki, çift ve çok yakıtlı motorlar

Karışımın oluşturulması metoduna göre

- Ön karışmalı dolgu motorlar
- Ön karışmasız dolgu motorlar

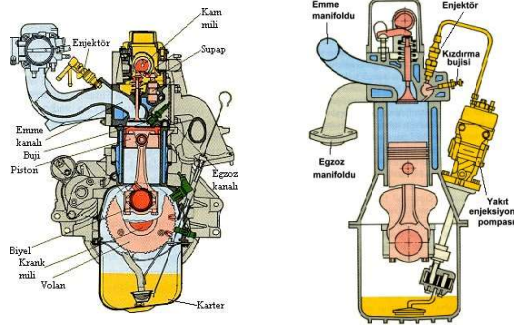


Karışımın oluşturulması metoduna göre...

1. Karbürasyon
2. Yakıt enjeksiyonu
 - i. Diesel
 - ii. Benzin
 - (a) Manifold
 - (b) Port
 - (c) Silindir (direkt)

Ateşleme metoduna göre

- Buji ile ateşlemeli motorlar
- Sıkıştırma ile ateşlemeli motorlar



Avantaj ve dezavantajlar

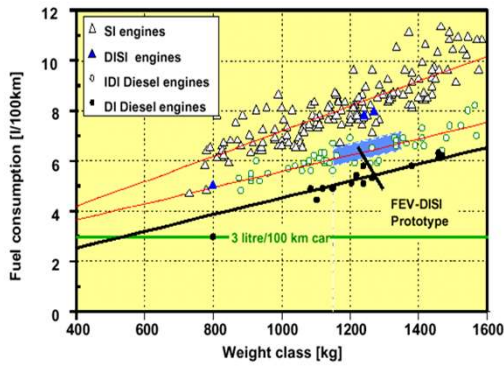
Buji ile ateşlemeli motorların üstünlükleri:

- Düşük ilk fiyat (alış fiyatı)
- Düşük servis-bakım maliyeti
- Düşük özgül ağırlık (güç ağırlığı) ~ 2 kg/kW)
- Düşük ilk harekete geçirme çabası
- Geniş hız ve yük aralığı
- Yüksek mekanik verim
- Yüksek sıkıştırma oranlarında ve tam gazda, oldukça düşük özgül yakıt tüketimi (SAM kadar iyi değil ~285 g/kWh)

Sıkıştırma ile ateşlemeli motorların üstünlükleri:

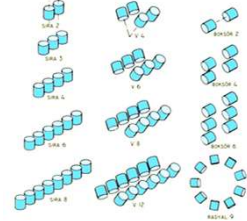
- Yakıt tüketiminde % 25...40 azalma ve yakıt fiyatının genellikle daha düşük olması, $b_e \sim 190...285$ g/kWh
- Yüksek düşük hız torku
- Güç yaklaşımı, karışımın oluşturulması ve yanma sırasında havanın oldukça etkili kullanımı (BAM kadar iyi değil),
- İmalat fiyatlarının giderek buji ile ateşlemeli motorlara yaklaşması (halen % 20...25 daha pahalı)
- Egzoz gazları daha az kirlitici?

Yakıt ekonomisi karşılaştırması

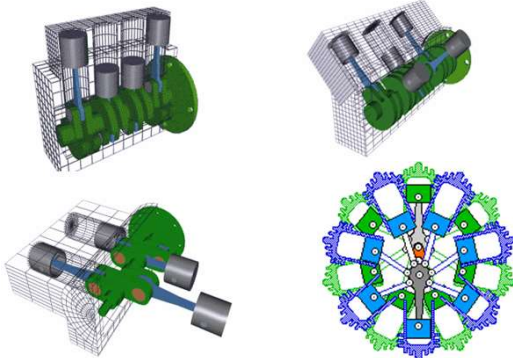


Mekanik tasarım özelliklerine göre

- Pistonlu motorlar
- Silindir düzenlemesine göre
- Piston düzenlemesine göre

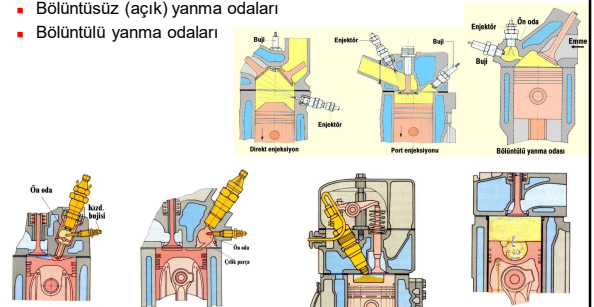


Mekanik tasarım özelliklerine göre...



Mekanik tasarım özelliklerine göre...

- Yanma odası düzenlemesine göre
- Bölüntüsüz (açık) yanma odaları
- Bölüntülü yanma odaları



Mekanik tasarım özelliklerine göre...

- Wankel (Rotatif - dönel) motorları
 - Rotor, muhafazasında hareketli,
 - Rotor sabit, muhafaza hareketli
 - Rotor ve muhafazanın her ikisi de hareketli



Avantaj ve dezavantajlar

Wankel motorlarının avantajları:

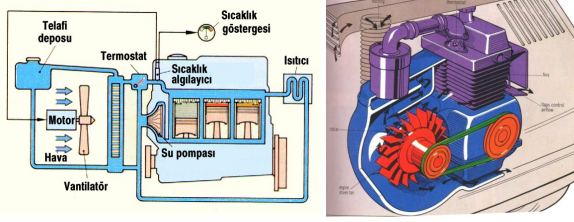
- Küçük boyutlar, hafiflik (aynı güç çıkışı için)
- Pistonlu motorlara oranla daha az sayıda parça
- Daha iyi emme ve egzoz işlemleri
- Supap yok (rotor ve contalar supap görevi yapar)
- Daha az sürtünme
- Düşük oktan sayısı ihtiyacı
- Düşük NO_x emisyonları
- Salınım yapan parça yok, atalet problemi yok, salınım balanssızlığı yok
- Titreşimsiz çalışma

Wankel motorlarının dezavantajları:

- Odacıklar arasında güvenli yalıtım güçlüğü (yüksek sıkıştırma oranlarının elde edilmesini güçleştirir.)
- Özgül yakıt tüketimleri fazla (düşük devirlerdeki düşük tork problemi)
- Çalışma ömürleri kısa
- Egzozdaki HC emisyonları fazla

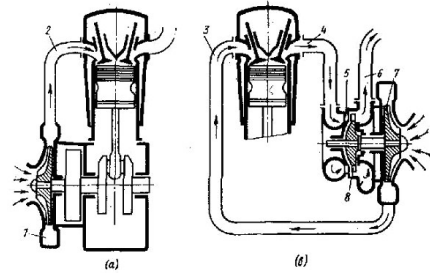
Soğutma metoduna göre

- Sıvı (su, yağ, antifriz) ile soğutmalı motorlar
- Hava ile soğutmalı (açık - kapalı sistem) motorlar



Dolgunun silindire alınışına göre

- Normal emişli motorlar
- Aşırı doldurmalı (süperşarjlı) motorlar



Avantaj ve dezavantajlar

Süperşarjlı motorların avantajları:

- Aynı boyutlardaki normal emişli motorlara oranla daha fazla güç (% 40 a kadar), ya da aynı güç için daha küçük kütle ve boyutlar
- Yüksek yakıt ekonomisi (ısı verim % 45)
- Türboşarjörle hava basıncına daha az bağımlı, yükseklerde de etkili çalışabilme
- Egzoz gazları daha az kirlitici
- Daha sessiz çalışma

Süperşarjlı motorların dezavantajları:

- Türbin egzoz akışını kısıtlar.
- Havanın sıkıştırılması basınç ve sıcaklığını artırır ve buji ile ateşlemeli motorlarda vuruntuya sebep olur (daha yüksek oktanlı yakıt gerekir).
- Türbinin hızlanması zaman aldığından taşıtı hızlandırması gecikir fakat daha sonra atak yapar (Türbo gecikmesi-lag).
- Gecikme hafif parçalar, rulman yataklar veya ardışık türbolarla azaltılabilir.
- Daha pahalı (benzer normal emişli motora kıyasla)
- fakat! benzer güçlü bir motorla karşılaştırıldığında, fiyat aynı veya daha az olabilir.

Kalite karakteristikleri

İçten yanmalı motorların kalitesini gösteren temel karakteristikler:

- Tüm tasarım elemanlarının güvenilirliği ve servis ömürleri
- Isı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürme yüzdesi (Isıl verim ya da özgül yakıt tüketimi)
- Silindir süpürme hacmine ya da piston alanına bağımlı özgül güç
- Birim güç için motor kütlesi (özgül kütle) ve motorun boyutları
- Egzoz gazlarının kirliliği ve duman miktarı
- Motorun çalışması sırasındaki gürültü düzeyi
- Motorun tasarım basitliği ve servis kolaylığı (Düşük bakım ve performans fiyatı)
- Motorun güvenilir ilk hareketi
- Tasarım ihtimalleri (motorun gücünün artırılabilmesi, ekonomisinin iyileştirilmesi ve karakteristiklerinin geliştirilmesi ile modernleştirilmesi)
- Değişik görev ve farklı şartlardaki çalışmalara iyi uygulanabilirliği

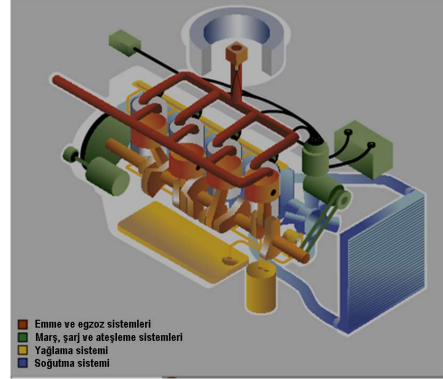
Motor sistemleri

- Motorun düzgün çalışabilmesi ve taşıtı güçlendirebilmesi için gerekli sistemler:

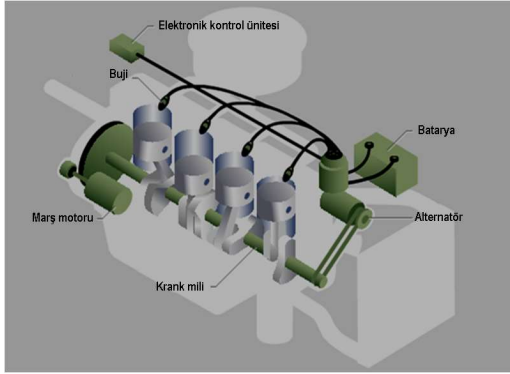
- Marş
- Şarj
- Ateşleme
- Yakıt
- Yağlama
- Soğutma
- Emme ve egzoz



Motor sistemleri...

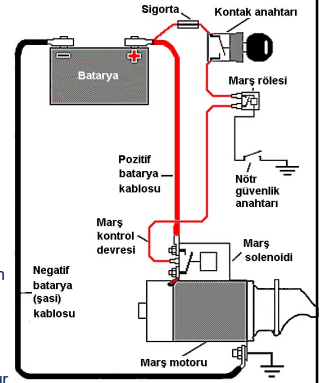


Marş, şarj ve ateşleme sistemi



Marş sistemi

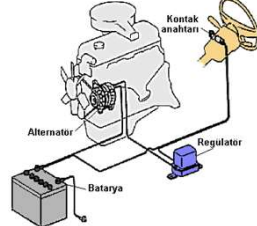
- Motorun ilk harekete geçirilmesini sağlayan marş motoru ve ona kumanda eden elemanlardan oluşan sistemdir.
- Marş motoru**, içten yanmalı motorun ilk hareketini sağlayan doğru akım elektrik motorudur.
- Kontağın çevrilince, pinyon dişlisi, volan dişlisiyle kavraşır ve marş motoru dönmeye başlar.
- Bu da içten yanmalı motoru döndürerek hava-yakıt karışımının motora çekilmesini ve çalışmasını sağlar.
- İçten yanmalı motor dönmeye başladığında, pinyon dişli volan dişlisinden ayrılır ve solenoid durur.



Şarj sistemi

- Şarj sisteminin görevi motorun motordan aldığı mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek alıcıları beslemek, bataryayı şarj etmektir.
- Elektrik üretici, motor tarafından bir kayış-kasnak düzeni ile döndürülür.
- Sistemin parçaları:**

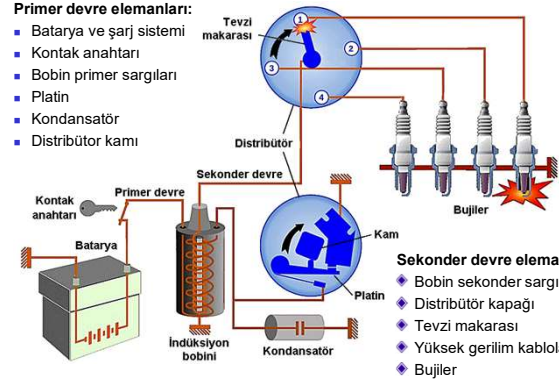
- Alternatör (alternatif akım jeneratörleri)
 - Eski sistemlerde şarj dinamosu (doğru akım jeneratörleri)
- Batarya (akümülatör)
- Regülatör (konjektör)
- Kontakt anahtarı
- Şarj göstergesi
- Sigorta



Bataryalı ateşleme sistemi

Primer devre elemanları:

- Batarya ve şarj sistemi
- Kontakt anahtarı
- Bobin primer sargıları
- Platin
- Kondansatör
- Distribütör kamı



Sekonder devre elemanları:

- Bobin sekonder sargıları
- Distribütör kapağı
- Tevzi makarası
- Yüksek gerilim kabloları
- Bujiler

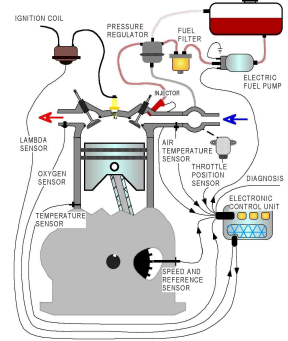
Yakıt sistemi

- Yakıt sisteminin fonksiyonu, yakıtı depolamak, ölçmek, atomize etmek, buharlaştırmak ve hava ile karıştırmaktır.
- Yakıt sistemi elemanları:
 - Depo (tank)
 - Borular, hortumlar
 - Valfler
 - Filtreler
 - Pompa
 - Enjektörler

Yakıt enjeksiyonu

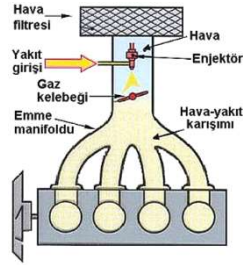
- Yakıt enjeksiyonu, modern motorlarda tercih edilen sistemdir.

Port Fuel Injection



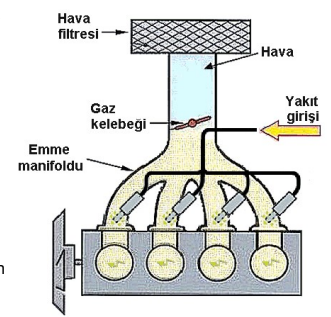
Yakıt enjeksiyonu...

- Tek port yakıt enjeksiyonu (manifolda tek noktada enjeksiyon)



Çok port yakıt enjeksiyonu

- Çok port enjeksiyon (Multi-port injection- MFI) halen kullanılmakta olan en verimli yakıt ölçme yöntemidir. MFI, her silindir için bir enjektör içerir.
- Enjektörler yakıtı emme supaplarından yanma odasına doğru püskürtürler. Her enjektör ayrı ayrı elektronik olarak kontrol edilir.
- Yeni versiyonlarda enjektörler ortak bir yakıt hattına (common rail) bağlıdır.



Direkt enjeksiyonlu diesel

- Diesel motorlarının son yıllardaki geri dönüşü sebebiyle, diesel verimine daha çok önem verilmiştir.
- Direkt enjeksiyonlu diesel motorlar yakıtı bir enjektörle doğrudan yanma odasına püskürtmektedir.
- Püskürtme hattına yerleştirilen bir ısıtma bujisi, ilk hareket sırasında çalışma kolaylığı sağlar.



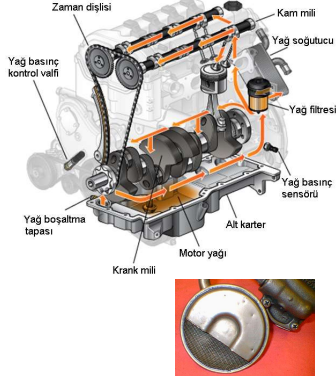
Direkt enjeksiyonlu diesel...

- Yakıt enjeksiyon sistemlerinin mekanik ve elektronik birçok çeşidi bulunsa da temel prensip aynıdır.



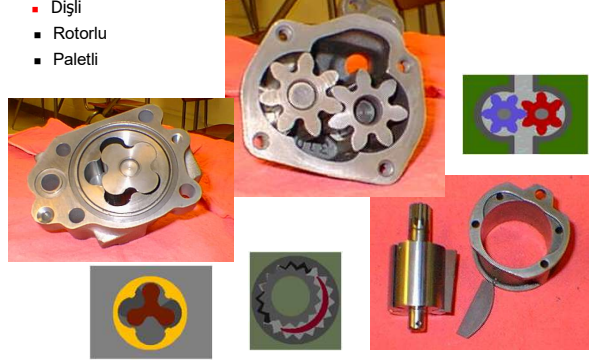
Yağlama sistemi

- Yağlama sistemi motor yağını motorun yağlanacak kısımlarında dolaştırır.
- Basınçlı yağlama sisteminde bulunan bir yağ pompası, karterde bulunan yağı bir süzgeç ve emiş borusu üzerinden emerek, bir yağ kanalından yağ filtresine basar.
- Yağ basıncının ayarlanması pompa gövdesindeki bir basınç supabı aracılığıyla sağlanır. Sistem üst basıncına erişildiğinde, supap yağ deposuna dönüş kanalını açar.



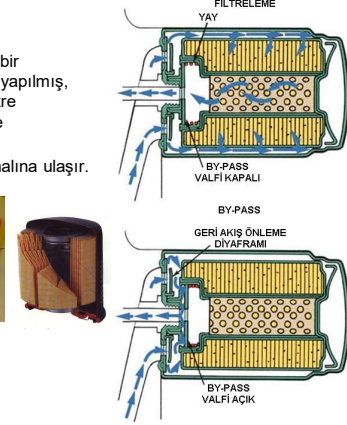
Yağlama sistemi...

- Yağ pompası tipleri
 - Dişli
 - Rotorlu
 - Paletli



Yağlama sistemi...

- Yağ filtreleri genellikle kapalı bir muhafaza içerisinde kağıttan yapılmış, yıldız şeklinde katlanan bir filtre elemanından oluşmaktadır ve değiştirilebilir.
- Filtre edilen yağ, ana yağ kanalına ulaşır.

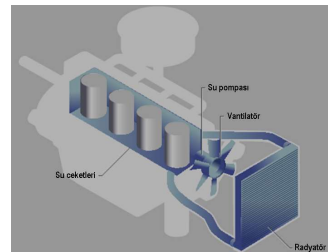


Yağlama sistemi...

- Yağlama yağının kullanım amaçları:
 - Kolay ilk hareket sağlamak
 - Kayan yüzeyler arasındaki direkt teması minimuma indirerek **sürtünme ve aşınmayı azaltmak**
 - Sürtünmeyle ortaya çıkan ısıyı taşıyarak sürtünen yüzeyleri **soğutmak**
 - Kirletici maddeleri taşıyarak kayan yüzeyleri **temizlemek**
 - Sürtünen yüzeyler arasındaki boşluğu doldurarak **basınç kaybını azaltmak**
 - Kayan yüzeyleri **oksidlenmeden korumak**
 - Yataklar aşırın yüklendiğinde **darbeleri yastıklamak**

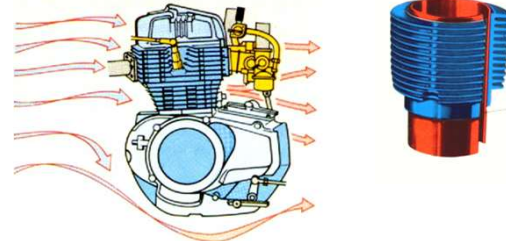
Soğutma sistemi

- Pistonlu içten yanmalı motorlar her zaman soğutma sistemleri ile donatılarak, silindir, piston, supap ve diğer ilgili parçaların sıcaklıkları kontrol edilir.
- Soğutma sistemi motor sıcaklığının uygun değerde kalmasını sağlar.



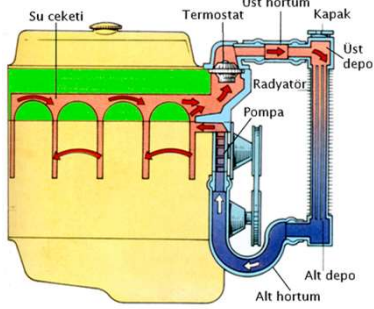
Hava ile soğutma sistemleri

- Serbest akışlı sistem



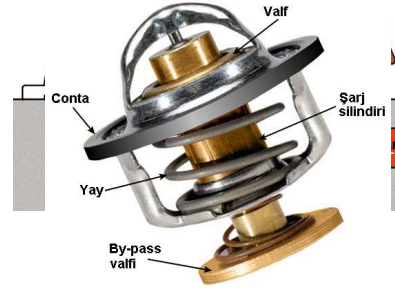
Sıvı ile soğutma sistemi

Basit bir sıvı soğutma sistemi düzenlemesi



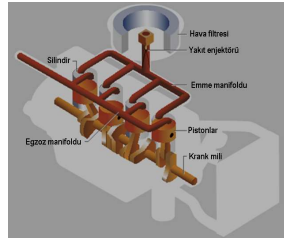
Sıvı ile soğutma sistemi...

Tipik termostat



Emme ve egzoz sistemleri

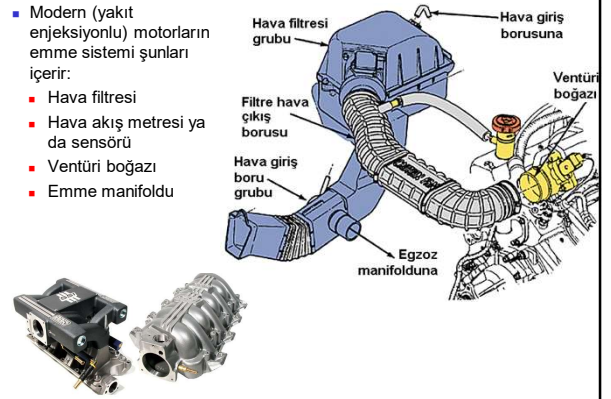
- Emme ve egzoz sistemi, taze dolgunun silindirlere alınması ve egzoz gazlarının silindirlere atılmasında kullanılan sistemdir.



Emme sistemi

- Modern (yakıt enjeksiyonlu) motorların emme sistemi şunları içerir:

- Hava filtresi
- Hava akış metresi ya da sensörü
- Ventüri boğazı
- Emme manifoldu



Egzoz sistemi

- Egzoz sistemi**, silindirden egzoz çıkış borusuna kadar olan elemanlardır.

- Egzoz sisteminin görevi:

- Yanmış egzoz gazlarını silindirden uzaklaştırmak
- Motor gürültüsünü azaltmak
- Katalitik konvertörle egzoz emisyonlarını azaltmak

- Tipik bir sistem elemanları:

- Silindir kapağındaki parçalar (egzoz supap ve portları)
- Egzoz manifoldu
- Katalitik konvertör
- Borular
- Rezonatör ve/veya susturucu



SON

