

İÇTEN YANMALI MOTOR TEKNOLOJİSİ

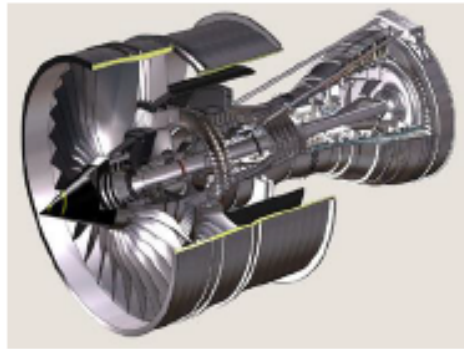
Doç Dr Mehmet ÇAKIR

Definition of ICE

A **heat engine** that converts chemical energy in fuels into mechanical power, in which the heat source is the combustible mixture/burned products that also serves as the working fluid. (1st Year Thermodynamics!!!)



An **internal combustion engine** is one in which the combustion occurs within the engine itself,



An **external combustion engine** is one where combustion occurs outside the engine system, and heat transfers is via a heat exchanger.



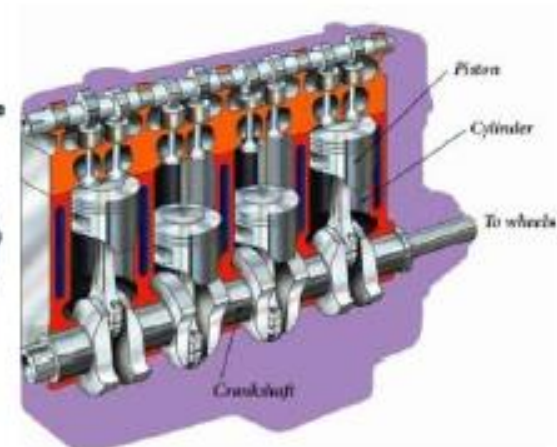
Internal Combustion Engines

ECE: Steam power plant, Solar power plant, Nuclear power plant

ICE: Reciprocating piston engine, Rotary engine, Gas turbine, Jet engine

Internal Combustion engines

- Produce work by pushing on a reciprocating piston or turbine blades that drives a rotating shaft.
- Creates a high-momentum fluid that is used directly as propulsive force



MM4ICE focuses on powertrain designs for automotive applications

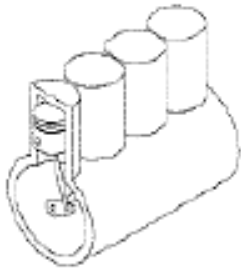
Engine types

Basic engine design



Rotary engine
(Wankel engine
in Mazda models)

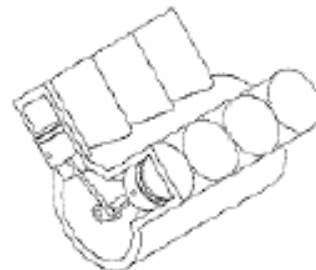
Reciprocating engine



In-line (Straight)



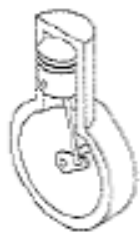
Peugeot 407



V-type



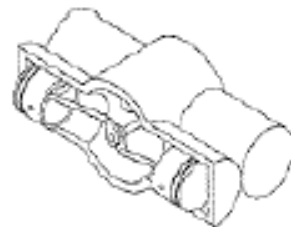
Jaguar 4litre V8



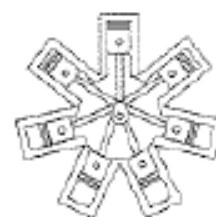
Single
cylinder



Yamaha



Opposed cylinder - Porsche 911



Radial



Aero engine

What do they look like?



Subaru Boxer Engine, 6 cylinder, 3.6l; 256 hp@ 6000rev/min; 247 lb-ft @4800rev/min



2007 Toyota DISI V6, 3.5 l



Pistons, connecting rods, camshafts, crankshaft, camshaft belt drive off crankshaft

Largest & Smallest ICE

Wartsila-Sulzer RTA96-C turbocharged two-stroke diesel
(Application: large container ships)

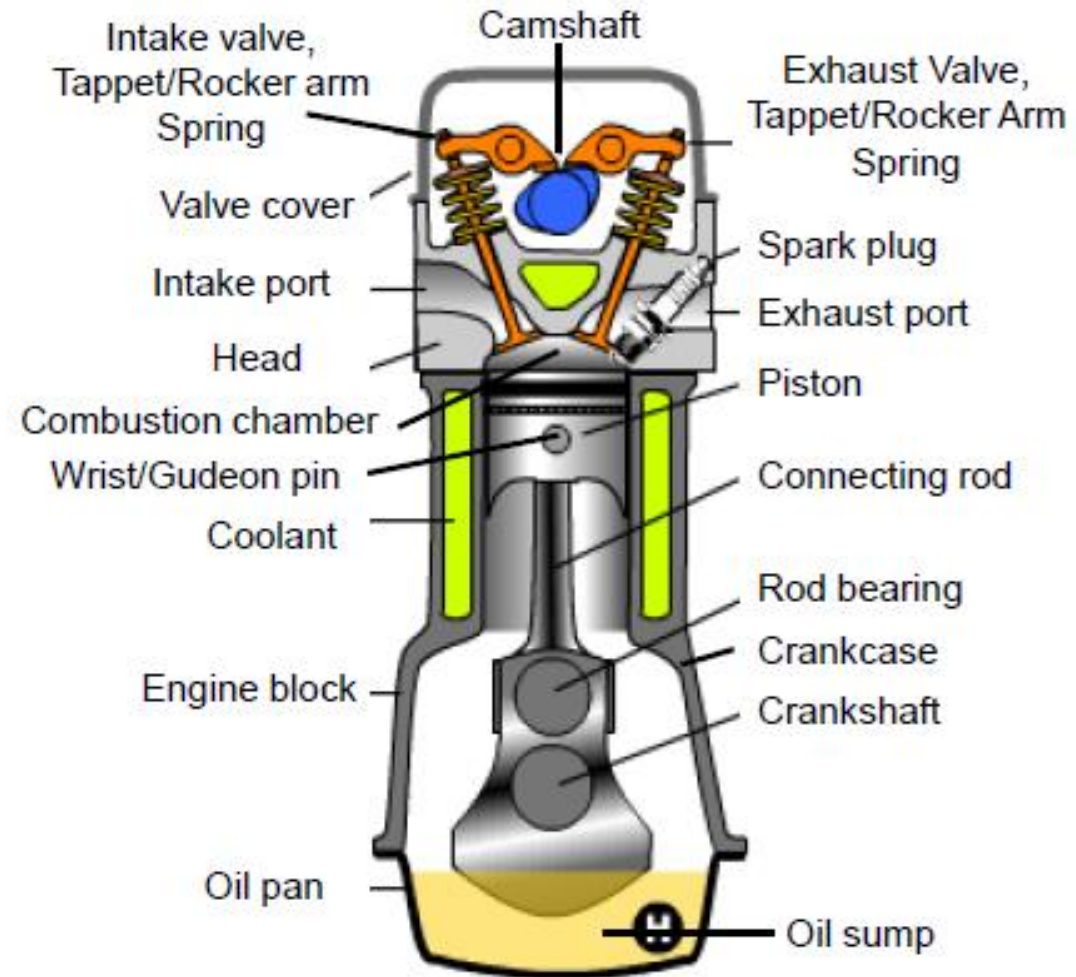
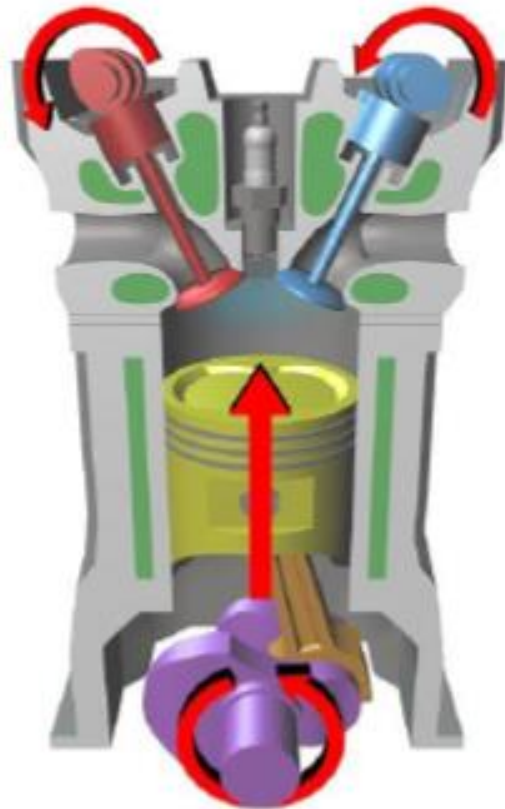
Cylinder bore: 1m, Stroke: 2.5m; 14 cylinder version; Weight: 2300 tons; Length: 27m; Height: 13m; Max. power: 80,568 kW @ 102 rpm; Max. torque: 7,603,850 Nm @ 102 rpm; BMEP: 18.5 atm.



Application:	Model airplanes
Weight:	0.49 oz. = 13.9 g
Bore:	0.237" = 6.02 mm
Stroke:	0.226" = 5.74 mm
Displacement:	0.00997 in ³ (0.163 cm ³)
Speed:	30,000 rpm
Power:	3 watts
BMEP:	0.36 atm (low!)



Engine components



Classification of ICEs

Method of ignition : Spark ignition (SI); Compression ignition (CI)

Working cycle: 4-stroke cycle; 2-stroke cycle

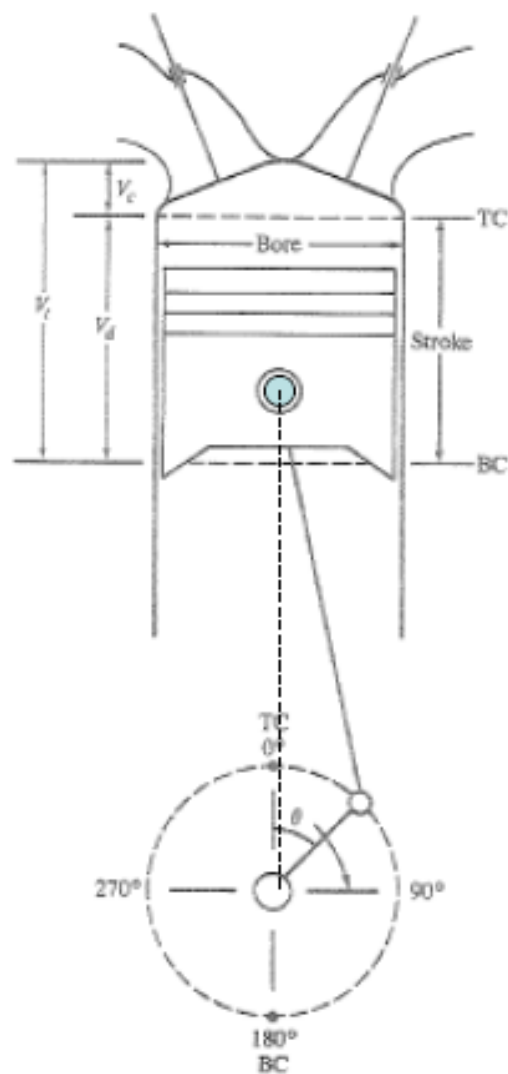
Air intake process: Naturally aspirated; supercharged; turbocharged;

Method of cooling: Air cooled; Liquid cooled/water cooled; Uncooled (besides natural convection and radiation)

Combustion chamber design: Open chamber (disc, wedge, hemisphere, bowl-in-piston); Divided chamber (swirl chamber, prechamber)

Method of load control: Throttling of fuel and air flow together to maintain mixture composition; Control of fuel flow alone; Combination of both

Geometrical properties of reciprocating engines



Top-Dead-Center (TDC)

Piston comes to rest at furthest point away from crankshaft, when cylinder volume is minimum

Bottom-Dead-Center (BDC)

Piston comes to rest at closest point from crankshaft when cylinder volume is maximum

Bore, B

Diameter of the cylinder

Stroke, L

Distance travelled by piston from one extreme end to the other (TDC to BDC)

Clearance volume, V_c

Minimum cylinder volume

Spark Ignition (SI) engine

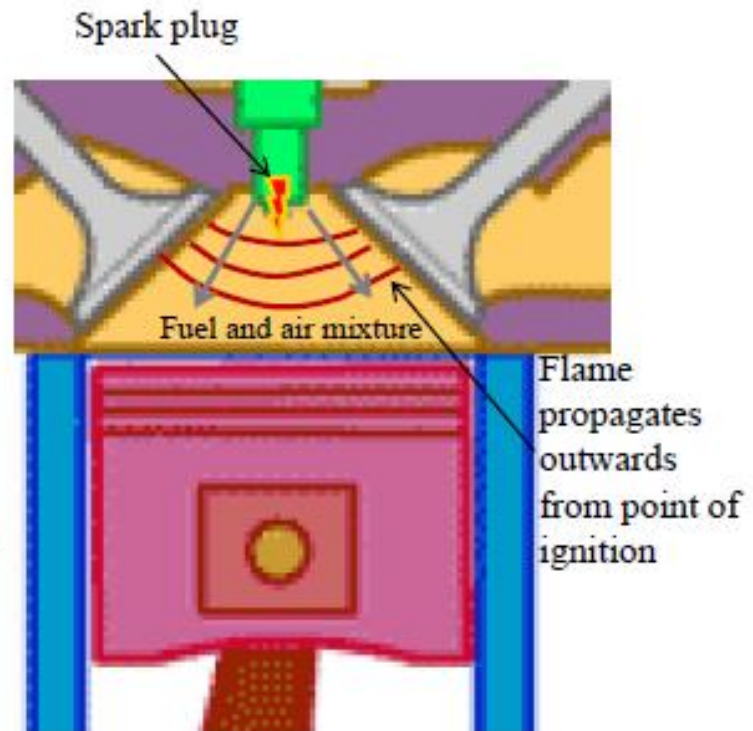
Combustion chamber: typically pent-roof

Homogeneous combustion

- Air/fuel premixed outside the cylinder (except DISI)
- Spark ignites the mixture
- Combustion rate is controlled by the flame propagation
- Intake throttle to regulate quantity of charge (quantity controlled)
- Compression ratio typically 10:1 (avoid charge starting to burn too early)

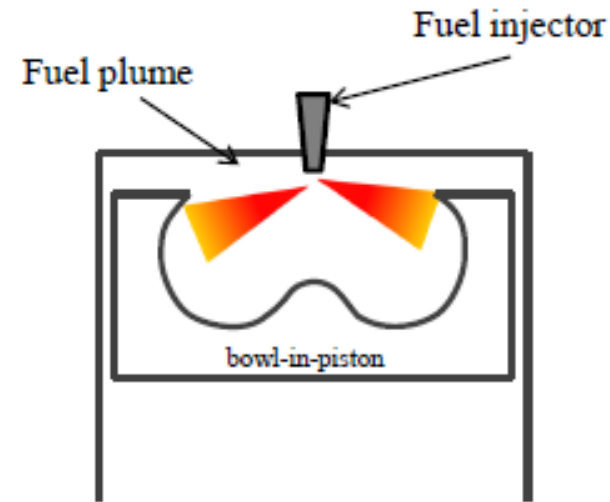
Work output

- Quantity governed – quantity of air and fuel regulated
- AFR is constant at stoichiometric value (14.7) for most conditions



Compression Ignition (CI) engine

Combustion chamber: bowl-in-piston



Heterogeneous combustion

- Fuel injected late in the compression stroke
- Auto ignition occurs due to high compression temperature/pressure
- Rate of fuel and air mixing controls the combustion rate

Work output

- Quality governed - fuel injected regulated to change work output; air not regulated
- AFR changes over time

Operations of a 4-stroke SI engine

Induction/Intake



Piston travels downwards; Intake valves open
Partial vacuum (low pressure) inside cylinder
Mixture of air and fine mist of fuel is delivered by carburetor or an injection system into intake port
Atmospheric pressure pushes fuel / air mixture into cylinder
Engine does work on working fluid

Compression



Intake valves close; Piston travels upwards
Mixture is compressed to high pressure and temperature
Near the end of the stroke as piston approaches TDC, ignition occurs
Engine does work on working fluid

Expansion/Power



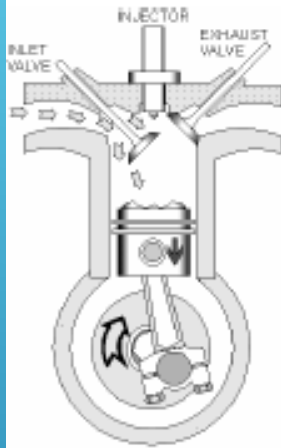
Combustion propagates; Mixture composition changes; Pressure and temperature increase
High pressure created forces piston downward, producing work output
At the end of expansion, pressure and temperature drop
Working fluid does work on engine

Exhaust



Exhaust valves open near BDC; Piston travels upwards
Pressure differential pushes exhaust gases out of cylinder
At the end of the stroke, exhaust valves close
Engine does work on working fluid

Operations of a 4-stroke CI engine



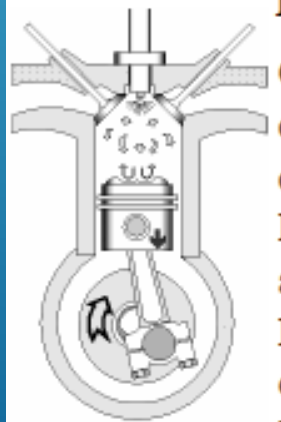
Induction/Intake

Piston travels downwards; Intake valves open
Partial vacuum (low pressure) inside cylinder
Atmospheric pressure pushes air into cylinder
Engine does work on working fluid



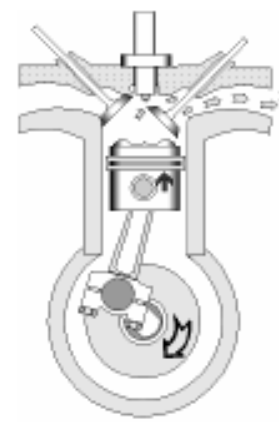
Compression

Intake valves close; Piston travels upwards
Air compressed to higher pressure and temperature than in SI (due to higher CR)
Near the end of the stroke as piston approaches TDC, fuel injected directly into combustion chamber
Fuel vaporisation due to hot air entrainment and atomisation; Autoignition occurs
Engine does work on working fluid



Expansion/Power

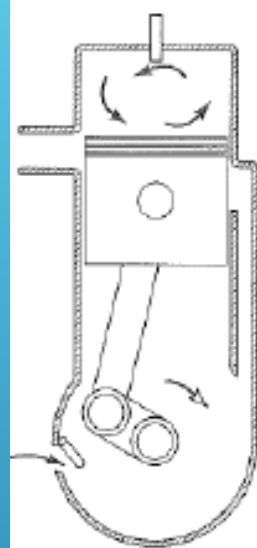
Combustion fully developed by TDC at constant pressure until fuel injection ceased
Mixture composition changes; Pressure and temperature increase
High pressure created forces piston downward, producing work output
Pressure/temperature drop at the end of expansion
Working fluid does work on engine



Exhaust

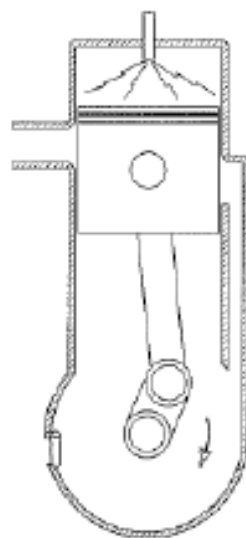
Exhaust valves open near BDC; Piston travels upwards
Pressure differential pushes exhaust gases out of cylinder
At the end of the stroke, exhaust valves close
Engine does work on working fluid

Operations of a 2-stroke SI engine



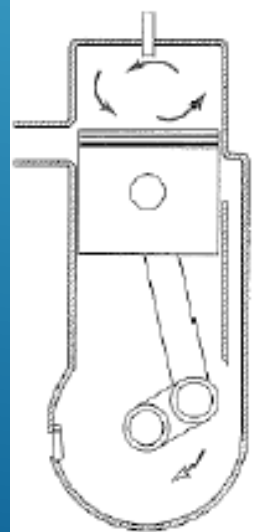
Compression 1

As piston travels upwards, transfer port closes followed by exhaust port
Trapped charge is compressed to higher pressure and temperature
Underside of piston is drawing in an air-fuel mixture into the crankcase through a spring-loaded non-return inlet valve.



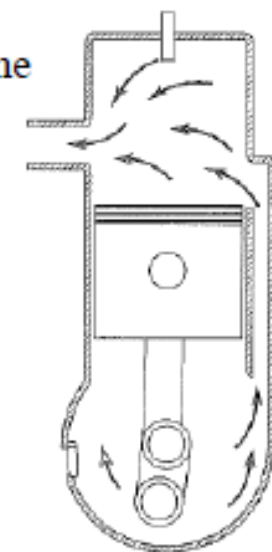
Compression 2

Spark ignition occurs near TDC at the end of the compression stroke
Combustion at almost constant volume near TDC



Expansion 1

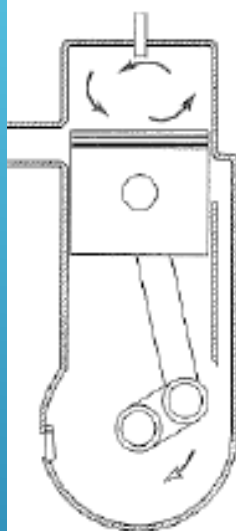
Combustion at almost constant volume near TDC
Mixture composition changes;
Pressure and temperature increase
High pressure created forces piston downward, producing work output
Fuel-air mixture in crankcase compressed by downward motion of piston



Expansion 2

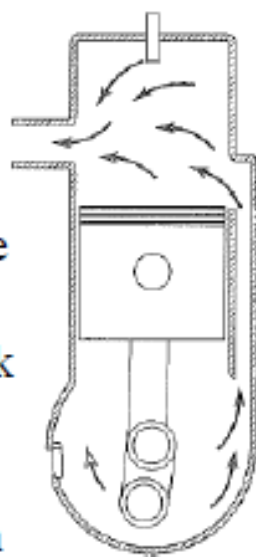
Near the end of power stroke, exhaust port uncovered and exhaust blowdown occurs
At BDC, transfer port uncovered and compressed charge expands into cylinder
Some remaining exhaust gases are displaced by this fresh charge – flow mechanism called ‘loop scavenging’

Operations of a 2-stroke SI engine



Expansion 1

Combustion at almost constant volume near TDC
Mixture composition changes;
Pressure and temperature increase
High pressure created forces piston downward, producing work output
Fuel-air mixture in crankcase compressed by downward motion of piston



Expansion 2

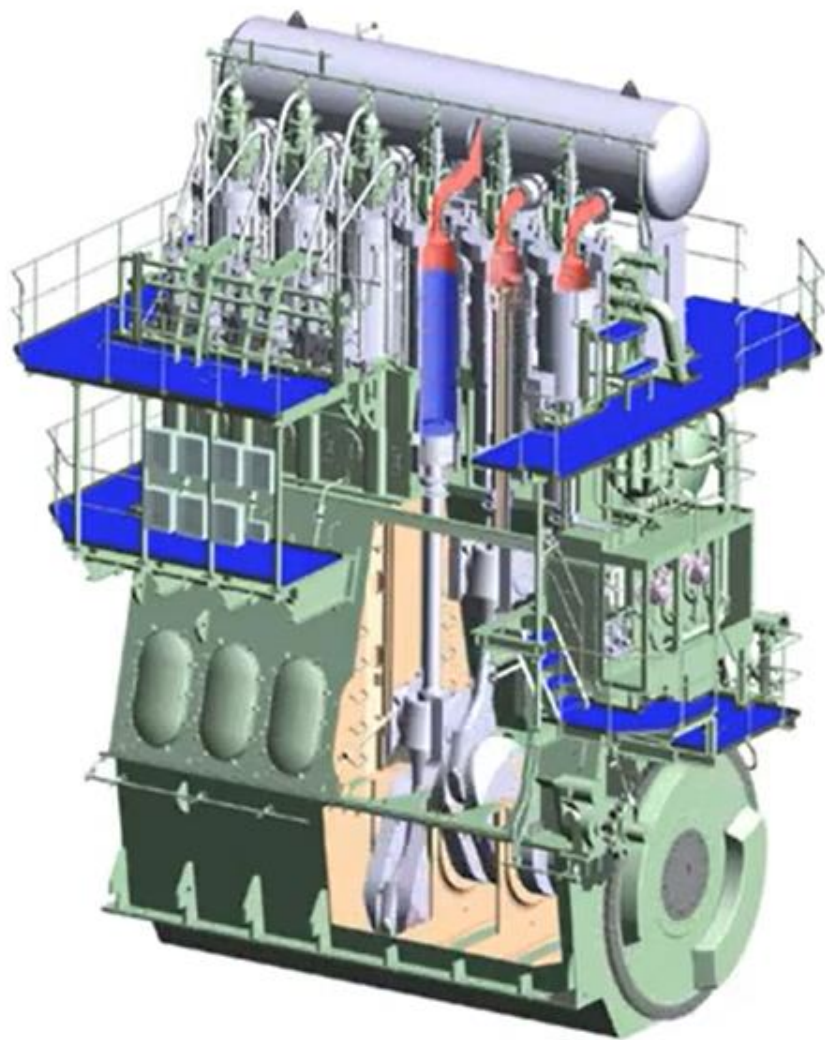
Near the end of power stroke, exhaust port uncovered and exhaust blowdown occurs
At BDC, transfer port uncovered and compressed charge expands into cylinder
Some remaining exhaust gases are displaced by this fresh charge – flow mechanism called ‘loop scavenging’

Marine Diesel Engine



■ Components of Marine Diesel Engine:-

1. Bedplate
2. Frame Box
3. Crankshaft
4. Camshaft
5. Piston
6. Piston Rings
7. Liner
8. Connecting Rod
9. Cylinder Head
10. Inlet and Exhaust Valves
11. Turbocharger



Marine Diesel Engine



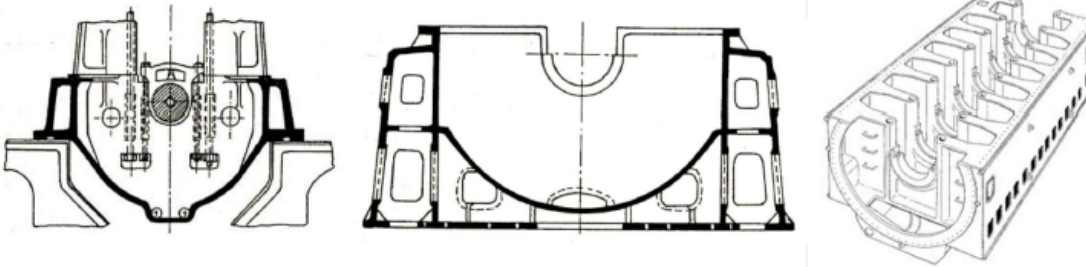
1. Bedplate:-



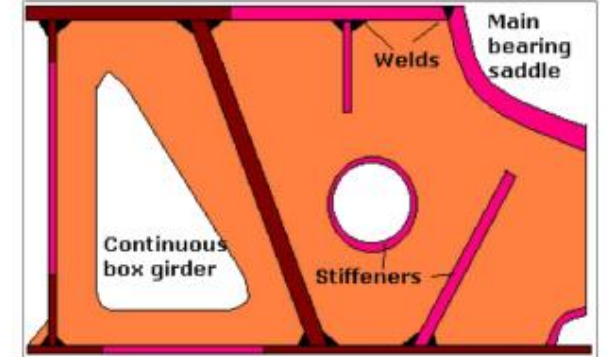
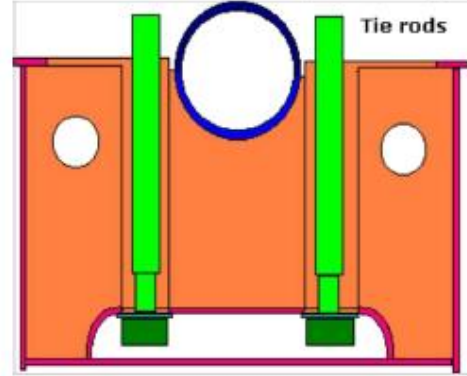
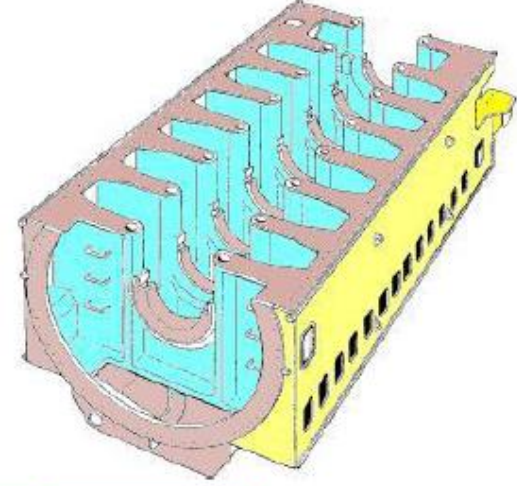
- It works as a **foundation block** for the **marine diesel engine**.
- They are right at the same time strong & flexible to support weight and handle fluctuating forces produced by the engine.

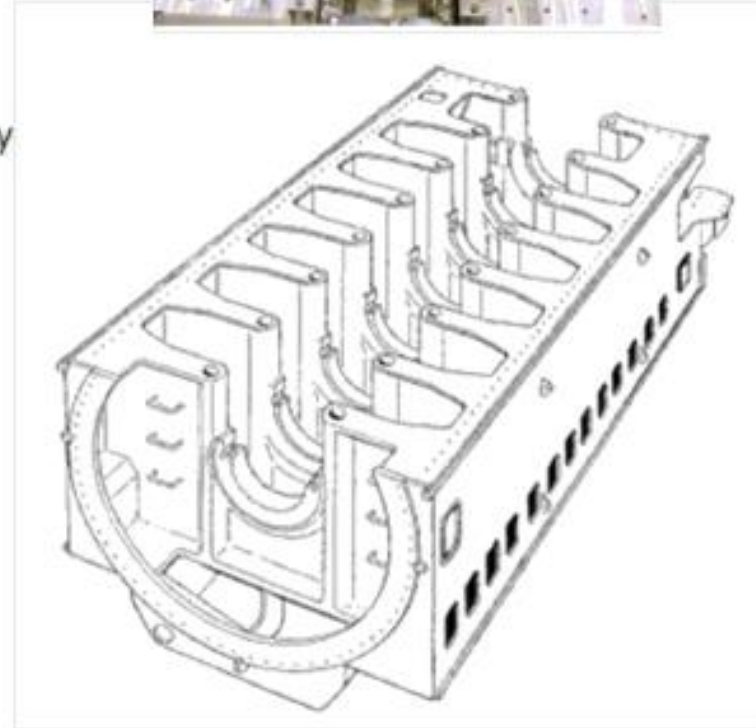
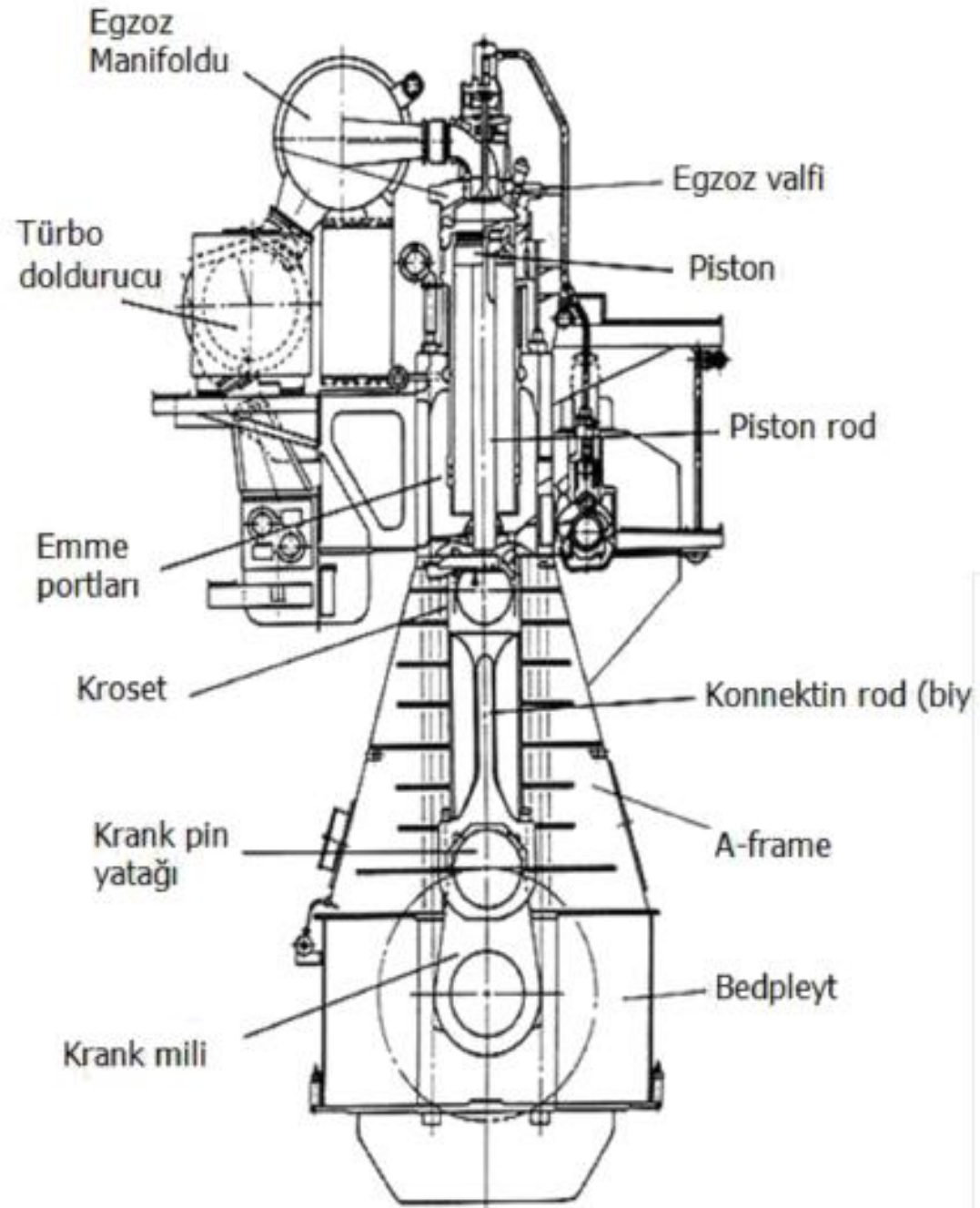
BEDPLEYT

- Bedpleyt ana kaide (foundation) üzerine oturur.
- Makinenin blok ve krank mili yataklarını üzerinde taşır.
- Alt karter olarak da ifade edilir ve yağa depolukta yapar(jeneratör dizellerde).



- Bedpleyt mukavemeti sağlamak için enine ve boyuna kirişler veya girderlerle güçlendirilmişlerdir.
- Boyuna kirişler krank mili ana yataklarını taşır.
- Enine kirişler ise gaz basıncından gelen yükü taşırlar.

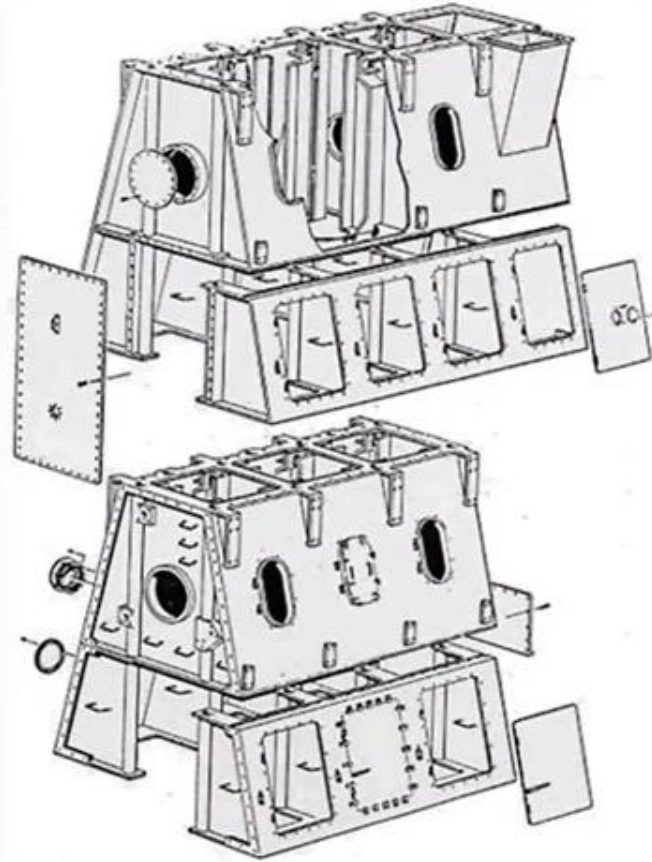




Marine Diesel Engine



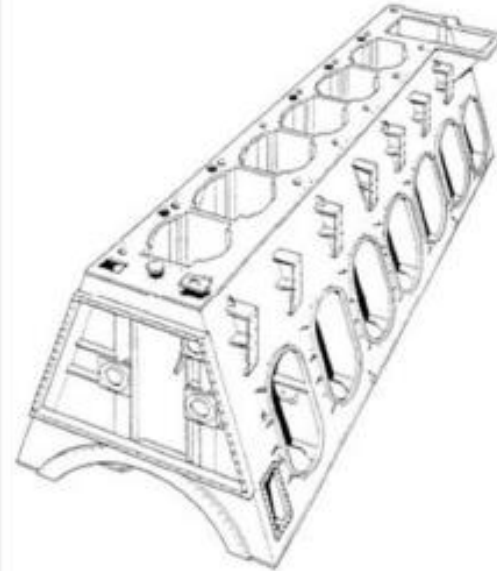
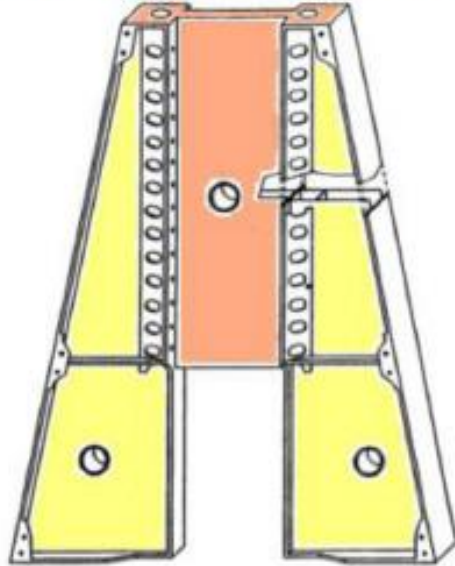
2. Frame Box:-



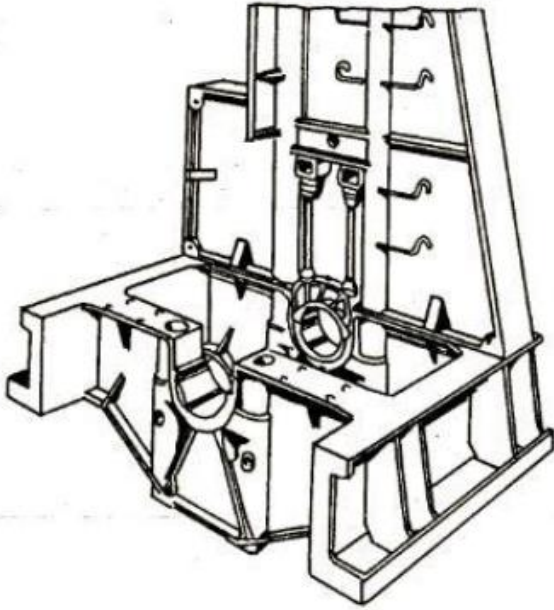
- They support the cylinder block. It is separately fabricated structure mounted on top of the bedplate.
- They carry crosshead guides while supporting the cylinder block & are secured to the bedplate using bolts.

A-frame

- Dizel motorlarının orta bölümünü oluşturan silindir veya silindir bloklarını taşır. '**Üst karter**' ve '**Krankkeys**' adını da alır.
- Dizel motorunun tüm hareketli parçalarını muhafaza eder.
- Silindir blokunu bedpleyete bağlar.



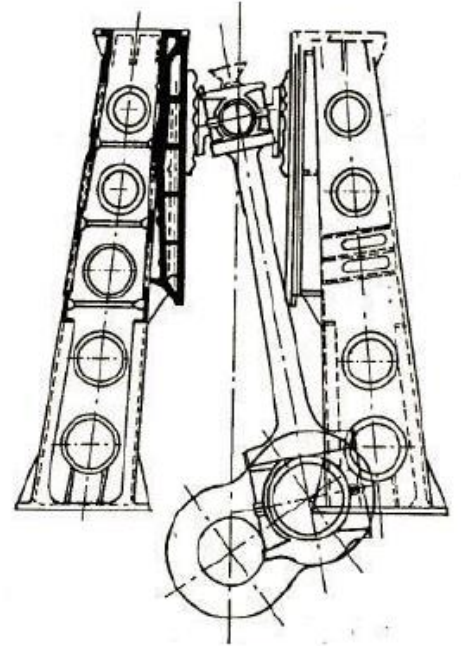
Bedpleyt ve A-frame bağlantısı

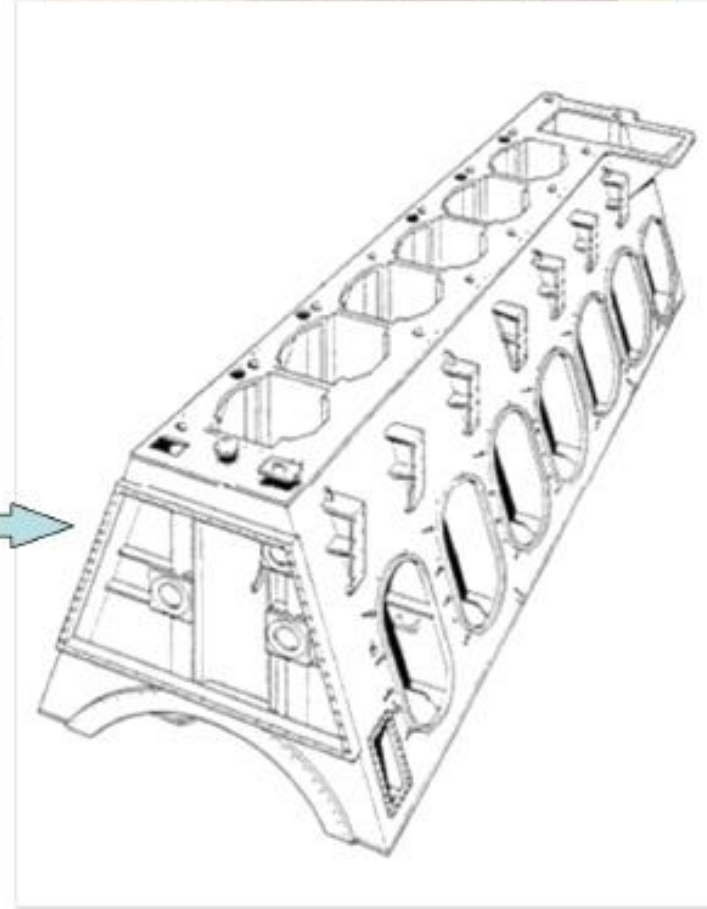
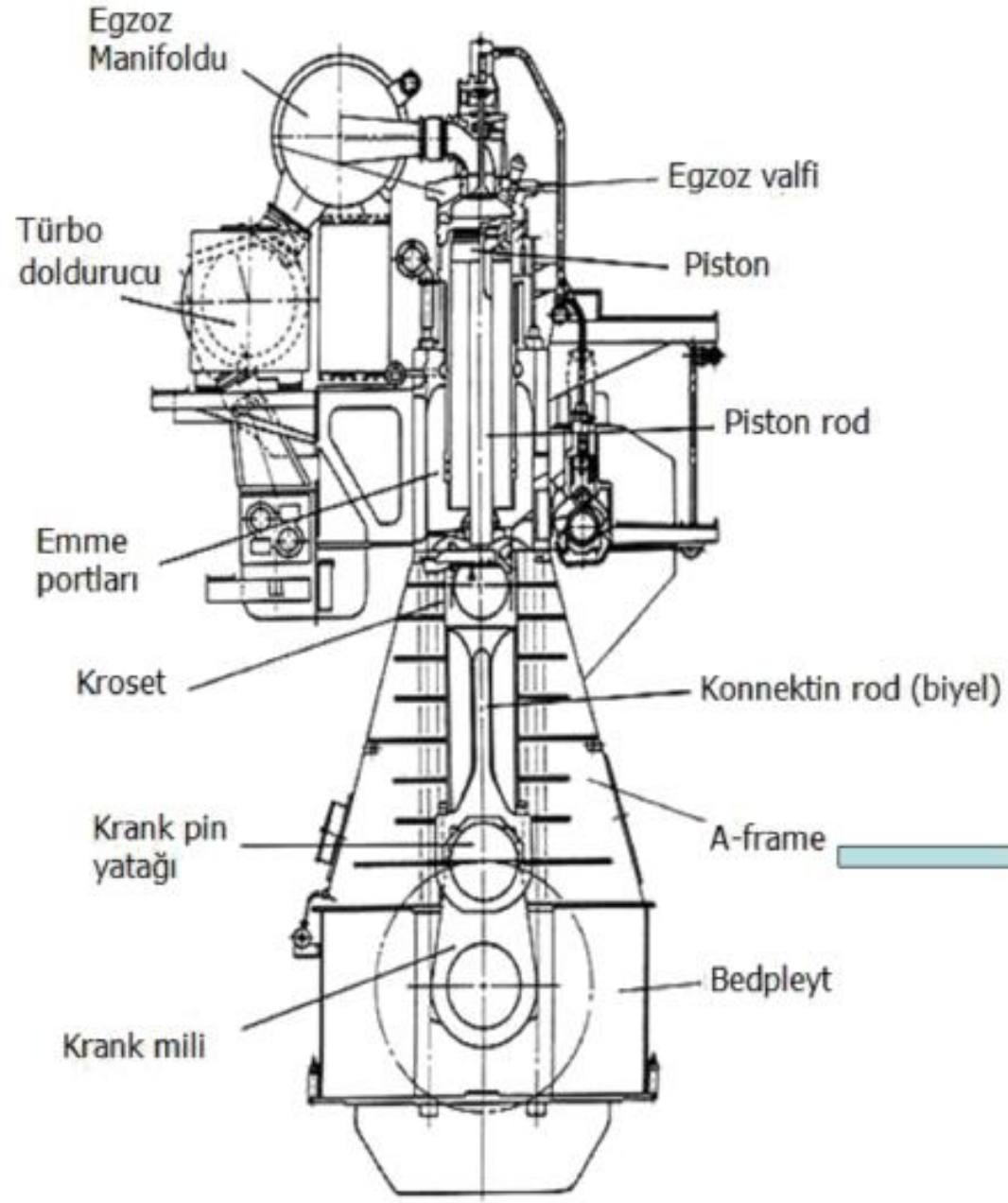


Yüksek güçlü düşük devirli bir motora ait bedpleyt, A-frame ve boyuna ve dikine mukavemet kirişleri ile palamar yatakları

Gayıtlar

- Pistondan gelen yanıl gaz kuvvetlerini (normal kuvvetler) üzerine alarak gömlek aşınmasını azaltırlar.





Marine Diesel Engine



3. Crankshaft:-

- It is a key component of an engine transmitting cylinder power to the propeller shaft.
- It is subjected to high torsion & fluctuating bending and shear stress.



Marine Diesel Engine



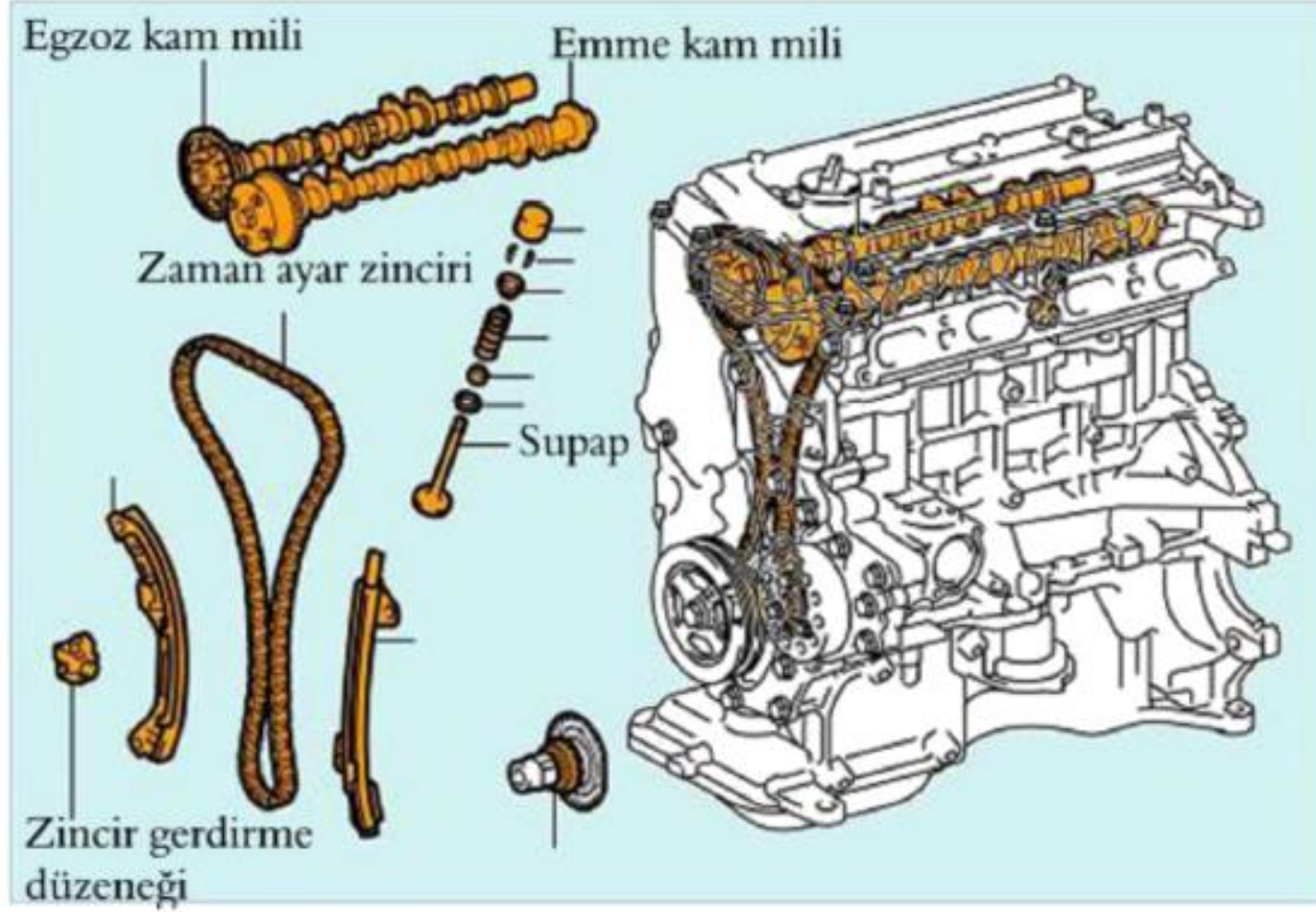
4. Camshaft:-

- It is control device which operates inlet valve, exhaust valve and fuel injector.
- It operates these valves with the help of cam follower, rocker arm and push rod.



Kam mili: Kam mili hareketini krank milinden zaman ayar dişlisi zinciri veya triger kayışı ile alarak supapların açılmasını ve açık kalma süresini ayarlar. Ayrıca yağ pompası benzin pompası gibi parçaların çalışmasını sağlar.

Şekil 5.7



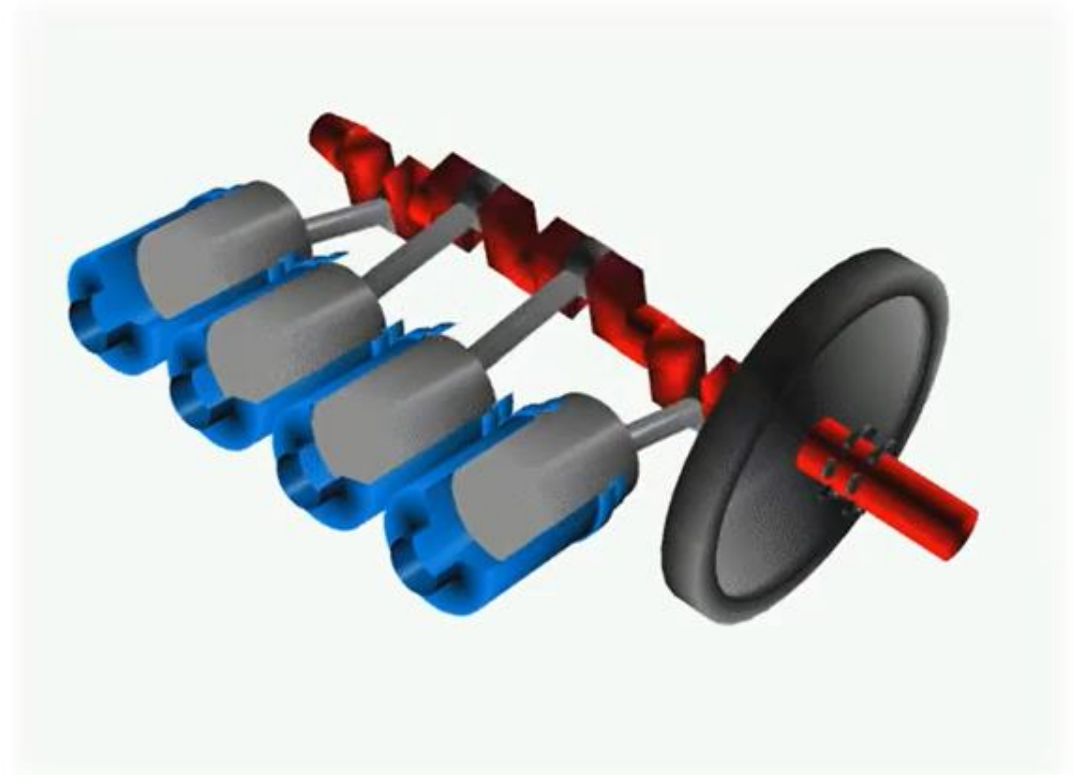
Supaplar: Emme ve egzoz olmak üzere iki çeşittir. Silindir içerisine benzin hava karışımı girişini ve yanmış gazların dışarıya atılmalarını sağlarlar.

Marine Diesel Engine



5. Piston:-

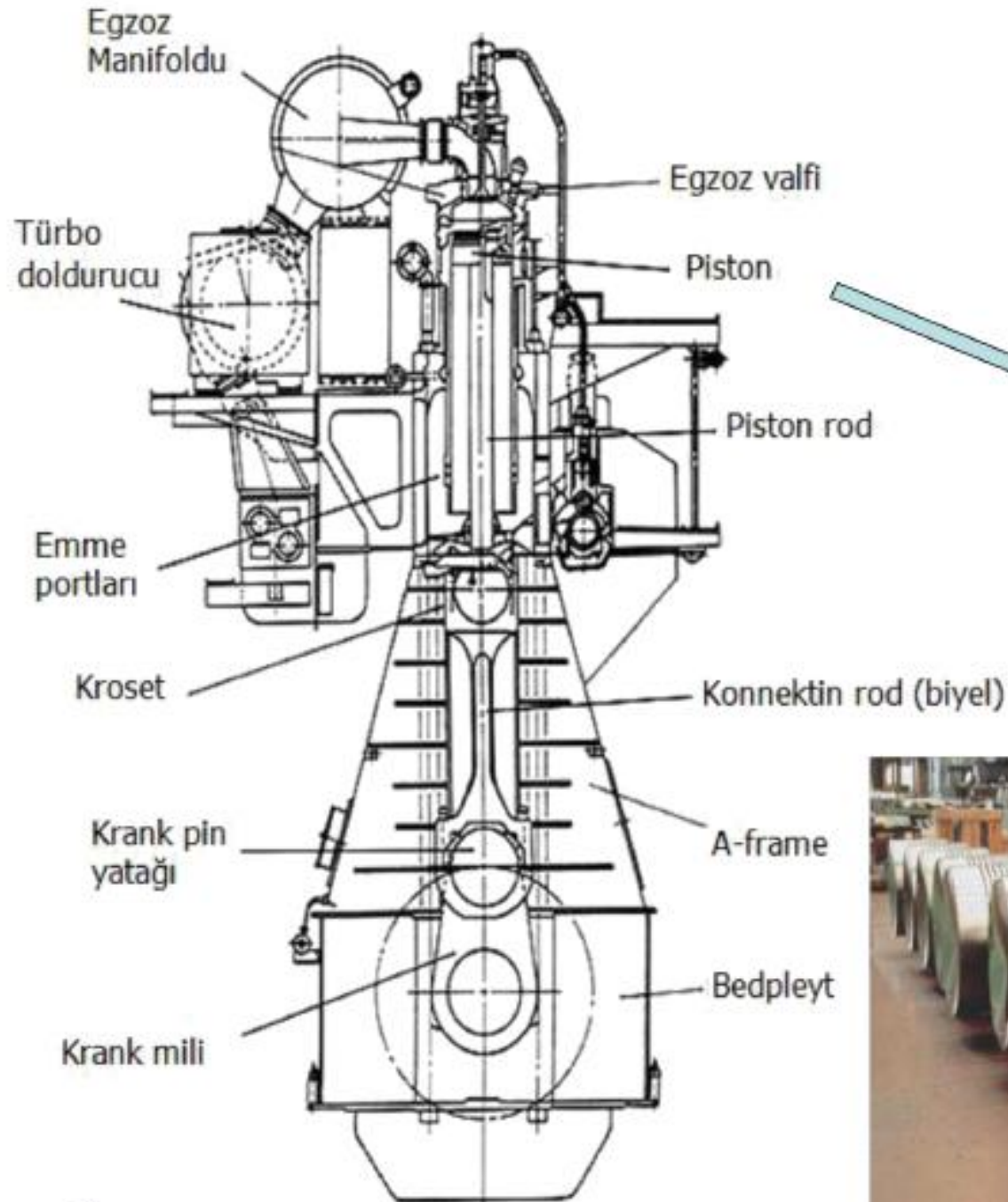
- It is to convert the force of expanding gases during combustion process to mechanical energy.
- A piston can be called as the heart of an engine as it transform all that energy under fluctuating thermal & mechanical stress.



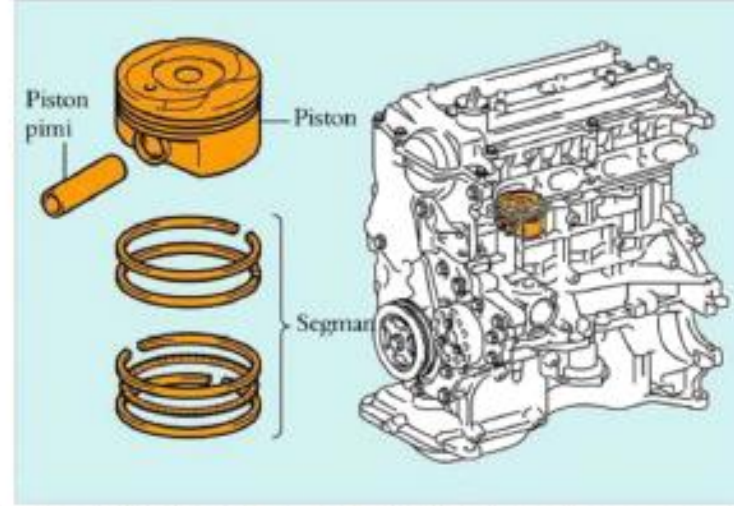
6. Piston Rings:-

- It provides sealing of combustion chamber by expanding outwards. It also prevent the combustion gases leak or escape from the space in between cylinder head and piston crown.

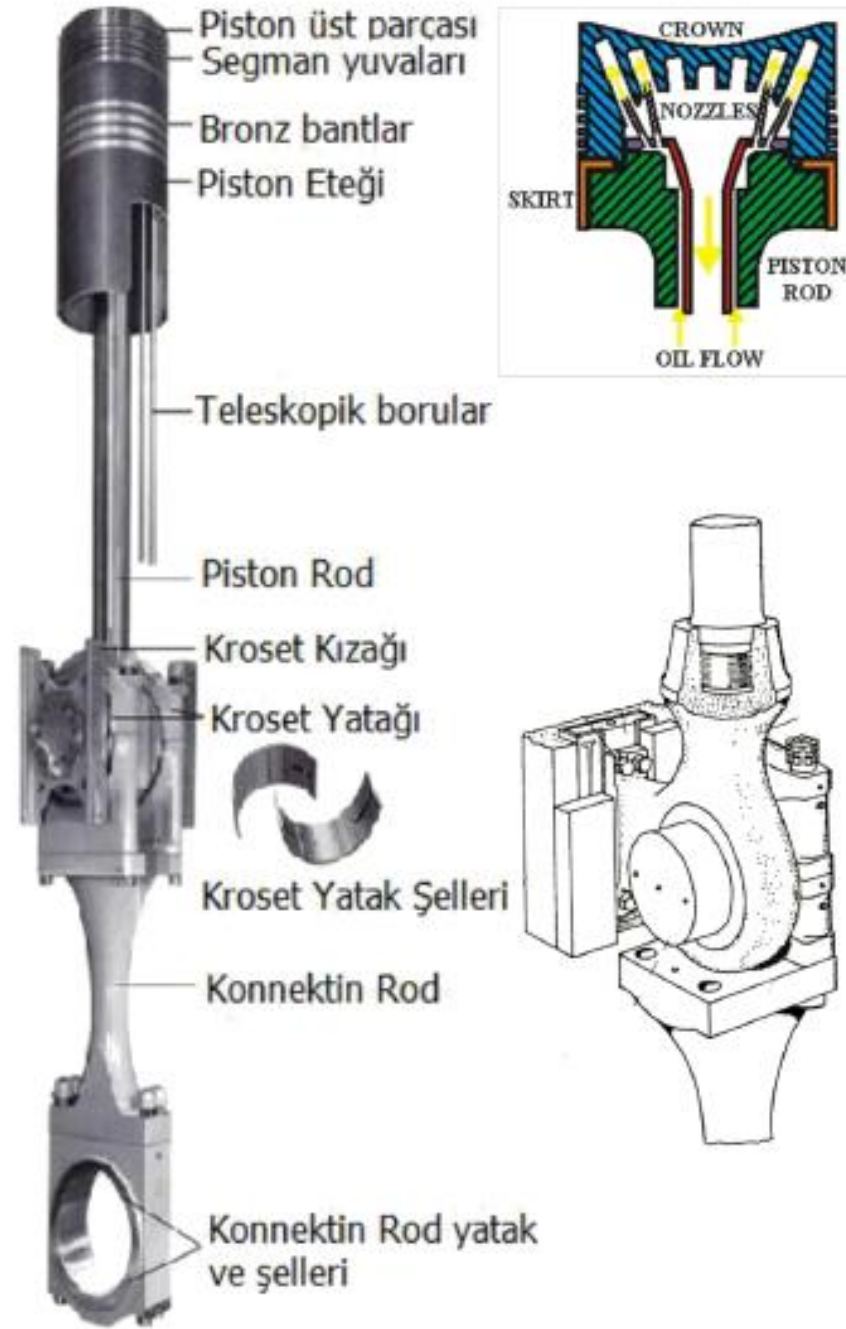
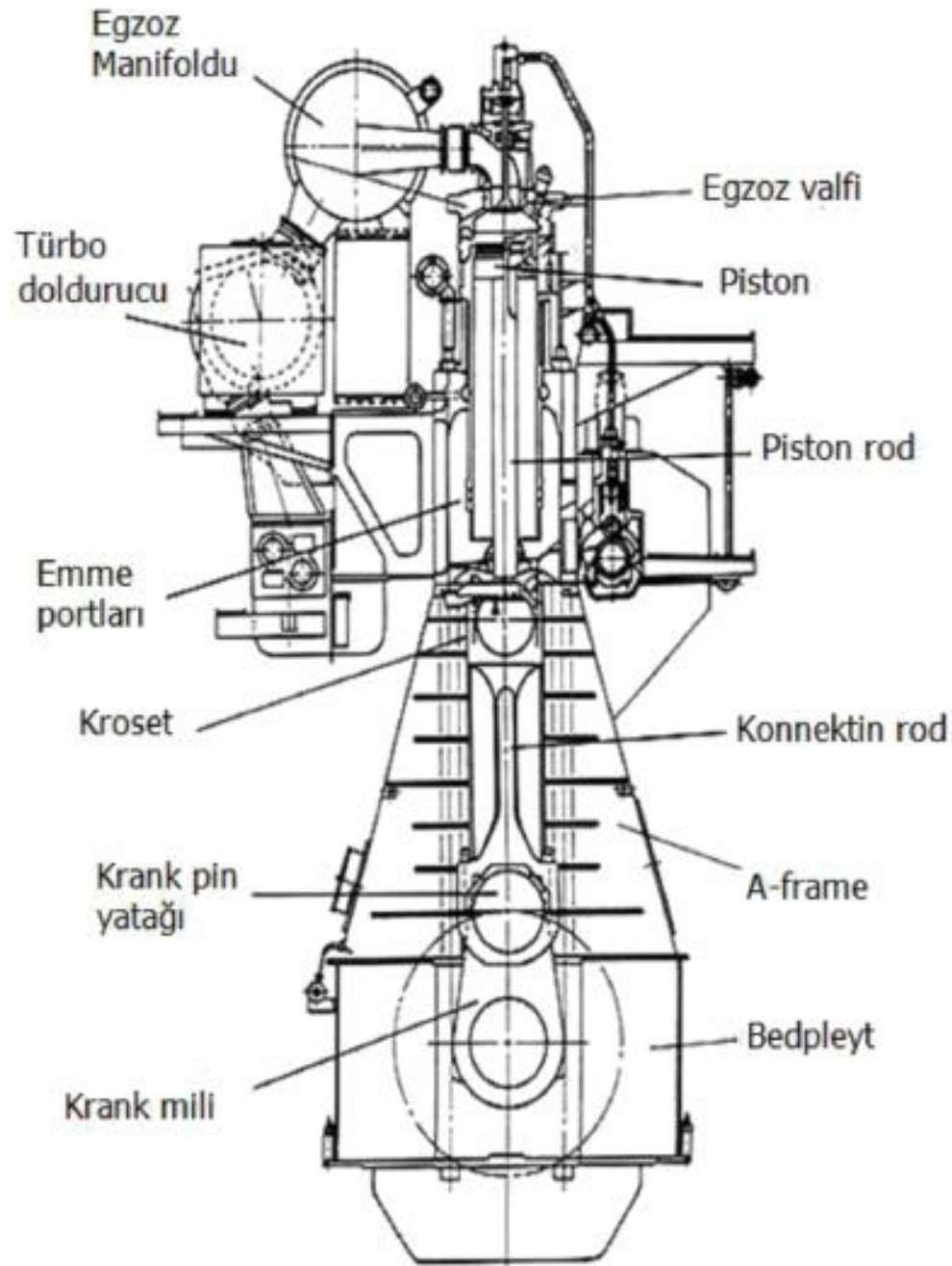




Piston ve segmanlar: Pistonlar silindir içinde çalışır. Zamanların meydana gelmesini sağlar. Yanma sonucunda meydana gelen ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren motorun ilk parçasıdır. Segmanlar piston üzerindeki yuvalarına takılır.

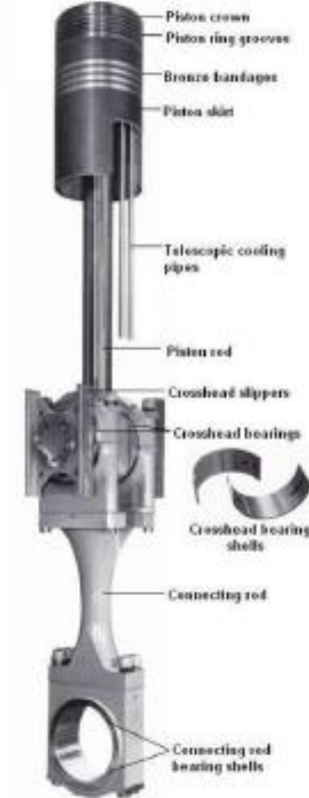
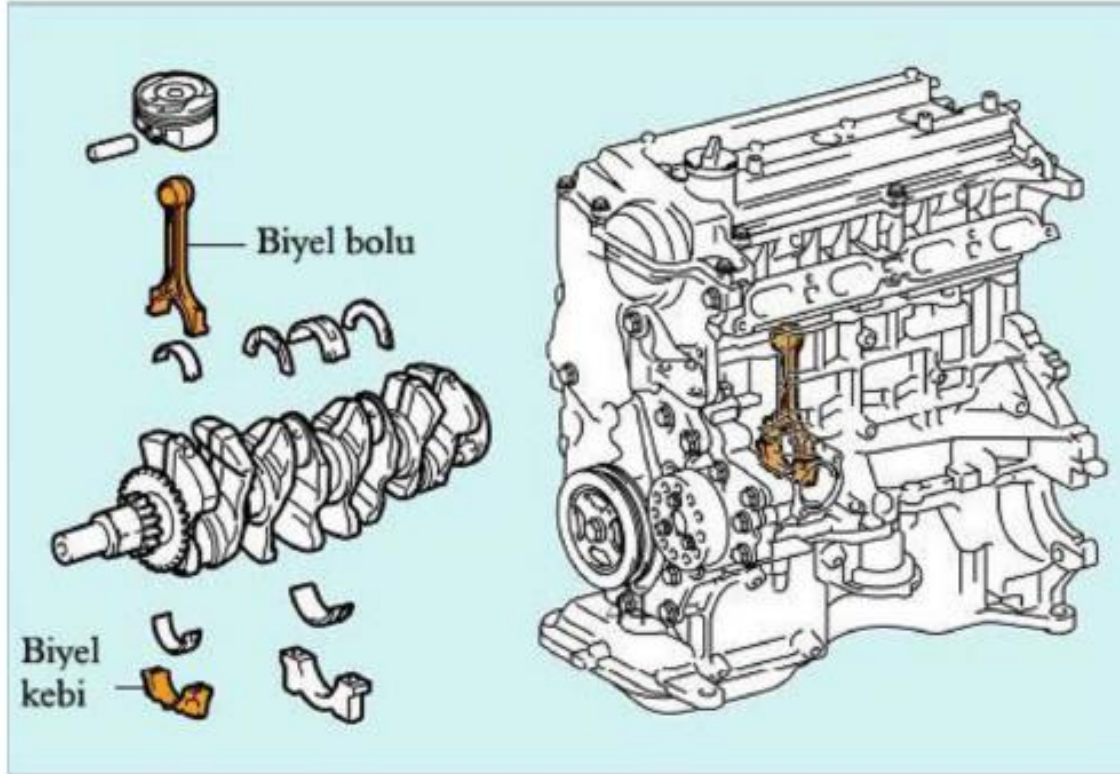


Kompresyon ve yağ segmanı olarak ikiye ayrılır. Kompresyon segmanları sıkıştırma ve iş zamanlarında meydana gelen basıncın piston ile silindir arasından kaçmasını engeller. Yağ segmanları ise silindir yüzeyindeki fazla yağı sıyrarak yağın yanma odasına geçmesini önler.



KROSET ve KROSET YATAĞI

Biyel kolu (Piston kolu): Pistondan aldığı hareketi krank miline ileterek pistonun doğrusal hareketinin dairesel harekete çevrilmesine yardımcı olur.



Krank mili: Krank mili üst kartere (motor bloğu) yataklandırılır. Pistondan aldığı doğrusal hareketi dairesel harekete çevirerek volana iletir.

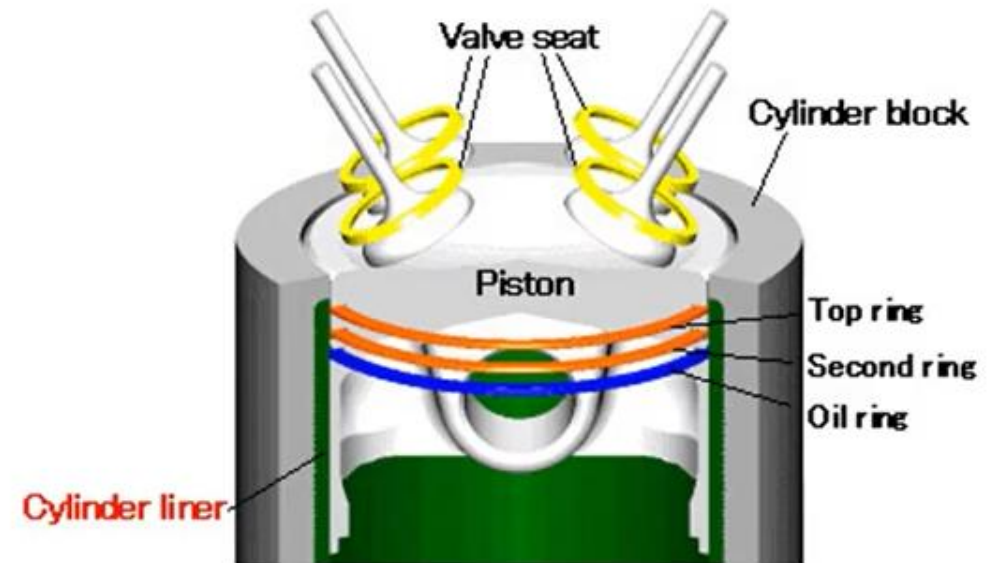
Marine Diesel Engine



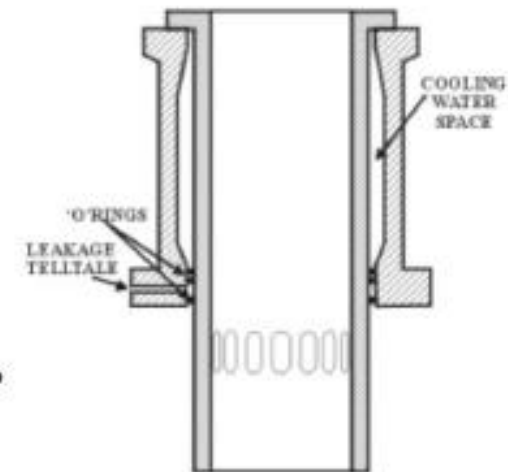
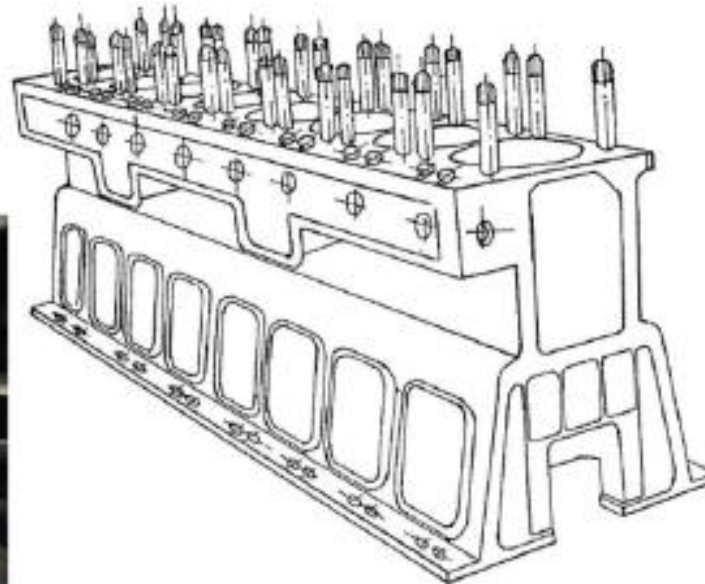
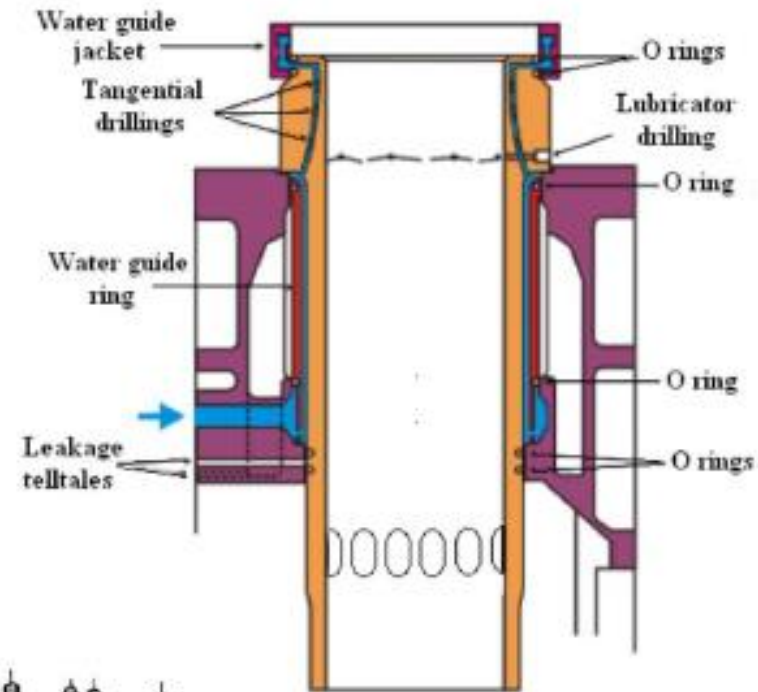
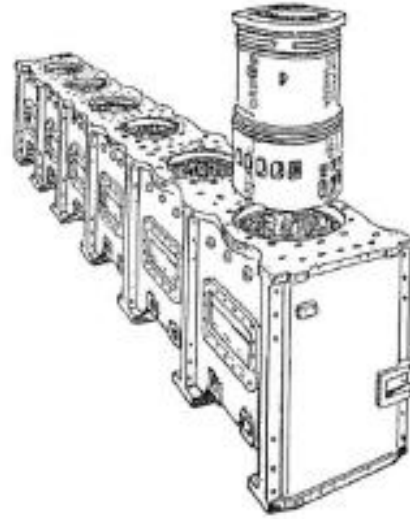
7. Liner:-



- It is to provide durable and heat resistant combustion chamber.

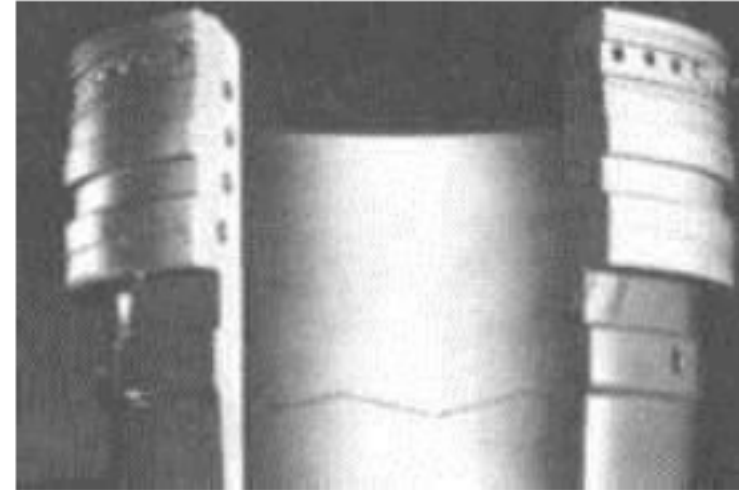


Silindir Bloku ve Laynerler



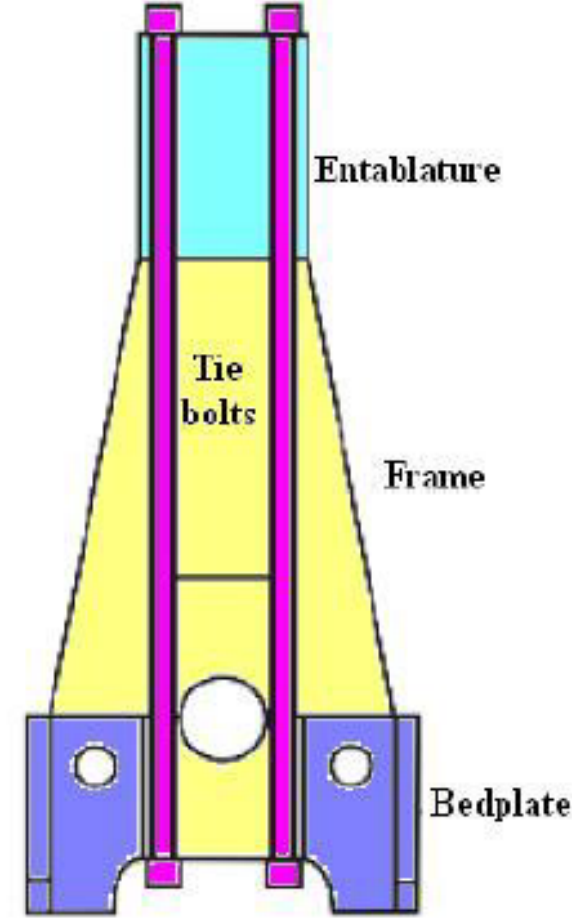
Silindir Bloku ve Laynerler

- **Silindir bloku:** üzerinde piston ve layneri taşır.
- Yanma esnasında açığa çıkan ısıнын atılması için içerisinde soğutma kanalları açılmıştır.
- **Layner:** Silindir blokuna sıkı geçirilir. Dışından soğutucu kanalları açılmıştır. Sızdırmazlığı sağlamak için üst ve etek kısımları o-ringlerle donatılmıştır.
- Yanma esnasında segman ve laynerin aşınmasını önlemek için honlama çizgileri açılmıştır. Ayrıca yağlama için üzerlerine açılmış kanallar vardır. Bu kanallara **lubrikeyter** adı verilen yağlayıcılar bağlanır.



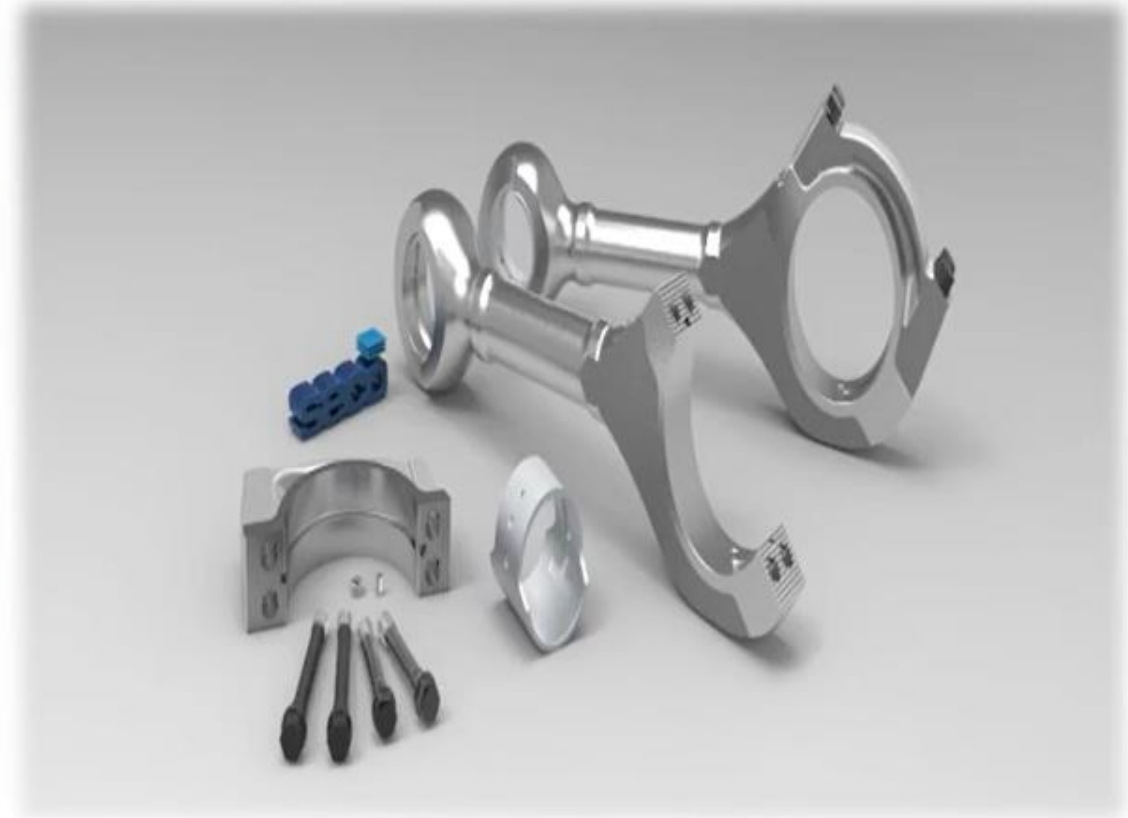
Bağlantı civataları (Tie Bolts)

- Bedpley, A-frame ve Silindir bloku birbirine bağlar.
- Yanma ve kompresyon işlemleri esnasında bedpley-A-frame ve A-frame-Silindir bloku arasındaki civatalar çevrimsel yorulmalara maruz kalırlar. Bu etkilerin ortadan kaldırılması için üç blok bağlantı civataları vasıtasıyla birbirine bağlanır.



8. Connecting Rod:-

- It does the function of transforming the reciprocating motion of a piston into rotary motion of crankshaft.
- It is fitted in between a crosshead & crankshaft in two stroke marine diesel engine, while in between gudgeon pin & crankshaft in four stroke engine.

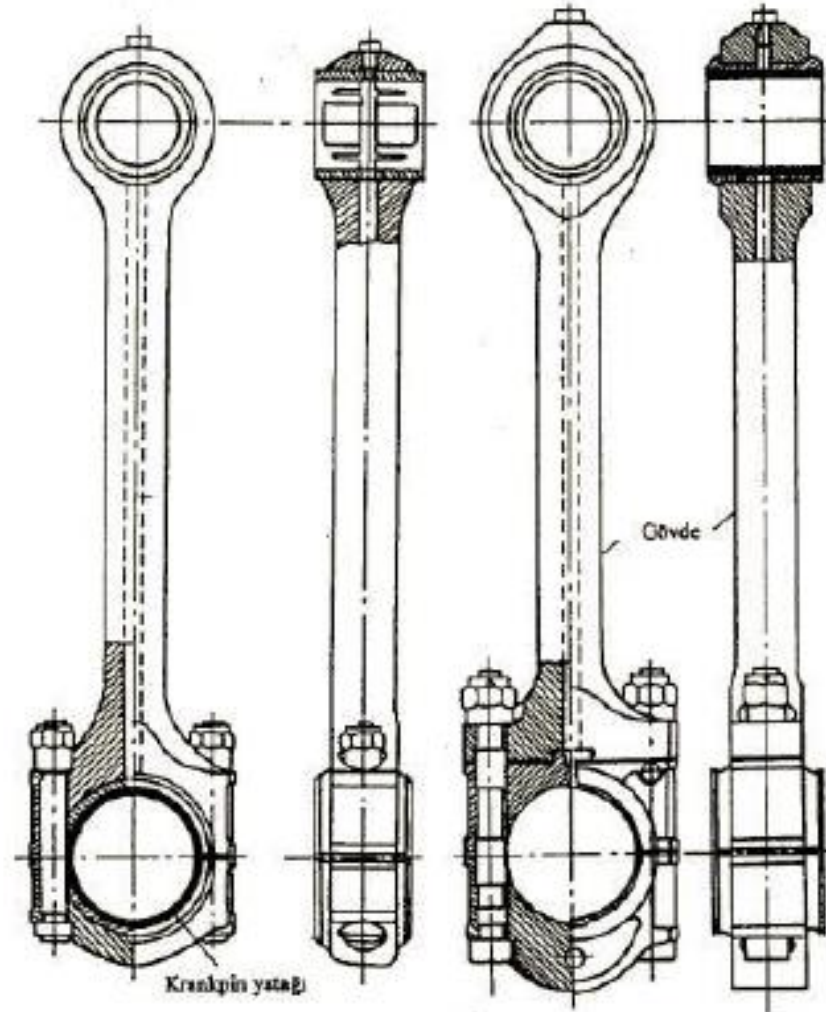


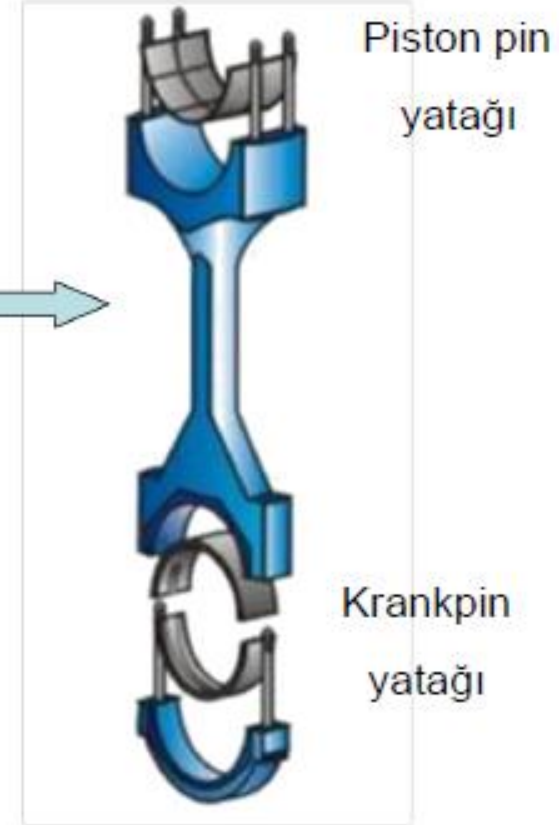
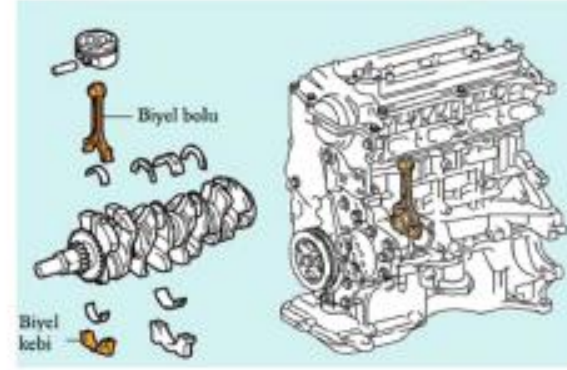
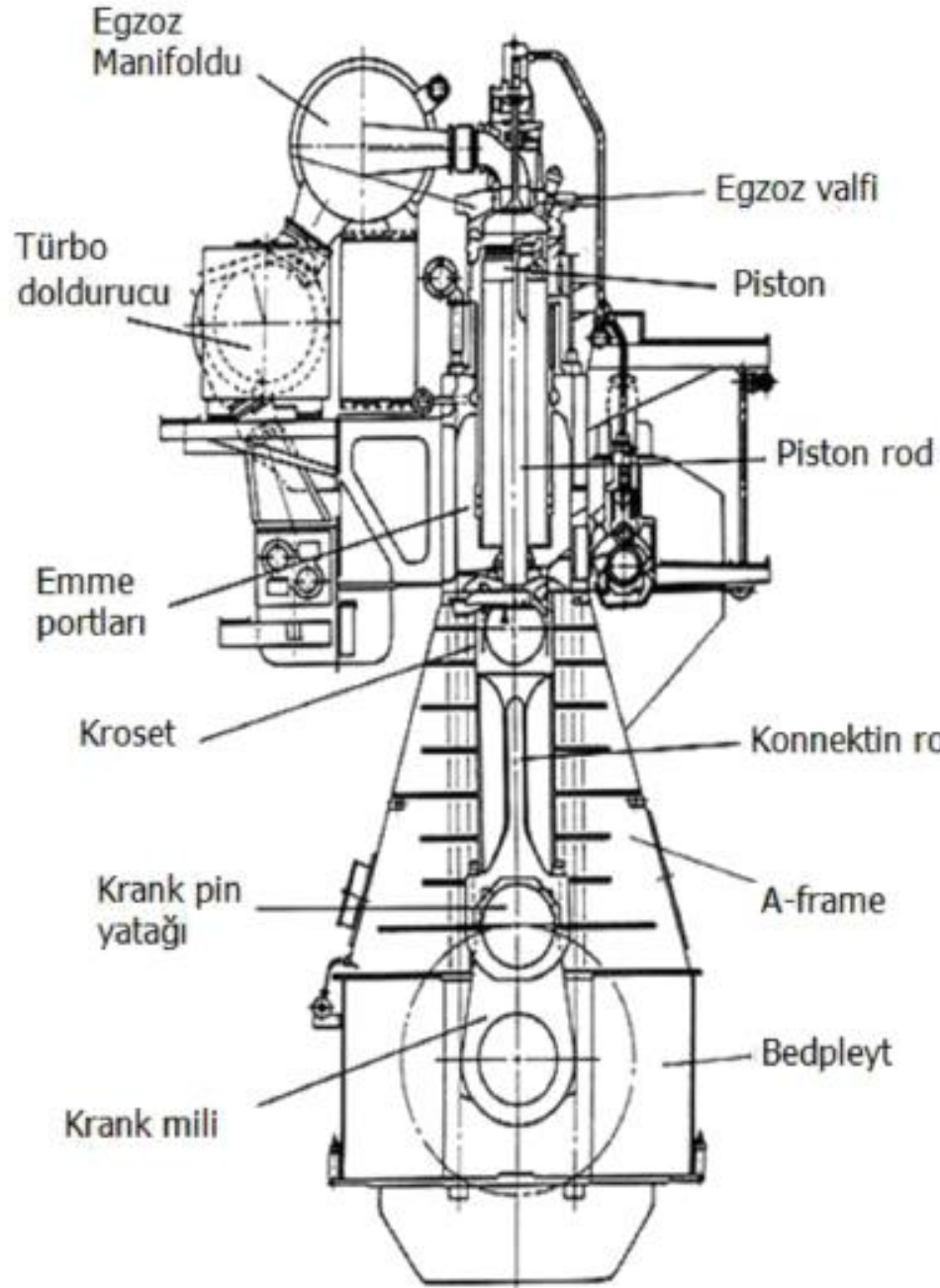
BİYEL

Bir ucu piston pin veya kroset pine bağlı, diğer ucu krank pin aracılığıyla krank miline bağlanır.

Görevi: pistonun aksenal hareketini salınım hareketi ile krank milinin dairesel hareketine çevirmektir.

Piston pin ve krank pine yataklar vasıtasıyla bağlanır. Biyel içerisine açılmış boyuna kanallar vasıtasıyla basınçlı yağ ile yağlanırlar.





Marine Diesel Engine



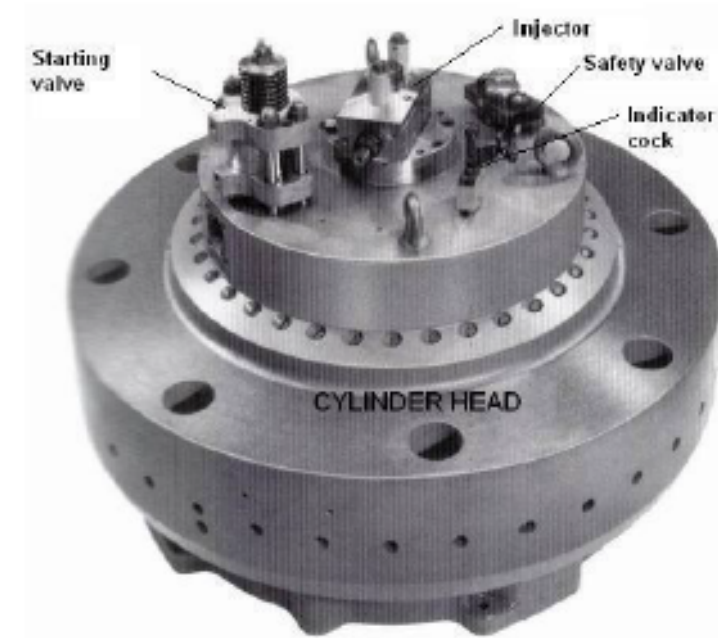
9. Cylinder Head:-



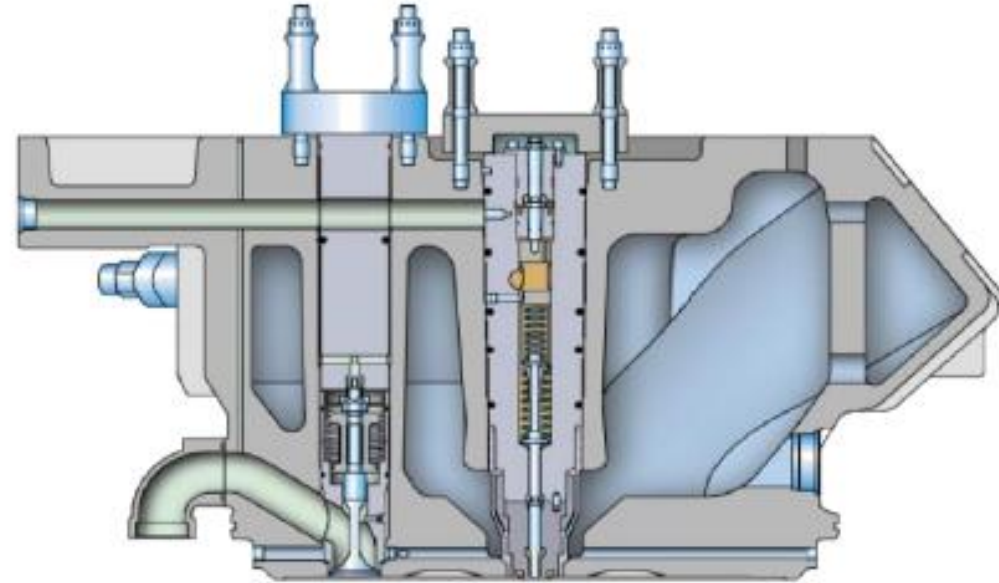
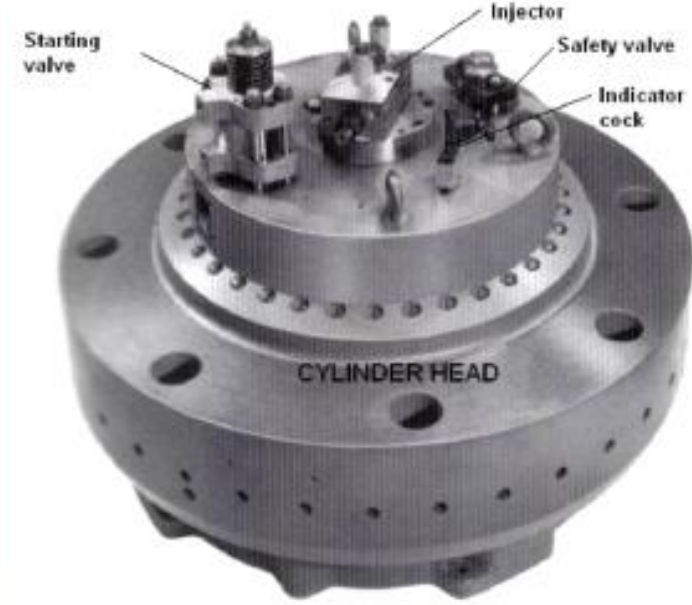
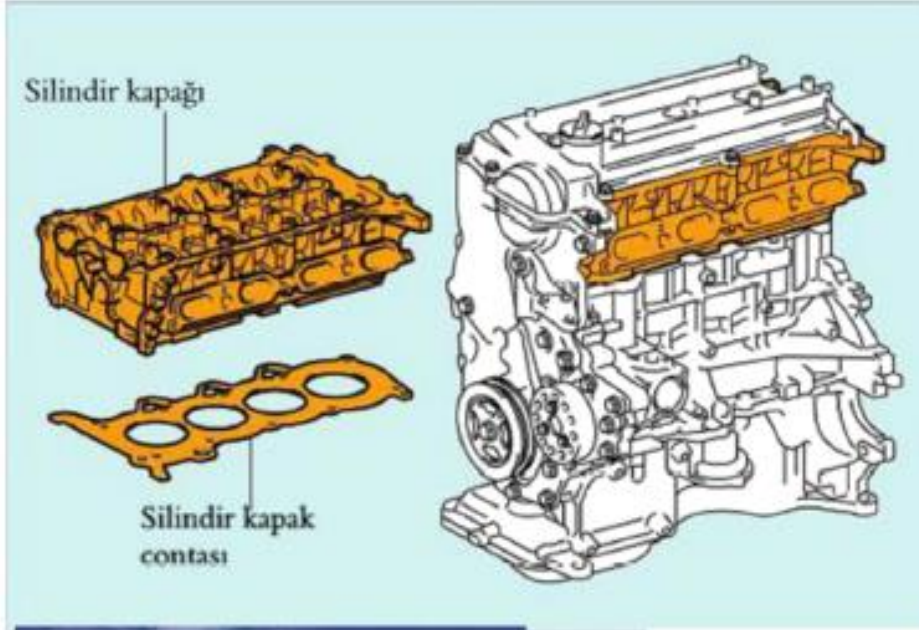
- It is the top part of the combustion space; while supporting all necessary valves required for the operation such as inlet, exhaust, & fuel injector.

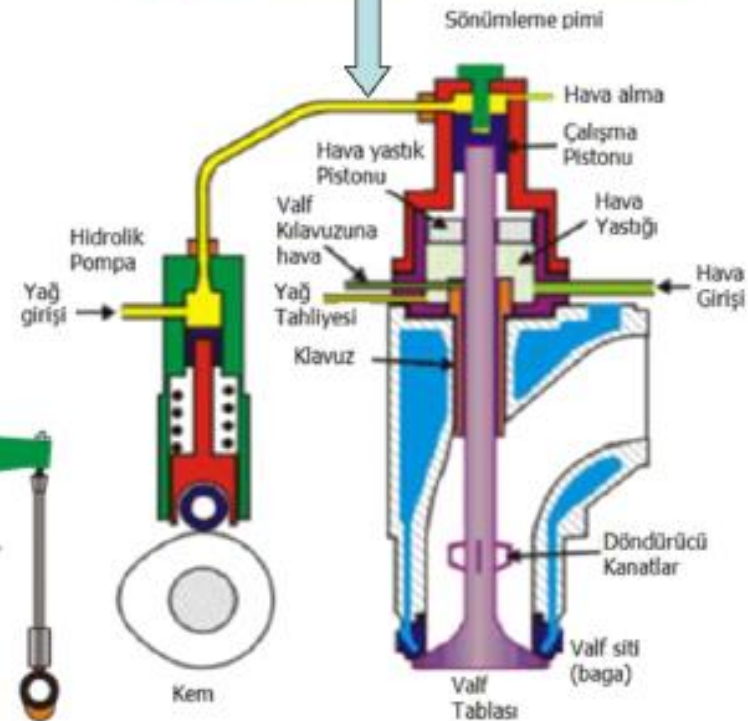
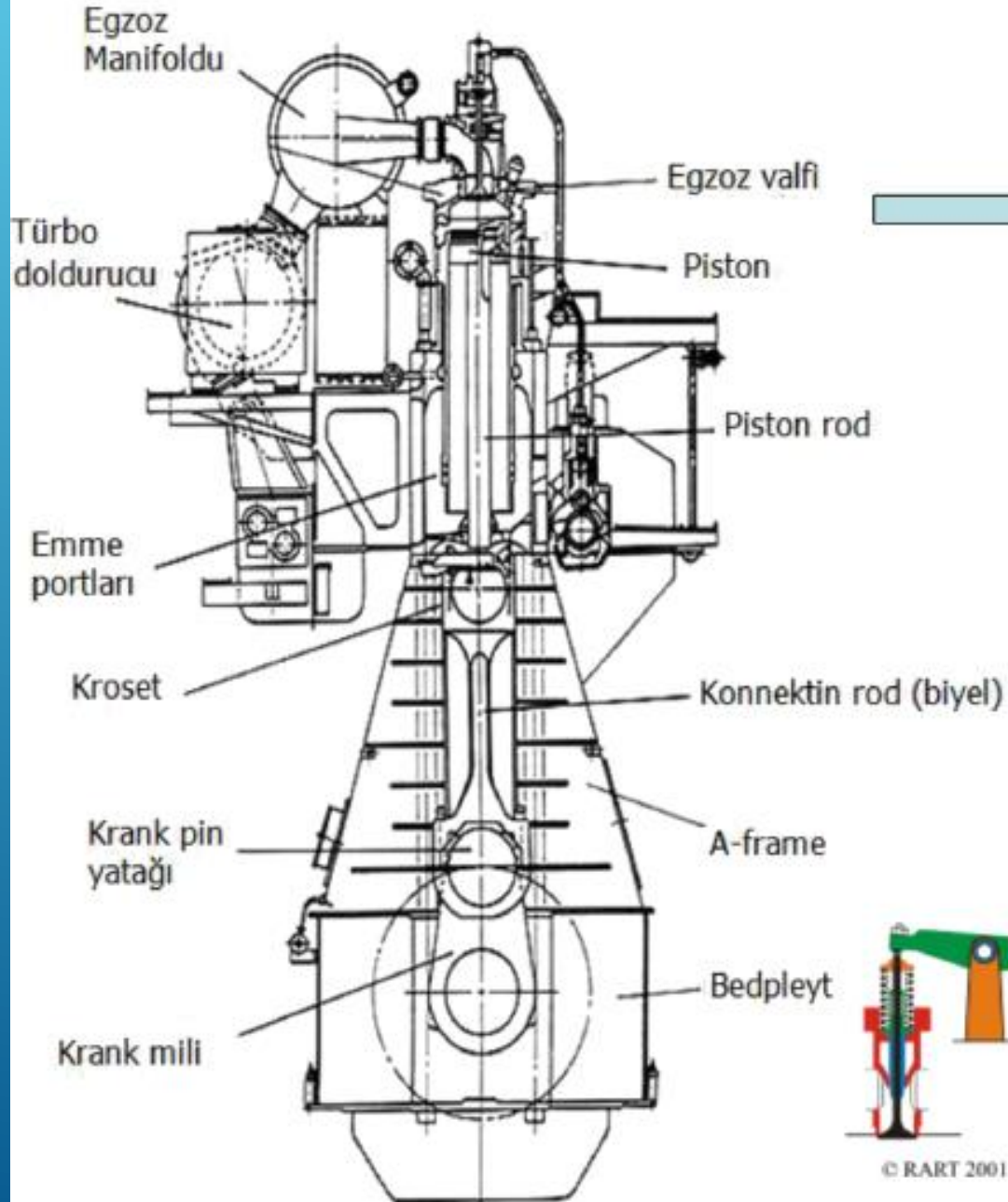
Kaver (Silindir Başığı)

- Yanma odasının üst kısmını oluşturur. Üzerinde enjektör, emniyet valfi, ilk hareket valfi ve indikatör musluğunu barındırır.
- Tek parçalı olduğı gibi yüksek güçlü motorlarda iki parçalı olarak imal edilirler.



Silindir kapağı ve silindir kapak contası: Silindirlerin üzerini kapatarak yanma odalarını oluşturur, günümüzdeki motorlarda kam mili supap mekanizmasını ve bazı motor parçalarını üzerinde taşır. Silindir kapak contası silindir bloğu ile silindir kapağı arasına konarak iki parça arasında sızdırmazlığı sağlar.





Marine Diesel Engine



10. Inlet & Exhaust Valves:-



- The function of inlet valves in a four stroke marine diesel engine is to inject a charge of fresh air in the combustion space, while the work of exhaust valves all marine engines is to eject out all the byproduct of the combustion.
- Large two stroke marine diesel engine have only exhaust valves mounted on the cylinder head.

Marine Diesel Engine



11. Turbocharger:-

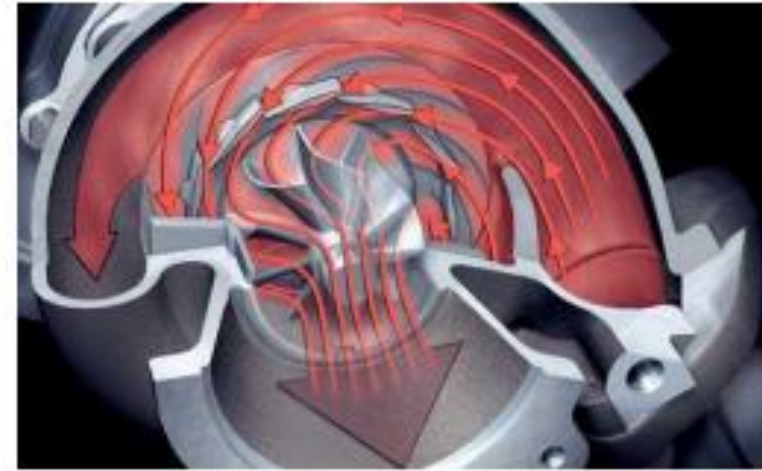
- The function of a turbocharger is to increase the overall power & efficiency of an engine.
- It has two main parts:
 - Blower
 - Turbine



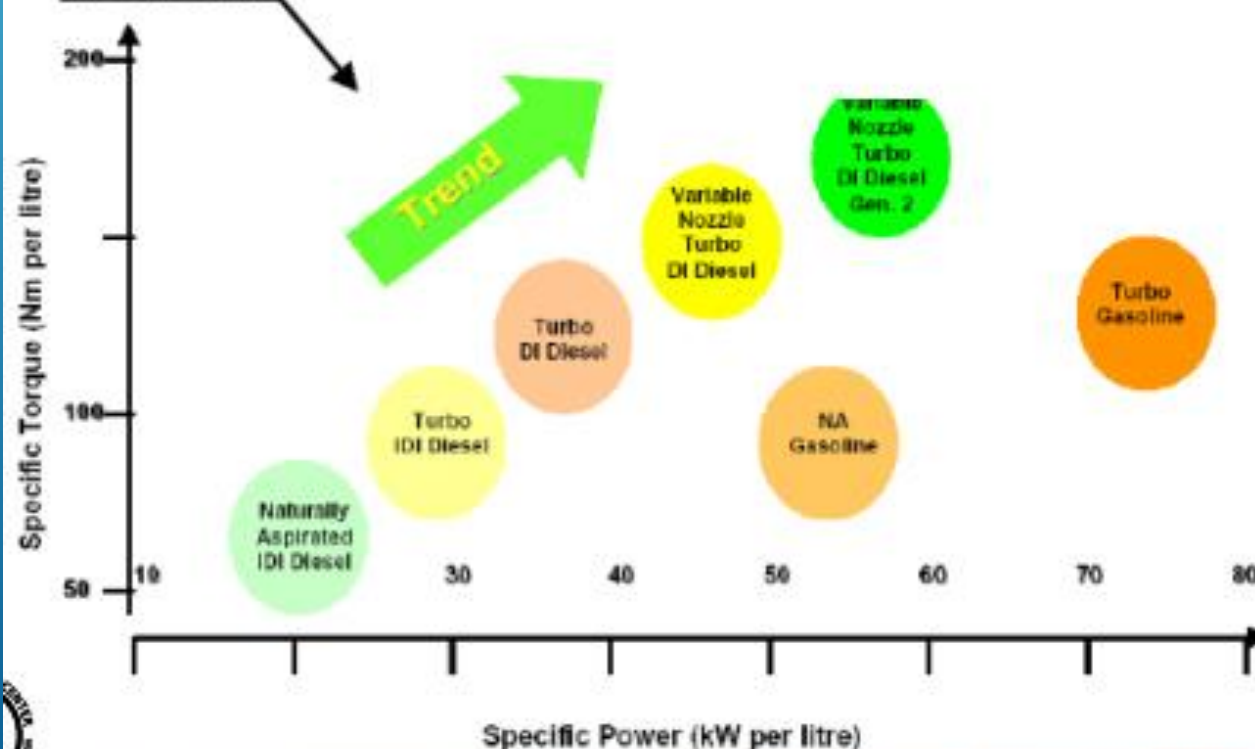
Turbocharging

Pulse-driven turbine was invented and patented in 1925 by Büchi to increase the amount of air inducted into the engine.

- Increased engine power more than offsets losses due to increased back pressure
- Need to deal with turbocharger lag



Power & Torque Trends for Diesel & Gasoline



Improved

- Fuel economy
- Torque
- Power density

Turbocharging

Purpose of turbocharging or supercharging is to increase inlet air density,

- increase amount of air in the cylinder.

Mechanical supercharging

- driven directly by power from engine.

Turbocharger - connected compressor/turbine

- energy in exhaust used to drive turbine.

Supercharging necessary in two-strokes for effective scavenging:

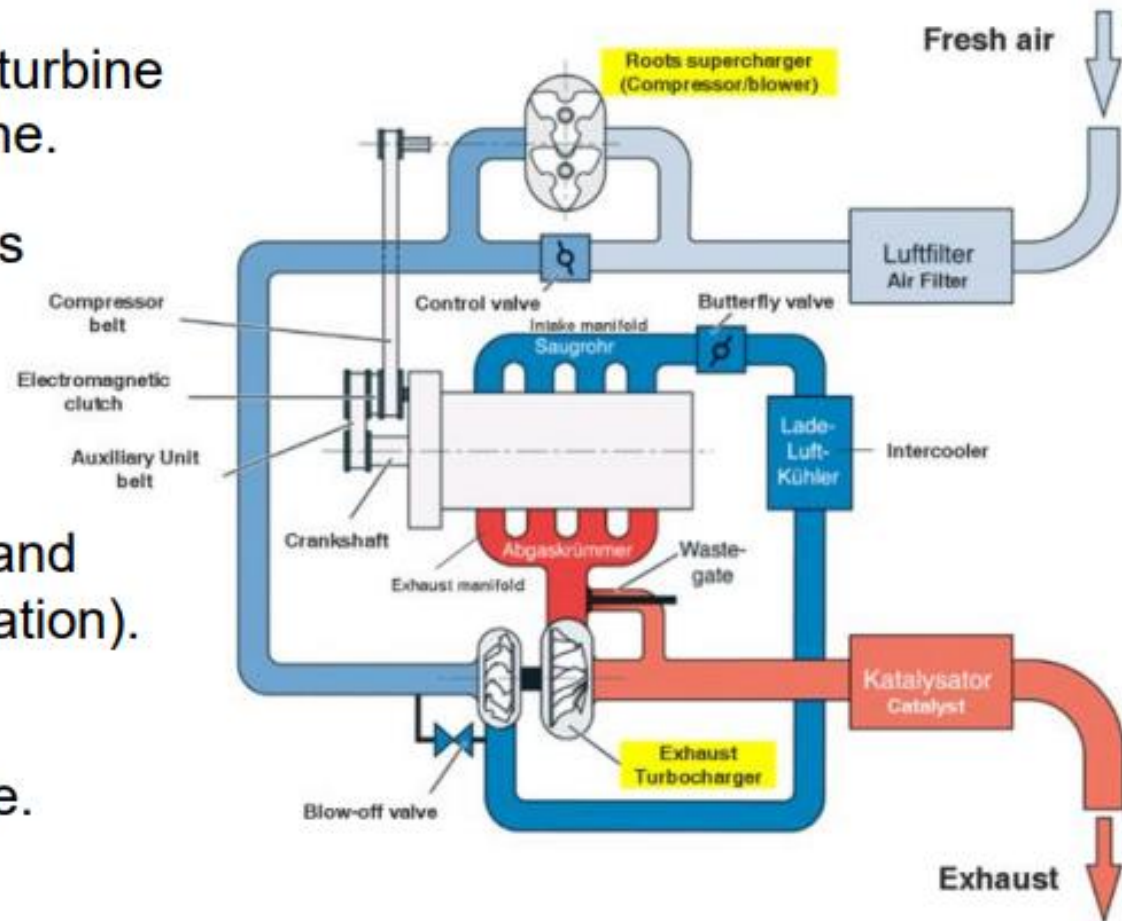
- intake $P >$ exhaust P
- crankcase used as a pump

Some engines combine engine-driven and mechanical (e.g., in two-stage configuration).

Intercooler after compressor

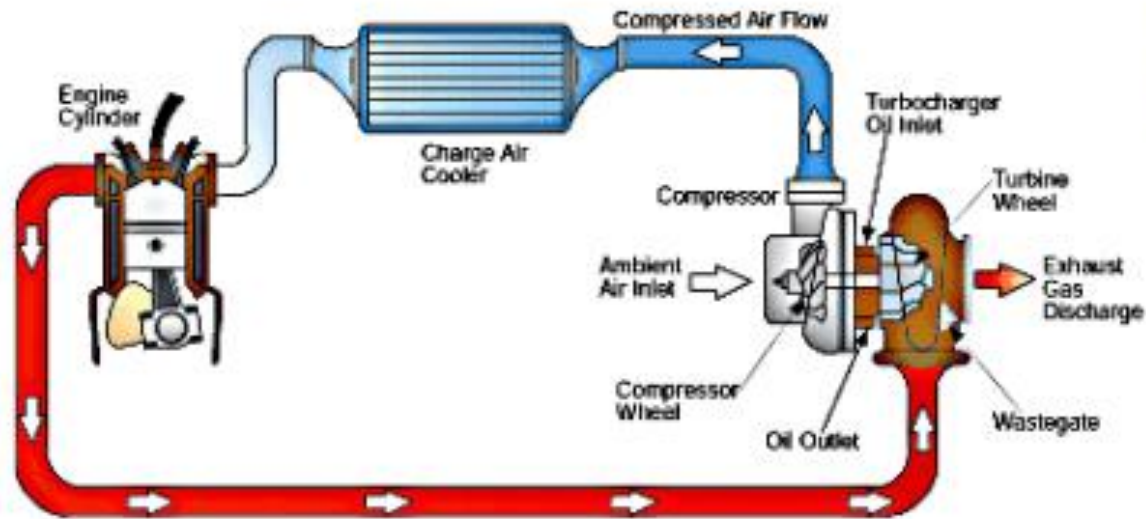
- controls combustion air temperature.

Air Flow in the VW Twincharged TSI



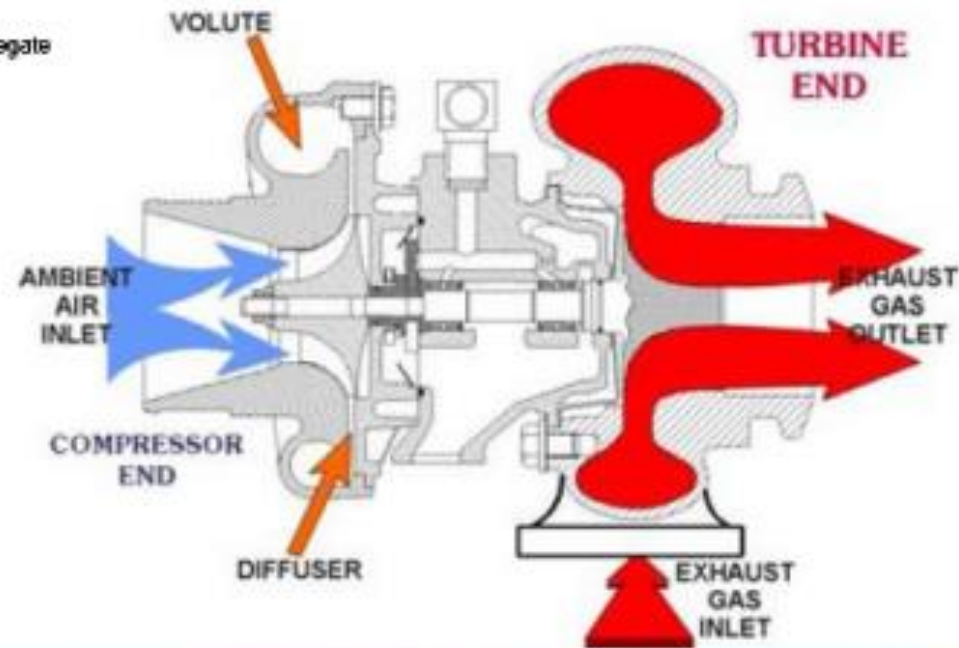
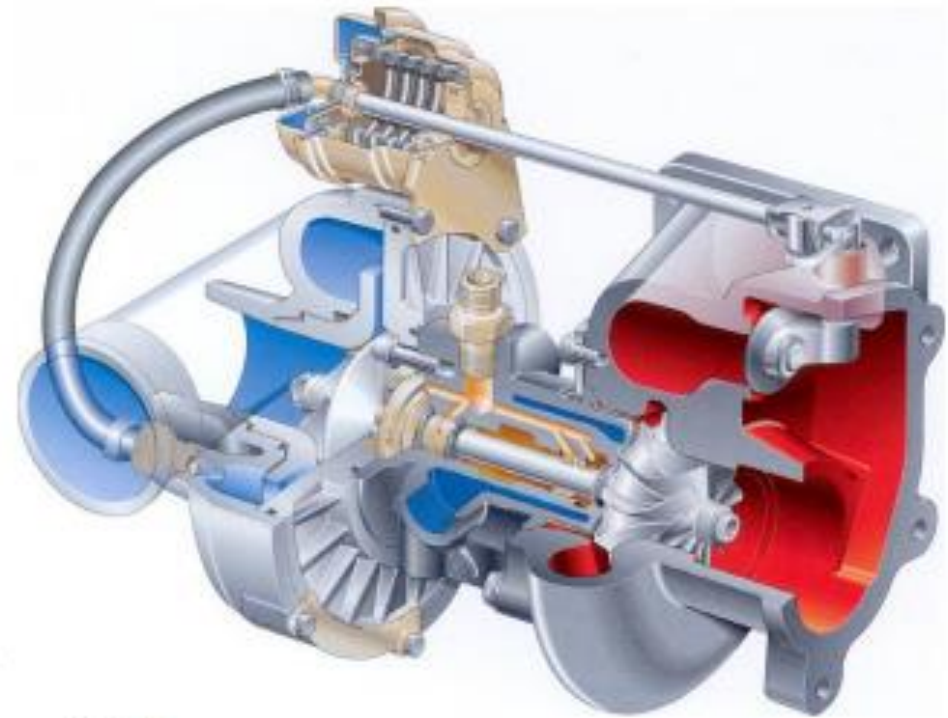
Turbocharging

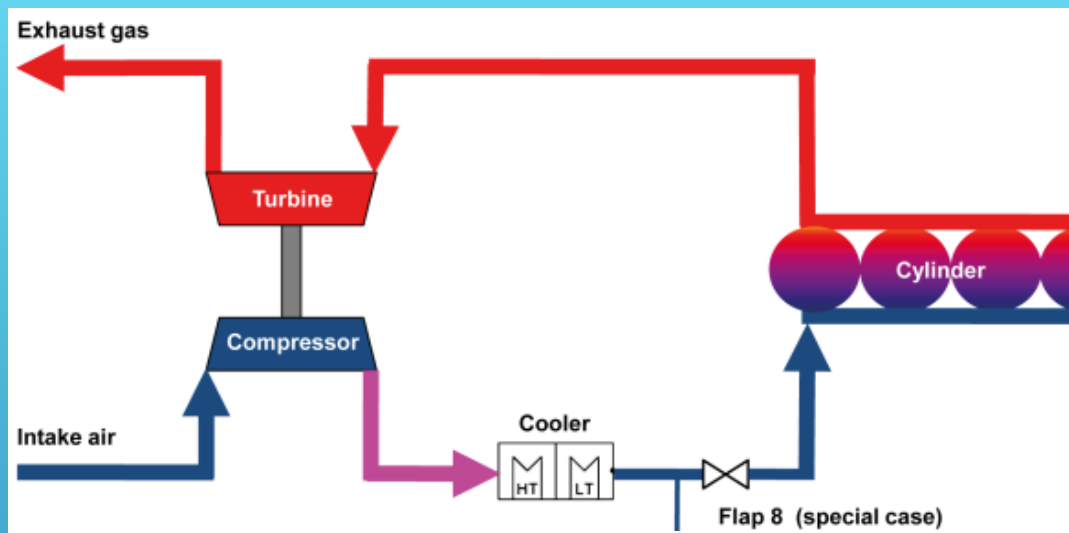
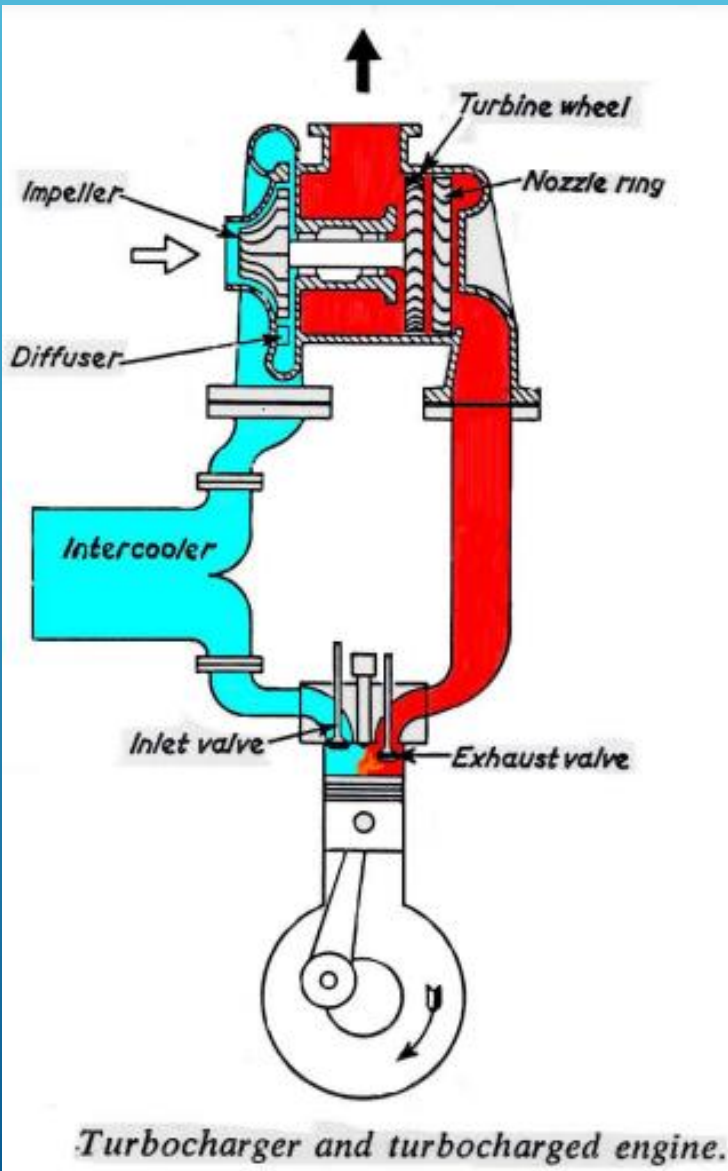
Energy in exhaust is used to drive turbine which drives compressor



Wastegate used to by-pass turbine

Charge air cooling after compressor further increases air density
- more air for combustion





- Turbocharger is an integral part of the ship's marine engine as it **reuses the exhaust gases** in order to increase the **overall efficiency** of the engine.
- It consists of two parts – **blower and turbine sides**, which need equal attention while carrying out routine maintenance procedures.
- As a marine engineer working on ships, you would be required to **monitor the performance** of turbochargers during the watch and **carry out maintenance** whenever required.



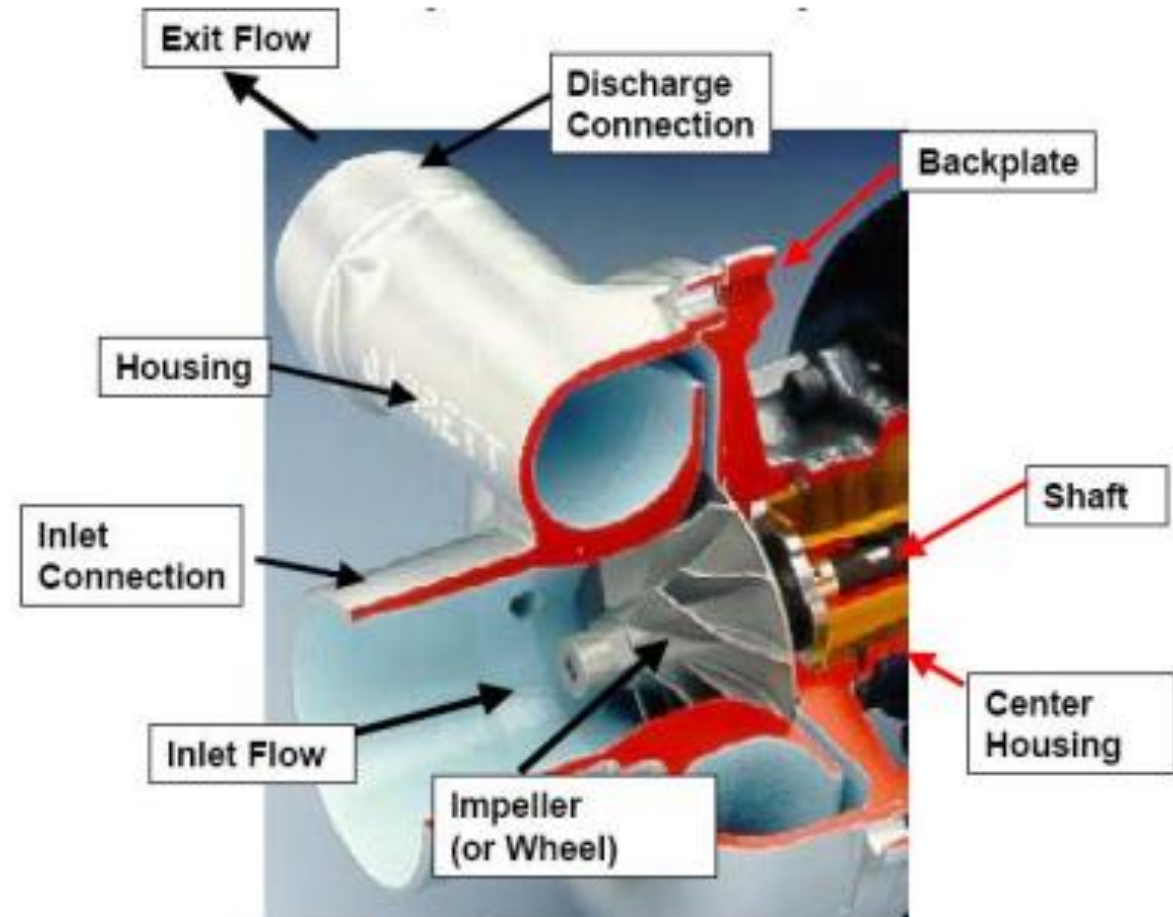
Automotive compressor

Centrifugal compressor typically used in automotive applications

Provides high mass flow rate at relatively low pressure ratio ~ 3.5

Rotates at high angular speeds
- direct coupled with exhaust-driven turbine
- less suited for mechanical supercharging

Consists of:
stationary inlet casing,
rotating bladed impeller,
stationary diffuser (w or w/o vanes)
collector - connects to intake system



Dört Stroklu Motorla İki Stroklu Motorun Karşılaştırması

İki Stroklu

- Her turda iş elde edilir.
- Skavenç kayıpları güç avantajlarını 1.8' e düşürür.
- Aynı güç çıktısı için daha hafiftir.
- Kompleks valf mekanizması vardır
- Gemi tahriki için pervaneye doğrudan bağlanır
- Devri 80-100 d/d arasındadır ve gemi sevki için kullanılır.

Dört Stroklu

- İki turda bir iş elde edilir.
- Yüksek devirlerde daha verimli çalışır
- Daha az yağlama yağı harcar
- Motor tahrikinde devir düşürücüye ihtiyaç vardır.
- Orta devirli motorlar (250-750 d/d) aynı zamanda jeneratörlerin tahrikinde kullanılır

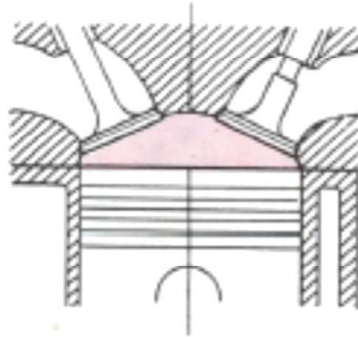
1.11. Silindirleri Senteye Getirmek

1.11.1. Motorların Dönüş Yönlerini Belirleme Yöntemleri

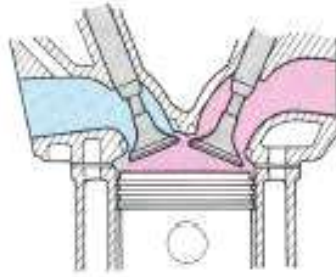
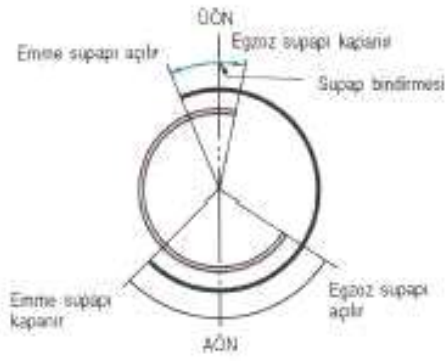
Motorların dönüş yönlerini varsa kataloglarına bakarak veya ateşleme sırasına göre tespit edebiliriz.

1.11.2. Sente ve Supap Bindirmesi

Sente: Sıkıştırma zamanı sonu iş zamanı başlangıcında pistonun Ü.Ö.N de bulunduğu anda her iki supabın kapalı olduğu duruma sente denir.



Supap bindirmesi: Egzoz zamanını sonu emme zamanı başlangıcında pistonun Ü.Ö.N de bulunduğu anda egzoz ve emme supaplarının beraberce bir süre için açık kaldığı duruma supap bindirmesi denir.

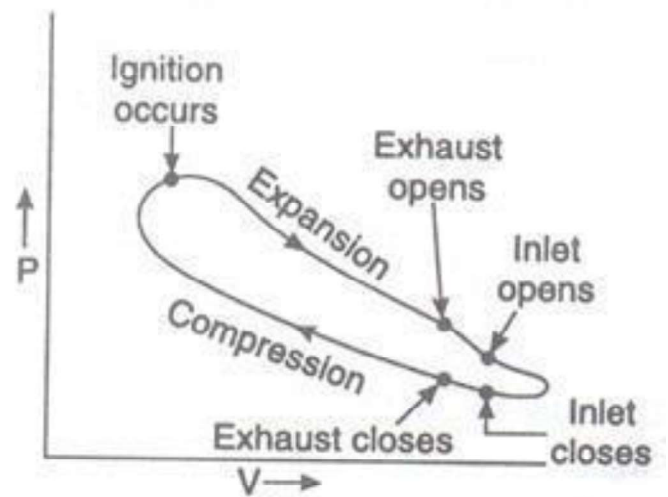
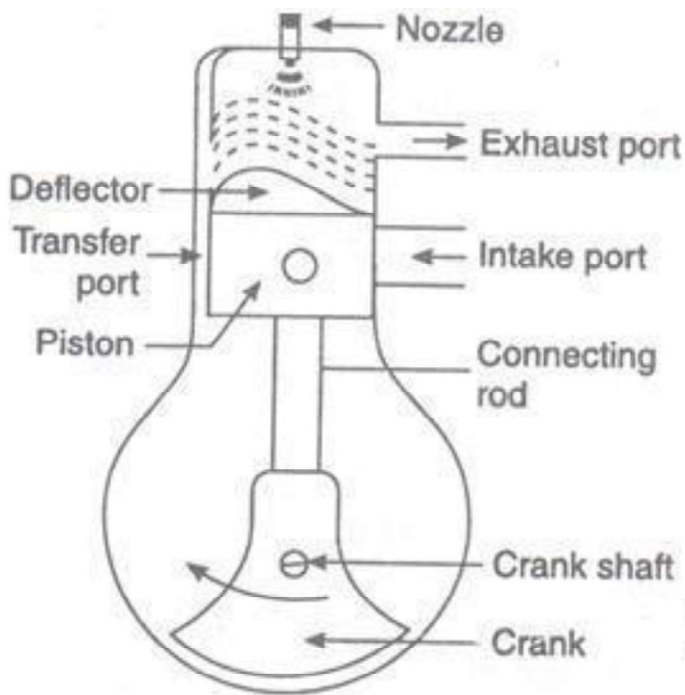


ÇALIŞMA PRENSİPLERİNE GÖRE

Dizel motorlarını çalışma prensiplerine göre ikiye ayırabiliriz;

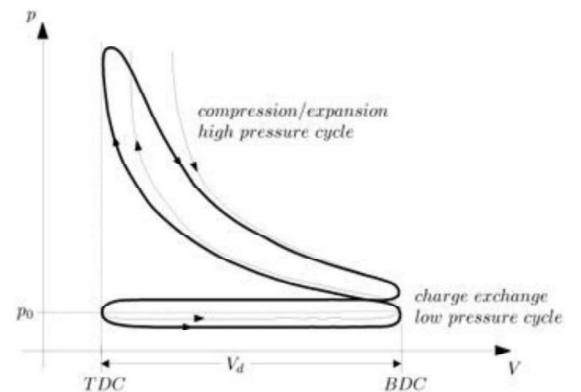
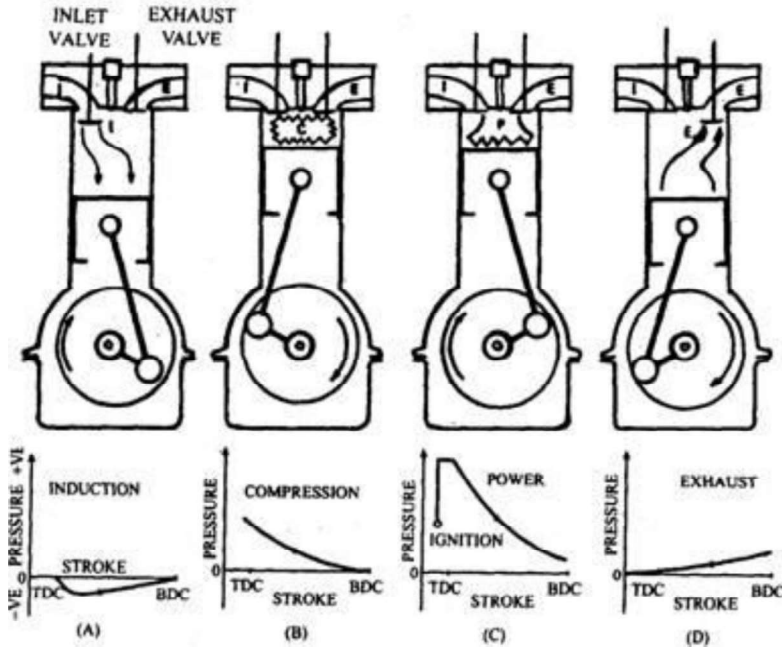
- a- İki zamanlı dizel motorları
- b- Dört zamanlı dizel motorları

İki Stroklu Dizel Motor

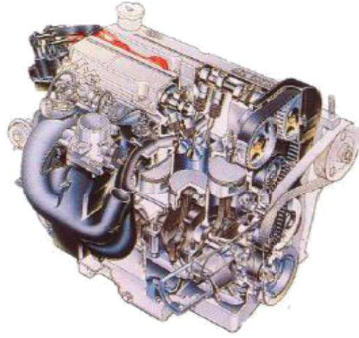


Indicator diagram for 2-stroke C.I. engine

Dört Stoklu Dizel Motoru



1.4.5 Zamanlarına Göre
1.4.5.1 Dört Zamanlı Motorlar

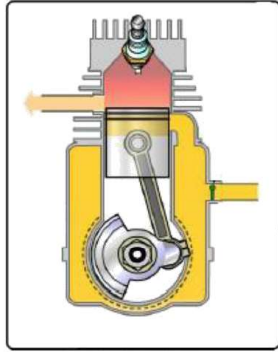


Şekil 4.10

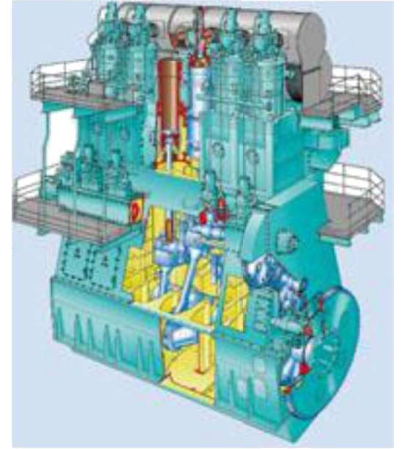


Emme, sıkıştırma iş ve egzoz zamanlarının krank milinin 720 derece dönmesiyle meydana geldiği motorlardır. Bir zaman pistonun Ü.Ö.N dan A.Ö.N ya veya A.Ö.N dan Ü.Ö.N ya hareketiyle meydana gelir.

1.4.5.2 İki Zamanlı Motorlar

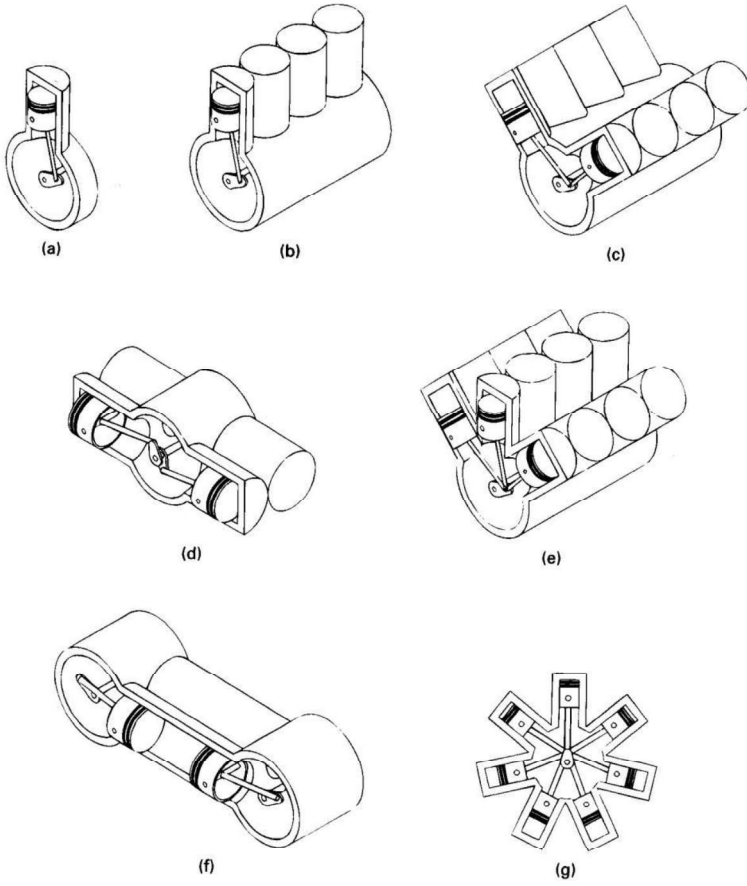


Şekil 4.11



Bir çevrimin (emme-sıkıştırma-iş egzoz) krank milinin 360 derece dönmesiyle meydana geldiği motorlardır. Bu motorlarda pistonun Ü.Ö.N dan A.Ö.N ya hareketinde iş ve egzoz zamanları, A.Ö.N dan Ü.Ö.N ya hareketinde ise emme ve sıkıştırma zamanları meydana gelir.

SİLİNDİR YERLEŐTİRME ŐEKİLLERİNE GÖRE

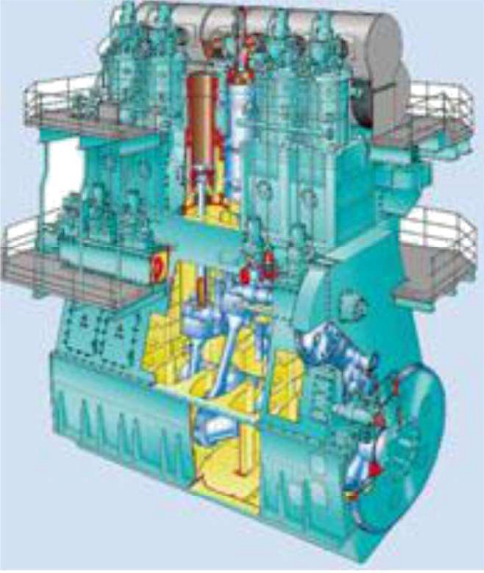


- a-Tek silindirli
- b-Sıra tipi c-V
- tipi
- d-Karşıt
- silindirli e-W tipi
- f- Karşıt pistonlu
- e- Yıldız tipi
- g- H tipi

DEVİR SAYILARINA GÖRE

Düşük devirli dizel motorlar: Genellikle devirleri 400 d/d olan

- **Orta devirli dizel motorları:** Devirleri 1000 d/d'ya kadar olan
- **Yüksek devirli dizel motorları:** Devirleri 1000 d/d'dan büyük olan



Ağır Devirli



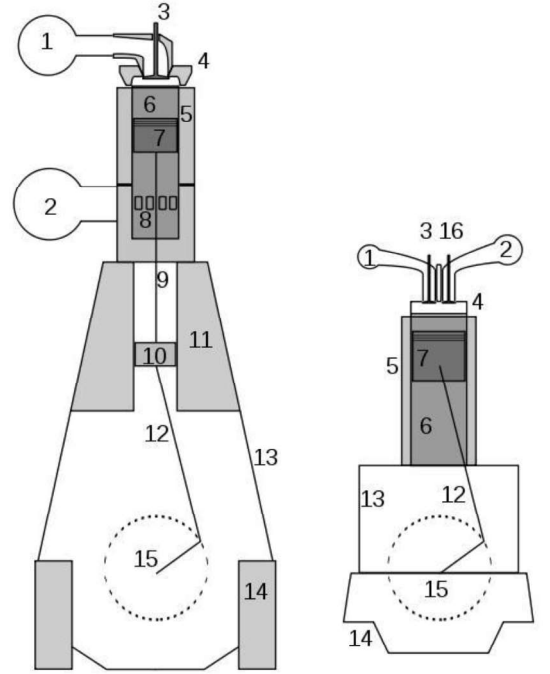
Orta Devirli



Yüksek Devirli

PİSTON BAĞLANTILARINA GÖRE

- Doğrudan doğruya piston pimi ile (direkt bağlama)
- Kroshed vasıtası ile (endirekt bağlama)



1.4.6 Çevrimlerine Göre

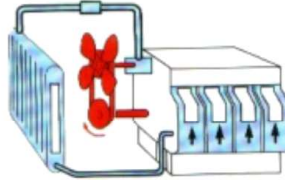
1. Otto çevrimi
2. Dizel çevrimi
3. Stirling çevrimi

1.4.7 Yaktığı Yakıtlara Göre

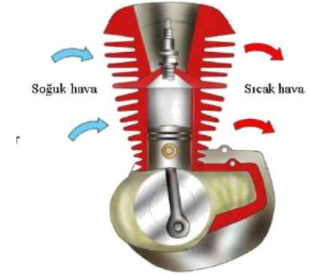
Otto çevrimine göre çalışan içten yanmalı motorlarda, yakıt olarak benzin kullanılır. Dizel çevrimine göre çalışan içten yanmalı motorlarda, yakıt olarak motorin kullanılır. Günümüzdeki bazı otomobillerde özel yakıt devresi sistemleri sayesinde yakıt olarak LPG, doğal gaz ve hidrojen gazı kullanılabilir.

1.4.8 Soğutma Sistemlerine Göre

Sıvı ile soğutmalı motorlar: Yanma sonucunda silindirlerde oluşan ısının dışarı atılması için silindir blok ve kapağında soğutma sıvısı dolaşan motorlardır.

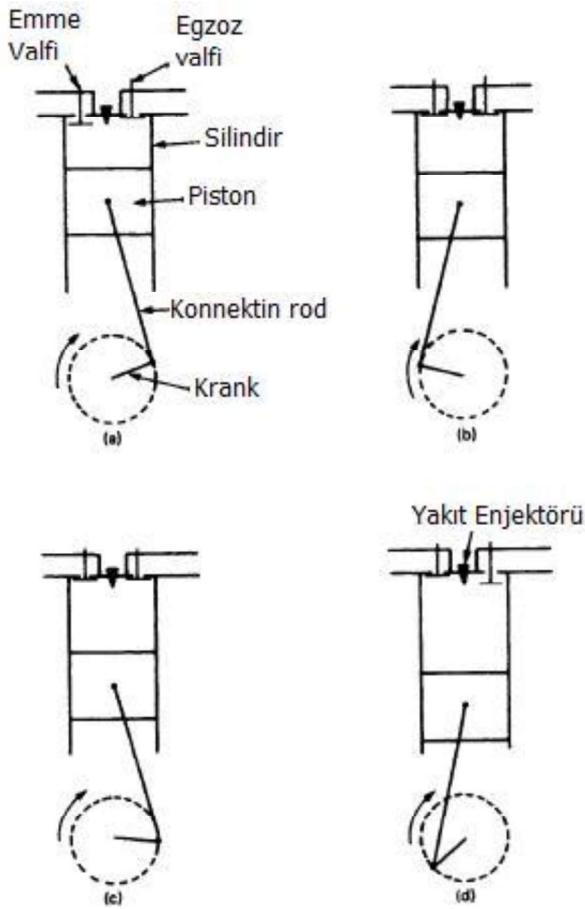


Şekil 4.12



Hava ile soğutmalı motorlar: Bu motorlarda ise yanma odasında oluşan ısı silindir bloğuna yönlendirilen havanın akımı sayesinde atmosfere atılır

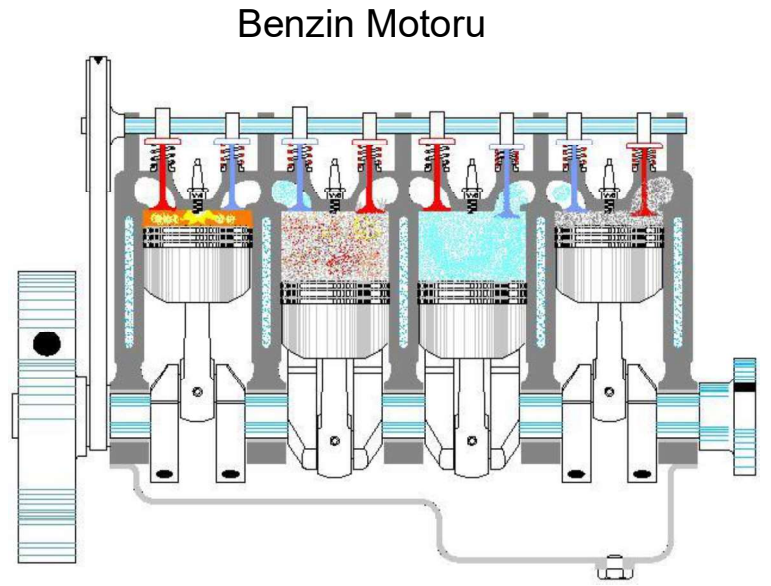
Dört Stroklı Dızel ve Benzin Motoru

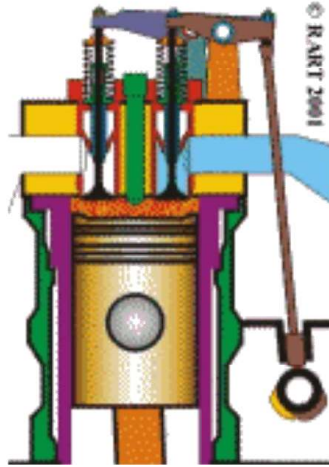
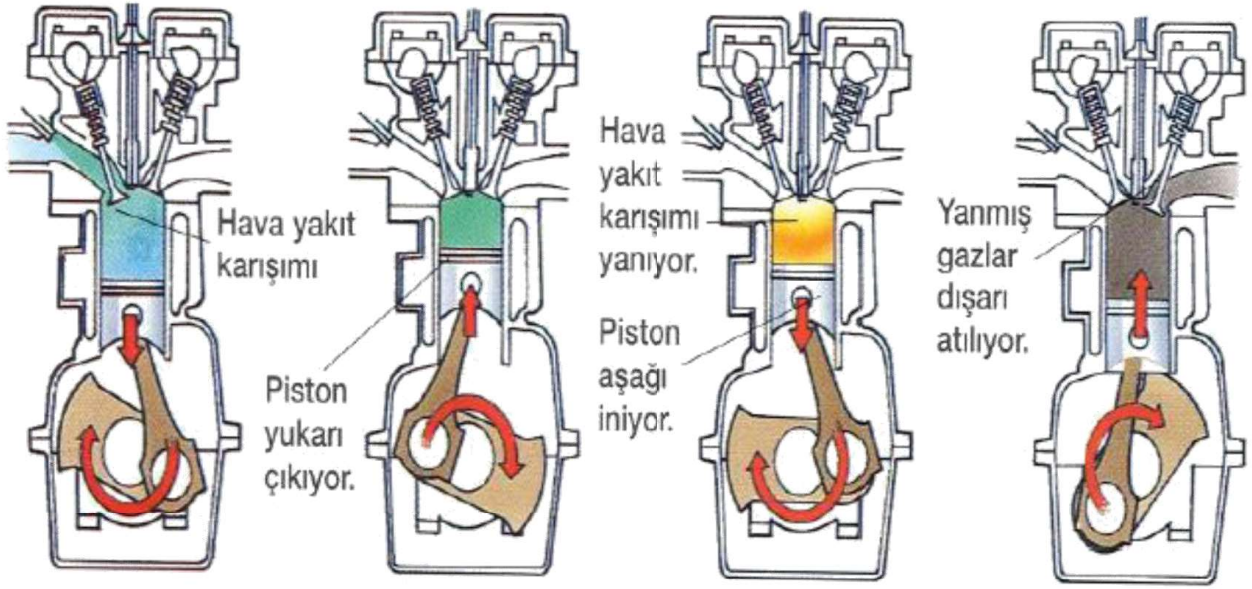


YTÜ-GEMAKGR

Gemi Makinalarına Giriş

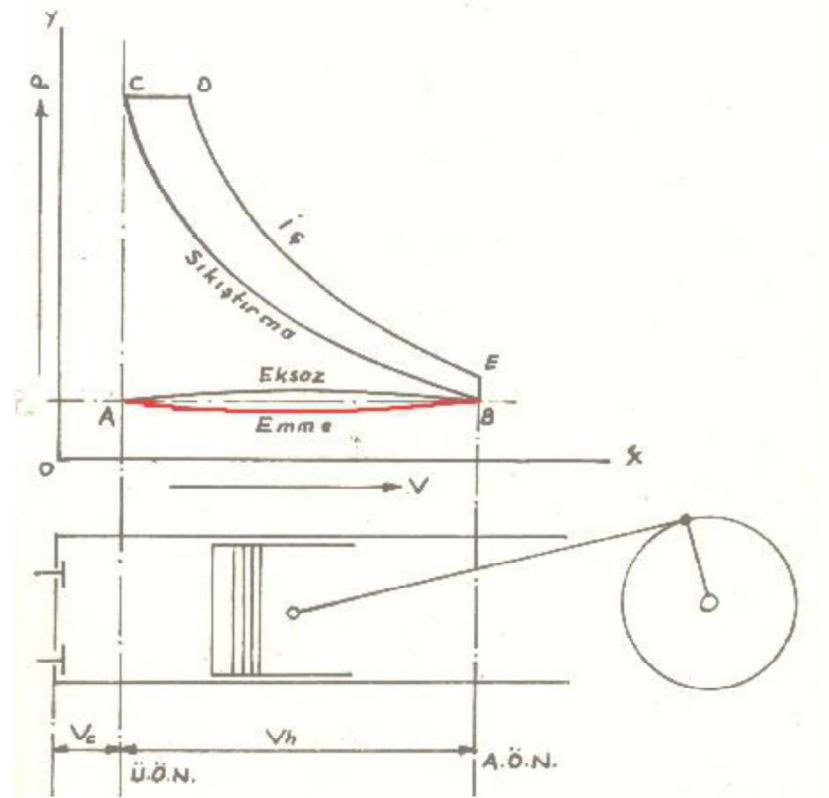
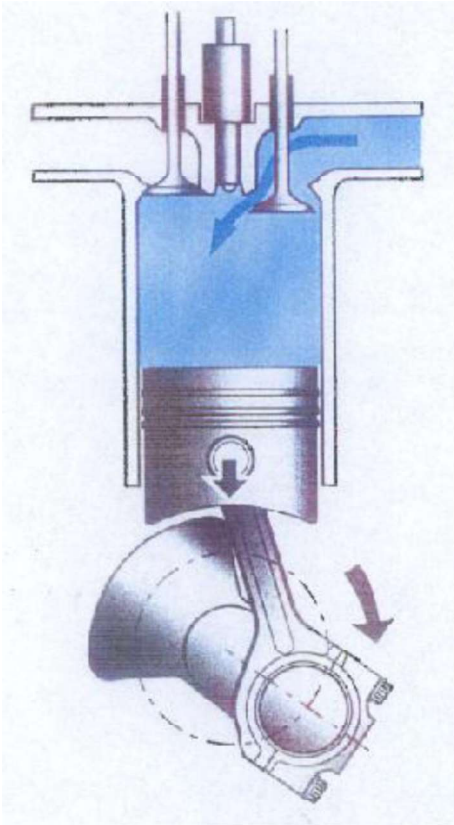
Hafta-2





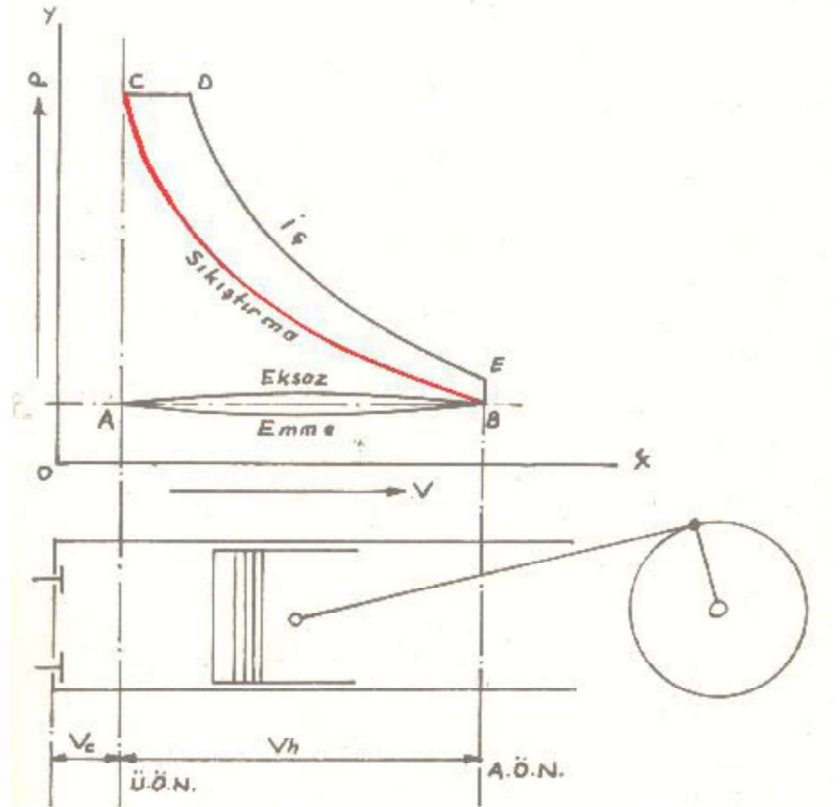
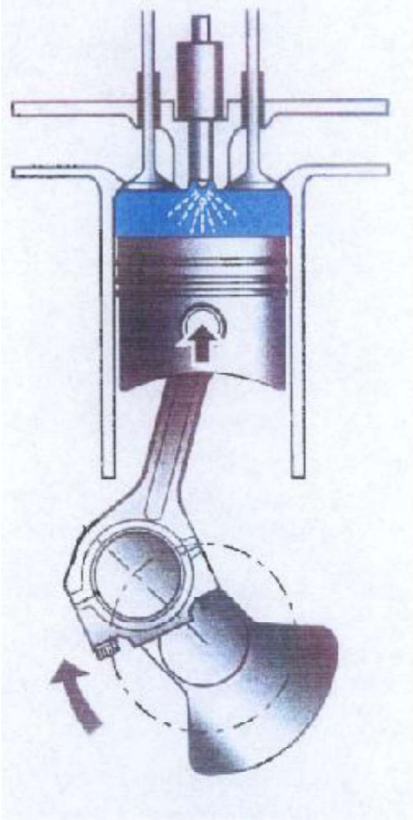
DÖRT STROKLU DİZEL MOTORLARI

(Emme zamanı)



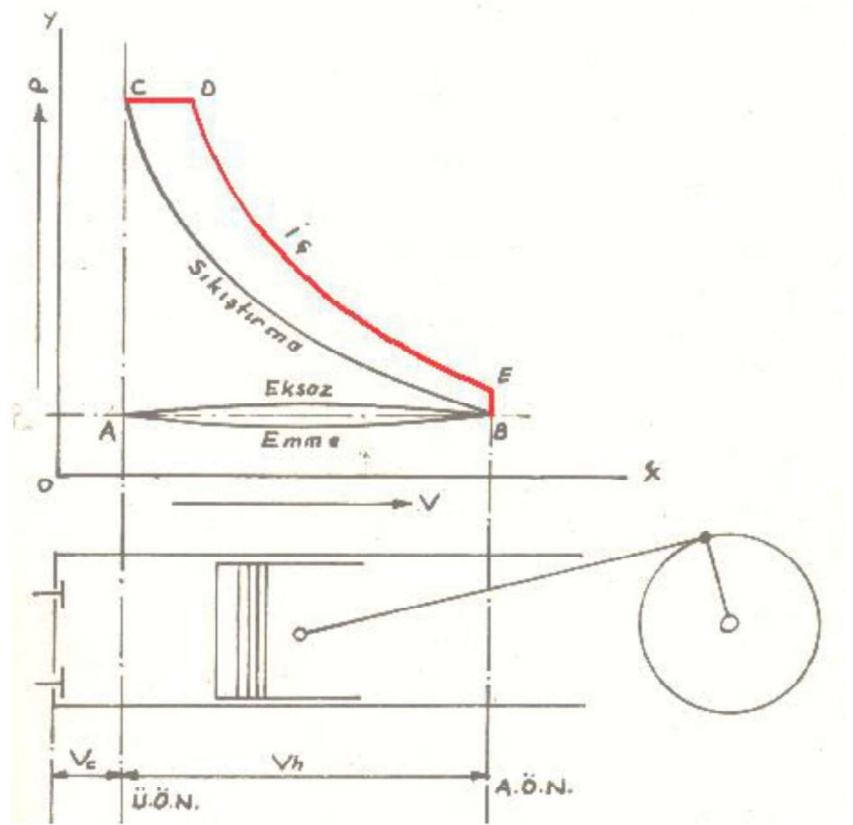
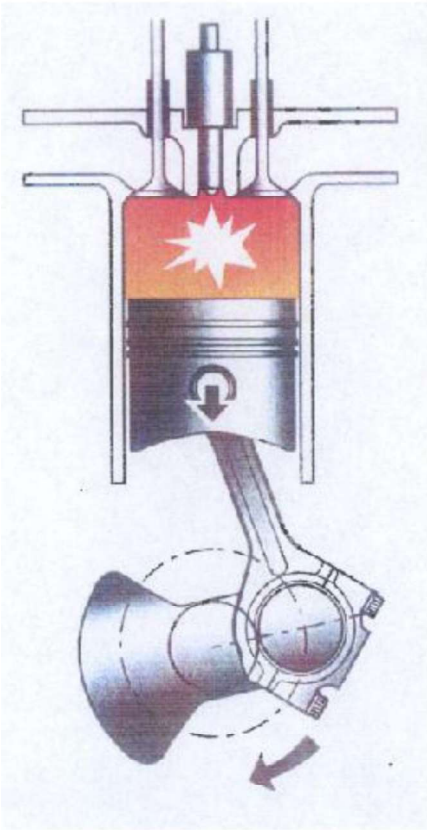
DİZEL MOTORLARI

(Sıkıştırma zamanı)



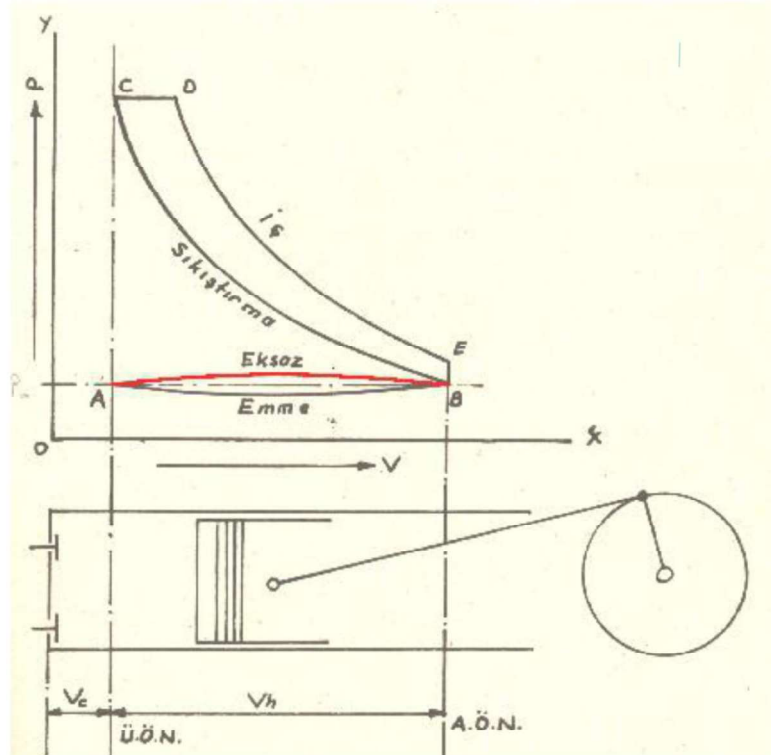
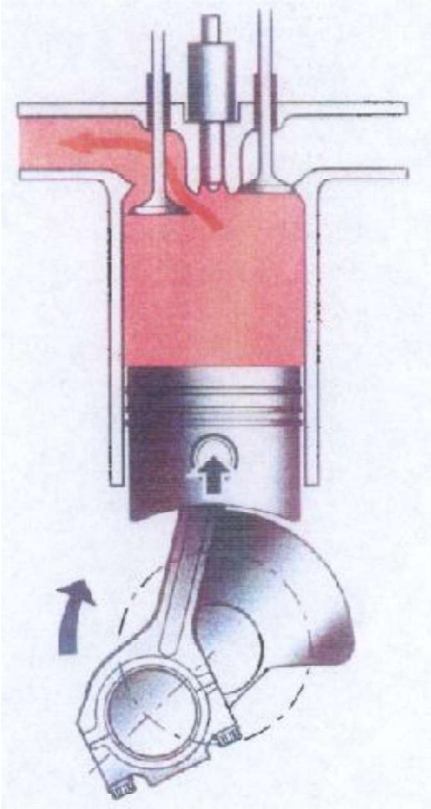
DİZEL MOTORLARI

(Güç zamanı)

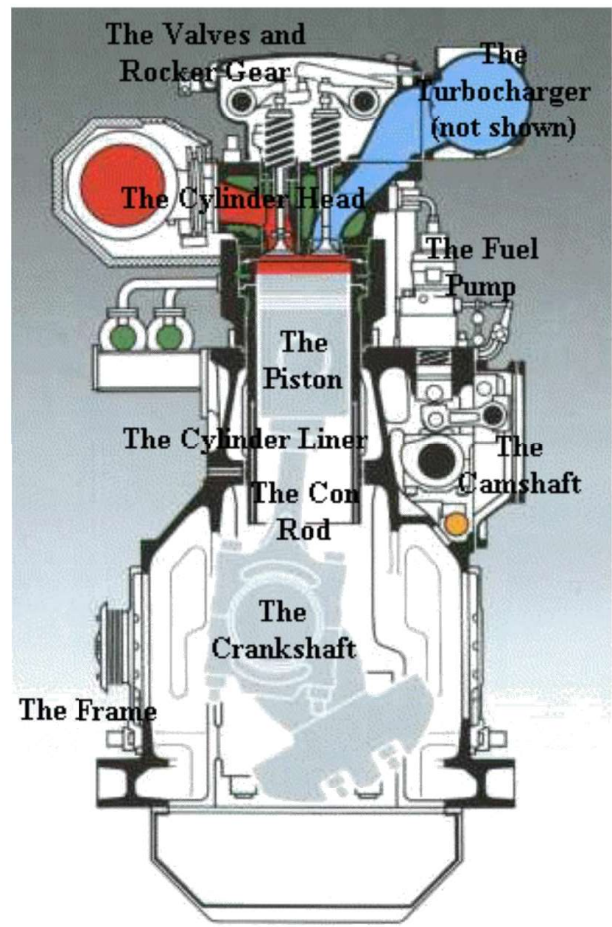
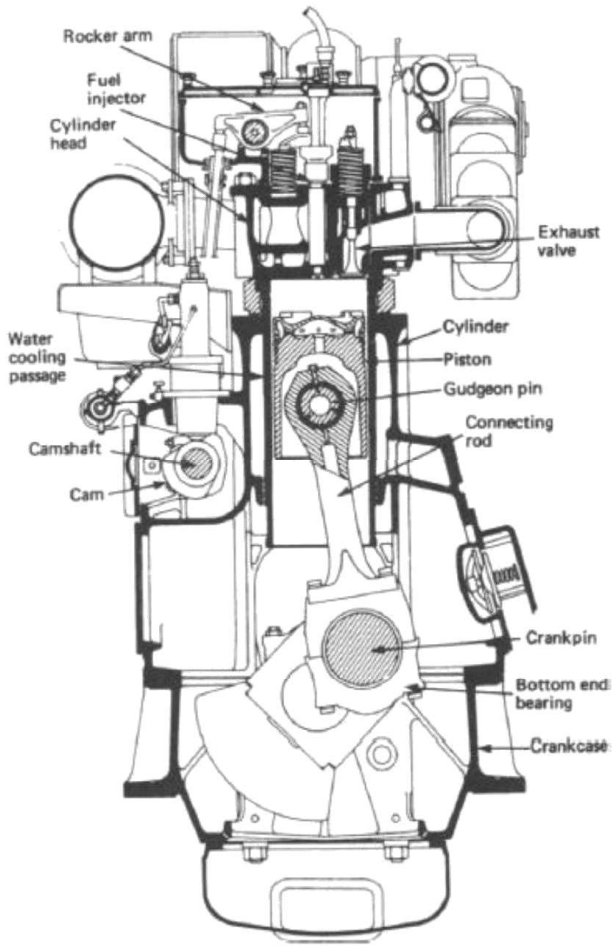




DİZEL MOTORLARI (Eksoz zamanı)



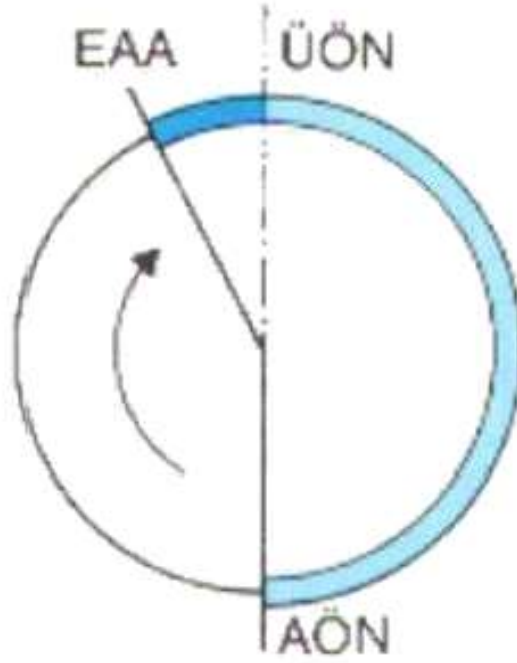
Dört Stroklu Dizel Motoru



1.10.1. Emme Supabının Açılma Avansı(EAA)

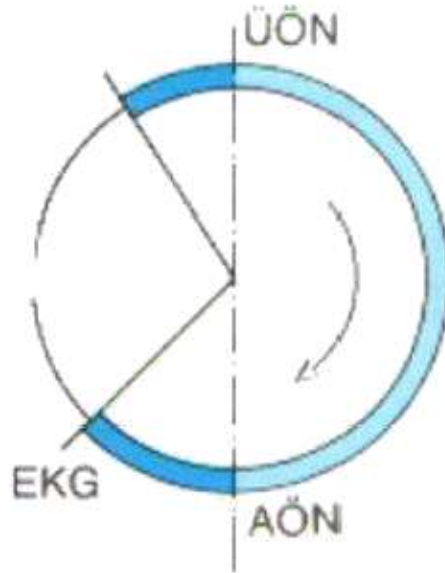
Emme supabının, piston Ü.Ö.N. den harekete başladığı anda açıldığını düşünelim. Bu durumda, karışım (direk enjeksiyonlularda hava) hemen silindirlere girmez. Çünkü karışım durgun halde bulunduğundan, harekete başlayıncaya kadar bir zaman geçer.

Şekil 10.2



1.10.2. Emme Supabının Kapanma Gecikmesi(EKG)

Emme zamanında, pistonun Ü.Ö.N. den A.Ö.N. ye doğru hızla ilerlerken, yarattığı vakum nedeni ile hava yakıtlı karışarak silindirlere dolmaya devam eder. Piston A.Ö.N. ye geldiğinde silindire dolmakta olan karışım, henüz piston yüzeyine yetişememiştir. Buna göre piston Ü.Ö.N. ye doğru çıkmaya başladığı halde, silindirlere karışım girmeye devam eder.



Şekil 10.3

Bir taraftan piston tarafından silindir hacminin küçülmesi, diğer taraftan karışımın silindire girmeye devam etmesi ile silindir içindeki basınç kısa zamanda atmosferik basınca eşitlenir. Yapılan deneyler sonunda, motorun hızına bağlı olarak piston A.Ö.N. yi 40° - 60° geçte silindirin içindeki basıncın atmosferik basınca eşitlendiği görülmüştür. Emme supabı bu anda kapatılırsa, en çok karışım silindirlere alınmış olur. Daha sonra kapatılması, bir kısım karışımın emme manifolduna boşalmasına, daha önce kapatılması ise silindirlere yeteri kadar karışım girmemesine ve motorun hacimsel veriminin düşmesine neden olur. Böylece teorik olarak 180° devam etmesi gereken emme zamanı 230° - 240° devam etmiş olur.

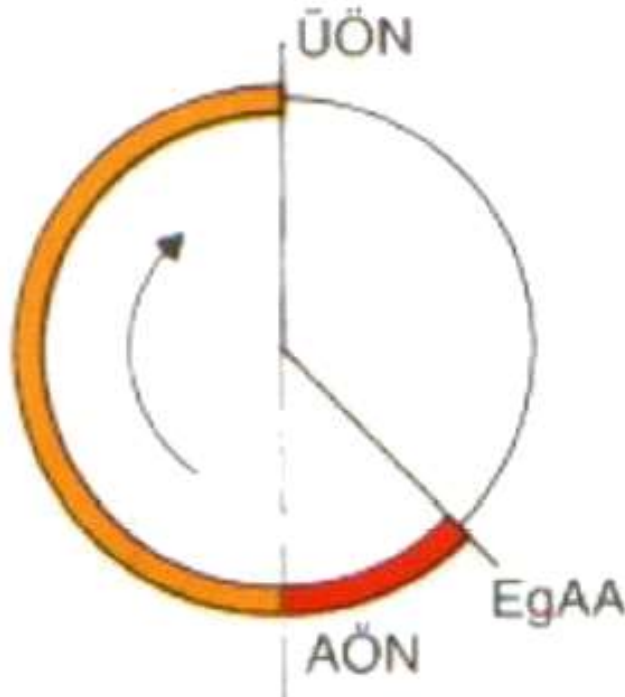
1.10.3. Ateşleme Avans

Diyagram incelendiğinde, ateşleme noktasının piston Ü.Ö.N. ye gelmeden 5° - 35° önce olduğu görülür, zamanları incelerken karışımın istenilen şekilde yanabilmesi için, gerekli olan zamanın hesaplanması, ateşleme avansının her motor için değişik olmakla beraber, motorun devir adedine göre değiştiği görülür.

1.10.4. Egzoz Supabı Açılma Avansı(EgAA)

Egzoz supabı, piston A.Ö.N ya geldiği anda açılacak olursa egzoz gazları iş yapmadığı halde, silindirlerde daha uzun zaman kalmış olacaktır. Çünkü sıkıştırma zamanı sonunda ateşlenen karışımın meydana getirdiği yanma sonu basıncı piston Ü.Ö.N. yi 5° - 10° geçince en yüksek değerine ulaşmış olur ve bu basınç ile piston A.Ö.N. ye doğru itilir. Piston A.Ö.N. ye yaklaşınca silindir içersinde hacim büyümesi olduğu için yanma sonu basıncı azalarak 4-7 bara kadar düşer. Artık yanmış gazların piston üzerine bir etkisi olamaz

Şekil 10.4

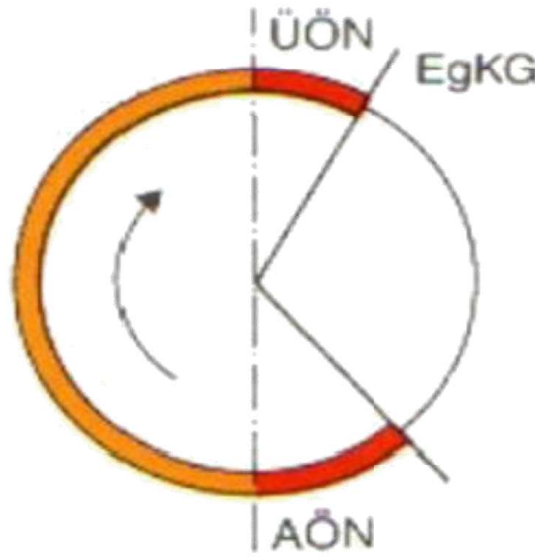


O halde egzoz gazlarının dışarı atılmaya başlaması gerekir. Piston A.Ö.N. ye 40°-70° kadar yaklaşınca, egzoz supabı açılırsa içerdeki yanmış gazların basıncı, atmosferik basınçtan fazla olduğu için piston A.Ö.N. ye doğru gitmesine rağmen, egzoz gazları kendiliğinden dışarı çıkmaya başlar. Böylece piston A.Ö.N. yi aşır, Ü.Ö.N. ye doğru hareket ederken üzerindeki geri basınç en az değere inmiş olur. Yapılan deneyler sonunda egzoz gazlarının geri basıncı 1,2 -1,5 barı geçmemesi gerektiği belirlenmiştir.

1.10.5. Egzoz Supabı Kapanma Gecikmesi(EgKG)

Egzoz gazları, silindirlerden dışarı iki şekilde atılır:

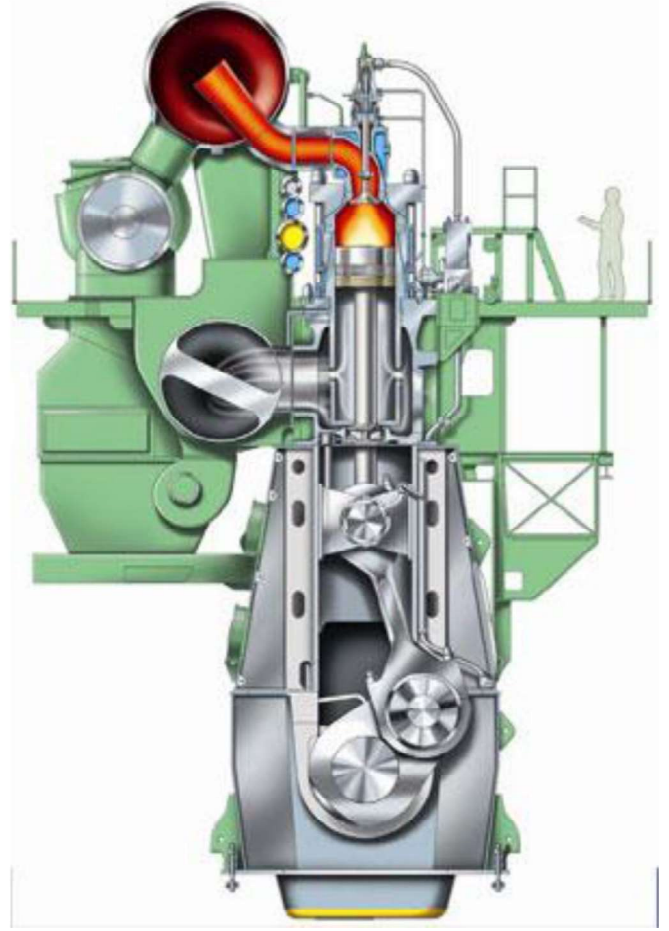
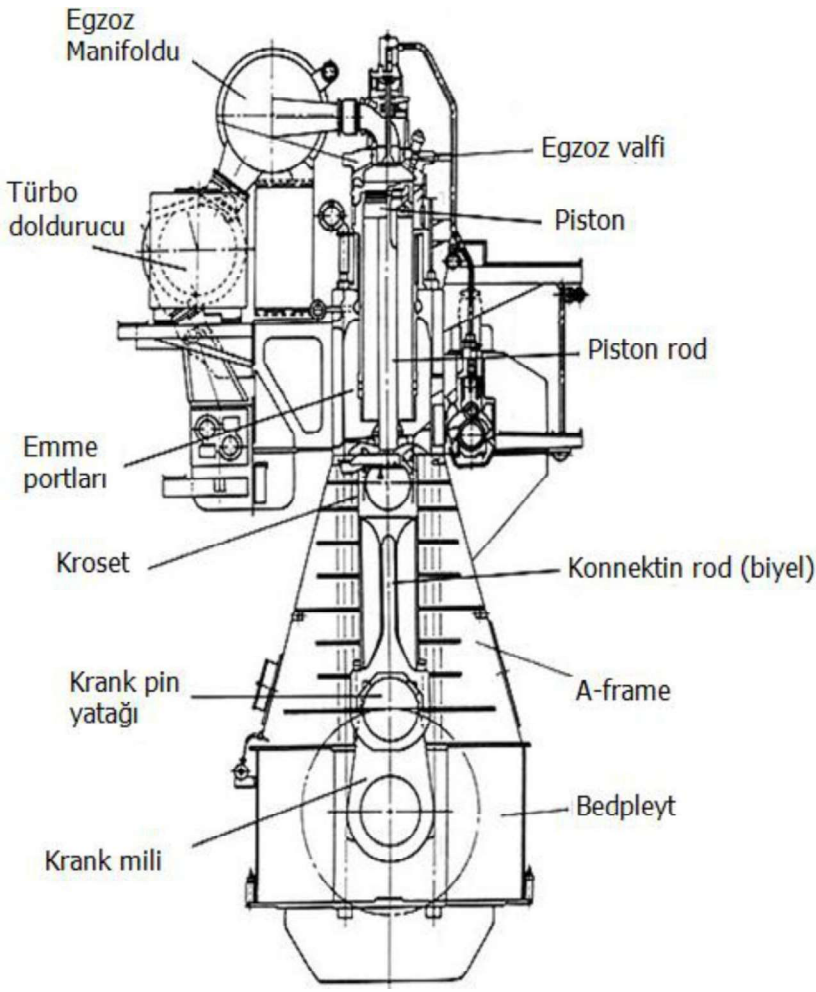
- Egzoz supabı erken açıldığında 4 – 7 barlık fazla basıncın etkisi ile gazlar kendi kendine silindirden dışarıya çıkar.
- Pistonun A.Ö.N. dan Ü.Ö.N. ya gelirken silindir hacmini süpürmesi ile silindir dışına atılır. Piston Ü.Ö.N. ya geldiği zaman, egzoz supabı hemen kapatılırsa; yanma odası hacminde hareketsiz kalan egzoz gazları dışarı atılamaz.



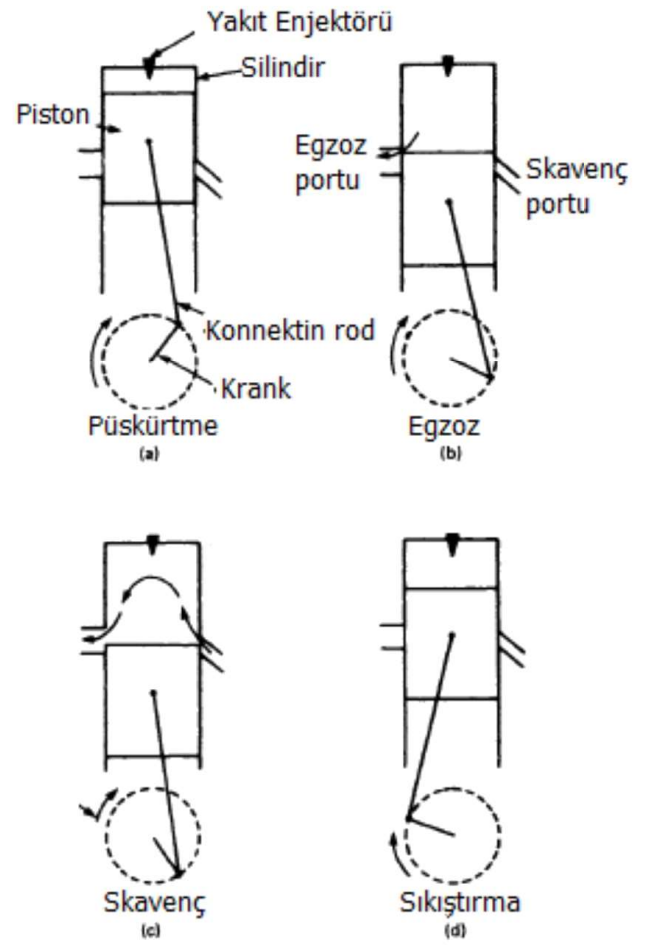
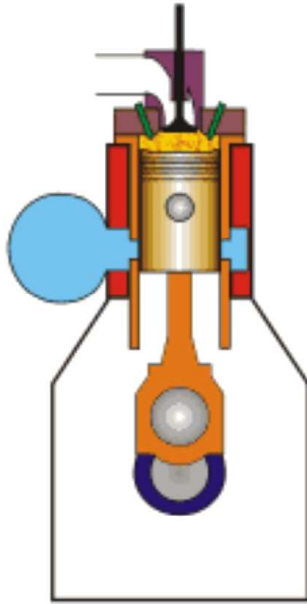
Şekil 10.5

Bu ise, emme zamanında silindirlere alınacak olan karışım miktarını etkiler. Bu nedenle, egzoz supabı piston Ü.Ö.N. yı 10° - 15° geçince kapatılırsa , silindirlere dolmaya başlayan taze karışım, bir miktar daha egzoz gazının yanma odasından dışarı atılmasını sağlar. Çünkü, emme zamanı başlangıcında piston hızı az, olduğundan vakum henüz azdır. Taze karışımın ağırlığı ile yanmış gazlar yanma odasını terk eder. Egzoz supabı deneylerle belirtilen değerlerden daha geç kapatılırsa silindirlere egzoz gazı emilmeye başlanır. Buraya kadar açıkladığımız bilgilerden çıkardığımız sonuç; supap ayarlarının titizlikle yapılması ile motor veriminin artacağı ortaya koyulmaktadır. Yanlış supap ayarı ise motor veriminin düşmesine sebep olur.

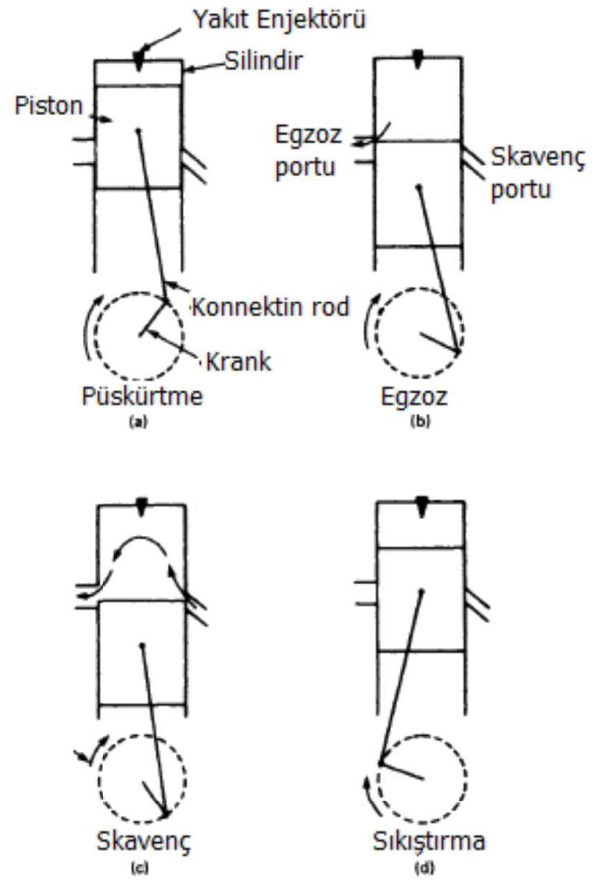
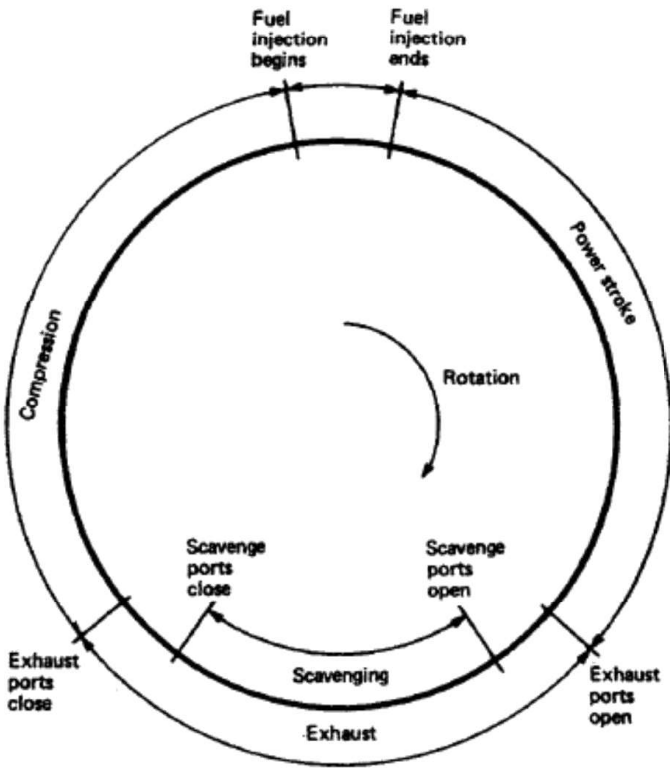
İki Stroklı Dizel Motoru



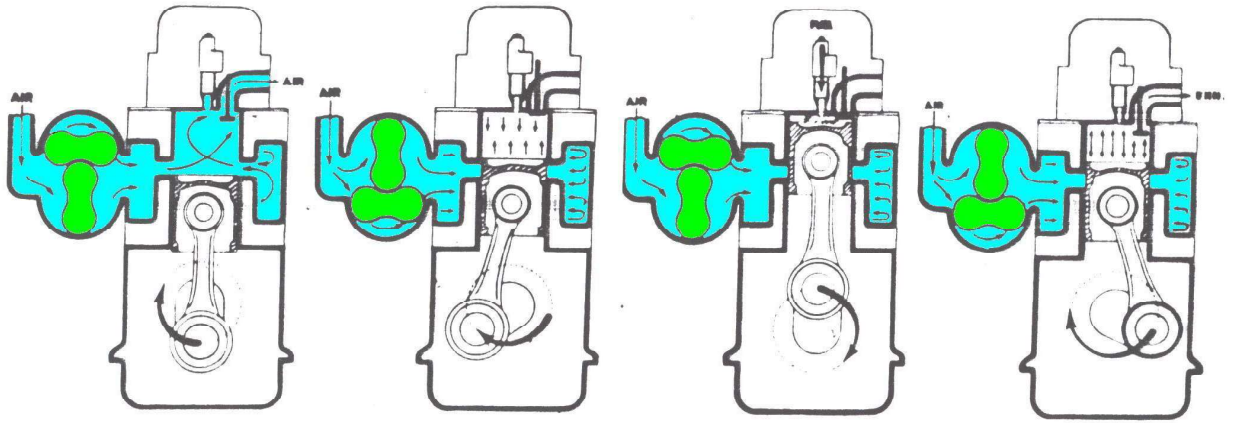
İki Stroklı Dızel Motoru



İki Stroklı Dızel Motoru



İKİ ZAMANLI DİZEL MOTORLARI



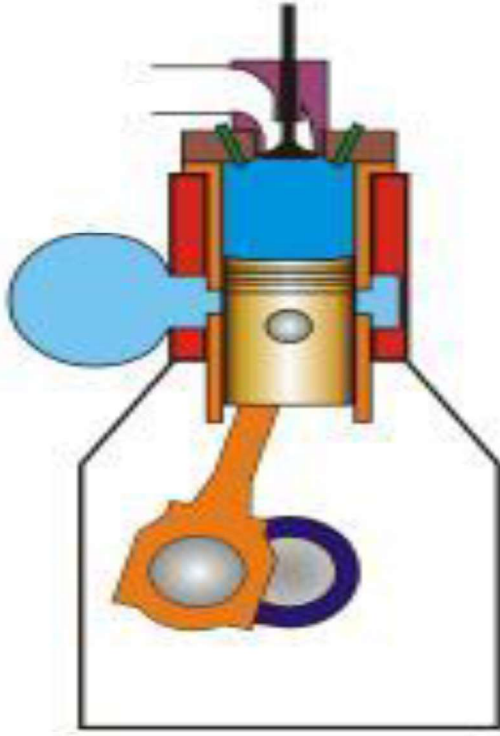
Süpürme

Sıkıştırma

Ateşleme

**Genleşme
Eksoz**

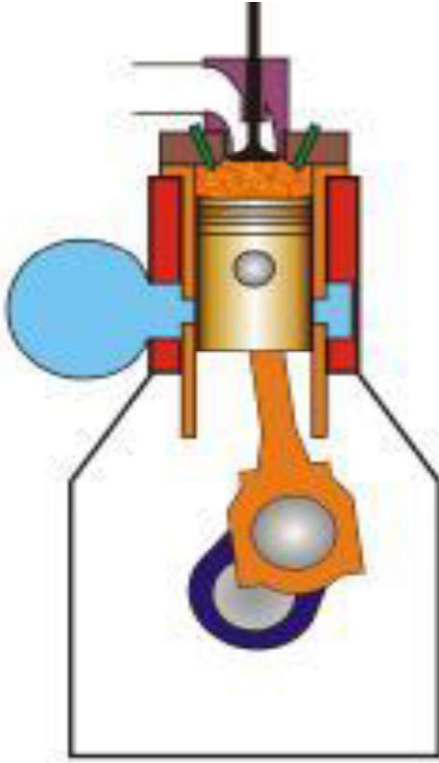
Çalışma prensibi



SIKIŞTIRMA :

- Portlar kapatıldığında sıkıştırma başlar.
- Sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklık 100 bar ve 500 °C nin üzerine çıkar.
- Yaklaşık 110 °KMA sürer.

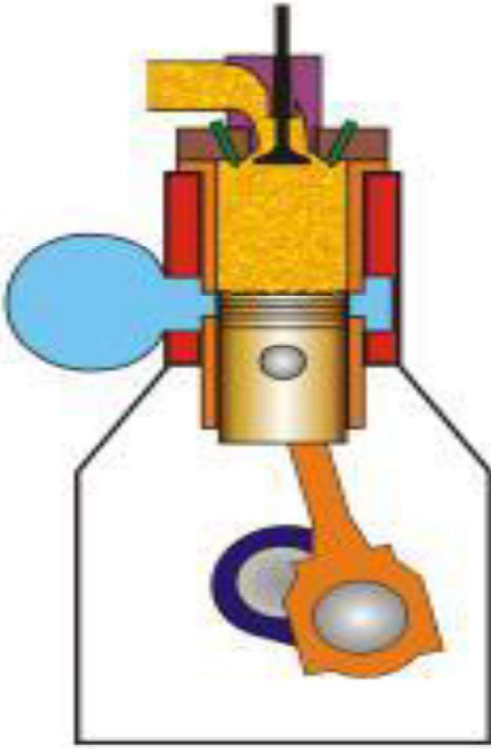
Çalışma Prensibi



Yanma :

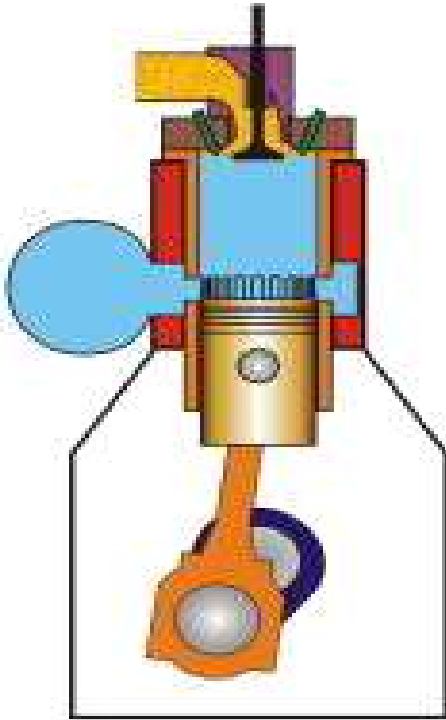
- ÜÖN dan hemen önce enjektör vasıtasıyla yakıt atomize olarak silindire püskürtülür.
- Yanmanın etkisiyle basınç hızla artar.ÜÖN dan sonra pistonu iş yapmak üzere AÖN ya iter.

Çalışma Prensibi



Genişleme:

- Yanmış gazların genişlemesiyle iş elde edilir.
- ÜÖN dan 110 KMA sonra egzoz valfi açılır.

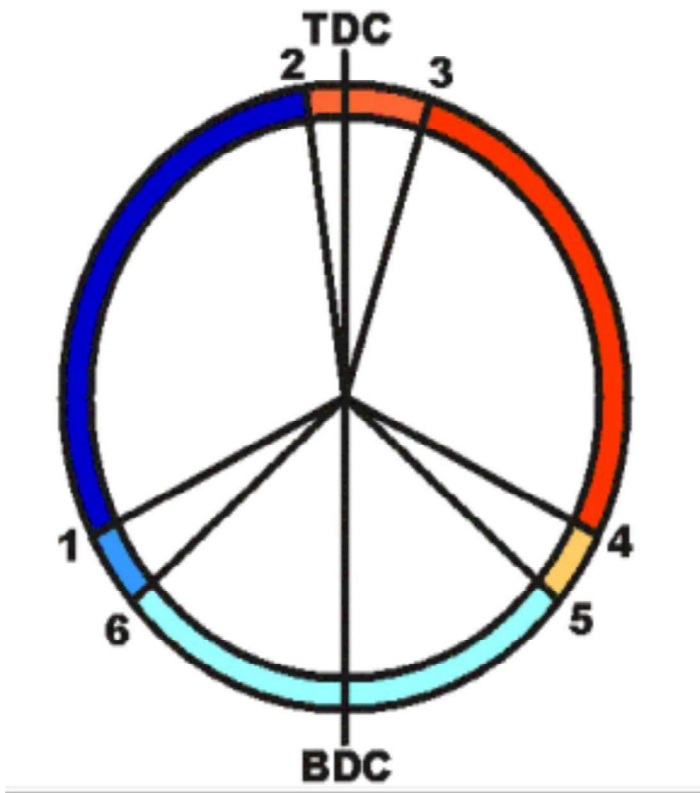


- Piston AÖN ya yaklaşırken emme portları açılır.
- Giren Taze dolgu silindir içerisinde kalan artık gazları süpürür.
- Taze dolgunun artık gazları temizleme işlemine **skavenç** (süpürme) denir
- Emme portları ÜÖN dan yaklaşık 140^0 KMA sonra açılır. Pistonun AÖN dan sonra portları tekrar kapatmasına kadar devam eder.

İki Zamanlı Motorlar

- Biyelin açısai hareketi nedeniyle yanai kuvvet silindire piston eteği (trank) vasıtasıyla gerçekleşir. Bu nedenle bu motorlara **2 stroklu trank pistonlu motor** da denmektedir.
- Piston eteği sıkıştırma esnasında emme portunu kapadığı için emme havasının krankkeysi (karter) basınç altında tutmasının önüne geçilmiş olmaktadır.

2 Zamanlı Motor Zamanlama Diyagramı



1 - 2 Compression

2 - 3 Fuel Injection

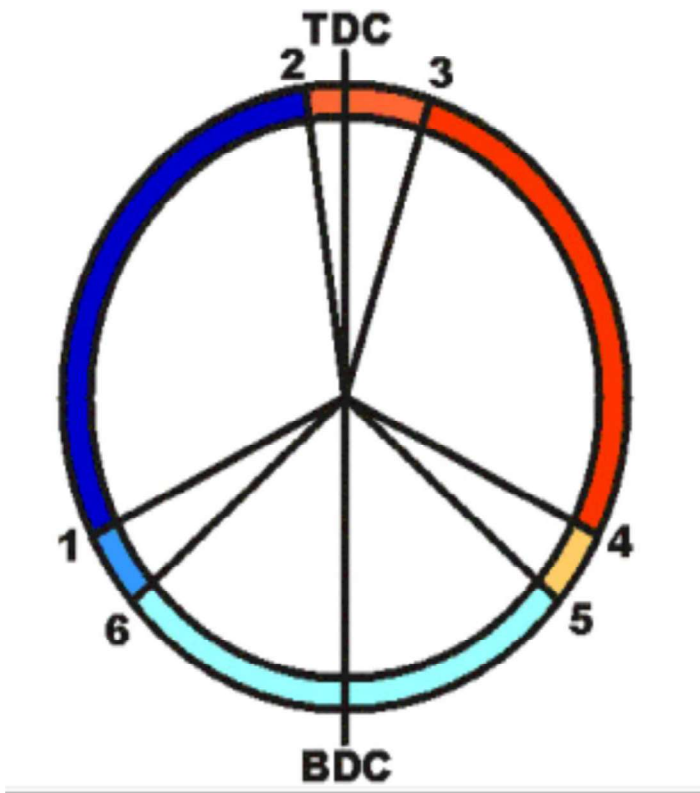
3 - 4 Power

4 - 5 Exhaust Blowdown

5 - 6 Scavenging

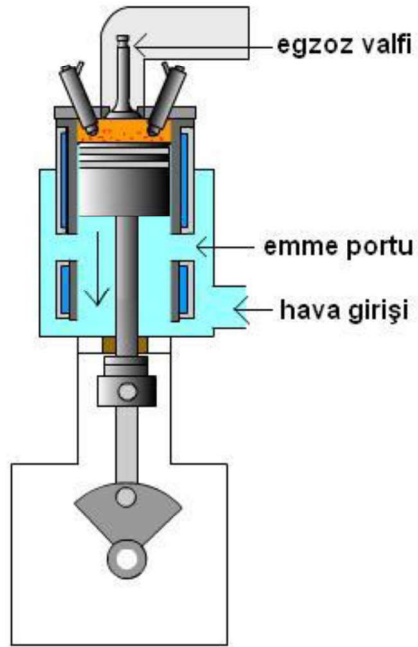
6 - 1 Post Scavenging

2 Zamanlı Motor Zamanlama Diyagramı

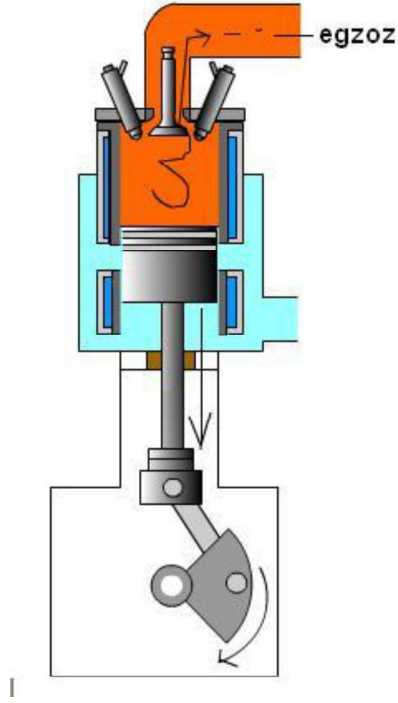


1. approx 110° BTDC
2. approx 10° BTDC
3. approx 12° ATDC
4. approx 110° ATDC
5. approx 140° ATDC
6. approx 140° BTDC

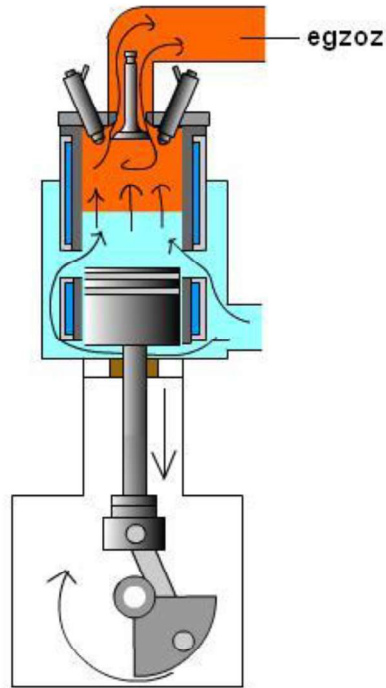
İki Zamanlı Motor



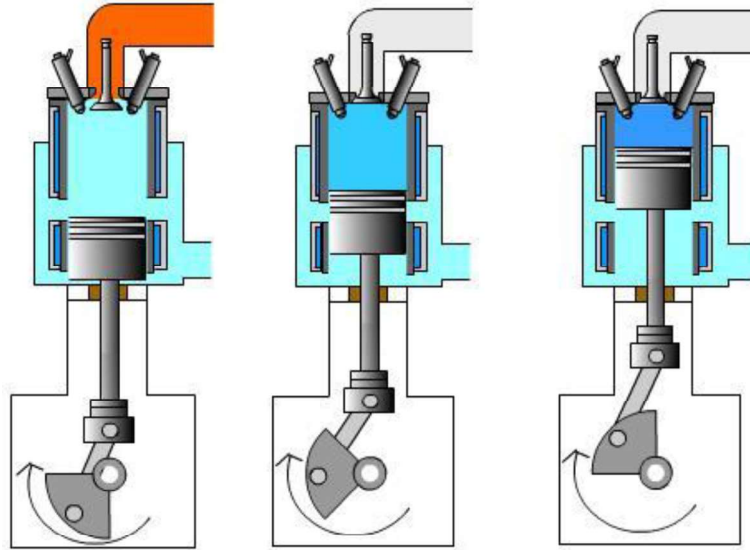
İki Zamanlı Motor



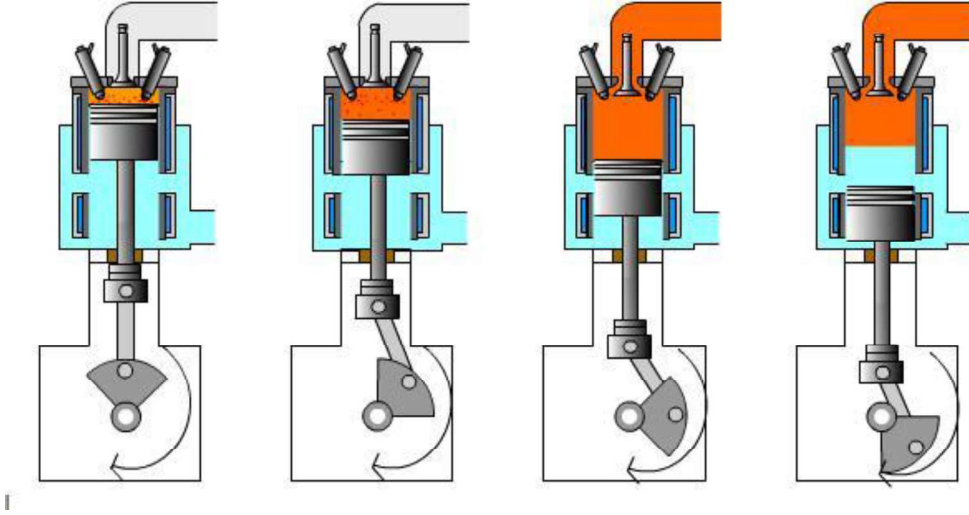
İki Zamanlı Motor



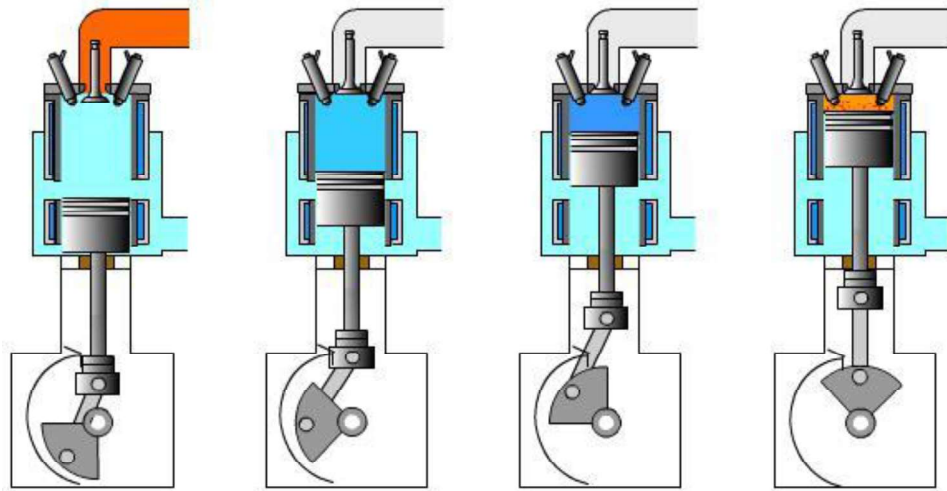
İki Zamanlı Motor



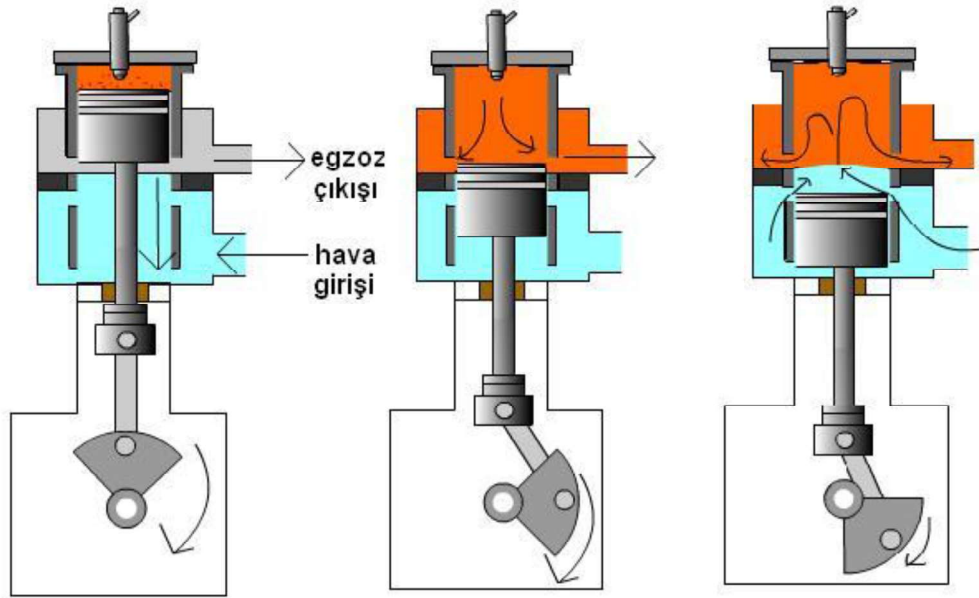
İki Zamanlı Motor



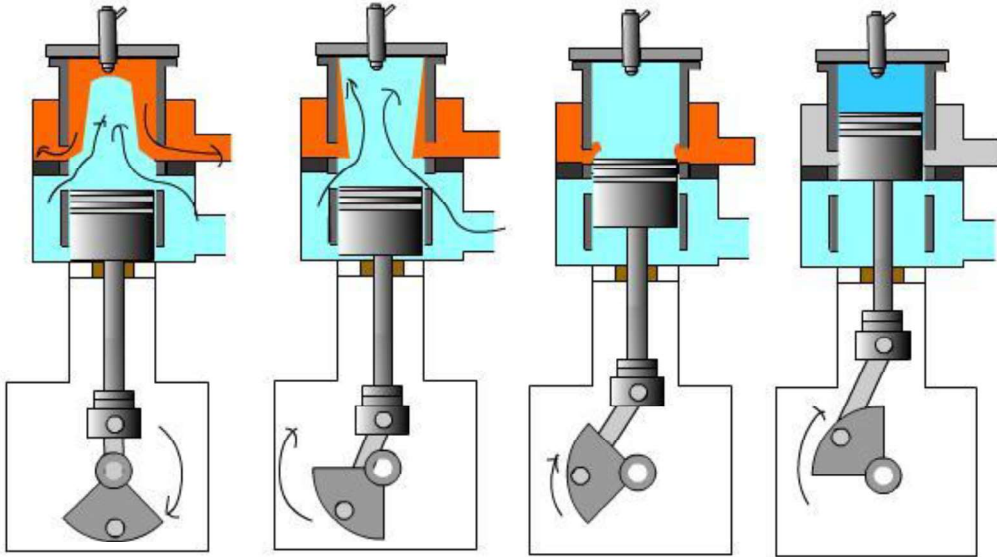
İki Zamanlı Motor



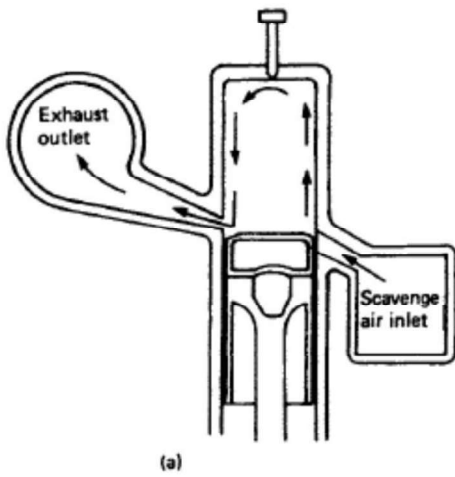
İki Zamanlı Motor



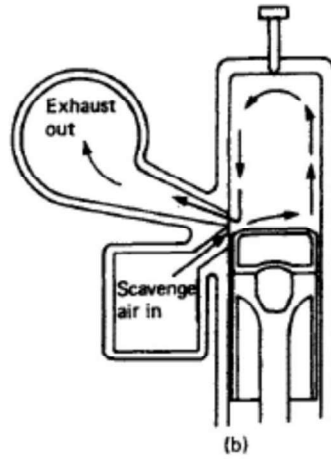
İki Zamanlı Motor



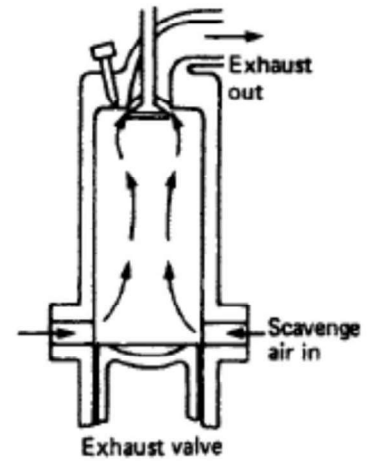
Süpürme türleri



Karşıt akışlı



İlmik(loop) süpürme



Tek akışlı(uniflow)

AŞIRI DOLDURMA

