

# MOTOR MEKANİĞİ

## DERS NOTLARI

### MOTORCULUKTA KULLANILAN TERİMLER

**Ölü Nokta:** Pistonun silindir içerisinde, yön değiştirmek üzere, bir an durakladığı yere ölü nokta denir.

**Üst Ölü Nokta (Ü.Ö.N):** Pistonun silindir içerisinde çıkabildiği en üst noktada yön değiştirmek için bir an durakladığı yerdir.

**Alt Ölü Nokta (A.Ö.N):** Pistonun silindir içerisinde inebildiği en alt noktada, yön değiştirmek üzere bir an durakladığı yerdir. Kısaca **A.Ö.N** olarak gösterilir.

**Kurs (strok) Piston yolu:** Pistonun **A.Ö.N** ile **Ü.Ö.N** arasında aldığı yoldur.

**Silindire (Kurs hacmi):** Pistonun **A.Ö.N'** dan **Ü.Ö.N'** ya kadar silindir içerisinde süpürdüğü hacme silindire denir.

**Yanma Odası Hacmi:** Piston **Ü.Ö.N'** da iken, silindir kapağı ile pistonun üst yüzeyi arasında kalan hacme denir.

**Silindir Hacmi:** Silindire (kurs hacmi) ile yanma odası hacminin toplamına eşittir. Diğer bir deyişle piston **A.Ö.N'** da iken üzerinde kalan hacimdir.

**Toplam Silindir Hacmi:** Bir silindir hacmi ile motorun silindir sayısının çarpımına eşittir.

**Zaman:** Piston, silindir içerisinde iki ölü nokta arasında yaptığı bir harekete zaman denir. Başka bir deyişle, krank mili **180°** lik dönme hareketi ile pistonun iki ölü nokta arasında yaptığı bir harekettir. Bir zaman teorik olarak **180°** devam eder.

**Çevrim:** Bir motorda iş elde etmek için, tekrarlanmadan meydana gelen olayların toplamına bir çevrim denir. Dört zamanlı motorlarda bir çevrimin tamamlanabilmesi için, pistonun dört hareketine (krank milinin iki tam devir yapmasına) gerek vardır. Diğer bir deyişle dört zamanlı motorlarda bir çevrim krank milinin **720°** lik dönüşü ile tamamlanır.

**Atmosferik Basınç:** Dünyamızı saran havanın ağırlığına denir. Deniz seviyesinde, normal sıcaklıkta (**15 °C - 20 °C**) **1dm<sup>3</sup>** havanın ağırlığı yaklaşık olarak **1.293 gr.** dir. Dünya yüzeyinden atmosfer tabakasının bittiği yere kadar, oluşan bir hava sütununun ağırlığı; yani aşağı doğru itme kuvveti deniz seviyesinden **76 cm** yüksekliğinde **1 cm<sup>2</sup>** kesitinde civa sütununun ağırlığına eşittir. Bu kadar civa sütununun ağırlığı ise **1.033 kg/cm<sup>2</sup>** dir.

**Vakum:** Bir yerdeki havanın veya basıncın yokluğuna veya eksikliğine vakum denir. Diğer bir deyişle, silindir içerisindeki basıncın atmosferik basınçtan düşük olmasına denir.

**Beraber Çalışma:** Bir motorun iki pistonu aynı anda **A.Ö.N'** da ve beraberce aynı anda **Ü.Ö.N'** da oluyorsa bu pistonlar beraber çalışıyor demektir.

**Sente:** Pistonun silindir içerisinde sıkıştırma zamanını bitirip, ateşleme zamanı başlangıcında **Ü.Ö.N'** da bulunduğu anda, her iki supabın kapalı olduğu duruma sente denir.

**Supap Bindirmesi:** Pistonun, eksoz zamanını bitirip, emme zamanına başlamak üzere **Ü.Ö.N'** da bulunduğu anda, eksoz ve emme supaplarının beraberce bir müddet açık oldukları ana supap bindirmesi denir.

#### Sıkıştırma Oranı

Silindir hacminin yanma odası hacmine oranıdır. Motorların verimlerini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Sıkıştırma oranı arttıkça motorların verimleri artmaktadır. Fakat engelleyici bazı nedenlerden dolayı Otto motorlarında sıkıştırma oranı 6/1 – 12/1 arasında, dizel motorlarda ise 12/1 – 26/1 arasındadır. Sıkıştırma oranı:

$$\varepsilon = \frac{V_H + V_C}{V_C} \Rightarrow \varepsilon = 1 + \frac{V_H}{V_C}$$

Bu denklemde,  $\varepsilon$  sıkıştırma oranını,  $V_H$  kurs hacmini ( $m^3$  olarak),  $V_C$  yanma odası hacmini ( $m^3$  olarak) belirtmektedir.

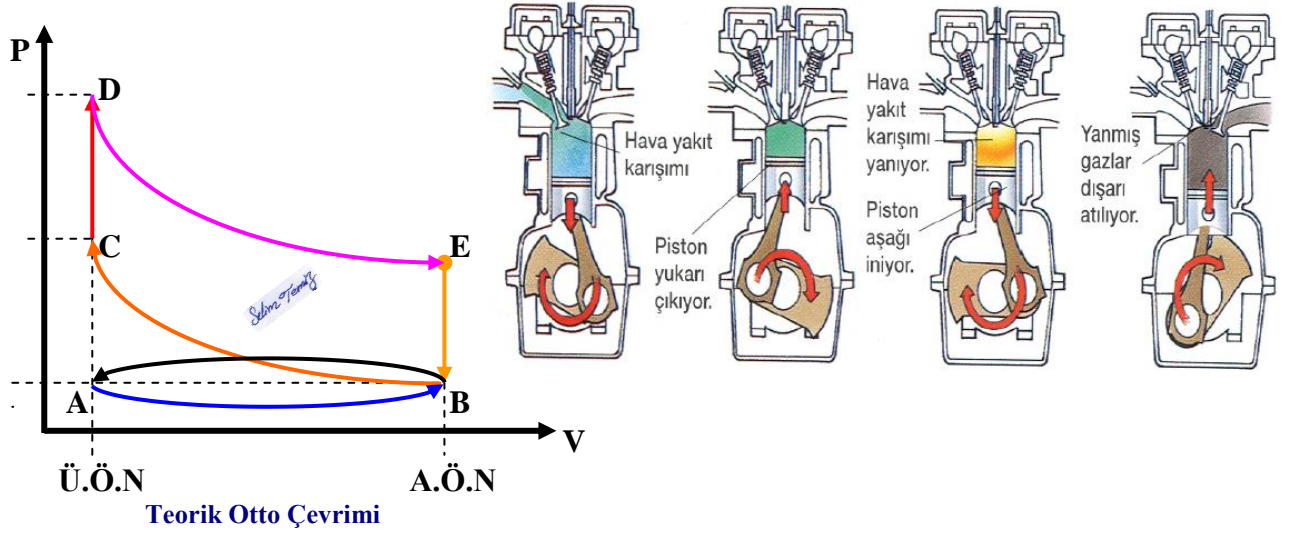
#### BENZİNLİ MOTORLAR NASIL ÇALIŞIR?

Benzinli motorlarda kullanılan yakıt benzindir. Fakat benzin motorun içindeki silindire sıvı halde ve yalnız olarak girmez. Karbüratör sayesinde havayla karışan benzin buharlaşarak silindirin içine girer (Karbüratörlü sistemler için). Benzinin havayla karıştırılması sonucunda bir yanma olur. Bildiğiniz gibi havasız daha doğrusu oksijensiz bir ortamda yanma gerçekleşemez.

Enjeksiyonlu sistemlerde ise, karbüratör olmadığından dolayı karışım biraz daha farklı bir şekilde gerçekleşir.

Yakıt hava karışımının silindirin içinde bir kıvılcımla yanmasıyla ufak bir patlama olur. Bu patlamanın yarattığı basınç, piston tarafından hareket enerjisine dönüştürülür.

Motorun bir çevrimi zaman dediğimiz birbirini izleyen dört evreden geçerek oluşur: **Emme, sıkıştırma, yanma ve egzoz zamanları.** Şimdi bu dört zamanı daha ayrıntılı olarak inceleyelim.



### A- Dört Zamanlı Benzin Motoru Teorik Diyagramı

**1.) Emme zamanı:** Karbüratörden gelen benzin ve hava karışımı, emme supabının açılmasıyla silindirin içine dolar (**AB**). Bu sırada piston aşağı doğru inmektedir. (Karbüratörlü sistemler için).

**2.) Sıkıştırma zamanı:** Emme ve egzoz supaplarının her ikisi kapalı durumdadır ve piston yukarı doğru çıkar. Bu sayede benzin ve hava karışımı sıkıştırılır ve hacmi küçülür. Bu hacim küçülmesi aynı zamanda karışımın ısınmasına sebep olur (**BC – CD**). **CD** ateşleme anıdır.

**3.) Yanma zamanı:** Sıkışan ve ısınan yakıt karışımı, bujiden çıkan bir kıvılcımla yanar. Yanma ufak bir patlama şeklindedir. Patlamayla genişleyen karışım pistonu aşağı doğru iter. Motorun güç üretme zamanı burasıdır (**DE**).

**4.) Egzoz zamanı:** Patlamayla aşağı inen piston, bu aşamada yukarı doğru hareket etmeye başlar. Yanmış gazların dışarı atılması zamanıdır artık. Piston yukarı çıkarken egzoz supabı da açılır. Bu sayede yanmış gazlar dışarı atılır (**BA**). **EB** supabın açılma anıdır. Bundan sonra motor yeni bir çevrime başlar.

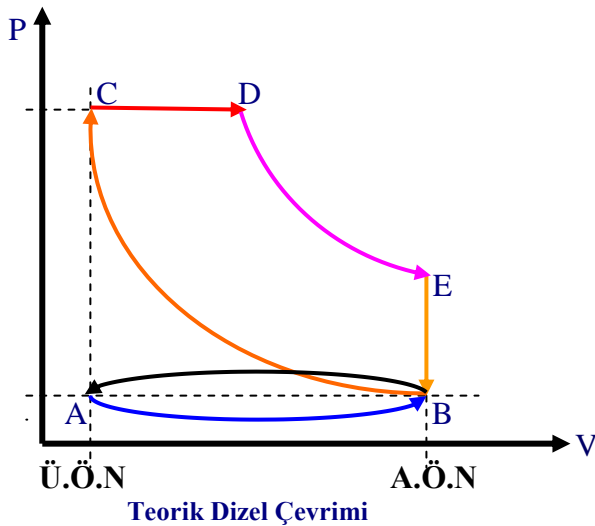
### B- Dört Zamanlı Dizel Motoru Teorik Diyagramı

**1- Emme Zamanı:** Pistonun **Ü.Ö.N.** dan **A.Ö.N.** ya doğru hareketinde meydana gelen alçak basınç nedeniyle temiz hava silindire dolar. Bu durum **AB** eğrisi ile gösterilmiştir.

**2- Sıkıştırma Zamanı:** Piston **A.Ö.N.** dan **Ü.Ö.N.** ya çıkarken her iki supap kapalıdır. Daha önce silindire emilen hava sıkıştırılır. Sıkıştırma sonunda basınç ve sıcaklık artar. Bu durum **BC** eğrisi ile gösterilmiştir.

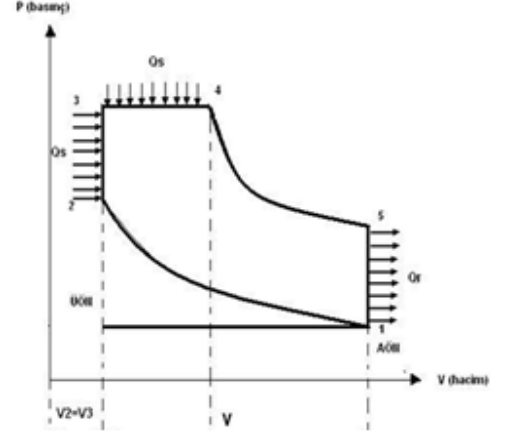
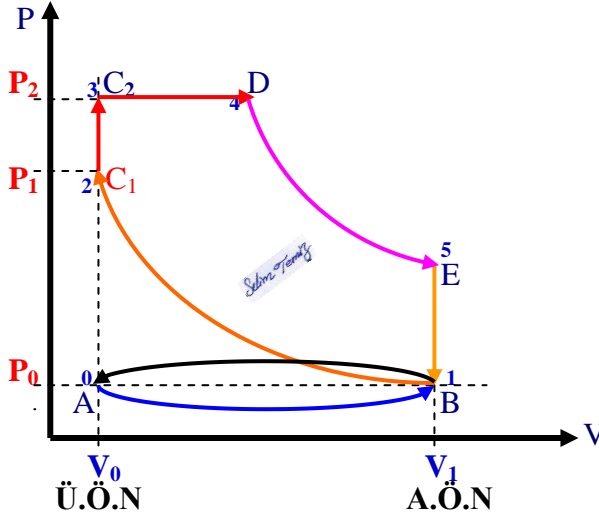
**3- İş Zamanı:** Piston **Ü.Ö.N.** ya geldiğinde enjektörden yakıt püskürtülür. Sıkışan ve sıcaklığı artan hava ile temas eden yakıt, sabit basınç altında yanar (**CD**). Kursun geri kalan kısmında genişleyen gazlar, pistonu **A.Ö.N.** ya doğru iter (**DE**).

**4- Ekzoz Zamanı:** Piston **A.Ö.N.** ya gelince ekzoz supabı açılır ve basınç düşer (**EB**). Piston **A.Ö.N.** dan **Ü.Ö.N.** ya giderken yanmış gazları dışarı atar (**BA**). Böylece çevrim tamamlanır.



### C- Karma Çevrim Safhaları

Dizel motorda, dizel çevriminde **yanma** sabit basınçta gerçekleşir. **Karma** çevrimde ise günümüz modern dizel motorlarında olduğu gibi, yanmanın **ilk aşaması** sabit hacime (**V**) yakın, **son aşaması** ise sabit basınca (**P**) yakın gerçekleşmektedir. Bu yüzden ısının bir miktarının sabit **hacimde**, geri kalan kısmının da sabit **basınçta** sisteme verildiği bu çevrime **karma çevrim** denir.



Teorik Karma Dizel Çevrimi

#### 1- Emme Zamanı (0-1)

Pistonun **Ü.Ö.N.** dan **A.Ö.N.** ya doğru hareketinde meydana gelen alçak basınç nedeniyle temiz hava silindire dolar. Bu durum **AB** eğrisi ile gösterilmiştir.

**2- Sıkıştırma (1-2)** Bu safhada, piston **A.Ö.N.** dan **Ü.Ö.N.** ya doğru hareket eder. Bu sırada emme ve eksoz valfleri kapalıdır, dolayısıyla içerdeki hava sıkışır ve basıncı grafikte görüldüğü gibi artar.

**a- Sabit Hacimde Yanma (2-3)** Piston **Ü.Ö.N.** ya ulaştığı sırada silindire enjektör tarafından yakıt püskürtülmeye başlar. Sıkışarak ısınmış havayla karşılaşan yakıt yanmaya başlar, bunun sonucunda basınç **P<sub>2</sub>**'den **P<sub>3</sub>** değerine sıçrama yapar. Sisteme ısı girişinin olduğu ilk safha bu safhadır.

**b- Sabit Basınçta Yanma (3-4)** Bu safhada piston aşağı doğru hareketine başlar fakat yanma devam ettiğinden basınç düşmez. Bu durum **4** nolu noktaya kadar böyle devam eder. Böylece bu safhada da sisteme ısı girişi devam etmiş olur.

#### 3- İş Zamanı (C<sub>2</sub>-B)

**Genleşme (4-5)** Artık silindire yakıt püskürtülmemektedir ve yanma durmuştur. Piston aşağı doğru hareketine devam ettiğinden silindirdeki basınç da düşmeye başlar.

#### 4- Eksoz Zamanı (5-6)

Sistem **5 (E)** nolu noktaya **A.Ö.N.** ya geldiğinde eksoz valfi (**supab**) açılır. Silindir egzoz sistemi ile dışarıya açıldığından silindirdeki basınç atmosferik basınca düşer. Sistemden ısının atılması bu safhada gösterilmiştir.

**Gerçekte**, dışarıya ısının atılması pistonun eksoz stroğunu yapmasıyla olur. Grafikte yatay çizgiyle gösterilen strok, ancak ideal bir çevrimde eksoz stroğunda negatif veya pozitif bir iş yapılmadığından çevrimde incelenmez, ısının atılması da eksoz valfi açıldığında bir anda olmuş gibi gösterilir.

### C- Dört Zamanlı Dizel Motoru Pratik Diyagramı (Perkins P6 Motoru için)

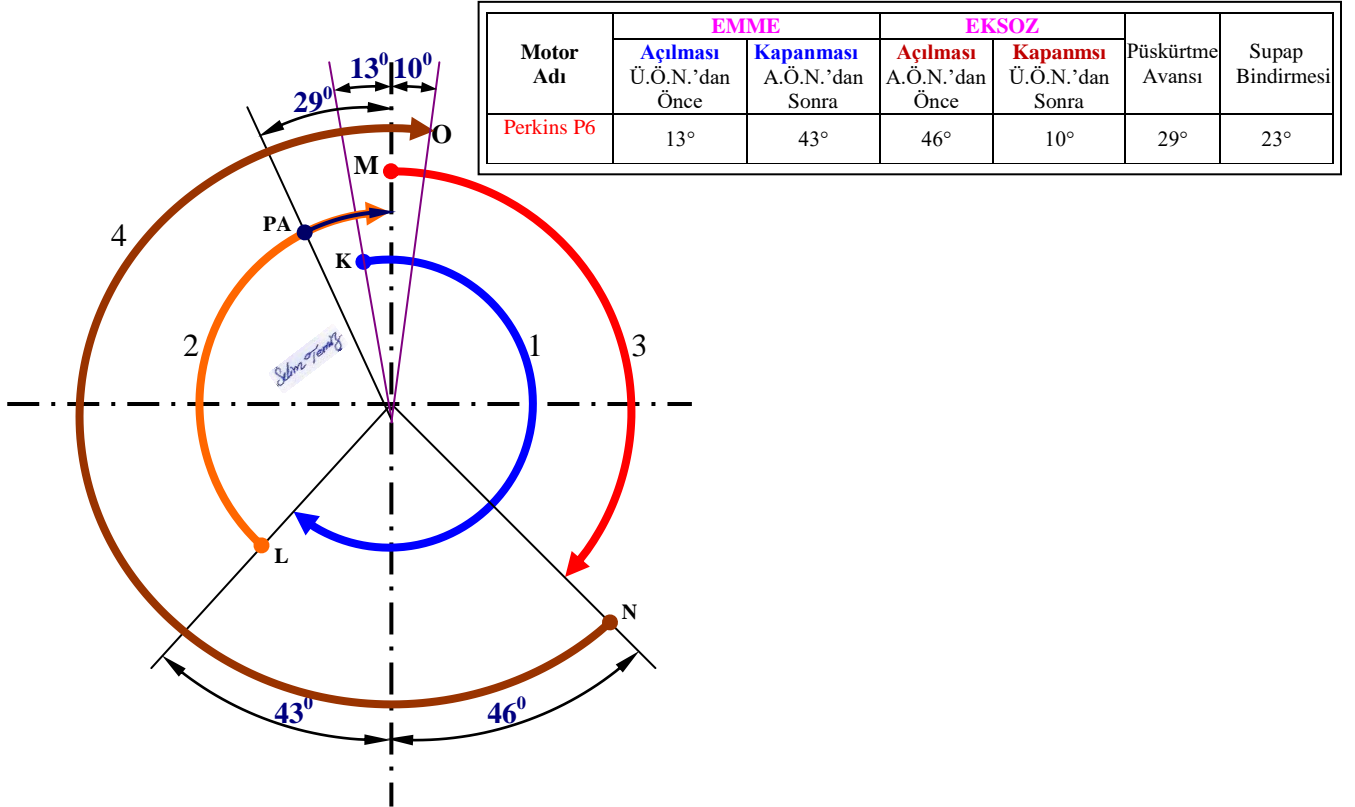
Teoride emme ve eksoz supaplarının ölü noktalarda açılıp kapandığı kabul edilir. Ancak gerçekte (**pratik**) öyle olmadığı görülüyor. Pratikte, emme supapları **Ü.Ö.N** dan önce açılır, **A.Ö.N'** yi geçe kapanır. Eksoz supapları ise **A.Ö.N** dan önce açılır, **Ü.Ö.N'** yi geçe kapanır. İndikatör yardımıyla tespit edilen pratik diyagramı şöyledir.

**1- Emme Zamanı:** Piston Ü.Ö.N'ye gelmeden  $13^\circ$  önce emme supabı açılır. Silindir içindeki alçak basınç nedeniyle, **1 atmosfer** basınçlı temiz hava silindire dolar. Silindire daha fazla hava alabilmek ve motorun gücünü artırabilmek için emme supabı A.Ö.N'yi  $43^\circ$  geçe kapanır (KL).

**2- Sıkıştırma Zamanı:** Piston Ü.Ö.N'ye doğru çıkarken (L) den itibaren silindirdeki havayı sıkıştırır. Sıkışan havanın basıncı  $30 - 45 \text{ kg/cm}^2$  ye ve sıcaklığı da  $500 - 700^\circ \text{C}$  ye yükselir.

**3- İş Zamanı:** Piston Ü.Ö.N'ye  $29^\circ$  kala yakıt püskürtülür (PA). Püskürtülen yakıt belli bir süre sonra tutuşur ve basınç artar ( $C_1C_2$ ). **Basınç**, hacim genişlemesine rağmen belli bir süre daha sabit kalır ( $C_2D$ ). Budan sonra kursun geri kalan kısmında genişleyen gazlar pistonu A.Ö.N'ye doğru iter (MN). İş zamanında silindir içindeki basınç  $60 - 80 \text{ kg/cm}^2$ , sıcaklık da  $1200 - 1600^\circ \text{C}$  ye yükselir.

**4- Eksoz Zamanı:** Piston A.Ö.N'ye  $46^\circ$  kala eksoz supabı açılır (N), basınç düşer. Pistonun Ü.Ö.N'ye hareketi anında yanmış gazlar dışarı atılır (NO). Eksoz supabı Ü.Ö.N'yi  $10^\circ$  geçe kapanır. Böylece yanmış gazların temiz emme havasıyla dışarı atılmasını sağlar.



Yukarıdaki Şekli çizilen “Supap zaman ayar diyagramı” Perkins P6 motor değerlerine göre yapılmıştır. Aynı yolla diğer motorların değerlerine göre “Supap zaman ayar diyagramı” çizilebilir.

Motor Adı	EMME		EKSOZ		Püskürtme Avansı	Supap Bindirmesi
	Açılması Ü.Ö.N.'dan Önce	Kapanması A.Ö.N.'dan Sonra	Açılması A.Ö.N.'dan Önce	Kapanması Ü.Ö.N.'dan Sonra		
Perkins P6	$13^\circ$	$43^\circ$	$46^\circ$	$10^\circ$	$29^\circ$	$23^\circ$
Mercedes Benz	$15^\circ$	$35^\circ$	$45^\circ$	$5^\circ$	$30^\circ$	$20^\circ$
Büssing	$10^\circ$	$45^\circ$	$45^\circ$	$10^\circ$	$23^\circ$	$20^\circ$
Borgvard	$10^\circ$	$50^\circ$	$56^\circ$	$4^\circ$	$45^\circ$	$14^\circ$

Çeşitli Bazı Diesel Motorların Supap Ayar değerleri

## Silindirleri Sente' ye Getirmek

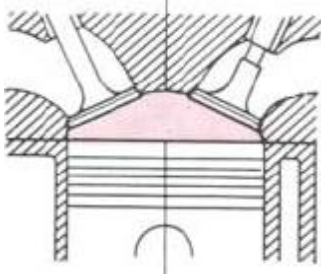
### Motorların Dönüş Yönlerini Belirleme Yöntemleri

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

### 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.

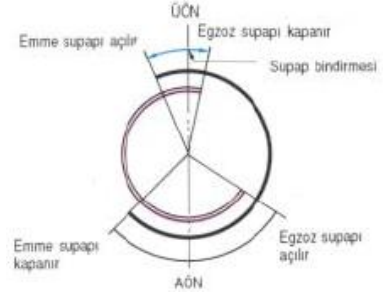
**Supap bindirmesi:** Egzoz zamanının sonu emme zamanı başlangıcında pistonun **Ü.Ö.N** de bulunduğu anda egzoz ve emme supaplarının beraberce bir süre için açık kaldığı duruma supap bindirmesi denir.



İki supabın kapalı (sente)



İki supabın açık (bindirme)



Emme - Eksoz diyagramı

### Emme ve Egzoz Supaplarını Tespit Etme Yöntemleri

Emme ve egzoz supaplarını krank milini dönüş yönünde çevirerek zamanlardan tespit edebiliriz.

**a)** Krank milini dönüş yönünde çevirerek herhangi bir silindirin supaplarına bakarız. Bir supap açılıp kapanmasına yakın diğer supap açıyorsa ilk açıp kapatan supap egzoz diğer supap ise emme supabıdır (supap bindirmesinden faydalanarak bulunur).

**b)** Krank milini dönüş yönünde çevirerek herhangi bir silindirin supaplarına bakarız. Bir supap açıp kapadıktan bir müddet sonra diğer supap açıyorsa ilk açıp kapatan supap emme daha sonra açan supap ise egzozdur (sente durumundan faydalanarak bulunur). Supapların tespitinde daha çok ilk yöntem uygulanır.

### Ateşleme Sırasının Bilinmesinin Önemi

Çok silindirli motorlarda ateşleme sırasını öğrenmek için varsa araç kataloğuna bakarız eğer araç kataloğu yoksa. Yukarıdaki konularda sente supap bindirmesi ve supapların tespit edilmesini öğrenmiştik. Bunlara göre Krank milini dönüş yönünde çevirerek birinci silindire ait egzoz supabının açıp kapanmasına bakarız.

Daha sonra hangi silindire ait egzoz supabı açıp kapatıyorsa ateşleme sırası o silindiridir. Diğer silindirlere de bakarak ateşleme sırasını tespit ederiz. Bu yöntemi emme supaplarına bakarak da uygulayabiliriz.

### Motorlarda Beraber Çalışma

Çok silindirli motorlarda genellikle silindir veya pistonlar, ikişer ikişer beraber çalışır. **Örneğin;** 4 silindirli bir motorda, birinci silindir ile dördüncü silindir pistonları, ikinci silindir ile üçüncü silindir pistonları beraber çalışırlar.

Berber çalışma şu demektir Bir motorun iki pistonu aynı anda **A.Ö.N.** de ve beraberce aynı anda **Ü.Ö.N.** de oluyorsa bu pistonlar beraber çalışıyor demektir.

**Sıra Tipi:** 4 ve 6 silindirli **sıra** motorlarda daima birinci ile sonuncu, ikinci ile sondan ikinci, üçüncü ile sondan üçüncü, beraber çalışırlar. **Altı sıra silindirli** motorlarda, (1-6), (2-5), (3-4) numaralı silindirler beraber çalışır.

**6 silindirli** muhtemel **ateşleme** sırası ise; (1-5-3-6-2-4) dir.

**V-Tipi:** (V-6), (V-8) silindirli motorların pistonları da ikişer ikişer beraber çalışırlar. Ancak bu motorlarda krank mili muylularının yapım şekli ve silindirlerin numaralandırma şekli değişik olduğu için, beraber çalışan pistonlar 4 ve 6 silindirli motorlardan farklıdır.

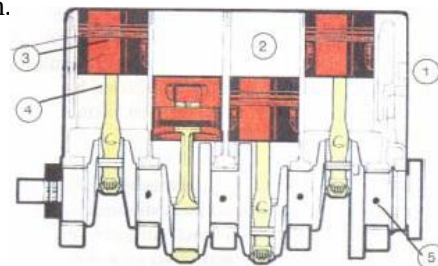
### Berber Çalışan Silindirlerin Tespit Yöntemleri

Ateşleme sırası bilinen bir motorda ateşleme sırasını **ortadan** ikiye böler sağ tarafta kalanı sol tarafta kalanın altına koyarız. Bu şekilde **alt alta** gelen rakamlar bize **berber** çalışan silindirleri verir. **Örneğin** ateşleme sırası **1-3-4-2** olan bir motorun beraber çalışan silindirlerini bulalım.

1-3 / 4-2

1-3

4-2



1- Blok

2- Silindir

3- Piston

4- Biyel kolu

5- Krank mili

## Motorlar Üzerinde Ü.Ö.N. İşaretleri

Motor üzerinde **Ü.Ö.N.** işaretleri genellikle volan üzerindedir. Bunlar volan üzerine **TDC**, **OT** veya boyalı çizgilerle işaretlenmiştir. Günümüzde bazı motorlarda blok veya volan muhafazası üzerinde bulunan bir delikten pim yardımıyla krank mili veya volan kilitleyerek motor **Ü.Ö.N** ye getirilir.

### DEĞERLENDİRME

- 1- Aracı krika ile kaldırırken tekerleklere neden takoz konulmalıdır?  
A) Araç motorunu çalıştırmak için  
B) Araç düz zeminde olmadığı için  
C) Aracın hareket etmesi ve yuvarlanmasını engellemek için  
D) Aracın daha sarsıntısız çalışmasını sağlamak için
- 2- Araç üzerinden batarya sökülürken bataryaya bağlı olan hangi kabloyu önce sökmek gerekir?  
A) Artı uca bağlı olan kabloyu  
B) Eksi uca bağlı olan kabloyu  
C) Şarj kablosunu  
D) Marş kablosunu
- 3- Hangi anahtarın ağız boy eksenine göre 15 derece dönük yapılmıştır?  
A) Açık ağızlı anahtar  
B) Lokma anahtar  
C) Yıldız anahtar  
D) Bijon anahtarı
- 4- İnc çelik cetveller hangi hassasiyetlerde yapılmıştır?  
A) 1/8, 1/12, 1/14  
B) 2/10, 1/16, 1/32  
C) 3/16, 2/16, 1/32  
D) 1/8, 1/16, 1/32
- 5- 1/10' luk metrik kumpaslarda cetvel üzerindeki 9 mm, verniyer üzerinde kaç eşit parçaya bölünmüştür?  
A) Sekiz eşit parçaya  
B) Dokuz eşit parçaya  
C) Beş eşit parçaya  
D) On bir eşit parçaya
- 6- Metrik mikrometreler ne kadar hassasiyette ölçüm yapar?  
A) Yüzde beş  
B) Onda iki  
C) Yüzde bir  
D) Yüzde iki
- 7- V-tipi motorlar kaç derece açıyla yapılır?  
A) 45 veya 50 derece  
B) 60 veya 90 derece  
C) 50 veya 60 derece  
D) 60 veya 80 derece
- 8- Hangi supap mekanizmasında supaplar silindir kapağı üzerindedir?  
A) İ tipi supap mekanizmasında  
B) L tipi supap mekanizmasında  
C) F tipi supap mekanizmasında  
D) T tipi supap mekanizmasında
- 9- Dört zamanlı motorlarda bir çevrim kaç derecede meydana gelir?  
A) 710 derecede  
B) 740 derecede  
C) 700 derecede  
D) 720 derecede
- 10- Pistonun silindir içinde bir an durakladığı yere ne denir?  
A) Kurs  
B) Biyel  
C) Ölü nokta  
D) Kurs hacmi
- 11- Teorikte bir zaman kaç derecede meydana gelir?  
A) 360 derece  
B) 120 derece  
C) 200 derece  
D) 180 derece
- 12- Sıkıştırma zamanında emme ve egzoz supabı ...**kapalı**... konumdadır.
- 13- Dizel motorlarında yakıtın ateşlenmesi nasıl olur?  
A) Sıkıştırılan havanın sıcaklığı ile  
B) Buji tırnakları arasında oluşan kıvılcım ile  
C) Dışarıdan ısıtılarak  
D) Kendi kendine ateşlenir
- 14- Pistonun Ü.Ö.N ye gelmeden önce emme supabının açılmasına emme açılma... **Emme Avansı**... denir.
- 15- Piston Ü.Ö.N de iken her iki supabın açık kalma durumuna ne denir?  
A) Sıkıştırma zamanı  
B) İş zamanı  
C) Supap bindirmesi  
D) Sente

### Pratik veya Sözlü sorusu

- 16- 4, 6 ve 8 silindirli **Sıra Tipi** (I-Tipi) motorlarda **beraber** çalışma ve **ateşleme** sırasını tespit ediniz?
- 17- **Emme** supabı 13° erken açılan ve **eksoz** supabı 10° geç kapanan bir motorun “**supap bindirmesi**” açısı kaç derecedir?

## ZAMAN AYAR MEKANİZMALARI

### Zaman Ayar Düzenekleri

#### Görevleri

**Kam miline**, hareket **krank mi li** tarafından, zaman ayar dişlileri, zaman ayar **zinciri** veya zaman ayar **kayışı** (triger kayışı) ile iletilir. Zaman ayar dişlileri ve zaman ayar zinciri devamlı motor yağlama sisteminden gelen yağla yağlandığı için bu tür hareket iletme sistemi kullanan motorlarda dişliler yağ sızdırmayacak şekilde zaman ayar dişlileri kapağı ile kapatılmıştır. Zaman ayar kayışı (triger kayışı) ile hareket iletme sistemi kullanılan motorlarda ise kuru(yağsız) çalıştığı için, motorun çalışması sırasında çarpmaları önlemek amacıyla plastik kapakla kapatılmıştır.

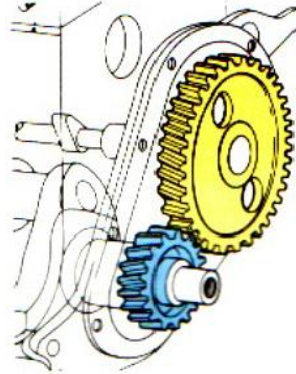
#### Çeşitleri

##### 1- Zaman Ayar Dişlileri

**Krank mili dişlisi**, çelik alaşımından yapılmış olup krank miline presle geçirilip bir kama ile tespit edilmiştir.

**Kam mili dişlisi**, krank mili dişlisine göre daha yumuşak olan dokulu fiber veya alüminyum alaşımı gibi malzemelerden yapılmıştır.

Kam mili dişlisi kam miline presle sıkı geçirilerek veya bir özel pul ve cıvata ile bağlanır. Yerinde dönmesini engellemek için yarım yuvarlak kama kullanılır. **Kam mili dişlisinde, krank mili dişlisindeki diş sayısının, iki katı diş vardır. Bu nedenle dört zamanda krank mili iki kere dönünce kam mili bir kere döner. Çünkü dört zamanda, yalnız emme ve egzoz zamanlarında supaplarda hareket vardır, sıkıştırma ve iş zamanlarında supaplarda hareket yoktur.** Kam mili supapları emme ve egzoz zamanlarında piston hareketiyle ilişkili olarak tam zamanında açar ve gerekli süre açık tuttuktan sonra kapatır. Bu nedenle, **kam mili dişlisi ile krank mili dişlisi**, motorun birinci silindiri **Ü.Ö.N.**' da iken yerlerine takılmışlardır. Sökülüp takılmalarında, motorun zaman ayarının bozulmaması için, dişlere fabrikaca zaman ayar işaretleri vurulmuştur. Krank, mili dişlisinde **"0"** veya **nokta**, kam mili dişlisinde de aynı şekilde, bir **"0"** veya **nokta** bulunur, motor sökülüp, takılırken birinci silindir **Ü.Ö.N.**' ye getirilip bu işaretler karşılaştırılarak takılır. Zaman ayar dişlilerinde, düz dişli yerine, helis dişli kullanılmaktadır. Helis dişliler, hem daha sessiz çalışır, hem de hareketi daha düzenli iletir. Bu dişlilerin daha sessiz çalışmalarını sağlamak ve aşınmalarını önlemek için düzenli yağlanmaları gerekir. Bu amaçla, ana yağ kanalından yağ alan, bir yağ memesiyle, dişliler devamlı yağlanmaktadır.

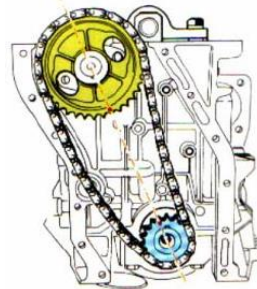
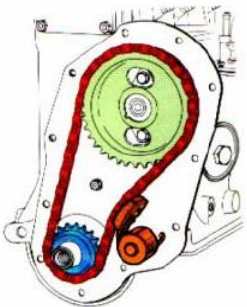


Zaman ayar dişlileri

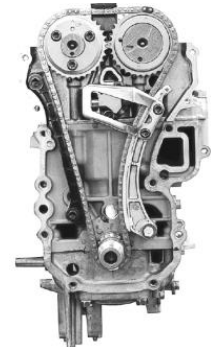
##### 2- Zaman Ayar Zinciri

Bu düzende, krank miline sıkı, geçmiş bir krank mili zincir dişlisi ve kam miline cıvata ile bağlanmış bir kam mili zincir dişlisi bulunur. Hareket krank milinden kam miline zaman ayar zincirleriyle iletilir. Zaman ayar dişlilerinde olduğu gibi zincir dişlilerinde de zaman ayar işaretleri vardır. Zaman ayar zincirini sökmek için zincirinin bir baklası yerinden çıkarılarak zincir yerinden alınır.

Zaman ayar zinciri bir bütün olarak imal edilmişse söküleceği zaman kam mili dişlisi ile birlikte alınır. Zincir yerine takılırken birinci silindir **Ü.Ö.N.**' ye getirilip dişliler üzerindeki işaretler karşılaştırılarak yerine takılır. Zaman ayar zinciri ve zincir dişlileri motorun ana yağ kanalından, yağ alan bir yağ memesi yardımı ile veya krank mili zincir dişlisi üzerinde bulunan bir yağ deliğinden yağlanır.



Zaman Ayar Zincirleri

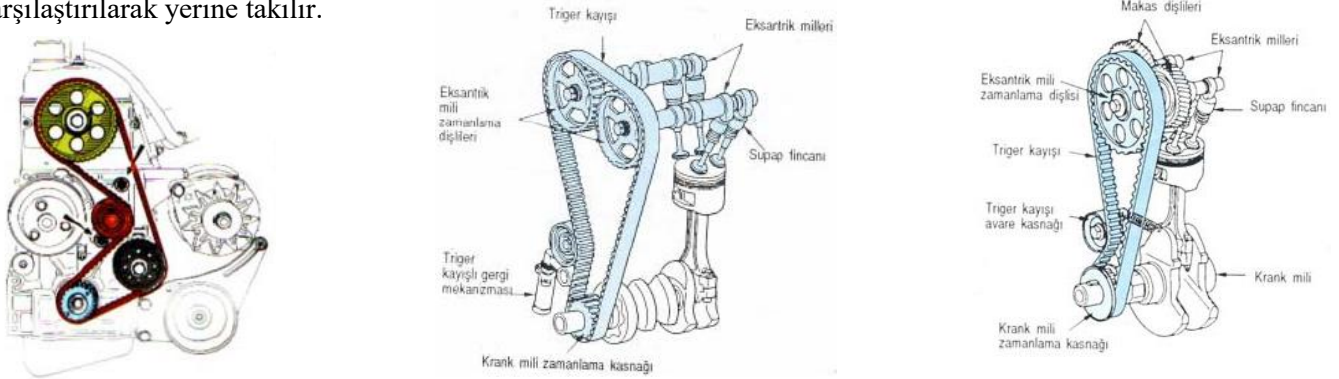


### 3- Triger (Dişli kayış) Kayışı

Bu günkü üstten kam millî **I-Tipi** motorlarda, kam miline hareket vermek için iç tarafına diş açılmış, sentetik kauçuktan yapılmış zaman ayar kayışları kullanılmaktadır.

Yapısı gereği çok sessiz çalışan, bu sistemde yağlama gerekmediğinden, kayış motorun ön tarafında, açıkta çalışmaktadır. Zaman ayar kayışlarının kaymasını ve zaman ayarının bozulmasını önlemek için sistemde otomatik olarak çalışan bir gerdirme düzeni vardır. Bu sistemde zaman ayar işaretleri triger kayışı ve dişlilerin üzerinde bulunmaktadır.

Triger kayışını yerine takarken birinci silindir **Ü.Ö.N.**' ya getirilip kayış ve dişliler üzerindeki işaretler karşılaştırılarak yerine takılır.



**Triger (Dişli kayış) Kayışı Sistemi**

### Zaman Ayar Dişlileri, Zinciri veya Triger Kayışının Arızaları ve Belirtileri

Motorun her devrinde krank mili hareketinin aksamadan kam miline ulaşması gerekir. Dişli zincir ve trigerin aşınmaları veya gergi ayarının uygun olmaması hareket iletiminde aksamalara yol açar. Bu aksamalar supap hareketlerinin ve ateşleme zaman ayarının değişmesine sebep olur. Bu nedenlerden dolayı motorda güç düşüklüğü meydana gelir. Dolayısıyla dişli, zincir, trigerin aşınma ve gergi durumlarına dikkat etmek gerekir.

- Zaman ayar düzeneğinde hareket dişliler vasıtası ile yapıyorsa dişliler aşındığı zaman, arasındaki boşluk artar buda dişlilerin ses yapmasına ve supapların zamanında açılmamasına neden olur.

- Motorun uzun zaman çalışması sonucu, zaman ayar zinciri ve zincir dişlileri aşınır. Dişli fazla aşınmış ise boşluk yapar, bunun sonucu, zaman ayar zinciri ses yapar ve hatta zincir, dişlisinden kayıp atar, supapların zaman ayarı bozulur.

- Zaman ayar kayışlarında da belirli bir çalışma sürecinden sonra aşınma uzama ve ince çatlaklar meydana gelir.

### Zaman Ayar Dişlileri, Zinciri veya Triger Kayışında Yapılan Kontroller

#### Zaman Ayar Dişlilerinin Kontrolü

Kam mili dişlisi ile krank mili dişlisi arasındaki boşluk, özel komparatörle kontrol edilebilir. Komparatör motor bloğuna uygun bir şekilde bağlanır ve komparatör ayağı kam mili dişlisine temas ettirilir. Komparatör ibresi hareket edinceye kadar, kam mili bir tarafa elle döndürülür ve ibre sıfıra ayarlanır. Komparatör ibresi en yüksek değerini gösterinceye kadar, kam mili aksi yönde döndürülür. Böylece komparatörle dişliler arasındaki boşluk ölçülür.

Zaman ayar dişlileri arasındaki normal boşluk **0,05 - 0,10 mm**'dir, boşluk **0,25 mm**'den fazla ise kam mili ve krank mili dişlisi değiştirilir. Kam mili yataklarının aşınması da zaman ayar dişlilerindeki boşluğu artırır. Kam mili yatakları ve kam mili muyluları arasındaki çalışma boşluğu **0,02 - 0,05 mm**'dir. Kam mili muylusu ve yatakları arasındaki çalışma boşluğu **0,05 mm**'yi aşarsa kam mili yatakları değiştirilmelidir.

#### Zaman Ayar Zinciri Kontrolü

Motorun uzun zaman çalışması sonucunda, zaman ayar zinciri ve zincir dişliler aşınır, boşluk yapar. Zaman ayar zincirini ve dişlilerini kontrol etmek için zaman ayar zinciri kapağı açılır. Zaman ayar zinciri içe doğru bastırılarak aşınma ve uzama kontrolü yapılır.

Zincir, dişlisine doğru bastırıldığı zaman zincirin diğer kısmı, toplanıp geriliyorsa veya zincir katalogta verilen değerden daha fazla sarkıyorsa, zaman ayar zinciri değiştirilir. Ayrıca dişliler, aşınmış veya çatlamışsa, değiştirilmelidir.

Her üretici firma zaman ayar zincirlerinin kontrol ve değiştirilme zamanlarını araç kataloglarında belirtmiştir.



## Zaman Ayar Kayışı Kontrolü (Triger)

Kayışın gerginlik derecesi motorun zaman ayarını direkt ilgilendirdiği için, bu motorlarda zaman ayar kayışı özel torkmetrelerle, araç kataloglarında verilen değere göre gerdirilir. Bazı motorlarda kayış bir gerdirme civatasıyla da gerdirilebilir. Daha sonra özel aparatıyla gergi miktarı ölçülerek kontrol edilir. Gergi kontrol aparatı yoksa elimizle kayışın gerginliğini kontrol ederiz.

## Pratik Değerlendirme

- 1- Motorlarda kullanılan zaman ayar mekanizmaları hangi parçalardan oluşur? Hangileri kuru hangileri motor yağı ile çalışırlar?
- 2- Krank milinin bir turuna karşılık, Kam mili kaç tur döner? Bu oran hangi motor parçaları tarafından ve nasıl sağlanmıştır?
- 3- Dört zamanlı motorlarda, “Zaman Ayar Supabı” sisteminde hangi zamanlarda ve hangi parçalarda hareket yoktur (durur)?
- 4- Zaman ayar mekanizmasında meydana gelen aşınmaların belirtileri nelerdir? Ne gibi arızalara sebebiyet verilir?
- 5- Malzeme bakımından, kam mili dişlisi ile krank mili dişlisi arasında fark yar mıdır? Neden?

## Değerlendirme Soruları

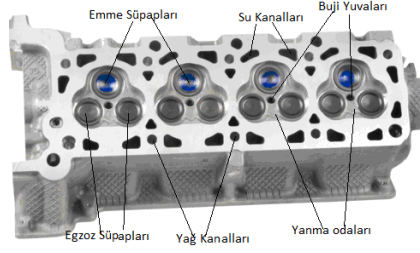
- 1- Zaman ayar dişlilerinde niçin helis dişli kullanılmıştır?  
A) Zaman ayar işaretlerini karşılaştırmak için  
B) Malzemeden kazanmak için  
C) Yuvarlak olması için  
D) Daha sessiz çalışması için
- 2- Kam mili dişlisi ile krank mili dişlisi arasındaki oran ne kadardır?  
A) Krank mili dişlisi kam mili dişlisinin üç katı kadardır  
B) Kam mili dişlisi krank mili dişlisiyle aynı boyuttadır  
C) Kam mili dişlisi krank mili dişlisinin yarısı boyutundadır  
D) Kam mili dişlisi krank mili dişlisinin iki katı büyüklüğündedir
- 3- Zaman ayar dişlilerini takarken birinci silindiri ...Ü.Ö.N... getiririz.
- 4- Kam mili dişlisi hareketini nereden alır.  
A) Volandan alır  
B) Biyel kolundan alır.  
C) Krank mili dişlisinden  
D) Krank kasnağından
- 5- Krank mili bir tur döndüğünde kam mili kaç tur döner?  
A) Yarım tur döner.  
B) Bir tur döner.  
C) İki tur döner.  
D) Üç tur döner.
- 7- Krank mili dişlisi hangi malzemeden yapılmıştır?  
A) Dökme demir malzemeden  
B) Fiber veya alüminyum alaşımı  
C) Çelik alaşımından  
D) Bakır alaşımlarından
- 8- Motorun gövdesini hangi parçası oluşturur?  
A) Silindir bloğu  
B) Silindir kapağı  
C) Segman  
D) Piston
- 9- Kam mili dişlisi hangi malzemeden yapılmıştır?  
A) Dökme demir malzemeden  
B) Fiber veya alüminyum alaşımı  
C) Çelik alaşımından  
D) Bakır alaşımlarından
- 10- Egzoz manifoldu boruları etrafına yağ sıkıldığı zaman hava kabarcıkları görülüyorsa egzoz manifoldlarının ...Sızdırmazlığına ...karar verilir.
- 11- İçten yanmalı motorlar hangi enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür?  
A) Yakıt enerjisini  
B) Hidrolik enerjiyi  
C) Nükleer enerjiyi  
D) Isı enerjisini
- 12- Sıkıştırma zamanı kaçınca zamandır?  
A) 3. Zaman  
B) 4. Zaman  
C) 2. Zaman  
D) 1. Zaman
- 13- Motor sıcakken radyatör kapağını neden açmamalıyız?  
A) Motorun soğumasına neden oluruz  
B) Motor hararet yapabilir  
C) Basınçlı kızgın buhar kazalara neden olur.  
D) Motor sarsıntılı çalışır
- 14- Piston Ü.Ö.N da iken supapların kapalı kaldığı duruma ne denir?  
A) Sente  
B) Emme zamanı  
C) Yanma zamanı  
D) Egzoz zamanı

- 15- İş zamanında basınç ne kadardır?  
A) 15 – 30 bar B) 25 – 40 bar C) 70 – 80 bar D) 40 – 60 bar
- 16- İki zamanlı motorlarda piston A.Ö N ya hareket ederken hangi zamanlar oluşur?  
A) Emme - iş zamanları B) Sıkıştırma - iş zamanları C) Sıkıştırma - emme zamanları D) İş - egzoz zamanları
- 17- Egzoz zamanında piston ...Ü.Ö.N...ya doğru hareket eder.
- 18- I-Tipi motorlarda supaplar nerede bulunur?  
A) Silindir kapağında B) Bloкта C) Karterde D) Manifoldlarda
- 19- Zaman ayar düzeneği .....  
A) Krank mili kam milinden hareketini alır. B) Kam mili yağ pompasından hareket alır.  
C) Kam mili krank milinden hareketini alır. D) Kam mili hareketini volandan alır.
- 20- Hangi zaman ayar düzeninde dişliler birbirine göre ters döner?  
A) Zincirli tip B) Dişli tip C) Triger kayışı D) Kasnak kayışı
- 21- Manifold sökülmeden önce hangisi yapılmalıdır?  
A) Motor çalıştırılır B) Radyatör sökülür C) Batarya şasi kablosu sökülür D) Motor ısıtılır.
- 22- Manifoldlar nereye bağlanır?  
A) Kartere B) Silindirlere C) Ön kapağa D) Silindir kapağına
- 23- Manifoldlar niçin eğilir?  
A) Motorun soğuk çalışmasından B) Hatalı sıkımdan C) Motorun aşırı zorlanmasından D) Hiçbiri
- 24- Metrik mikrometrelerin ölçüm hassasiyetleri ne kadardır?  
A) Yüzde bir B) Onda bir C) Binde bir D) Ellide bir
- 25- 1/20'lik kumpasta cetvel üzerindeki ondokuz milimetre, verniyer üzerinde kaç eşit parçaya bölünmüştür?  
A) 30 B) 25 C) 20 D) 10
- 26- Anahtar ağız çeneleri boy eksenine ile 15 derecelik açı yapan anahtar hangisidir?  
A) Yıldız anahtar B) Açık ağılı anahtar C) Lokma anahtar D) Bijon anahtarı
- 27- İki zamanlı motorlarda pistonun 180 derecelik hareketinde kaç zaman oluşur?  
A) İki B) Bir C) Dört D) Hiç biri

## SİLİNDİR KAPAĞI

### Görevleri

**Silindir kapağı**, motor bloğunun üst tarafını kapatarak pistonlarla birlikte yanma odalarını oluşturur. Ayrıca bazı motor parçalarını üzerinde taşır. Aşağıdaki resimlerde iki değişik silindir kapağı gösterilmiştir.

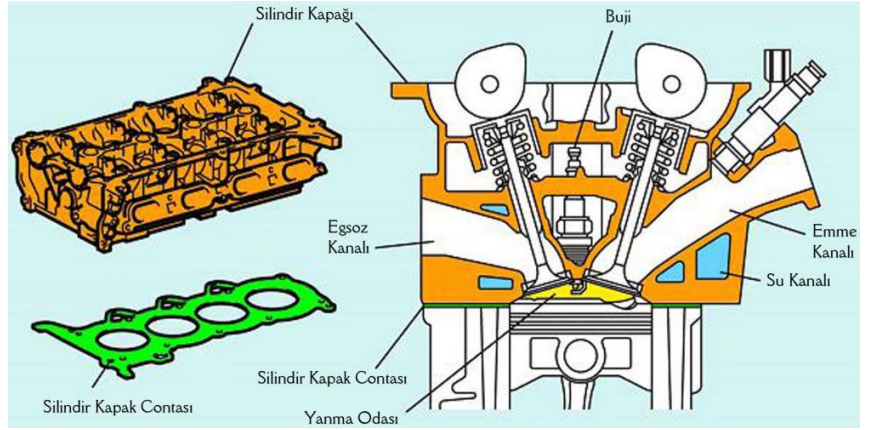


### Yapım Özellikleri:

- 1- Silindir kapakları, dökme demir veya alüminyum alaşımından döküm yolu ile imal edilir.
- 2- Silindir bloğuna cıvata, saplama ve somun ile tespit edilir.
- 3- Sızdırmazlığı sağlamak için kapak contası kullanılır.
- 4- Silindir kapakları, küçük motorlarda bütün silindiri kapatacak şekilde imal edilir. Büyük motorlarda duruma göre parça yapılırlar.
- 5- Su soğutmalı motorlarda kapak içinde su ceketleri ve kanalları, buji ve supap yuvaları ile külbütör mekanizması tertibatı bulunur.
- 6- Hava ile soğutmalı motorlarda, üzerinde hava kanatçıkları bulunur.

### Genel Olarak Silindir kapağı üzerinde:

- Yanma odaları
- Soğutma suyunun geçtiği su ceketlerinin delikleri
- Supap yuvaları (bagalar)
- Emme ve egzoz kanalları
- Su kanalları
- Motor yağı kanalları
- Buji veya enjektör yuvaları
- Supap kılavuzları
- Külbütör kapağı bulunmaktadır.



Silindir kapağının şematik görünümü

**Motor tipi ne olursa olsun**, silindir kapaklarında **buji veya enjektör yuvaları** önemlidir. Silindir kapağında **buji veya enjektör** yuvalarının yerleri tasarlanırken aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurulur.

- 1- Genellikle egzoz supabına yakındır. Bu durum ateşleme başlangıcında yanmayı kolaylaştırır.
- 2- Bujiler iyi soğutulabileceği bir yere yerleştirilmelidir.
- 3- Egzoz gazların, buji veya enjektör çevresine toplanmayacağı bir yerde bulunur.
- 4- Yanma odasına ulaşan yağlar, buji veya enjektörlere ulaşmayacak bir yerde olmalıdır.
- 5- Bujiler, mümkün olduğunca yanma odasının her tarafına eşit uzaklıkta yerleştirilmelidir. Böylece alev cephesinin bir engelle karşılaşmadan yayılması ve alev yolunun kısa olması sağlanır, vuruntu da engellenmiş olur.

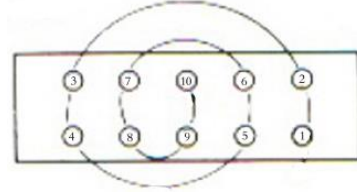
### Silindir Kapağını Söküp – Takma işlemleri Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

#### a) Silindir Kapağının Sökülmesi:

- 1- Silindir kapağı sökülecek motorun, soğuması beklenir. Daha sonra motor suyu boşaltılır.
- 2- Gerekli hazırlıklar yapıldıktan sonra, işlem sırasına göre tespit cıvataları sökülür.
- 3- Silindir kapak cıvataları sökülürken **diştan içe** bir daire çizilerek kademeli bir şekilde sökülür.
- 4- Kapak söküldükten sonra, temizliği yapılmadan, gözle kontrolü yapılmalıdır.
- 5- Daha sonra kapağın temizlik işlemlerine başlanır.

### Silindir Kapağının Kontrolü:

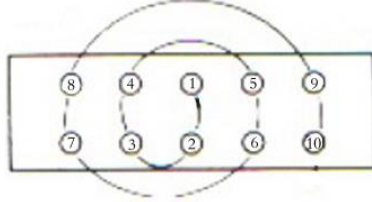
- 1- Conta oturma yüzeyi eğiklik kontrolü yapılmalıdır.
- 2- Conta oturma yüzeyi yiv kontrolü yapılmalıdır.
- 3- Çatlaklık kontrolü yapılmalıdır.
- 4- Su kanallarında kireç kontrolü yapılmalıdır.



Silindir Kapağı Cıvatalarının Sökme Sırası

### Silindir Kapağının Takılması:

- 1- Bloktaki cıvata deliklerinin iç temizliği yapılır.
- 2- Blok ve kapak conta oturma yüzeylerinin temiz olması sağlanır.
- 3- Kapak contası temiz ve hasarsız olarak blok üzerine konur. Blok üzerindeki bütün delik ve kanallar birbirini karşılamalıdır. Ayrıca conta üzerinde bulunan yazılar üste gelmesine dikkat edilir.
- 4- Fabrikaca belirtmediği takdirde conta yüzeyine hiçbir yapıştırıcı madde sürülmez.
- 5- Conta yerinden kaymayacak şekilde, üzerine konur.
- 6- Kapak cıvataları temiz ve hafif yağlı olarak yerine takılıp, boşlukları alınır.
- 7- Araç kataloğunda tavsiye edilen sıkma torku ve sıkma sırasına uygun olarak kapak cıvataları sıkılır.
- 8- Takma sırasında silindir kapak cıvataları sökme işleminin tam tersi uygulanır. İçten dışa daireler çizerek şekilde araç kataloğunda belirtilen tork değerinde kademeli olarak sıkılmalıdır.



Silindir Kapağı Cıvatalarının Sıkılma Sırası

### Silindir Kapak Arızaları Belirtileri

Silindir kapağında veya contasında herhangi bir arızanın oluşması durumunda motor üzerinde aşağıdaki belirtiler görülebilmektedir.

- 1- Yağ içinde su,
- 2- Su içinde yağ,
- 3- Kompresyon kaçağı,
- 4- Motor suyunun eksilmesi,
- 5- Motorun çalışmasında özellikle rölantide düzensizlik.

Silindir kapak contasının arızalı olması, kapağın eğik olması veya hatalı sıkılması nedeniyle, sızdırmazlık tam olarak gerçekleştirilemez. Soğutma suyu silindirlere sızar, yanma odası ve bujileri ıslatır. Bu nedenle motorun çalışması düzensizleşir.

Ayrıca su, segman ve silindirlere arasından geçerek kartere iner. Karterdeki yağ sabunlaşır, köpüklenir ve yağ seviyesi artar. Bu durum, yağ çubuğundan tespit edilebilir. Yağlamanın kalitesinin düşmesine neden olur. Motorda performans düşer. Bu durumun sürücü tarafından fark edilmemesi durumunda motorda büyük mekanik problemlerin çıkmasına neden olur.

Segmanların kontrolünden kurtulup yanma odasına kadar çıkan yağ, bozuk conta veya çatlak kapak yoluyla soğutma suyuna geçebilir. Bu, radyatör içindeki suyun yüzeyinde yağ zerrecikleri şeklinde görülür.

Bozuk conta veya arızalı silindir kapağı, silindirlere sıkıştırma ve ateşleme zamanlarında silindir içinde oluşan basıncın (kompresyonun) soğutma suyuna, diğer silindirlere veya dışarıya kaçmasına neden olur. Bu durum, radyatördeki su yüzeyinde veya silindir kapak contasının kenarlarında kabarcıklar görülmesi ile belirlenebilir. Böyle bir durumda motorda kompresyon testi yapılmalıdır.

Yukarıda sözü edilen arızalardan dolayı silindire ölçülü bir biçimde su sızıyorsa silindirinin çalışmasını engellemez. Yanma sonucu meydana gelen ısı etkisiyle buharlaşarak egzozla birlikte dışarı atılır. Böylece motorun su eksiltmesine, motorun rölantide düzensiz çalışmasına neden olur.

### Silindir Kapağında Yapılan Kontroller

#### Silindir Kapağının Gözle Kontrolü

Silindir kapağı söküldükten sonra üzerindeki karbonlar temizlenmeden çatlaklık kontrolü yapılır. Resimde metal çatlaklığı görülmektedir.

#### Silindir kapaklarında çatlak oluşması:

- 1- Motorun hararet yapması,
- 2- Sıcak motora soğuk su konulması,
- 3- Soğuk havadan dolayı motor suyunun donması,
- 4- Silindir kapak cıvatalarının üretici firma tarafından belirtilen torktan fazla sıkılması gibi nedenlerden oluşabilir. Silindir kapağında çatlak tespit edilmişse kapak değiştirilmelidir.



Silindir kapak Metal çatlaklığı

Silindir kapak contası üzerindeki dikişler, zamanla kapak yüzeyinde ve yanma odaları çevresinde yivler oluşturur. Bu yivler, tırnakla hissedilebilecek kadar derin ise silindir kapağı taşlanmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.

Silindir kapağı su ceketleri ve kanalları da gözle kontrol edilmelidir. Bu kontrolde kireçlenme veya paslanma görülmesi durumunda (soğutmanın yetersiz olmasına neden olacağından) su ceketleri ve kanalları özel temizleme sıvılarıyla temizlenmelidir.

### Silindir Kapağında Eğiklik Kontrolü

Soğutma sistemi arızaları nedeni ile veya anormal çalışmalar sonucu motorda meydana gelen ani ısı ve basınç yükselmeleri, silindir kapaklarının motor sıcakken sökülmesi ve hatalı sıkılması, kapakların eğilip çarpılmasına neden olur.

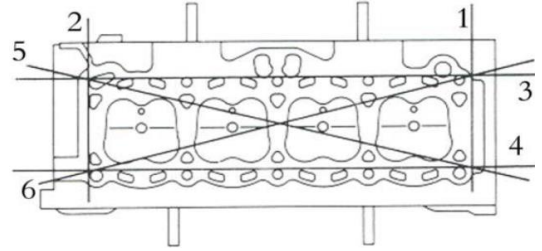
Motor soğukken sökülen silindir kapakları temizlendikten sonra kontrol masterları ve sentil yardımı ile eğiklik kontrolü yapılır.

Eğiklik kontrolü, kapak üzerinde değişik bölgelerde ve birden çok ölçü alınarak yapılmalıdır. Aşağıdaki resimde eğiklik kontrolünün sentil ve master yardımı ile yapılaş şekli, bir silindir kapağında nerelerden ölçü alınması gerektiği gösterilmiştir.

Yapılan kontrol sonucu, silindir kapağında **0,10 mm (0,004")** den fazla eğiklik tespit edilirse kapak **taşlanır**. Taşlama sırasında **0,50 mm (0,020")** den fazla talaş alınacak olursa **yanma odaları** küçüleceğinden motorda sıkıştırma oranı büyür ve motorda daha başka arızalara neden olur. Eğer belirtilen değerden fazla talaş kaldırılacaksa ya **silindir kapağı değiştirilmeli** ya da **et** kalınlığı daha fazla olan kapak contası veya **çift** conta kullanılmalıdır.

Alüminyum kapaklarda taşlama işlemi gerçekleştirilmez. Taşlama işlemi yerine tornada talaş alınır. Alüminyum kapaklarda tornalama sonrasında alınan talaşa göre kalın conta kullanılır. Silindir kapağındaki eğiklik sınırı, marka ve modele göre değişkenlik göstermektedir.

Bu nedenle eğiklik ölçümünden sonra aracın kataloğundaki eğiklik değerlerine ve talimatlara bakılarak karar verilmesi gerekir.



Silindir kapak eğiklik kontrol yerleri

### Silindir Kapağında Çatlaklık Kontrolü

Motor ayarsızlıkları veya soğutma sistemi arızaları nedeniyle motorun **su** kaynatması sonucu, **soğuk** havalarda motor ve radyatördeki suyun **donması** veya **civata ve saplamaların** anormal şekilde fazla sıkılması sonucu, silindir kapaklarında çatlamlar görülebilir.

Genellikle silindir kapakları söküldüğü zaman daha karbon temizliği yapılmadan gözle çatlaklık kontrolü yapılır. Kapakta çatlak varsa özellikle **yanma odalarında beyaz bir çizgi** şeklinde görülür.

Ayrıca karbon temizliği yapıldıktan sonra da çeşitli şekilde çatlaklık kontrolü yapılabilir. Temizlenip hava tutulan kapak, **renkli bir sıvı** içine konulup hafifçe vurulur. Sıvı içinden çıkarılan kapak, kurutulduktan sonra tekrar vurulur. Kapakta çatlaklık varsa çatlak boyunca **sıvı zerrelere** görülür.

Diğer yöntem ise kapağa **testere talaşı** serpilir ve hafifçe vurulur. Eğer çatlak varsa talaş, çatlak boyunca toplanır.

Testere talaşı serpilene kapağa **iki** ucundan **akım** verilir, çatlak varsa talaşın çatlak boyunca toplandığı görülür.

Ya da bütün su delikleri kapatılır ve bir tanesinden **su** doldurulur ve basınçlı **hava** verilir. Çatlak varsa çatlak boyunca su zerrelere görülür.

Çatlak kapaklar, genellikle tav fırınlarında tavlandıktan sonra oksijen kaynağı ile kaynatılarak kirece gömülür ve uzun sürede soğuması beklenir.

### Yanma Odası Etrafında Yivler

Silindir kapak contasında bulunan dikişler, zamanla kapak yüzeyinde yivler meydana getirir. Bu yivler tırnakla hissedilebilecek kadar derinse kapağın taşlanması gerekir. Taşlanmadan takılan kapaklar, kapağa yeteri kadar baskı uygulayamayacağı için su ve kompresyon kaçacağına, motorun conta yakmasına neden olur.

### Su Ceketleri ve Kanallarında Pas ve Kireçlenme Kontrolü

Su ceketleri ve kanallarında pas ve kireçlenme varsa bunlar motorda anormal ısı yükselmesine ve su kaynamasına neden olur. Bu şekilde birikinti olan motorlarda silindir kapağı ve bloklar, özel şekilde hazırlanmış hafif asitli temizleme sıvıları ile temizlenmelidir

## Pratik Değerlendirme

- 1- Silindir kapağı takıldıktan sonra, dikkat edilmesi gereken husus ve aşamalar nelerdir?
- 2- Silindir kapağını “Sökme – Takma” işlemleri sırasında silindir kapak cıvatalarının rastgele sökme – takması ne gibi sakıncalara sebep olur?
- 3- Silindir kapak arızalarının belirtileri nelerdir?
- 4- Silindir kapağı hangi durumlarda taşlanmalı veya değiştirmelidir?
- 5- Silindir kapağı 0,50 mm (0,020") den fazla veya motorun katalog değeri üzerinde taşlanırsa, sakıncaları nelerdir? Bunu nasıl önlersiniz?

## Değerlendirme Soruları

- 1- Aşağıdakilerden hangisi silindir kapağı üzerinde bulunmaz?  
A) Yanma odası      B) Supap kılavuzları      C) **Silindir kapak contası**      D) Buji ve enjektör yuvaları
- 2- Silindir kapaklarında buji ve enjektör yuvalarının yerleri belirlenirken aşağıdakilerden hangisi göz önünde bulundurulur?  
A) Bujiler sürekli sıcak kalacak bir yere yerleştirilir.  
B) **Bujiler yanma odasının her yerine eşit uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilir.**  
C) Buji ve enjektörler egzoz supabından mümkün oldukça uzak bir yere yerleştirilir.  
D) Buji veya enjektör yuvalarının yeri önemli değildir, rastgele yerleştirilir.
- 3- Silindir kapağı takılırken silindir kapak cıvataları nasıl sıkılmalıdır?  
A) Dıştan içe doğru      B) Sağdan Sola doğru      C) **İçten dışa doğru**      D) Soldan sağa doğru
- 4- Aşağıdakilerden hangisi, silindir kapak contasının görevlerinden biri değildir?  
A) Soğutma suyunun veya motor yağının sızmasını engellemek,  
B) Silindir içindeki gazların sızmasını engellemek,  
C) Motor yağının ve soğutma suyunun birbirine karışmasını engellemek,  
D) **Supapların sızdırmazlığını sağlamak.**
- 5- Aşağıdakilerden hangisi, silindir kapağının çatlamasına neden olan etkenlerden biri değildir?  
A) **Silindir kapağının sıcakken sökülmesi**      B) Motorun hararet yapması  
C) Motor suyunun donması      D) Silindir kapak cıvatalarının belirtilen torktan fazla sıkılması
- 6- Aşağıdakilerin hangisi silindir kapağı arıza belirtilerinden biri değildir?  
A) Yağ içinde su      B) **Yağ içinde benzin**      C) Su içinde yağ      D) Motor suyunun eksilmesi

## Silindir Kapak Contası

### **Görevi**

Silindir kapak contasının görevi; motor bloğu ile silindir kapağı arasına konularak silindir içindeki gazın, soğutma suyunun ve motor yağının dışarıya sızmasını ve birbirlerine karışmasını önlemektir.

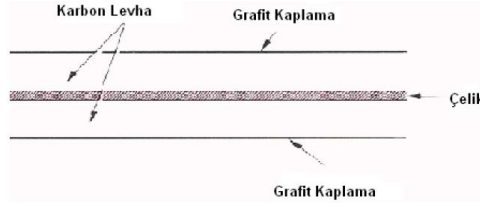
### **Malzemeleri ve Yapısal Özellikleri**

Silindir kapağı ile silindir bloğu arasında sızdırmazlık sağlayan silindir kapak contaları çeşitli malzemelerden yapılır. **Bu malzemeler:**

- 1- Amyant üzerine bakır, bronz veya çelik saç kaplayarak
- 2- Gözeneklendirilmiş çelik saç üzerine amyant kaplayarak
- 3- Telli asbestten
- 4- Çelik saçlardan prese edilerek

Silindir kapakları söküldüğünde kapakla birlikte silindir kapak contaları da kontrol edilir. Contanın durumundan kapağın yüzeye iyi basıp basmadığı veya contanın sızdırıp sızdırmadığı kolayca anlaşılabilir. Eski silindir kapak contalarının tekrar kullanılması sakıncalı olduğu için kapak söküldüğünde yeni conta kullanılmalıdır.

Yeni takılacak conta deliklerinin silindir bloğuna ve kapağına uygunluğu iyice gözden geçirildikten sonra kapak, blok üzerine yerleştirilmelidir.



### Silindir kapak contası ve kesiti

Contanın takılması için bazı kurallar vardır. Genellikle hangi yüzün ne tarafa geleceğini belirten yazılar bulunur. Yapımcı firma tarafından yazılan bu yazılara uymak gerekir. **Ancak conta yüzeyinde herhangi bir yazı yoksa bir yüzü düz, diğer yüzü dikişli contalarda düz taraf silindir bloğuna gelmelidir. İki yüzü dikişli contalarda ise geniş dikişli yüz silindir bloğuna, dar dikişli yüz ise silindir kapağına getirilerek takılmalıdır.**

Silindir kapak contalarına yerlerine kolay tutturulsun diye gres yağı veya sıvı yapıştırıcılar sürülmemelidir.

### Pratik Değerlendirme

1- "Silindir kapak contasında" herhangi bir yazı veya talimat **bulunmaması** halinde, takılırken dikkat edilecek hususlar nelerdir? Belirtiniz.

### Motorlarda Yanma Odaları

#### Görevleri

Piston Ü.Ö.N.'da iken pistonun üst tarafı ile silindir kapağı arasında kalan boşluğa yanma odası denir. Yanma olayı yanma odasında gerçekleşir. Yanma olayının sonucunda yakıttaki kimyasal enerji önce ısı enerjisine dönüştürülür. Ortaya çıkan ısı enerjisi, piston biyel mekanizmasıyla mekanik enerjiye çevrilir.

Motorlarda yanma odası genellikle silindir kapaklarında bulunur. Bazı motorlarda ise yanma odasının bir kısmı piston üzerine yerleştirilmiştir. Motorlarda iyi bir karışımın oluşması ve iyi bir yanmanın gerçekleştirilmesinde yanma odalarının rolü büyüktür. Bu sebeple yanma odaları; pürüzsüz, küçük yüzeyli ve yekpare bir hacme sahip olmalıdır.

Yanma odasının şekli genellikle supapların konumuna göre belirlenmektedir.

#### Yanma Odası Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri

Yanma odasının hava-yakıt karışımının verimli bir şekilde yanmasını sağlayabilecek şekle sahip olması gerekir. Normalde küçük sıvı tanecikleri hâlinde olan hava-yakıt karışımını tamamen gaz hâline dönüştürebilmek için yanma odası emme ve sıkıştırma zamanları esnasında bir türbülans oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir.

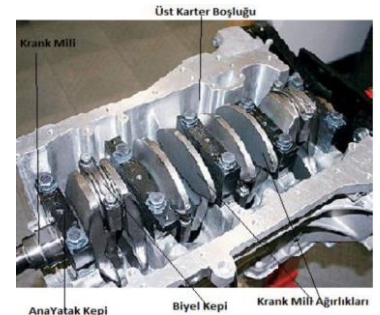
Yanma odası içindeki girdap, hava-yakıt karışımının hızlı yanmasına neden olur. Neticede yanma esnasında daha büyük basınç olur ve enerji daha çabuk ve daha verimli olarak meydana gelir. **Motorlarda en çok kullanılan yanma odaları şunlardır:**

- 1- Çatı tipi yanma odası
- 2- Yarı küresel tip yanma odası
- 3- Kama tip yanma odası
- 4- Küvet tip yanma odası

### MOTOR BLOĞU (SİLİNDİR BLOĞU)

#### Görevleri

Silindir bloğu üst karterle (krank muhafazası) birlikte motorun gövdesini oluşturur, pistonlara yataklık eder. Zamanların oluştuğu silindirler, silindir bloğunda bulunur. Silindirler, silindir kapağı ile birlikte yanma odalarını oluşturur. Ayrıca motoru tamamlayan birçok donanım parçası (içten veya dıştan), silindir bloğu veya üst kartere bağlanır.



#### Silindir bloğu

## Yapısal Özellikleri ve Kısımları

Genellikle silindir blokları ve üst karterler dökme demirden yapılır. Dökme demirin içinde %3 oranında serbest grafit hâlinde **karbon** bulunur. Bu serbest grafit dökme demire hafif bir kayganlık verir. İç kısmına bakıldığı zaman esmer görüldüğü için esmer döküm de denir. Ayrıca dökme demir alaşımının içine **karbon, nikel, krom, magnezyum** gibi katı maddeler de katılarak dökme demirin sertliği ve aşınmaya karşı direnci artırılır.

Günümüzde motor sanayinde birçok küçük ve orta büyüklükteki motorun silindir blokları, **üst karterle birlikte alüminyum alaşımından yapılmaktadır**. Dökme demire göre hafif, işlemesi kolay, ısı iletkenliği fazla olan alüminyumun basınca, ısıya ve titreşimlere karşı dayanımını artırmak amacıyla içine **nikel, magnezyum, dökme demir, silikon** ve çok düşük oranda diğer bazı metaller katılmıştır.

Böylece alüminyum alaşımından yapılan silindir blokları, dökme demir bloklar kadar sağlam yapılabildiği gibi daha hafif olan bu bloklar sayesinde birim güç başına düşen motor ağırlığı azaltılarak motorun kitlesel gücü (güç/ağırlık) artırılmıştır.

Alüminyum alaşımında yapılan silindir bloklarına çelik ve dökme demirden yapılan kuru veya yağ gömlekler takılarak aşınmaya dayanıklı silindirler temin edilebilir.

Silindir bloklarında, silindirlerden başka soğutma suyunun dolaştığı su ceketleri ve geçitleri bulunur. Silindir kapakları gibi oldukça karışık ve zor bir işlem olan silindir bloklarının dökümü sırasında özel bir işlemle su kanalları oluşturulur ve bazı bölgelerine genleşme (**welç**) tapaları yerleştirilmiştir. **Bu tapalar**, blok içindeki soğutma suyunun **donması** durumunda bloktan fırlayıp suyun boşalmasını sağlayarak bloğun çatlamasını engeller.

Gömleksiz motorlarda silindirler, standart ölçüsüne göre işlenir. Gömlek takılan motorlarda ise gömlek yuvaları, gömleğin cinsine göre işlenir. **Örneğin: L** tipi, **I** tipi ya da **V** tipi motorlarda bu işlemler ayrı ayrıdır.

**Bir motorun silindirleri**, standart bir sisteme göre numara sırasına göre numaralandırılır. Birinci silindir, tanım gereği her zaman güç çıkış ucunun (şanzıman ucu) karşı tarafına, yani motorun ön tarafına konulur. Buradan güç çıkış ucuna kadar silindirler sıra ile numaralandırılır. Bazı **istisna** motorlarda şanzıman tarafı birinci silindir olarak kabul edilebilir.

## Üst Kartar

Silindir bloğu ile beraber dökülen üst karter, **kam** ve **krank** miline yataklık eder. **Yağ pompaları**, motorun cinsine göre içten veya dıştan üst kartere bağlanır. **Benzin otomatığı** ve **distribütör** de genellikle üst kartere bağlanır. Motoru, aracın şasesine bağlayan **motor kulakları** da üst karterde bulunur. Bunların dışında **yağ kontrol çubuğu**, **alternatör bağlama düzeneği** de üst karter üzerindedir. Üst karterin iç kısmında bloğu boydan boya kat eden **ana yağ kanalı** bulunur. Ayrıca ana yağ kanalından ana mil ve kam mili yataklarına yağ ileten **yardımcı yağ kanalları** da üst karterde bulunur.

Üst karterde bulunan **ana yatak yuvaları**, **ana yatak kepleri** ile birlikte ana yataklar için tam bir silindirik yuva teşkil eder. Bir motordaki ana yatak sayısı, motorun modeline ve silindir sayısına göre değişir.

Üst karter, motorda meydana gelen yüksek basınç ve titreşimlere dayanabilecek şekilde sağlam yapılmıştır. Bu amaçla **ana yatak yuvalarının etrafına kaburga** denilen takviye çıkıntıları ilave edilmiştir.

Krank ve kam millerinin kasıntı yapmadan rahat dönebilmesi için ana yatak yuvaları ile kam mili yatak yuvalarının eksenleri arasındaki aralık çok önemlidir. Bu nedenle ana yatak yuvaları düzeltilirken bu eksenler arasındaki mesafe korunmalıdır. Aksi hâlde krank ve kam milleri kasıntılı dönerek dişli veya zincirin arıza yapmasına sebep olur.

## Değerlendirme Soruları

1- Motor bloğu ile birlikte üretilen kısım hangisidir?

- A) Üst karter                      B) Alt karter                      C) Silindir kapağı                      D) Yağ silindir gömleği

2- Aşağıdakilerin hangisi dökme demir alaşımının içine sertliğini ve aşınmaya karşı direncini artırmak için katılan maddelerden biri değildir?

- A) Nikel                      B) Karbon                      C) Silisyum                      D) Magnezyum

3- Motor bloklarının alüminyum alaşımından yapılmasının ana amacı nedir?

- A) Daha sağlam ve dayanıklı olması                      B) Motorun kitlesel gücünün artırılması  
C) Daha iyi soğutulabilmesi                      D) Dökme demir blokların soğukta donarak çatlaması

4- Motor bloklarına genleşme (welç) tapaları hangi amaçla takılır?

- A) Bloğun içini görebilmek için                      B) Blok üretiminin kolay olması için  
C) Bloğun içine bir şeyler düşüğünde alabilmek için                      D) Blok içindeki soğutma suyunun donduğunda bloğu korumak için

5- Aşağıdakilerden hangisi motor üst karterinde bulunmaz?

- A) Krank mili                      B) Yağ pompası                      C) Devir daim pompası                      D) Ana yatak muyluları



## MOTOR BAĞLANTI TAKOZLARI

Radyal ve eksenel vibrasyonları sönümleyen ve azaltan, aynı zamanda burulmaları da karşılayabilen, bakım gerektirmeyen, esnek ve elastik mafsallardır. Bu parçalar, çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örneğin; vibrasyon makineleri mafsalı, mil ve aksların yataklama bloğunun elastik olarak yataklanması, direksiyon ve debriyaj sistemleri vb.

### Bağlantı Takozlarının Yapı Bakımından Bazı Çeşitleri Aşağıda Sıralanmıştır.

- Dairesel vibrasyon takozları
- Küresel vibrasyon takozları
- Cihaz / aparat takozları
- O tipi takozlar
- Çift U tipi takozlar
- Konik takozlar
- VL tipi hidrolik takozlar
- DL tipi hidrolik takozlar
- KL tipi hidrolik takozlar
- V tipi takozlar
- M tipi takozlar
- Düz tip takozlar
- Katmanlı yay tip takozlar (Motor ve vites kutusu gibi ekipmanların elastik bir şekilde yataklanmasında kullanılır.)
- Destek takozları (Motor ve vites kutusu gibi dinamik ekipmanların şaseye sabitlenmesinde kullanılır.)

### Görevleri

- Motordan gelen titreşimleri emerek şaseye geçmesini engellemek
- Motorun ivmelenme anında yana yatma eğilimini yumuşak bir şekilde karşılamak
- Araç şasisinden gelen titreşimlerin motora ve vites kutusuna geçmesini engellemek

### Yapısı ve Özellikleri

Motor bağlantı takozları, genellikle sert plastikten döküm yoluyla imal edilir. Araç şasesine ve motor kulaklarına bağlanması için iki yüzeyine birer saplama ve dayanımını artırmak için dış yüzeylerine alüminyumdan plakalar yerleştirilmiştir. Yapı itibarıyla darbelere dayanıklı olması gerekir.



Çeşitli motor bağlantı takozları

### Motor Bağlantı Takozlarında Yapılan Kontroller

Motor bağlantı takozları genellikle darbeli yerlerde çakıştığından hasar görmeleri ve çabucak yıpranmaları doğaldır. Bu nedenle motor takozlarının üretici firma talimatlarına uygun olarak belirli çalışma sürelerinde kontrol edilmelidir. **Örneğin: 6 aylık** periyotlarla kontrol.

### *Bu kontrolde şu ölçütlere dikkat edilmelidir:*

- Takozda deforme,
- Takozda yırtılma,
- Takozda ezilme,
- Takoz saplama ve somunlarında yalama,
- Takoz ekseninde eğilme,
- Takozun şaseye bağlandığı kısımda yırtılma olup olmadığına dikkat edilmelidir. **Bu durumlardan arıza herhangi birisinde görülürse takozların tamamı değiştirilmelidir. Tek değiştirilen takoz, motorda dengesizlik meydana getirir. Bu durum motorun eksenden kaçık çalışmasına neden olur.**

### **Motor Bağlantı Takozlarının Arızaları ve Belirtileri**

Motor bağlantı takozları, motoru araç şasesine bağlayan elamanlardır. Bu nedenle takozlarda oluşan arızalar direkt olarak motorun eksenden kaymasına veya araç içindeki gürültünün artmasına neden olacaktır.

Araçta birtakım farklı sesler duyulduğu zaman araştırılan sebepler arasında motor bağlantı takozunun olabileceği de unutulmamalıdır. Bu gibi durumlarda motor, vites kutusundan ayrılarak yerinden alınmalı ve bağlantı takozları incelenmelidir. Eğer yukarıda belirtilen durumlardan biri veya birkaçı görülürse bağlantı takozları değiştirilmelidir.

### **Pratik Değerlendirme Soruları:**

**1- Motor bağlantı takozlarında yapılan kontrollerde, bir tane takozun yırtıldığını tespit edilmiştir. Bu durumda kaç tane bağlantı takozunu değiştirirsiniz? Nedenlerini açıklayınız.**

### **Değerlendirme Soruları:**

**1- Bağlantı takozları aşağıda belirtilen yerlerin hangisinde kullanılmaz?**

- A) Vibrasyon makineleri mafsalında      B) Mil ve aksların yataklama bloğunun elastik olarak yataklanmasında  
C) Sabit parçaların birleştirilmesinde      D) Direksiyon ve debriyaj sistemlerinin yataklandırılmasında

**2- Aşağıdakilerin hangisi, motor ve vites kutusu gibi elamanları şaseye elastik olarak bağlamada kullanılan takozlardan biridir?**

- A) Dairesel vibrasyon takozları      B) Katmanlı yay tip takozlar  
C) Küresel vibrasyon takozları      D) Cihaz / aparat takozları

**3- Motor bağlantı takozları hangi periyotta kontrol edilmelidir?**

- A) Günlük periyotta      B) Haftalık periyotta      C) Aylık periyotta      D) Altı aylık periyotta

**4- Aşağıdakilerden hangisi bir takoz arızası değildir?**

- A) Takozda parlaklık      B) Takozda deforme      C) Takozda yırtılma      D) Takozda ezilme

**5- Dört tane takoz üzerinde duran bir motor ve vites kutusunun takozlarından bir tanesi bozulmuşsa ne yapılmalıdır?**

- A) Bozulan takoz değiştirilmelidir.      B) Bozulan takoz karşılıklı değiştirilmelidir.  
C) Bütün takozlar değiştirilmelidir.      D) Diğer takozların da bozulması beklenmelidir.

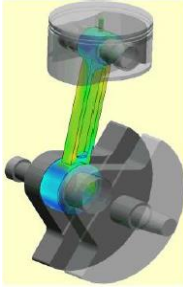
*Selma Tany*

## PİSTON BİYEL MEKANİZMASI

Piston biyel mekanizması, yanma zamanında meydana gelen, yanmış gaz basıncını krank miline iletir. Bu mekanizmanın verimli çalışmasını sağlamak için zaman zaman kontrol ve onarımı gereklidir.

### Pistonlar

Silindir içinde iki ölü nokta arasında hareket ederek zamanları meydana getirir. Silindirin alt tarafında hareketli bir kapak vazifesi görür. Yanmış gaz basıncını biyel yardımı ile krank miline iletir.



Çeşitli pistonlar

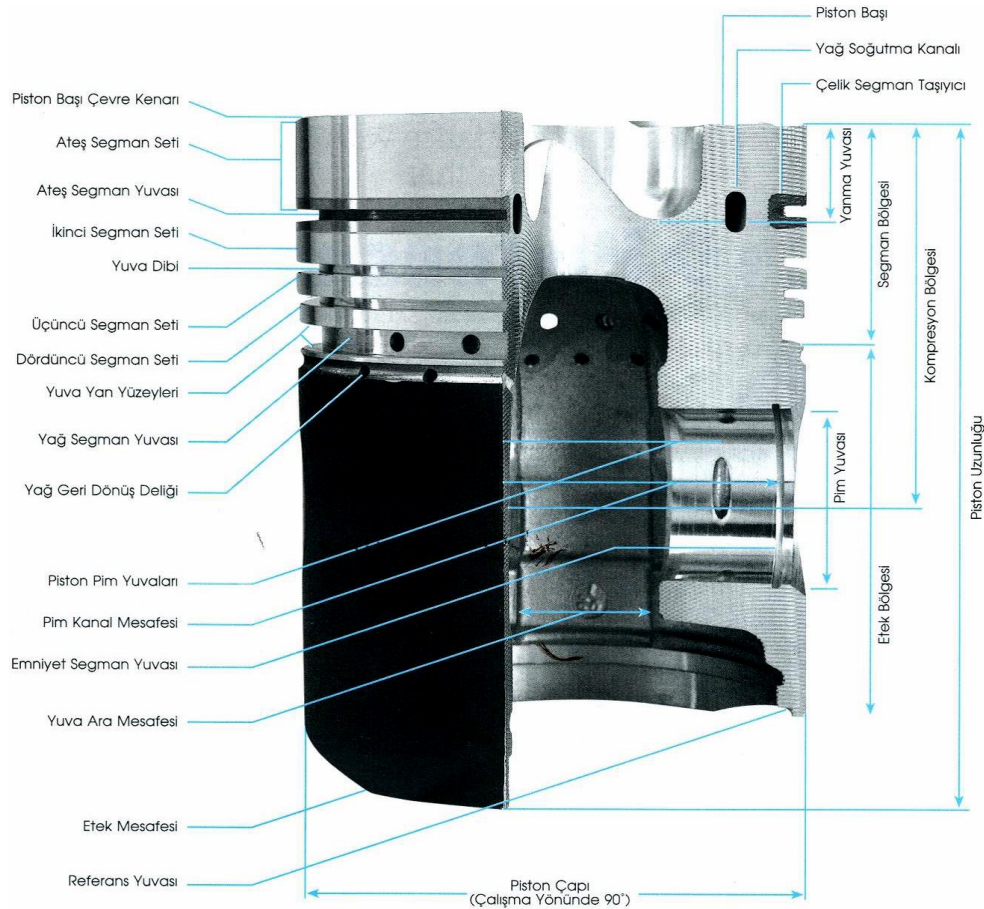


Piston silindir kapağı ile birlikte yanma odasını oluşturur. Yanma zamanında meydana gelen, yüksek sıcaklığa dayanabilmeli ve bu ısı karşısında şekil değiştirmeden, sıkışmadan görevine devam edebilmelidir. Ayrıca piston yanma zamanında meydana gelen yüksek basınca da dayanabilmeli, uzun süre ısı ve basınç altında normal şeklini koruyabilmelidir.

Yüksek ısı ve basınca dayanabilmelidir. Piston atalet (eylemsizlik) kuvvetlerini yenerek ölü noktaları kolayca aşabilmesi için mümkün olduğu kadar da hafif olmalıdır.

### Yapısal Özellikleri ve Kısımları

Otomobillerde önceleri gri dökme demir, yumuşak dökme çelik, krom nikelli çelik pistonlar kullanılmasına rağmen günümüzde yaygın olarak alüminyum alaşımı pistonlar kullanılmaktadır.



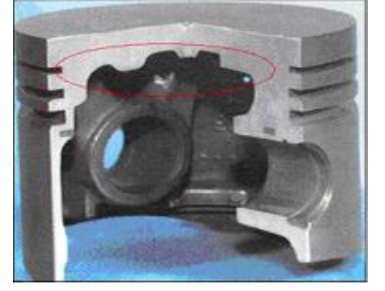
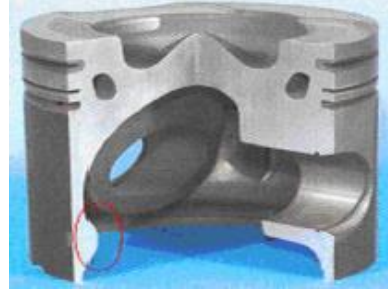
Pistonun kısımları

Alüminyum alaşımı pistonlar ısı iletme yeteneği daha iyi olduğundan diğer pistonlara göre daha iyi soğutulur. Hafif olduklarından atalet kuvvetleri de azdır.

**Alüminyum alaşımından yapılan pistonların**, genişleme katsayısı fazla olduğu için bu tip pistonlarda; silindire piston arasında, dökme demir pistonlara nazaran daha fazla boşluk verilir. Ancak alüminyum pistonlara bazı özel şekiller verilerek motor soğukken piston vuruntusu yapmadan motor kararlı çalışma sıcaklığına ulaştığında ise sıkışmadan çalışması sağlanmıştır.

**Alüminyum alaşımından yapılan pistonlara**, bazı firmalarca termik işlemlere tabi tutulduktan sonra elektrolitik (**anodik**) işlemler uygulanır. Bu işlemler sonucu piston yüzeyinde **0,0005 mm** kalınlığında alüminyum oksit tabakası meydana gelir. Bu tabaka, pistonun aşınmaya karşı direncini artırdığı gibi piston yüzeyinin daha iyi yağlanmasını sağlar.

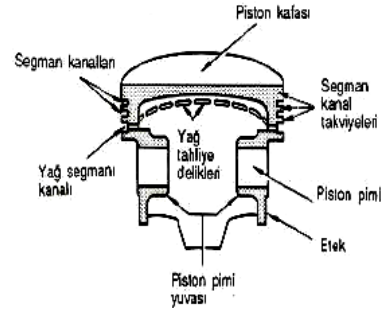
**Piston başları** genellikle, **düz, bombeli** ve bazı **dizel** motorlarında **çanak** (iç bükey) biçiminde yapılmaktadır. Bazı motorlarda piston başının supap başlarına çarpmasını önlemek için piston başları oyuk yapılmıştır.



**Piston şekilleri ve takviye kolları**

Piston başını takviye etmek ve yanmış gaz basıncına karşı direncini artırmak için pistonun iç kısmına takviye kolları yapılmıştır. Bu takviye kolları, piston başındaki ısının segmanlar yoluyla silindir cidarına ve soğutma suyuna iletilmesine de yardımcı olur.

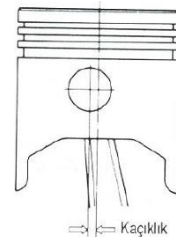
Segman yuvaları piston başında bulunur. Genellikle **benzin motoru** pistonlarında iki kompresyon, bir yağ segmanı bulunmaktadır. **Dizel motorlarında** iki veya üç kompresyon, bir veya iki yağ segmanı bulunabilir. **İki yağ segmanı varsa ikinci yağ segmanı alt etekte bulunur.** Pistondaki yağ segman yuvalarında, yağ akıtma delikleri vardır. Aşağıdaki şekilde pistonlardaki yağ akıtma delikleri ve segman yuvaları görülmektedir.



**Piston yağ akıtma delikleri**

Yine bazı pistonların, **1. piston setinin arkasına gelen kanala yağ soğutma kanalı** denir. Bu kanal piston başındaki fazla ısının segman yuvalarına geçmesini önler. Genellikle **piston eteğinin deformasyonunu** önlemek için etek iç kısmına döküm sırasında bir takviye ve denge şeridi yapılmıştır.

**Piston pim yuvaları** genellikle piston simetri ekseninde olmasına rağmen bazı motorlarda, silindirde piston etek vuruntusunu önlemek için pim yuvası eksenini, piston ekseninden sıkıştırma zamanı dayanma yüzeyi tarafına veya iş zamanı dayanma yüzeyi tarafına **aşağıdaki şekilde** görüldüğü gibi kaçık yapılmıştır.



**Eksenel kaçıklık**

## Piston Çeşitleri

**Benzin** motorlarında **düz** etekli, **düz diyagonal** yarıklı, **T** yarıklı, **U** yarıklı ve **oto termik** pistonlar kullanılmaktadır. **Aşağıdaki düz etekli** ve **oval** pistonlar görülmektedir.

Düz etekli pistonlar; dökme demirden, krom nikelli demir veya alüminyum alaşımından yapılırlar. Bu pistonların eteklerinde, **yatay veya dikey**, herhangi bir yarık yoktur.

Alüminyum alaşımından yapılan pistonlarda, pistonun şekil değiştirmeden ve sıkışmadan rahatça genişleyerek göreve devam edebilmesi için piston üzerine yatay ve dikey yarıklar açılmıştır. Bu yarıklar iş zamanında piston direncini azaltmak için küçük yaslanma yüzeyi tarafına açılır.

**Yatay yarıklar**, genellikle piston başındaki yağ segmanı yuvasında olduğu gibi piston etek başlangıcında da olabilir. **Bu yarık piston başındaki yüksek ısının, piston eteğine geçmeden, segmanlar yolu ile silindir cidarına ve oradan da soğutma suyuna geçmesini sağlar.**



Düz etekli piston

Düz diyagonal yarıklı piston

Diyagonal yarıklı piston

### **Çeşitli pistonlar**

**Dikey yarıklar ise** özellikle alüminyum alaşımından yapılan pistonlarda bulunur. **Yüksek ısı karşısında genişleyen piston eteği, bu yarığı kapatır. Piston soğuyup büzülünce bu yarık tekrar açılır. Böylece pistonla silindir arasına, daha az boşluk vererek motorun daha verimli çalışması sağlanmış olur.** Bu pistonun etek başlangıcında yatay bir yarıkla beraber, piston eteğini boydan boya kat eden diyagonal (**eğik**) bir yarık vardır. **Dikey yarığın, tam dik değil de diyagonal yapılmasının nedeni, motorun çalışması sırasında silindir cidarında geniş bir yüzeye temas etmesini sağlayarak silindir yüzeyinin kanal biçiminde aşınmasını önlemektir.**

Alüminyum genişleme kat sayısı fazla olması nedeniyle motor çalışırken pistonun sıkışıp şekil değiştirmeden görevine devam edebilmesi için alüminyum pistonlara çeşitli yarıklar açılmasının yanı sıra, piston başları daha düşük ölçüde silindirik olarak piston etekleri ise oval ve konik olarak yapılmıştır.

### **1- Oto Termik Pistonları**

Bu pistonlar dökülürken, piston pim yuvalarına piston pimine dik eksen yönünde genişleme katsayısı alüminyuma göre daha az olan, **invar** çeliğinden yapılmış levhalar yerleştirilmiştir.

Oval olarak yapılan, bu pistonlarda, **pime dik eksende** pistonla silindir arasına **0.03 – 0.05** mm gibi az bir boşluk verilir. **Pim yönünde** ise **0.25 – 0.30 mm** kadar boşluk verilmiştir.

Bu pistonlarda büyük bir yatay yarık ve küçük yaslanma yüzeyi tarafında eteği boydan boya kat eden **diyagonal** bir yarık vardır. **Oto termik pistonlarda** motor ısındığı zaman, piston pim yuvasında bulunan çelik parçalar, pistonun pime dik yönde genişlemesini sınırlandırır. Piston bu yönde, ancak çeliğin genişleme katsayısına uygun biçimde genişler. Böylece motor soğukken piston vuruntusu yapmayacak şekilde, pime dik yönde az boşluk verilir. Hâlbuki pim yönünde fazla boşluk olduğu için motor ısındıkça piston pim yönünde genişler ve böylece piston sıkışmadan görevine devam eder.

### **2- Oval Pistonlar**

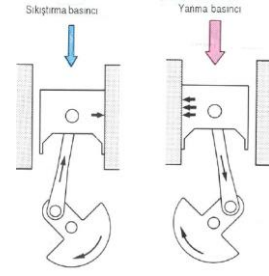
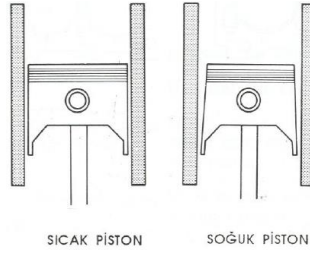
Alüminyum alaşımı pistonlar, normal dökme demir pistonlar gibi silindirik olarak yapılsaydı alüminyum genişleme kat sayısı fazla olduğu için pistonun yüksek motor sıcaklığında, sıkışıp kalmadan çalışmasına devam edebilmesi için daha fazla boşluk verilmesi gerekirdi. Bu durum ise soğuk motor çalışmasında fazla boşluk nedeniyle motorda piston vuruntusuna neden olur.

**Oval pistonlar**, silindire en az dökme demir pistonlar kadar sıkı alıştırdıkları için motor soğukken piston vuruntusu yapmaz. Motorun çalışma sıcaklığında piston, silindir ve segmanlar çizilip sıkışmadan en yüksek verimle çalışmasına devam edebilir. Aşağıdaki resim görülen oval piston, genellikle alüminyum alaşımından yapılır ve piston başı silindirik olur. Bunlar, piston eteğinden **0.50 – 0.70 mm** küçük yapılırlar. Böylece bu kısımda, silindirle teması segmanlar sağlar. Silindir çapına göre, çok düşük ölçüde yapılan piston başının, silindir setlerine ve silindir yüzeylerine teması söz konusu değildir.

**Oval pistonlarda;** pime dik eksende etek sonu ölçüsü, pime paralel eksenle etek sonu ölçüsüne göre daha büyüktür. Ortalama bir değer verilecek olursa pime paralel yöndeki çap, pime dik eksenleki çapa göre **0.25 – 0.30 mm** kadar küçüktür. Böylece piston soğukken pime dik yönde pistonla silindir arasında (**0.025 – 0.05 mm**) normal boşluk olduğu için motor piston vuruntusu yapmadan çalışır. Pim yönünde **0.25 – 0.30 mm** kadar boşluk olduğuna göre motor ısındıkça piston pim yönünde genişlererek sıkışmadan çalışmasına devam eder. Ayrıca alüminyum alaşımından yapılan piston etekleri bir miktar da konik yapılıdır.



**Oval piston**



**Büyük ve küçük yaslanma yüzeyi**

**Piston Dayanma Yüzeyi:** Pistonun silindir içinde Ü.Ö.N ile A.Ö.N arasında hareket ederken silindire yaslandığı yüzeye, pistonun dayanma yüzeyi denir. Piston üzerinde iki çeşit dayanma yüzeyi vardır.

**a) Büyük Dayanma Yüzeyi:** Piston, iş zamanında Ü.Ö.N dan, A.Ö.N ya doğru inerken, silindire yaslandığı yüzeye denir. Bu yüzey motor dönüş yönünün ters tarafındadır.

**b) Küçük Dayanma Yüzeyi:** Piston, sıkıştırma zamanında A.Ö.N dan, Ü.Ö.N ya doğru çıkarken silindire yaslandığı yüzeye denir. Bu yüzey motor dönüş yönündedir.

### **Pistonların Sökülmesi:**

- 1- Silindir setleri set raybası ile alınır.
- 2- Piston kolu ve kepinde işaret kontrolü yapılır. İşaret yok ise, bir nokta veya numaratör ile piston kolları işaretlenir.
- 3- Kepler söküldükten sonra, kol saplamalarına emniyet kılıfları takılır.
- 4- Piston kolu ve segmanlar dikkatle pistondan ayrılır. Parçalar birbirine karışmadan ait olduğu silindirin sırasına göre dizilir.



**Piston Arızaları**

**Pistonların Temizliği:** Piston üzerinde önce biriken karbon temizlenir. Piston başındaki kurumlar, karbon kazıcısıyla, segman yuvasındakiler, yuva temizleme aparatıyla, yağ segman yuvasındaki yağ delikleri bir matkap ile temizlenir. Pistonlar, daha sonra temizleme sıvısı ile yıkanarak kurutulur.

### **Pistonların Gözle Kontrolü:**

- 1- Segman bölgesinde, segman setlerinde kırılma, çatlama, ezilme, aşınma, kavislenme, silindire sürtünme izi ve krepaj olup olmadığına bakılır.
- 2- Piston eteğinde kırılma, çatlama, derin çizikler, aşınma ve pim yuvası aşınması olup olmadığına...

**Pistonların Ölçülmesi:** Her motorun kataloğunda piston çapı ve pistonun neresinden ölçü alınması gerektiğini belirtir. Genellikle, piston çapı ve piston boşluğu kontrol edilir.

### **Pistonların Silindire Takılması:**

- 1- Silindir yüzeyi temiz bezle iyice silinerek son temizliği yapılır.
- 2- Silindir yüzeyi motor yağı ile bol miktarda yağlanır.
- 3- Biyel kolu saplamalarına emniyet kılıfları takılır.
- 4- Daha önce temizlenmiş, segmanları takılmış ve segman ağızları usulüne uygun dağıtılmış pistonlar, yağ ile dolu bir kabin içine batırılır.
- 5- Segmanları, segman yuvasında tutmak için, piston üzerine segman kelepçesi takılır.
- 6- Krank mili, takılacak pistonu uygun duruma gelene kadar döndürülür.
- 7- Piston başında bulunan ok veya çentik, motorun ön tarafını gösterecek şekilde silindire takılır.
- 8- Piston başına çekiç sapı veya benzeri ağaç takoz ile tıklanarak silindire sokulur.
- 9- Piston kolu, krank miline bağlandıktan sonra krank mili döndürülerek kol yatağının muyluyu sıkıp sıkmadığı kontrol edilir.
- 10- Bu işlem her piston için ayrı ayrı tekrar edilir.

## Pratik Değerlendirme Soruları:

- 1- Genellikle benzin motorlarında kullanılan pistonların eteklerinde açılan yatay yarıkların amacını açıklayınız.
- 2- Motorlarda kullanılan pistonların eteklerindeki dikey yarıklar hangi çeşit pistonlarda kullanılır? Motorlardaki amacı nedir? Açıklayınız.
- 3- Piston ve Silindir arasında meydana gelen “büyük dayama yüzeyi” ne demektir? Açıklayınız.
- 4- Piston ve Silindir arasında meydana gelen “küçük dayama yüzeyi” ne demektir? Açıklayınız.

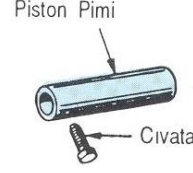
## Değerlendirme Soruları:

- 1- Piston ile krank mili arasında hareket iletimini sağlayan parçanın adı nedir?  
A) Piston pimi      B) Biyel kolu      C) Biyel kepi      D) Krank ana muyluları
- 2- Biyel kolu ile piston arasındaki bağlantı elemanının adı nedir?  
A) Piston pimi      B) Biyel kolu      C) Biyel kol yatağı      D) Emniyet segmanı
- 3- Silindir içinde iki ölü nokta arasında hareket ederek zamanları meydana getiren motor parçasının adı nedir?  
A) Krank mili      B) Piston      C) Biyel kolu      D) Kompresyon segmanı
- 4- Aşağıdakilerden hangisi pistonun kısımlarından değildir?  
A) Takviye kolları      B) Segman yuvaları      C) Alt etek      D) Pim
- 5- Oval pistonlarda piston eteği hem konik, hem de oval yapıldığı için en doğru piston ölçüsü nereden alınır?  
A) Alt etek pime dik eksen üzerinden      B) Üst etek pime dik eksen üzerinden  
C) Kompresyon segman yuvalarının üzerinden      D) Piston piminin hizasından
- 6- Piston başında bulunan silindir cidarlarına belli bir basınç yaparak pistonla silindir arasında sızdırmazlık temin edip zamanların oluşumunu sağlayan motor parçasının adı nedir?  
A) Piston      B) Segman      C) Biyel      D) Krank mili
- 7- Aşağıdakilerden hangisi pim ile biyel ayağının bağlantı şekillerinden değildir?  
A) Pim, biyelde sabit, pistonda serbest      B) Pim, pistonda sabit, biyelde serbest  
C) Pim, biyel ve pistonda serbest      D) Pim, biyel ve pistonda sabit
- 8- Piston hangi zamanda büyük yaslanma yüzeyi tarafına yaslanır?  
A) Emme      B) Sıkıştırma      C) İş      D) Egzoz
- 9- Silindirde ölçülen ovalik miktarı **0,075 mm**, koniklik **0,25 mm**'den az ise aşağıdakilerden hangisi yapılır?  
A) Silindirler rektifiye edilir.      B) Segman değiştirilir.  
C) Pistonlar değiştirilir.      D) Gömlek değiştirilir.
- 10- Dönerek hareket eden motor parçalarını gerekli durumda tutan ve motorda meydana gelen mekanik kuvvetler oranında yüzeylerine binen yükleri bozulmadan taşıyabilen motor parçasının adı nedir?  
A) Yataklar      B) Biyel kolu      C) Krank mili      D) Pim

## PİSTON PİMLERİ

### Görevi

Piston pimleri, piston ile biyel birbirine mafsallı olarak bağlar. Piston başına etki yapan gaz basıncını biyel yardımıyla krank miline iletir.



### Yapısal Özellikleri

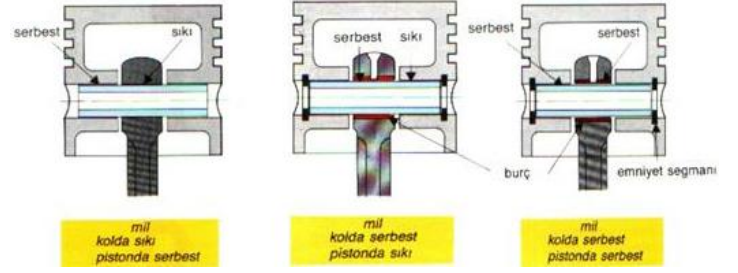
Şekilde piston pimi görülmektedir. Piston pimi, büyük basınç altında çalıştığı için basınca ve aşınmaya dayanıklı alaşım çeliklerinden yapılır. Pimin aşınmaya dayanıklılığını artırmak için ısıtım işlemleri ile yüzey sertleştirilmesi yapıldıktan sonra taşlanıp leplemlenerek hassas bir şekilde, biyel ayağı ve pistondaki yuvalarına takılır.

Pistonun ölü noktalardan titreşim yapmadan, atalet (eylemsizlik) kuvvetlerini yenerek atlayabilmesi için piston pimlerinin içi boşaltılır. Böylece pimin yüksek basınca dayanıklılığı da artırılmış olur.

### Piston Pimlerinin Bağlantı Çeşitleri

Piston, biyel ayağına üç şekilde bağlanır:

- 1- Pim, biyelde sabit, pistonda serbest
- 2- Pim, pistonda sabit, biyelde serbest
- 3- Pim, biyel ve pistonda serbest (**tam serbest**)



Piston pimi bağlantı çeşitleri

### Piston Pimlerinde ve Pim Yuvalarında Yapılan Kontroller ve Ölçümler

1- Piston pimleri, yuvalarına ve biyel ayağına, çok hassas olarak alıştırmıştır. Otomobil motorlarında **piston pim boşluğu** genellikle **25,4 mm piston pimi çapı** için, **0,01-0,015 mm** olarak verilir. **Piston pimi ve piston pim yuvası veya piston pim burcu aşındığı zaman motorda pim vuruntusu** meydana gelebilir.

2- Motor parçalarının genel kontrolü sırasında, **piston pimleri, piston pim yuvaları ve piston pim burçları** da **teleskopik geç, komparatör ve dış çap mikrometresi** ile ölçülerek aşınma miktarı tespit edilir.

3- Aşınma sonucu, **pim ve yuvası arasındaki boşluklar fazla** ise ve motorda **eski pistonlar** tekrar kullanılacaksa **standarttan büyük ölçüde piston pimi kullanılarak boşluk normal sınırına indirilir**.

4- Genellikle üretici firmalar, **standart** veya **0,04-0,075-0,125-0,25 mm** ölçülerde standarttan büyük piston pimleri imal etmektedir.

5- Ölçme sonucu kullanılacak farklı pim tespit edildikten sonra piston pim yuvaları bu ölçüye göre **raybalanır** veya **honlanır**.

6- **Biyel ayağı burçları** ise özel malafa ve presle çıkarılarak yeni burç takıldıktan sonra bu burçlar, piston pimine göre **raybalanır** veya **honlanır**.

7- Silindirlerde yapılan ölçme sonucu silindirler torna edilerek yeni piston kullanılacaksa bu takdirde yeni pistonlarla beraber standart piston pimleri kullanılır. Biyel ayağı burçları yeni pimplere göre raybalanır veya honlanır.

Yüksek kompresyon, güç ve devirli motorlarında, piston pimlerinin aşınma ve arıza yapmadan uzun süre çalışabilmesi için **hassas** olarak **alıştırılması** gerekir.

### Hassas Pim Alıştırılması Aşağıdaki Özellikleri Taşır:

- 1- Pim yuvaları düzgün ve yuvarlak olmalı, pim yuvasında **çapak** ve **çizik** olmamalıdır.
- 2- Pim yuvalarının **konik, bombeli** ve **delik ağızları** genişlemiş veya aşınmış olmamalıdır.
- 3- Piston pim yuvaları karşılıklı **aynı eksende** olmalıdır.
- 4- Yüzey kalitesi düzgün olmalıdır. Böylece pim ve yuvası arasında düzgün bir yağ filmi oluşur.
- 5- Motorun cinsine ve pim çapına göre, **piston pimi** ile **yuvası** arasında belirli bir **yağ boşluğu** bulunmalıdır.

Piston pim boşluğu artarak motorda piston pim sesi görülür. **Piston pim sesi, tiz bir madenî ses olup daha ziyade motorun rölanti çalışmasında daha çok duyulur. Motor devri yükseldikçe ses azalır ve bazen de kesilebilir.**



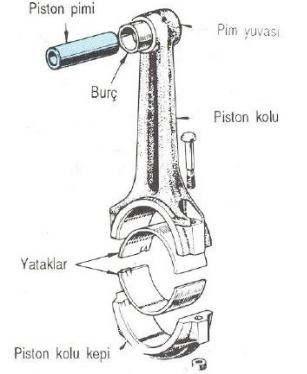
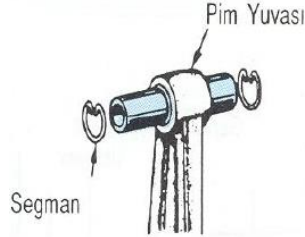
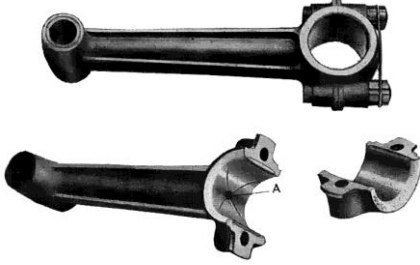
## BİYEL KOLU (Piston Kolu)

### Görevleri

Biyeller pistonla, krank milini mafsallı olarak birbirine bağlar. Pistondan aldığı yanmış gaz basıncını krank miline iletir.

Pistonun yanmış gaz basıncı etkisiyle silindirde yaptığı düz hareketi, krank milinde, süreli (dairese) hareket hâline dönüşmesine yardım eder.

Biyeller, biyel ayağından, piston pimi yardımı ile pistonu; biyel başından, krank mili biyel muylusuna bağlanır. Şekil 1.43'te açılmış biyelin parçaları görülmektedir.



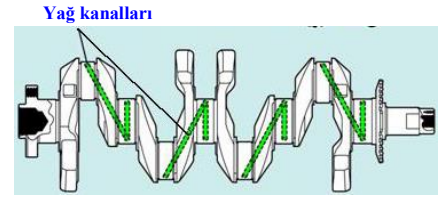
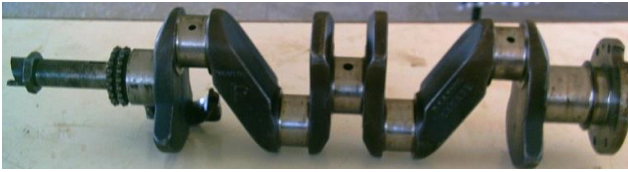
Biyelin kısımları

### Pratik Değerlendirme Soruları:

- 1- Otomobil motorlarında **Piston pim boşluğu** genellikle **kaç mm** verilir?
- 2- piston pimleri, piston pim yuvaları ve piston pim burçları **hangi ölçü aletleri** ile ölçülebilir?
- 3- Genellikle üretici firmalar **hangi ölçülerde** standarttan büyük piston pimleri imal etmektedir? Neden?
- 4- Piston pim boşluğu artarak motorda **nasıl** bir piston pim sesi görülür? Söyleyiniz.

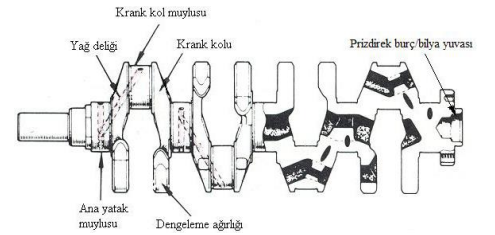
## KRANK MİLLERİ

**Görevi:** Krank milleri iş zamanında pistondan aldığı doğrusal hareketi, biyel yardımıyla döner süreli dairesele harekete çevirir. Bu hareketi **volan** ve **kavramaya** iletir. Buna **ana mili** de denir. Krank milinin **ön ucuna** krank kasnağı, **arka ucuna** da volan takılır. Volanın, krank mili üzerindeki bağlandığı kısma **volan flanşı** denir.



Krank mili ve üzerindeki yağlama delikleri

**Yapım Özellikleri:** Krank milleri **özel çelik** alaşımlarından **dövülerek** veya **dökülerek** yapılır. Bir seri tornalama işlemleriyle biçimlendirildikten sonra; aşınma, burulma ve eğilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla, ısıl işlemleri uygulanarak muylu yüzeyleri sertleştirilir. Son işlem olarak muylular taşlanıp, parlatılarak standart ölçülerine getirilir.



Krank mili kısımları

Böylece **sertleşen muylu** yüzeyleri **sürtünmeye** dayanıklı kılındığı gibi **yumuşaklığını koruyan iç kısımlar** sayesinde krank milleri, **darbelere** ve **burulmalara** karşı da görevini başarı ile sürdürebilmektedir.

Yapılış biçimine bağlı olmak şartı ile bir krank milinde en az iki ana muylu ile bir veya iki manivela kolu bulunur. **Biyeller manivela kolları arasında bulunan biyel muylularına bağlanır.**

Bir krank milinde ana muyluları ve biyel muyluları adedi, muylu çapları ve genişlikleri, motorun silindir sayısına, motorun gücüne ve modeline göre değişik biçim ve ölçülerde yapılabilir.

**Biyel muylularının karşısına yerleştirilen karşı ağırlıklar, biyel muylularında meydana gelen merkezkaç kuvvetleri dengelemeye yarar.** Bazı krank millerinde biyel muyluları oyuk olarak yapılır ve böylece muylu ağırlığı düşürülerek merkezkaç kuvvetlerde o oranda azaltılır.

Krank milleri motorun **üst karterinde bulunan ana yataklara**, ana muylular yardımıyla bağlanır.

Krank milinin **iki ucunda birer ana muylu** olmakla beraber **orta kısmında** da motorun silindir sayısına ve modeline göre bir veya daha fazla **ana muylu** bulunabilir.

**Biyel yatakları basınçlı yağla yağlanan motorlarda ana muylulardan, biyel muylularına çapraz yağ delikleri açılmıştır.**

Bloktaki ana yağ kanallarından, yardımcı yağ kanallarına geçen basınçlı yağ, ana yatak ve muylularını yağladıktan sonra bu çapraz kanallardan biyel yataklarına geçerek biyel yataklarını ve muyluları yağlar. Şekil aşağıda gösterilmiştir.

**Bazı krank milleri biyel muylularında tortu hazneleri vardır.** Bu hazneler biyel muylusu içinde uzunluğuna delinmiş bir delik olup bu deliğin muylu dirseği üzerinde bulunan ağız, özel tapalarla kapatılarak bir hazne şeklini almıştır.



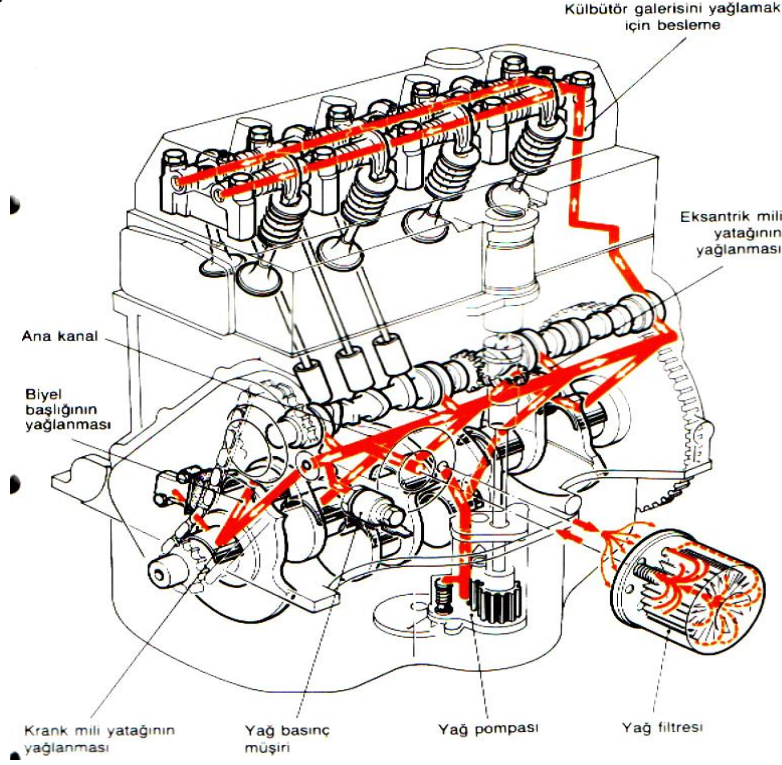
Selma Tanyu

## MOTORLARDA YAĞLAMA SİSTEMİ

### Yağlama İşlemi:

Çalışmakta olan herhangi bir **motor** veya **makine** parçasının, verim ve ömrüne etki eden en önemli faktörlerden biri de yağlamadır.

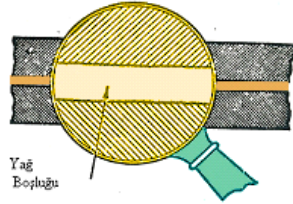
Birbiri üzerinde hareket eden iki katı cismin arasındaki sürtünmeyi azaltmak ve ömrünü uzatmak için, uygun bir sıvı kullanılır. Buna yağlama işlemi denilir.



Motorda yağlama sistemi

### Motorlarda Yağlamanın Önemi

Çalışmakta olan herhangi bir **motor** veya **makinenin**, **verim** ve **ömrüne** etki eden en önemli faktörlerden birisi yağlamadır. Birbiri üzerinde hareket eden motor (makine) parçaları ne kadar mükemmel işlenirse işlensin, parçaların molekül yapılarına bağlı olarak yüzeyleri yine de düzgün olmaz. Aşağıdaki şema büyüteçle bakılan iki parçanın yüzeyini göstermektedir.



Büyüteçle bakıldığında görülen yağ filmi

### Sürtünme:

Birbiri üzerinde hareket eden iki cismin hareketine engel olan dirence **sürtünme** denir. Başlıca üç çeşit **sürtünme** vardır; **Sürtünme, her yerde ve her harekette bulunur.**

Herhangi bir parçayı diğeri üzerinde hareket ettirebilmek için, bir kuvvet uygulamak gerekir. Uygulanan bu kuvvetin değeri, sürtünme kuvvetinden daha çok olur. Aksi durumda hareket sağlanamaz.

**Örneğin:** çantanızı masanın üzerinde kaydırarak hareket ettirmek isterseniz, belli büyüklükte bir kuvvet uygulamanız gerekir. Çantanın üzerine ikinci bir çanta koyup aynı işlemi tekrar edecek olursanız, ilk uyguladığınız kuvvetten daha çok kuvvet uyguladığınızı göreceksiniz. Bu basit deneyle sürtünme kuvvetinin; yüke ve sürtünen yüzeylerin durumuna göre değiştiğini kolayca anlamış olursunuz. Motor yataklarındaki sürtünmeyi en az indirmek için yağlamak zorunludur.

## Üç şekilde sürtünme vardır:

- 1- Kuru Sürtünme:** Birbiri üzerinde hareket eden iki katı cismin yüzeyleri arasında başka bir sıvı madde olmadan, doğrudan doğruya temas ederek yüzeyler arasında oluşan sürtünmeye **kuru sürtünme** denir.
- 2- Yarı Kuru Sürtünme:** Muylu ile yatak yüzeylerinin bir kısmının yağlı, bir kısmının yağsız olmasına denir.
- 3- Sıvı Sürtünme:** Sürtünen iki katı cismin yüzeyleri arasında daima ince bir yağ filmi olan ve doğrudan doğruya birbiri ile temas etmeyen yüzeyler arasında oluşan sürtünmeye **sıvı sürtünme** (yağlı sürtünme) denir.

## Yağ Filmi Kalınlığını Etkileyen Faktörler:

- 1- Yağın viskozitesi,
- 2- Ortalama yüzey basıncı,
- 3- Kayma hızı,
- 4- Yatak ölçüleri

**Viskozite:** Yağın veya herhangi bir sıvının akmaya karşı gösterilen dirence **viskozite** denir. Yağlama yağlarında şu iki özellik önemli yer tutar.

**a) Kohezyon (Yüzey Gerilimi):** Maddeyi bir arada tutan iç kuvvete **kohezyon** denir. Bu iç kuvvet arttıkça maddenin akıcılığı da azalır.

**b) Adezyon (Yapışkanlık):** Sıvıların katı cisimlere yapışma özelliğine denir. Her sıvının yapışkanlık özelliği farklı farklı özelliklere sahiptir. Otomobillerde kullanılan madeni yağlar, kohezyon ve adezyon özelliklere sahiptir. Bu iki özellik yağlama yağının viskozitesini belirler.

Viskozite yağın akmaya karşı direncini gösterir. Diğer bir deyimle, yağın akıcılığını belirtir. Düşük viskoziteli bir yağ çok akıcı, yüksek viskoziteli yağ ise az akıcıdır.

**Viskozite yağın yeteneğini göstermez.** Sadece, yatak ile muylu arasında yağ filmi oluşturup oluşturamayacağını, sıcaklık altında ne kadar akıcı olduğunu gösterir. Akıcılığı **Yüksek** olan bir yağın parçalara yapışma ve yağ filmi oluşturma yeteneği azdır. Akıcılığı **az** olan yağın aynı yerde kullanılması halinde yatak ile muylu arasındaki, boşluğa girmesi zor olacağından yağlama yeteneği az olabilir.

## Motor Yağları

Bütün motor yağları **S.A.E.** seri numarasıyla sınıflandırılır. **S.A.E.** rumuzu (**ABD**) Amerika Birleşik Devletleri'nde motorlu araçlar mühendisleri birliğinin (**Society of Automotive Engineers**) baş harflerini ifade eder. Motor yağlarının **S.A.E.** standardı bu birlik tarafından düzenlenmiştir.

**S.A.E.** numarası **küçük** olan yağlar daha ince ve akıcı olur. **S.A.E.** numarası **büyük** olan yağlar daha kalın ve az akıcı olur.

### API (Amerikan Petroleum Institute)

**Benzinli Motor Yağları Sınıflandırılması:** SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL gibi **S** harfiyle başlayan yağlar benzinli motorlarında kullanılır.

### API (Amerikan Petroleum Institute)

**Dizel Motor Yağları Sınıflaması:** CA, CB, CC, CD, CD-2, CE, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4 gibi **C** harfiyle başlayan yağlar dizel motorlarında kullanılır.

**Askeri Motor Yağları Sınıflandırılması:** **MIL-L-2104 (A,B,C,D,E,F)** gibi harflerle gösterilen yağlar ve **MIL-PRF-2104 G** yağları askeri araç motorlarında kullanılır.

Motor yağları hen **benzin** hem de **diesel** motorları için yazlık, kışlık ve birleşik olmak üzere **3** çeşittir:

**1- Yazlık Yağlar:** S.A.E-10, S.A.E-20, S.A.E-30, S.A.E-40, S.A.E-50 numaralı yağlardır.

**2- Kışlık Yağlar:** S.A.E-5W, S.A.E-10W, S.A.E-15W, S.A.E-20W, S.A.E-25W gibi yağlardır. **W** harfi yağın kışlık olduğunu belirtir. **Winter** kelimesinin baş harfidir.

**3- Birleşik Yağlar (Dört Mevsim Yağları):** Bu tip yağlar her mevsimde kullanılır. Yazın yazlık yağ, kışın kışlık yağ özelliğini gösterir. Ancak hiçbir zaman ne yazlık yağın ne de kışlık yağın tam olarak özelliğini gösteremez.

**Bunlar;** S.A.E 10W-30, S.A.E 20W-40, S.A.E 20W-50 gibi yağlardır.

**Örneğin;** S.A.E 20W – 50 numaralı yağ, kışın S.A.E 20W numaralı yağ, yazın S.A.E 50 numaralı yağ gibi görev yapar.

## YAĞIN MOTOR PARÇALARINI SOĞUTMASI

Çalışmakta olan bir motorda, motor parçaları, gerek yanma sonu meydana gelen sıcaklıktan dolayı ve gerekse sürtünmeler nedeni ile oluşan ısı ile çok fazla ısınır. Bu ısının büyük bir kısmı, egzoz gazları ve soğutma sistemi ile iletilemekle beraber, bir kısmı da yağlama yağları ile alınarak, parçaların soğutulmasına yardım eder. Motor çalışmaya başlayınca, motor yağı çok hızlı bir dolaşım halinde bulunur. Ortalama olarak karterin de **dört litre yağ bulunan bir motorda, yağ pompası yağı dakikada (4-6)** defa devreder. Devreden yağ, parçaların ısısını alarak, kartere döner. Karterin, hava akımı ile temas eden dış yüzeylerinden, ısıyı havaya iletir ve normal çalışma sıcaklığını korur. Bazı motorlarda, alt karter hava akımı ile temas etmediği veya hava akımı bulunmadığı için yağ soğutma radyatörleri bulunur.

## YAĞLARIN SIZDIRMAZLIK SAĞLAMASI

Motorlarda yağlar, özellikle piston-segman ve silindir cidarları arasında bir conta gibi görev yaparak, sızdırmazlık sağlar. Yağların sağladığı sızdırmazlık iki şekilde olmaktadır. Birincisi, emme zamanında pistonun Ü.Ö.N. dan A.Ö.N.'ya doğru hareketi esnasında karterden yanma odası tarafına hava sızarak karışım oranının bozulmasına engel olur; ikincisi ise sıkıştırma ve iş zamanlarında kartere kompresyon ve yanmış gaz kaçmasını önleyerek motor veriminin artırımını sağlar.

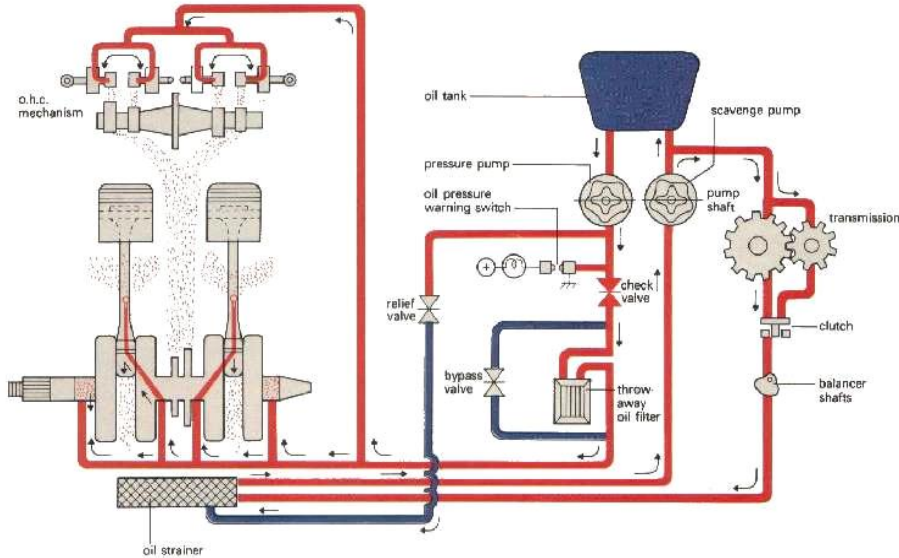
## Yağlama Sisteminin Görevleri

Motorlarda kullanılan yağlama yağlarının başlıca görevleri:

- 1- Birbiri üzerinde hareket eden madeni parçaların doğrudan doğruya temas etmelerini önleyerek parçaların aşınmasını ve güç kaybını azaltmak,
- 2- Isınan motor parçalarının soğutulmasına yardım etmek,
- 3- Parçalar arasında oluşan pislikleri temizlemek,
- 4- Piston – segman ve silindir cidarları arasından kompresyon kaçağını önlemek,
- 5- Yatak ile muylu arasındaki boşluk nedeni ile meydana gelecek vuruntuyu yok ederek gürültü ve sesleri azaltmak gibi görevleri sayabiliriz.

## Yağlamanın Ana Amacı:

Sürtünmeyi azaltmak, parçaların ömrünü uzatarak, motordan en fazla güç elde edilmesini sağlamaktır. Parçalar yağsız kalacak olursa meydana gelecek sürtünmeler nedeni ile çok kısa zamanda görevlerini yapamaz duruma gelirler. Sürtünme nedeni ile meydana gelen ısı, motor parçalarının mekanik dayanımlarını tehlikeye düşürür. Yatak malzemelerinin eriyip akmasına, parçaların kırılmasına neden olur. Piston – segman ve silindirler çabuk aşınırlar. Amaca uygun bir şekilde çalışan yağ ve yağlama donanımı, bütün hareketli parçaların yeterince yağlanmasını sağlayıp, parçalar arasında sıvı sürtünmesinin olmasını sağlamalıdır.



Yağlama sistemi devre şeması

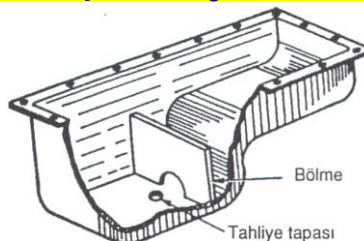
## Tam Basınçlı Yağlama Sistemi:

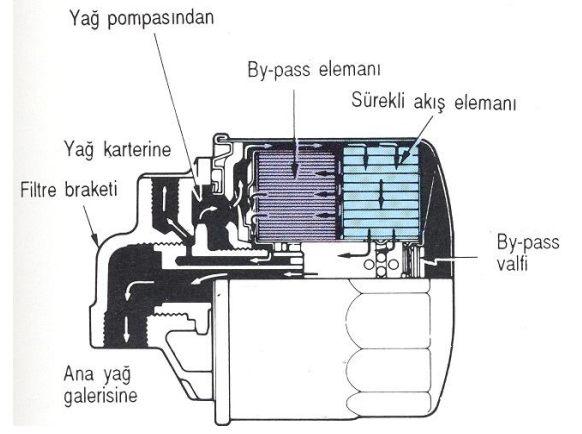
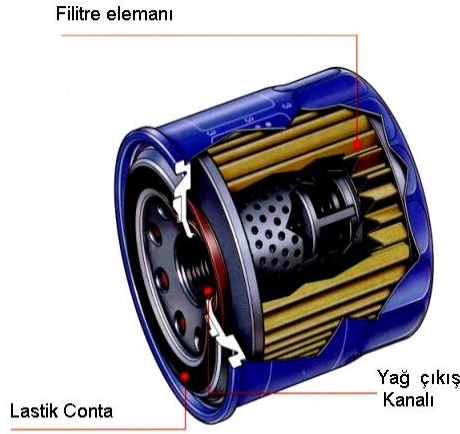
Basınçlı yağlama sistemlerinin değişik şekilleri vardır. Bu sistemde, motorun yağlanması gereken yerlere (piston pimi hariç) basınçlı olarak yağ gönderilir. Tam basınçlı yağlama sisteminde ise motorun yağlanması gereken tüm kısımlarına basınçlı olarak yağ gönderilir. Bu günkü motorların hemen hepsi tam basınçlı olarak yağlanmaktadır. Şekilde tam basınçlı bir yağlama sisteminin devre şeması görülmüştür.

Yağ, bir yağ süzgeci ve yağ pompası yardımı ile üst karterde bulunan yağ dağıtım kanalına oradan da, ana yatak muylularına, kam mili muylularına, külbütör mili ve yataklarına, yağ göstergesine yağı basınçlı olarak gönderir. Bazı motorlarda piston pimi biyel ayağında hareketli olmadığı için yağlanmasına gerek yoktur. Bu nedenle yağlama sistemi tam basınçlı olmaz.

## Motorlarda Yağlama Sistemini Oluşturan Parçalar ve Yağlama Sistemi Çalışması:

- 1- Kartar: a) Alt Kartar, b) Üst kartar
- 2- Yağ filtresi,
- 3- Yağ pompası,
- 4- Yağ basınç kontrol supabı,
- 5- Yağ süzgeci,
- 6- Yağ kanalları.





### Pratik Değerlendirme Soruları:

- 1- Piston Ü.Ö.N.'dan A.Ö.N.'ya hareketi ensnasınada yanmış gazların sızması halinde sakıncalarını açıklayınız.
- 2- Motorlardaki yağlama sisteminde "Basıncılı Yağlama" ile "Tam Basıncılı Yağlama" arasındaki farklı olan ayrıntıyı açıklayınız.

### Çoktan Seçmeli Sorular:

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1- Yağlama sisteminin amacını aşağıdakilerden **hangisi** açıklar?
 

A) Motorlarda aşınmayı azaltmak ve soğumayı sağlamak	B) Motorlarda yakıt hava karışımını ayarlamak
C) Motorun ısınmasını hızlı bir şekilde sağlamak	D) Aracın az yakıt yakarak daha hızlı gitmesini sağlamak
- 2- Karteri sökmeden önce **hangi işlem** yapılır?
 

A) Motor çalıştırılır ve beklenir.	B) Motor durdurulur, beklenir.	C) Motora yağ konur.	D) Motora su konur.
------------------------------------	--------------------------------	----------------------	---------------------
- 3- Karterden yağ kaçağı varsa **hangi arıza** vardır?
 

A) Yağ pompası arızalıdır.	B) İçindeki yağ azalmıştır.
C) Yağ basıncı düşüktür.	D) Karteri eğilmiştir.
- 4- Motora yağ **nereden** konur?
 

A) Karteri tapasından	B) Radyatör kapağından
C) Yağ çubuğu deliğinden	D) Külbütör kapağından
- 5- Motor yağ basıncını **nereden** görürüz?
 

A) Yağ çubuğu	B) Yağ ikaz lambası	C) Şarj lambası	D) Devir göstergesi
---------------	---------------------	-----------------	---------------------

Selma Temiz

## YAĞ POMPALARI

### Görevi

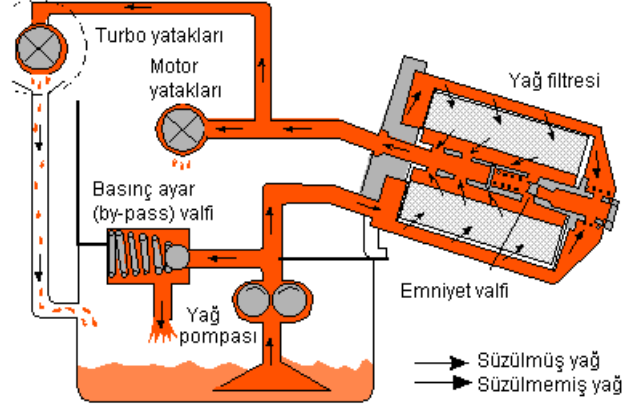
Yağ pompaları karterdeki yağı, motorun yağ delikleri ve yağ kanallarından belli basınç altında dolaştırarak motorun yağlanması gereken çeşitli parçalarına gönderir.

### Çeşitleri

Yağ pompaları, yapılış şekillerine göre:

- Dişli tip pompalar,
- Rotorlu tip pompalar,
- Paletli tip pompalar,
- Pistonlu tip pompalar şeklinde adlandırılır.

### Yapısal Özellikleri ve Çalışması



Selvi Team