

# **ARAÇ TEKNOLOJİSİ DERSİ ÖZET NOTU**

**HAZIRLAYAN**

**MEHMET KÜÇÜKDAĞ**



# MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                                         |          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. İÇTEN YANMALI MOTORLARIN TANIMI VE KRONOLOJİK TARİHÇESİ .....</b> | <b>3</b> |
| <b>MOTOR ÇEŞİTLERİ .....</b>                                            | <b>4</b> |
| Zamanlarına Göre Motorlar: .....                                        | 4        |
| Kullanılan Yakıtlara Göre Motorlar: .....                               | 4        |
| Yakıtın Yanma Yerine Göre Motorlar: .....                               | 4        |
| Yapım Özelliklerine Göre Motorlar: .....                                | 4        |
| Silindir Sayılarına Göre Motorlar: .....                                | 4        |
| Soğutma Sistemlerine Göre Motorlar: .....                               | 4        |
| <b>2. İÇTEN YANMALI MOTORUN GENEL YAPISI VE PARÇALARI .....</b>         | <b>5</b> |
| 2.2. Silindir Kapağı Ve Silindir Kapak Contası .....                    | 5        |
| 2.3. Krank Mili .....                                                   | 5        |
| 2.4. Piston Ve Segmanlar .....                                          | 5        |
| 2.5. Biyel (Piston Kolu) .....                                          | 5        |
| 2.6. Yataklar .....                                                     | 5        |
| 2.7. Kam Mili .....                                                     | 6        |
| 2.8. Supaplar .....                                                     | 6        |
| <b>3. ALTERNATİF MOTORLAR .....</b>                                     | <b>6</b> |
| 3.1. LPG Yakıtlı Sistemler .....                                        | 6        |
| 3.1.1. LPG'nin Avantajları .....                                        | 6        |
| 3.1.2. LPG'nin Dezavantajları .....                                     | 7        |
| 3.2. CNG Yakıtlı Sistemler .....                                        | 7        |
| 3.2.1. CNG'nin Avantajları .....                                        | 7        |
| 3.2.2. CNG'nin Dezavantajları .....                                     | 7        |
| 3.3. Hidrojen Yakıtlı Sistemler .....                                   | 8        |
| 3.4. Elektrik Motorları .....                                           | 8        |
| 3.5. Hibrit Sistemler .....                                             | 9        |
| 3.6. Wankel Motorlar (Rotary-Renesis Motor) .....                       | 9        |
| 3.6.1. Çalışması .....                                                  | 9        |
| <b>4. MOTOR TERİMLERİ .....</b>                                         | <b>9</b> |
| 4.1. Ölü Nokta: .....                                                   | 9        |
| 4.1.1. Üst Ölü Nokta (ÜÖN): .....                                       | 9        |
| 4.1.2. Alt Ölü Nokta (AÖN): .....                                       | 9        |
| 4.2. Kurs Boyu (Strok): .....                                           | 9        |
| 4.3. Kurs Hacmi: .....                                                  | 9        |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4. Yanma Odası Hacmi: .....                                            | 9         |
| 4.5. Silindir Hacmi:.....                                                | 10        |
| 4.6. Motor Hacmi:.....                                                   | 10        |
| 4.7. Sıkıştırma Oranı: .....                                             | 10        |
| 4.8. Hacimsel Verim:.....                                                | 10        |
| 4.9. Basınç: .....                                                       | 10        |
| 4.10. Atmosfer Basıncı: .....                                            | 10        |
| 4.11. Vakum: .....                                                       | 10        |
| 4.12. Hava Fazlalık Katsayısı: .....                                     | 10        |
| 4.13. Sente: .....                                                       | 10        |
| 4.14. Supap Bindirmesi: .....                                            | 10        |
| 4.15. Zaman:.....                                                        | 10        |
| 4.16. Çevrim: .....                                                      | 11        |
| 4.17. Dört Zamanlı Motorlarda Çevrim .....                               | 11        |
| 4.17.1. Otto Çevrimli Motorlarda Zamanların Gerçekleşmesi (Teorik) ..... | 11        |
| 4.17.2. Dizel Teorik Çevrimi .....                                       | 12        |
| 4.17.3. Otto Pratik Çevrimi .....                                        | 12        |
| 4.17.4. Dizel Pratik Çevrimi.....                                        | 13        |
| 4.17.5. Otto ve Dizel Çevrimlerinin Karşılaştırılması.....               | 13        |
| 4.18. Supap Zaman Ayar Diyagramı Ve Otto Pratik Çevrimi .....            | 13        |
| Emme Supabının Açılma Avansı (EAA).....                                  | 14        |
| Emme Supabının Kapanma Gecikmesi (EKG).....                              | 14        |
| Egzoz Supabı Açılma Avansı (EgAA) .....                                  | 14        |
| Egzoz Supabı Kapanma Gecikmesi (EgKG) .....                              | 15        |
| Emme ve Egzoz Supaplarını Tespit Etme Yöntemleri.....                    | 15        |
| Motorlarda Beraber Çalışma .....                                         | 15        |
| Beraber Çalışan Silindirlerin Tespit Yöntemleri.....                     | 15        |
| <b>5. MOTORU SENTEYE GETİRME .....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI .....</b>                                            | <b>17</b> |

# 1. İÇTEN YANMALI MOTORLARIN TANIMI VE KRONOLOJİK TARİHÇESİ

**İçten yanmalı motorlar**, ısı enerjisini mekanik enerjiye çeviren makinelerdir. Yakıtı doğrudan doğruya silindirler içerisinde yakan ve üretilen ısı enerjisini piston biyel mekanizması ile krank miline ileten motorlara **içten yanmalı motor** denir.

⊗ **1794'te** İngiliz mühendis Mr. R. Street (Mıstır Striyt), terebentin ve hava karışımını bir alevle ateşleyerek çalışabilecek bir motor projesi yaptı.

⊗ **1860'da** Fransız mühendis Etienne Lenoir (Etiyen Lenör), hava gazı ile çalışan ilk içten yanmalı motoru yaptı.

⊗ **1866'da** Alman mühendis Eugen Langen(Eğin Lengen) ve Nikolaus August Otto (Nikolas Agus Ooto), benzinli motor üretti.

⊗ **1876'da** Alman mühendis Nikolaus August Otto, dört zamanlı otto çevrimli motoru üretti.

⊗ **1878'de** İngiliz mühendisi Dugal Clerk (Tügl Klark), iki zaman esasına göre çalışan ilk motoru üretti.

⊗ **1883'te** Alman mühendisler Daimler (Daymla) ve Wilhelm Maybach (Wilhem Maybah), karbüratörlü ve sıcak boru ateşlemeli motoru geliştirdi.

⊗ **1885'te** Alman Karl Benz (Kar Benz), Daimler'in motoruna kendi bulduğu elektrikli ateşleme sistemini de uygulayarak üç tekerlekli aracı üretti.

⊗ **1887'de** Alman Robert Bosch (Rabır Boş), elektrikli ateşleme sistemini geliştirdi.

⊗ **1892'da** Rudolf Diesel (Rudolf Dizel), benzine göre daha ucuz olan kömür tozu veya ağır yağlarla çalışan dizel motorunu buldu.

⊗ **1893'te** Ford, ilk seri üretim motorlu aracı üretti.

⊗ **1899 'da** Alman Krup fabrikalarında ilk dizel motoru yapıldı.

⊗ **1901'de** Bosch firmasında çalışan Gottlop Honold (Gatlop Hanıld), yüksek gerilimli manyetoyu yaptı, 1902'de buji ateşlemeli motorlar yapıldı.

⊗ **1914'te** marş motoru ve şarj dinamosu yapıldı.

⊗ **1922'den** itibaren süper şarjlı motorlar üreilmeye başlandı.

⊗ **1928'den** itibaren akü ile ateşleme sistemi kullanılmaya başlandı.

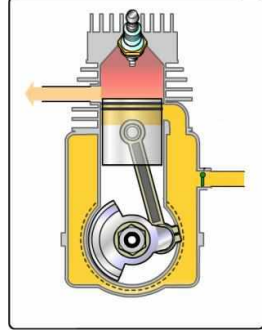
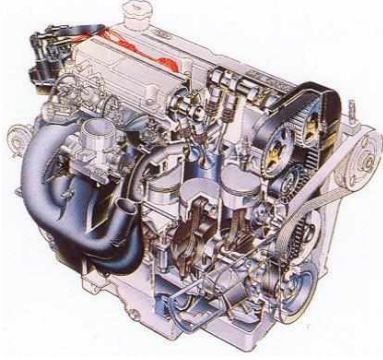
⊗ **1980'li** yıllardan itibaren elektronik kontrollü yakıt sistemleri ve elektronik ateşleme sistemleri kullanılmaya başlandı.

# MOTOR ÇEŞİTLERİ

## Zamanlarına Göre Motorlar:

1- Dört zamanlı motorlar

2- İki zamanlı motorlar



## Kullanılan Yakıtlara Göre Motorlar:

1- Benzinli motorlar

2- Dizel motorlar

3- LPG motorlar

## Yakıtın Yanma Yerine Göre Motorlar:

1- İçten yanmalı motorlar

2- Dıştan yanmalı motorlar

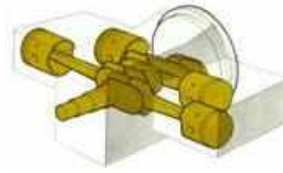
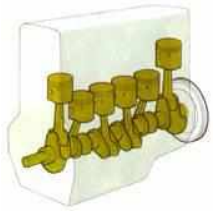
## Yapım Özelliklerine Göre Motorlar:

1- Sıra tipi

2- Birbirlerinin karşısına yatık (Düz, hafif, eğik, boksör tipi)

3- Sıra halinde bir açı ile birleştirilmiş (V tipi)

4- Daire şeklinde (Yıldız tipi)



## Silindir Sayılarına Göre Motorlar:

1- Tek silindirli

2- Çok silindirli

## Soğutma Sistemlerine Göre Motorlar:

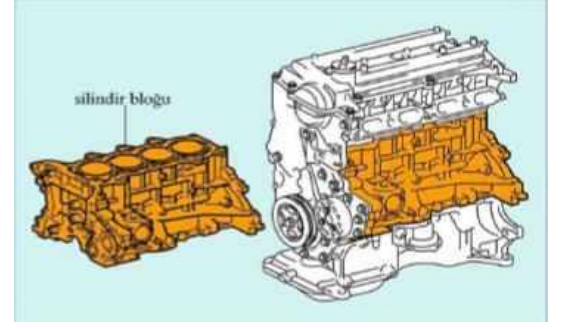
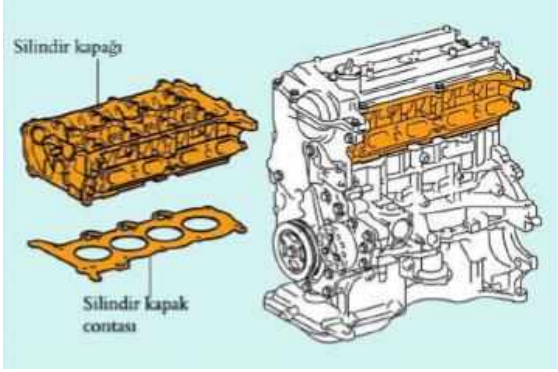
1- Su soğutmalı

2- Hava soğutmalı

## 2. İÇTEN YANMALI MOTORUN GENEL YAPISI VE PARÇALARI

### 2.1. Silindir Bloğu

Silindirleri, krank milini, motorun ana parçalarını üzerinde taşıyan; motorun gövdesini oluşturan parçadır.

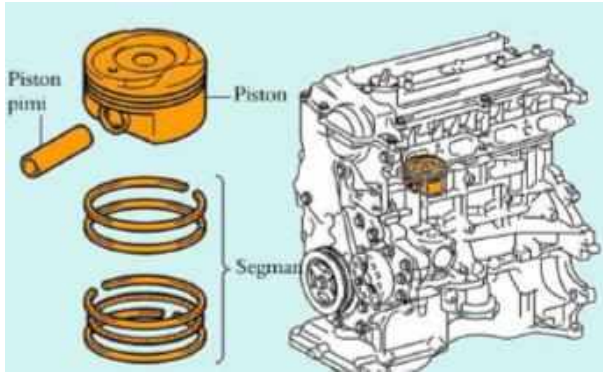
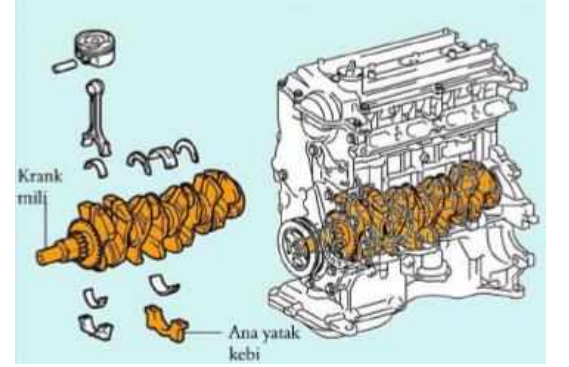


### 2.2. Silindir Kapağı Ve Silindir Kapak Contası

Silindirlerin üzerini kapatarak yanma odalarının büyük kısmını oluşturur. **Silindir kapak contası**, silindir kapağı ile silindir bloğu arasında bulunur ve sızdırmazlık sağlar.

### 2.3. Krank Mili

Dairesel hareketi doğrusal harekete çevirerek biyel vasıtasıyla pistonu hareket verir ve biyel vasıtasıyla pistondan almış olduğu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir ve çevrimin oluşmasını sağlar.



### 2.4. Piston Ve Segmanlar

Piston; silindir içerisinde ÜÖN ile AÖN arasında hareket eder, zamanların oluşmasındaki temel parçalardan biridir.

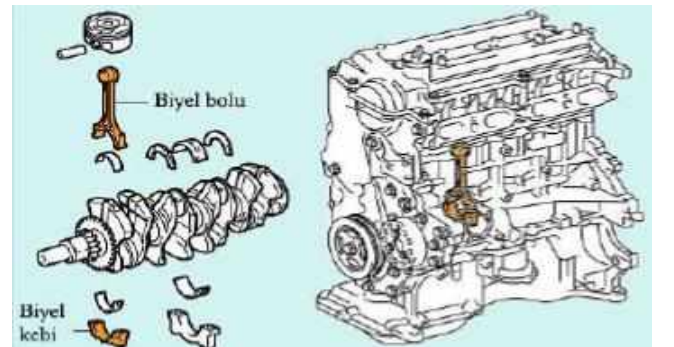
İki çeşit segman vardır. Bunlar, kompresyon segmanları ve yağ segmanlarıdır. Kompresyon segmanları yanma odası ile karter arasında sızdırmazlık sağlar, yağ segmanları silindir iç yüzeyinin yağlanması sağlar ve yüzeydeki yağı kartere sıyrır.

### 2.5. Biyel (Piston Kolu)

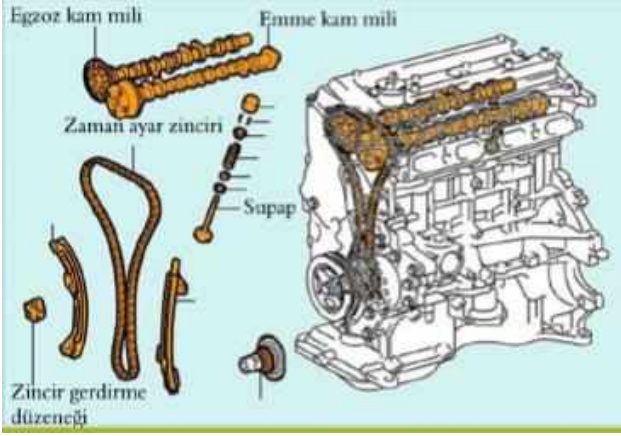
Krank mili ile piston arasındaki bağlantıyı sağlar.

### 2.6. Yataklar

Krank mili, kam mili muyluları ile biyel gibi millere bağlanan parçalar arasına yerleştirilerek yataklık yapar.



**2.6.1. Gezinti Ayı:** Krank milinin aksenal kaymasını engeller.



## 2.7. Kam Mili

Kam mili hareketini krank milinden zaman ayar dişlisi zinciri veya triger kayışı ile alarak supapların açılmasını ve açık kalma süresini ayarlar.

## 2.8. Supaplar

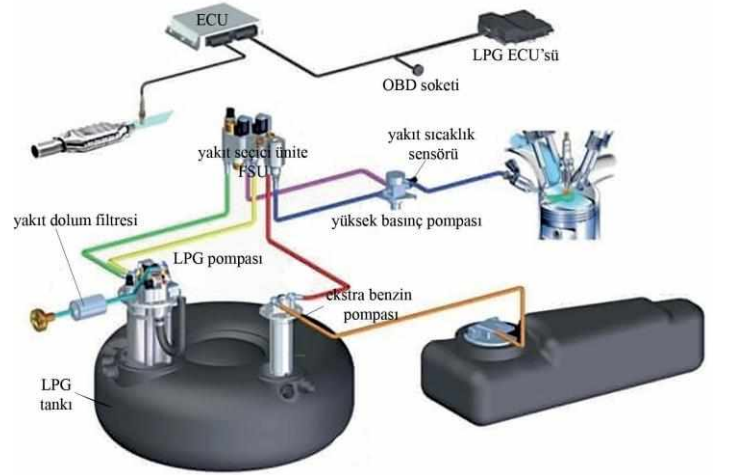
Silindir içerisine taze dolgunun alınmasını sağlayan emme supabı ve yanmış gazların silindir dışına atılmasını sağlayan egzoz supabı olmak üzere iki çeşit supap vardır.



# 3. ALTERNATİF MOTORLAR

## 3.1. LPG Yakıtlı Sistemler

LPG'nin dilimizdeki karşılığı sıvılaştırılmış petrol gazıdır. Ham petrolün damıtılması ve doğal gaz yatakları olmak üzere iki kaynaktan elde edilir. Ticari olarak %70 bütan gazı ve %30 propan gazından oluşur. Ülkemizde kış mevsimlerinde ve soğuk ülkelerde LPG içeriğindeki propan oranı artırılır. Propan gazı, renksiz ve kokusuzdur. Herhangi bir kaçak durumunun fark edilebilmesi için üretici tarafından kokulandırılır.



### 3.1.1. LPG'nin Avantajları

- ⊗ Benzine göre daha ekonomiktir.
- ⊗ Yanma verimi yüksektir.
- ⊗ Egzoz emisyon değerleri benzine göre daha iyidir.
- ⊗ Motor yağı daha az kirlenir.
- ⊗ Yüksek sıkıştırma oranında yanmaya uygundur, vuruntuya sebep olmaz.

### 3.1.2. LPG'nin Dezavantajları

- ⊗ Yanma anındaki sıcaklık daha yüksektir. Bu sebeple NOx salınımının artmasını tetikler.
- ⊗ Yüksek sıcaklıktan bazı motorlarda supap saplarının uzamasına, bagaların aşınmasına sebep olur.
- ⊗ Dönüşüm yapılan aracın ağırlığını arttırır.
- ⊗ Depo bagajda veya stepne alanında ekstra yer kaplar.

### 3.2. CNG Yakıtlı Sistemler

CNG'nin [Compressed Natural Gas (Komprest naçurıl gas)] dilimizdeki karşılığı sıkıştırılmış doğal gazdır. 3000-3600 psi basınçla sıkıştırılarak basınca dayanıklı depolarda tutulur. Renksiz ve kokusuzdur. % 80-90 metan gazı, % 5-10 etan gazı, % 5 civarı bütan ve ve propan gazlarından oluşur. Havaya göre iki kat daha hafiftir. - 162°C'de sıvı hale gelir. Oktan sayısı 124-128'dir. Depolama çok yer kapladığından veya otomobillere takılan depolardaki doğal gaz ile az menzil yapıldığından genellikle ağır yük taşıtlarında ve toplu taşıma araçlarında kullanılırlar.

#### 3.2.1. CNG'nin Avantajları

- ⊗ Diğer yakıtlara göre daha ekonomiktir.
- ⊗ İçeriğinde kükürt veya organik bileşikleri olmadığından diğer fosil yakıtlara (benzin, motorin gibi) göre en temiz yakıttır.
- ⊗ Motora direkt gaz olarak girdiğinden soğuk havalarda dahi kolayca yanar.
- ⊗ Doğal gazın tutuşma sıcaklığı 650°C benzininki ise 350°C'dir.
- ⊗ Oktan sayısının yüksek olduğundan motor yanma verimi daha yüksektir.
- ⊗ NOx salınımı dizel yakıtlarına göre % 70, benzin ve LPG'ye göre % 30 daha iyidir.
- ⊗ CO salınımında diğer yakıtlara göre % 90 daha iyidir.

#### 3.2.2. CNG'nin Dezavantajları

- ⊗ CNG dönüşümü yapılan araçlarda menzil ve güç kayıplarına neden olur.
- ⊗ Depoları çok yer kaplar. Bu sebeple küçük araçlarda çok tercih edilmez.
- ⊗ Dolum istasyonları azdır. Kurulum maliyetleri yüksektir.

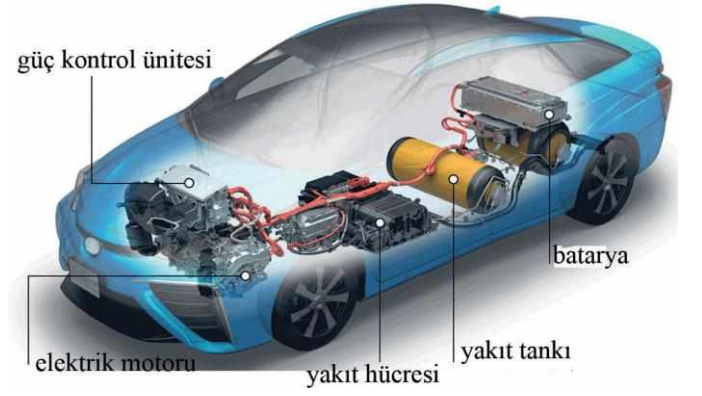
### 3.3. Hidrojen Yakıtlı Sistemler

Hidrojen; havadan 14 kat, doğal gazdan yaklaşık 10 kat daha hafiftir. Isıl verimi yüksek bir yakıttır. Buna karşılık depolama problemi vardır. Hidrojen üretimi doğal gazdan (ve diğer fosil yakıtlardan) buhar reformasyonu yöntemiyle ve sudan elektroliz yöntemiyle üretilir.

Elektroliz ile hidrojen üretimi hem fosil yakıtların

kullanımını tamamen ortadan kaldıracak hem de doğaya olan etkiler daha da azalacaktır. Ama bu yöntemin şu an için yüksek maliyetli olması önemli bir dezavantajdır.

Günümüzde sıkıştırılarak veya sıvılaştırılarak basınçlı çelik tanklarda (Karbonfiber tanklarda kullanılmaktadır.) depolama ya da kimyasal bileşik yaptırılarak depolama yapılmaktadır.



#### Hidrojen, yakıt olarak araçlarda iki şekilde kullanılmaktadır:

1- İçten yanmalı motorda kullanımı: Yakıt olarak fosil yakıtlara göre daha verimlidir. Egzoz emisyonu olarak CO, CO<sub>2</sub>, HC gibi salınımlar gerçekleşmez. Fakat yüksek sıcaklıklardan dolayı NO<sub>x</sub> salınımı yüksektir. Hidrojenin içten yanmalı motorlarda kullanımı çok yaygın değildir.

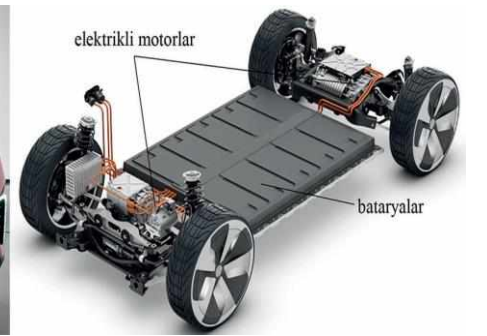
2- Yakıt pili olarak kullanımı: Otomotiv üreticileri tarafından tercih edilen ve yaygın olan kullanım şeklidir. Bu araçlar aslında elektrik motoru ile tahrik edilirler. Araç üzerinde depo edilen hidrojen ile yakıt hücrelerinde elektrik üretilir. Üretilen bu elektrik ile elektrik motorları çalıştırılır.

### 3.4. Elektrik Motorları

Elektrik motorlu araçlar, günümüzde daha çok konuşulmaya başlanmıştır. İçten yanmalı motorlarla kıyaslandıklarında elektrikli motorların yüksek

verimlilikleri, çevreyi daha az kirletmeleri, düşük maliyetli menzilleri ve motor tahrik sistemleri çok az parçadan oluşması gibi avantajları dikkat çeker. Bu sebeple elektrikli motorlar, geleceğin sistemlerinden biridir.

Fakat özellikle ülkemizdeki şarj istasyonu sayısının az olması, son tüketici fiyatlarının yüksek olması, batarya hammadde ve teknolojilerinin belli tekellere bağlı olması şu an için elektrik motorlu araçların dezavantajlı durumudur.



### 3.5. Hibrit Sistemler

Otomotiv sektöründe belli bir pazar payını yakalamış sistemlerdir. Sistem, otomobil ya da ticari araçlarda uygulanmaktadır. Sistem bir içten yanmalı motor ve bir elektrik motorundan oluşur. Hibritin; seri hibrit, paralel hibrit, plug-in hibrit gibi çeşitleri vardır.

### 3.6. Wankel Motorlar (Rotary-Renesis Motor)

Felix Wankel (Felix Vankıl) tarafından tasarlanmış olan wankel motorlar, birkaç markada kullanılsa da maliyetli olması ve motor ömrünün düşük olması sebebiyle yaygın kullanım alanı yakalayamamıştır. Mazda, bütün ticari haklarını satın alarak geliştirdiği motor tipini RX otomobil serilerinde günümüze kadar kullanmıştır. Rotay motorunun günümüzde uygulanan emisyon standartlarına uyarlamak için Ar-Ge çalışmaları devam etmekte olup bu motor firmanın yeni modellerinde kullanılmamıştır.



#### 3.6.1. Çalışması

Rotary motorda bir odacık içerisinde bir rotorun dönerek hava giriş çıkış portlarının kanallarını açıp kapamasıyla ve oda içerisine aldığı taze dolguyu sıkıştırıp yakmasıyla dört zaman (emme, sıkıştırma, ateşleme ve egzoz) oluşturulur. Bu dört zaman, rotorun her üç yüzeyinde ve rotorun bir turunda gerçekleşir yani tek turda sırayla gerçekleşir.

## 4. MOTOR TERİMLERİ

**4.1. Ölü Nokta:** Pistonun silindir içerisinde dönüş yaparken anlık olarak durakladığı yerlere **ölü nokta** denir.

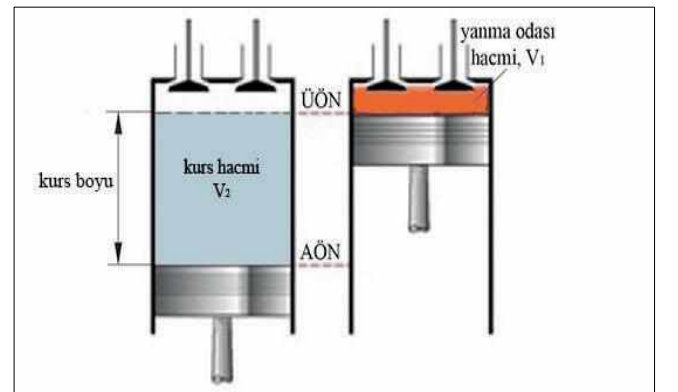
**4.1.1. Üst Ölü Nokta (ÜÖN):** Pistonun dönüş yaparken çıktığı en üst noktadır.

**4.1.2. Alt Ölü Nokta (AÖN):** Pistonun dönüş yaparken indiği en alt noktadır.

**4.2. Kurs Boyu (Strok):** ÜÖN ile AÖN arasındaki mesafedir.

**4.3. Kurs Hacmi:** Pistonun ÜÖN ile AÖN arasında taramış olduğu hacimdir. Silindirin taban alanı ile kurs boyunun çarpımına eşittir.

**4.4. Yanma Odası Hacmi:** Piston ÜÖN'de iken üzerinde kalan hacimdir.



**4.5. Silindir Hacmi:** Yanma odası hacmi ile kurs hacminin toplamıdır. Piston AÖN’de iken üzerinde kalan hacimdir.

**4.6. Motor Hacmi:** Silindir hacmi ile silindir sayısının çarpımına eşittir.

**4.7. Sıkıştırma Oranı:** Yanma odası hacminin silindir hacmine oranıdır. Sıkıştırma Oranı =  $(V_1 + V_2) / V_1$

**4.8. Hacimsel Verim:** Silindir içerisine alınan taze dolgunun hacminin silindir hacmine oranıdır. Hacimsel verim motor gücüne, momentine ve yakıt sarfiyatına etki eder.

**4.9. Basınç:** Birim yüzeye etki eden kuvvete denir. Basınç birimleri; bar, atmosfer(kg/cm<sup>2</sup>), pascal, PSİ cinsinden kullanılır.

**4.10. Atmosfer Basıncı:** Atmosferi oluşturan gazlar, ağırlıkları ile yer yüzeyi üzerine bir kuvvet uygular. Bu kuvvete **atmosfer basıncı** denir. Deniz seviyesinde 15°C sıcaklıkta ölçülen atmosfer basıncı, 1 atmosfer = 1 kg/cm<sup>2</sup>dir. Rakım arttıkça atmosfer basıncı düşer. Çünkü yükseklerle çıkıldıkça hava yoğunluğu azalır.

**4.11. Vakum:** Herhangi bir ortamda havanın basıncının dış ortamdaki havanın yani atmosfer basıncının altında olması durumudur. Başka bir tanımla ortamdaki havanın azalması veya yokluğudur.

**4.12. Hava Fazlalık Katsayısı:** 1 birim hacim yakıtı yakabilmek için 14,7 birim hacim havaya ihtiyaç vardır. Yani silindirlere alınması gereken yakıt hava karışım oranı 1/14,7’dir. Hava fazlalık katsayısı ise silindirlere giren gerçek hava miktarının, silindirlere girmesi gereken ideal hava miktarına oranıdır.

“ $\lambda$ ” sembolü ile gösterilir. İdeal oran  $\lambda = 1$  olmalıdır.  $\lambda > 1$  olursa fakir karışım,  $\lambda < 1$  olursa zengin karışım olur.

**4.13. Sente:** Piston ÜÖN’de iken emme ve egzoz supaplarının kapalı olduğu andır. İş zamanının başlangıç anıdır. Motor üzerindeki ayarlamalar senteye göre yapılır. Motorun 1. silindirinin sente pozisyonu, motorun sente pozisyonudur.

**4.14. Supap Bindirmesi:** Piston ÜÖN’de iken emme ve egzoz supaplarının açık olduğu andır. Egzoz zamanı sonu emme zamanının başlangıç anıdır.

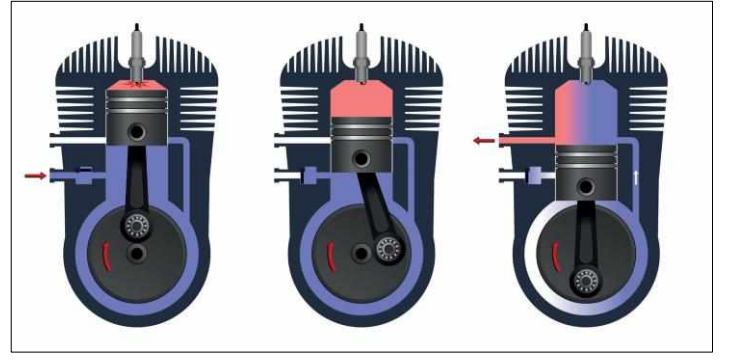
**4.15. Zaman:** Teorik olarak pistonun ÜÖN ile AÖN arasında yapmış olduğu 180°lik hareketine **zaman** denir. Motorda oluşan zamanlar gerçekte supapların açılmaları ve kapanmaları ile oluşur. Dolayısıyla zamanlar gerçekte 180°den farklı değerler alır. Bu zamanlar; emme, sıkıştırma, iş, egzoz şeklinde isimlendirilirler.

**Zamanlarına göre iki motor çeşidi vardır. Bunlar, 2 zamanlı motor ve 4 zamanlı motordur.**

**İki zamanlı motorlarda** piston ÜÖN’den AÖN’ye inerken iş zamanının sonu egzoz zamanının başlangıcında transfer portu üzerinden karterdeki benzin-hava karışımı yanma odasına alınır.

Yanma odasına giren taze karışım yanmış gazlarında bir miktarını egzoz portundan atılmasını sağlar.

Piston AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken egzoz portunu ve transfer portunu kapatır, sıkıştırma zamanı başlar. Sıkıştırma zamanı gerçekleşirken emme portu açılır ve kartere benzin-hava karışımı alınmaya başlanır. Sıkıştırma zamanı sonunda buji ile ateşleme yapılır ve iş zamanı başlar. Piston üzerinde oluşan basıncın etkisiyle tekrar ÜÖN'den AÖN'ye doğru inmeye başlar. Piston bir miktar indikten sonra egzoz portu ve transfer portu açılır. Yeni döngü başlar. Kısaca krank milinin bir devrinde zamanlar iç içe girmiş bir şekilde çevrim tamamlanır.



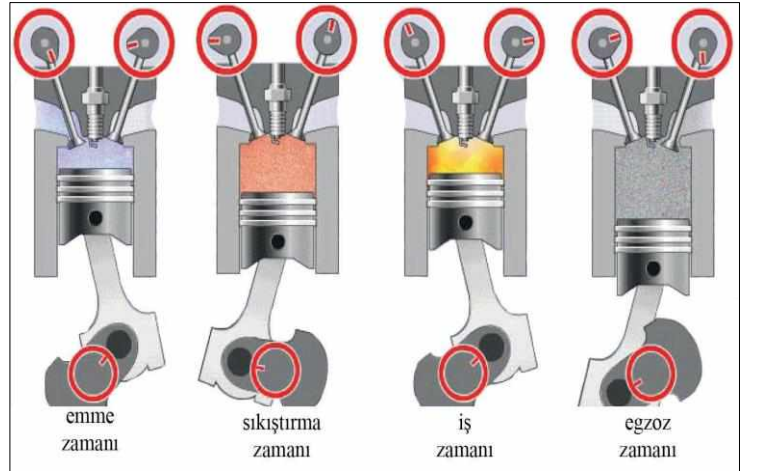
**4.16. Çevrim:** Motorda bir iş gerçekleşmesi için sırasıyla emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanları gerçekleşir. Buna **bir çevrim** denir. Bir çevrim, 2 zamanlı motorlarda krank milinin bir devrinde yani  $360^\circ$ de gerçekleşir. 4 zamanlı motorlarda ise krank milinin iki devrinde yani  $720^\circ$ de gerçekleşir.

#### 4.17. Dört Zamanlı Motorlarda Çevrim

##### 4.17.1. Otto Çevrimli Motorlarda Zamanların Gerçekleşmesi (Teorik)

Teorik çevrimde zamanlar  $180^\circ$ de tamamlanır.

**Emme Zamanı:** Piston ÜÖN'de iken emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye inerken vakum oluşur ve silindir içerisine yakıt hava karışımı alınır. Teorik olarak basıncın değişmediği kabul edilir. Piston AÖN'ye geldiğinde emme supabı kapanır. Emme zamanı tamamlanır.



**Sıkıştırma Zamanı:** Emme ve egzoz supapları kapalıdır; piston AÖN'den ÜÖN'ye giderken silindir içindeki yakıt hava karışımını sıkıştırır, karışımın basınç ve sıcaklığı artar. Piston ÜÖN'ye geldiğinde sıkıştırma zamanı tamamlanır.

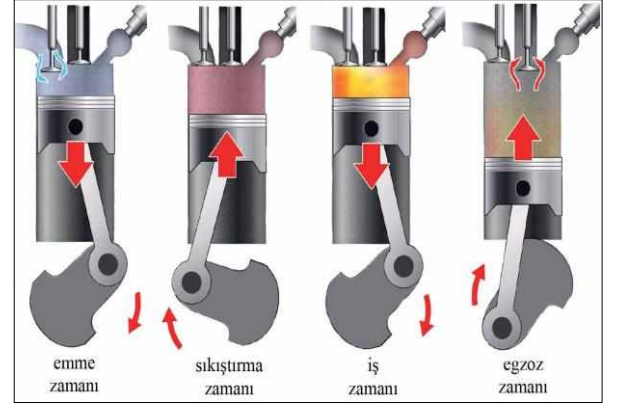
**İş Zamanı:** Emme ve egzoz supapları kapalıdır ve piston ÜÖN'dedir. Buji ile yakıt hava karışımı ateşlenir, hacim sabittir. Yanma odasındaki basınç ve sıcaklık daha da artar. Piston AÖN'ye ittilir. İş zamanı piston AÖN'ye geldiğinde tamamlanır.

**Egzoz Zamanı:** Piston AÖN'ye geldiğinde egzoz supabı açılır; yanmış gazlar egzoz kanalından silindir dışına kendiliğinden çıkmaya başlar ve basınç aniden düşer, hacim değişmez. Piston ÜÖN'ye geldiğinde egzoz zamanı ve bir teorik otto çevrimi tamamlanmış olur.

#### 4.17.2. Dizel Teorik Çevrimi

Dizel teorik çevrimde de zamanlar 180°de tamamlanır.

**Emme Zamanı:** Piston ÜÖN'dedir ve emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye iner, silindir içerisine sadece hava alınır. Piston AÖN'ye geldiğinde emme supabı kapatılır, basınç değişmez.



**Sıkıştırma Zamanı:** Emme ve egzoz supapları kapalıdır; piston AÖN'den ÜÖN'ye giderken silindir içindeki havayı sıkıştırır, havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Piston ÜÖN'ye geldiğinde sıkıştırma zamanı tamamlanır.

**İş Zamanı:** Sıcaklığı yüksek olan havanın içerisine basınçlı yakıt püskürtülür ve yakıt yanmaya başlar.

Yanma odasında sıcaklık sabit basınçta en yüksek noktaya çıkar ve piston AÖN'ye ittirilir. Piston AÖN'ye geldiğinde iş zamanı tamamlanır.

**Egzoz Zamanı:** Piston AÖN'de iken egzoz supabı açılır; yanmış gazlar silindir dışına kendiliğinden çıkmaya başlar ve basınç aniden düşer, hacim değişmez. Piston ÜÖN'ye geldiğinde egzoz zamanı ve dizel çevrimi tamamlanır.

#### 4.17.3. Otto Pratik Çevrimi

**Emme Zamanı:** Piston ÜÖN'ye gelmeden 5°-10° önce emme supabı açılır.

Piston ÜÖN'den AÖN'ye doğru giderken silindir içinde vakum oluşur. Basınç atmosfer basıncından düşüktür. Silindir içine yakıt hava karışımı alınır. Piston AÖN'yi yaklaşık 50° geçtikten sonra emme supabı kapanır.

**Sıkıştırma Zamanı:** Emme supabı kapandıktan sonra piston AÖN'den ÜÖN'ye doğru çıkarken yakıt hava karışımını sıkıştırır, karışımın basıncı ve sıcaklığı artar.

**İş Zamanı:** Piston ÜÖN'ye gelmeden 5°-15° önce karışım buji ile ateşlenir. Alev hızlı şekilde yanma odasına yayılır, basınç ve sıcaklık aniden artar. Basınç piston ÜÖN'yi yaklaşık 5° geçtikten sonra en yüksek değerine ulaşır ve piston AÖN'ye doğru itilir.

**Egzoz Zamanı:** Piston AÖN'ye gelmeden 45° önce egzoz supabı açılır. Yanmış gazlar zaten basınçlı olduklarından kendiliğinden dışarıya çıkmaya başlarlar. Piston, AÖN'den ÜÖN'ye doğru giderken yanmış gazları dışarıya atmaya devam eder. Piston ÜÖN'yi 5°-15° geçtikten sonra kapanır. Çevrim tamamlanır.

#### 4.17.4. Dizel Pratik Çevrimi

**Emme Zamanı:** Piston ÜÖN'ye gelmeden emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye giderken vakum oluşturur. Basınç atmosfer basıncının altına düşer. Silindir içine hava alınmaya başlar.

Emme supabı piston AÖN'yi geçtikten sonra kapanır.

**Sıkıştırma Zamanı:** Piston, silindir içine alınan havayı sıkıştırır ve havanın basıncı ve sıcaklığı artar.

**İş Zamanı:** Piston ÜÖN'ye gelmeden enjektörden basınçlı sıcak havanın içine basınçlı yakıt püskürtülür.

Tutuşma olur; hızlı bir yanma başlar, basınç ve sıcaklık aniden yükselir. Enjektörden yakıt püskürtmenin devam etmesiyle yanma kontrollü olarak devam eder. Oluşan basınç ile piston AÖN'ye itilir.

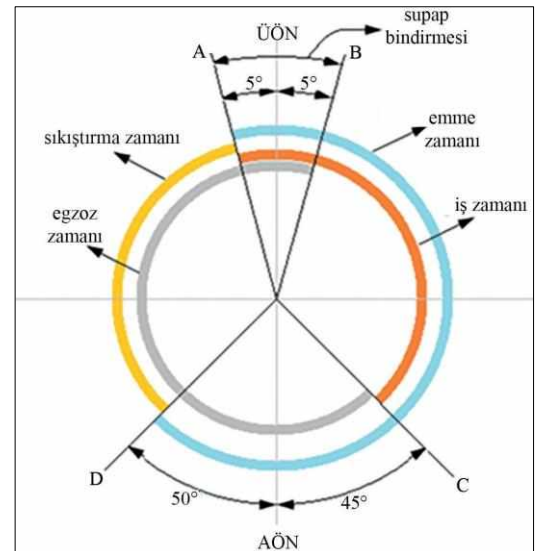
**Egzoz Zamanı:** Egzoz supabı piston AÖN'ye gelmeden egzoz supabı açılır. Yanmış basınçlı gazlar dışarıya çıkmaya başlar. Piston AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken yanmış gazları dışarıya atmaya devam eder. Piston ÜÖN'yi geçtikten sonra egzoz supabı kapanır ve çevrim tamamlanır.

#### 4.17.5. Otto ve Dizel Çevrimlerinin Karşılaştırılması

- ⊗ Teorik otto çevriminde yanma, sabit hacimde teorik dizel çevriminde ise sabit basınçta gerçekleşir.
- ⊗ Dizel motorlarının yakıt sarfiyatı düşüktür.
- ⊗ Dizel motorlarında daha yüksek tork üretilir.
- ⊗ Otto motorlardan daha fazla güç üretilir.
- ⊗ Dizel motorlarda yüksek NOx salınımı vardır. Ayrıca partikül madde çıkışı vardır.
- ⊗ Otto motorlarda CO ve HC salımı vardır. NOx salınımı dizele göre düşüktür.
- ⊗ Dizel motorların bakım maliyetleri daha yüksektir.

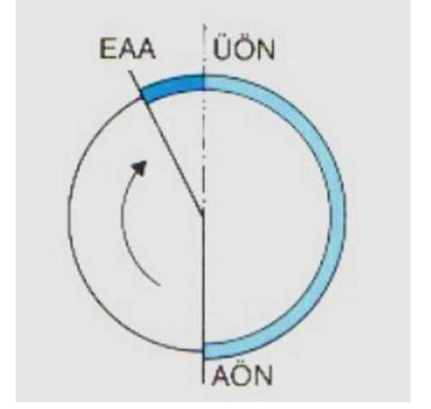
#### 4.18. Supap Zaman Ayar Diyagramı Ve Otto Pratik Çevrimi

İçten yanmalı motorlarda zamanlar, supapların açılmaları ve kapanmaları durumuna göre oluşur. Teorik çevrimde zamanlar 180°de tamamlanır fakat pratikte yani gerçekte böyle değildir. Bu diyagram krank milinin dönüş açısına göre supapların açılmalarını ve kapanmalarını gösteren diyagramdır.



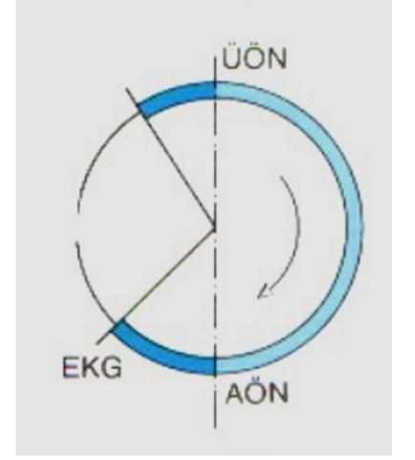
### Emme Supabının Açılma Avansı (EAA)

Emme supabını piston Ü.Ö.N.ye gelmeden  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  (EAA, Emme Açılma Avansı) önce açmakla, pistonun karışıma hareket ve yön vermesi sağlanır. Egzoz supabından çıkmakta olan egzoz gazları, emme supabı tarafında azda olsa bir vakum meydana getirir, egzoz gazlarının yarattığı bu vakum yardımı ile taze karışım silindire dolmaya başlar. Taze karışımın yoğunluğu, yanma odasındaki yanmış gazların yoğunluğundan daha fazladır. Bu nedenle bir miktar egzoz gazı daha dışarı atılabilir. Böylece piston A.Ö.N. ye doğru harekete başladığında silindir içerisinde, atmosferik basınca oranla 0,1–0,2 bar lık bir basınç düşmesi meydana gelir. Bu basınç farkı ile yakıt hava karışımı silindire dolmaya başlar. Emme sırasında silindirlerdeki basınç hemen hemen sabittir. Sıcaklık ise  $10$ – $40^{\circ}\text{C}$  dolaylarındadır.



### Emme Supabının Kapanma Gecikmesi (EKG)

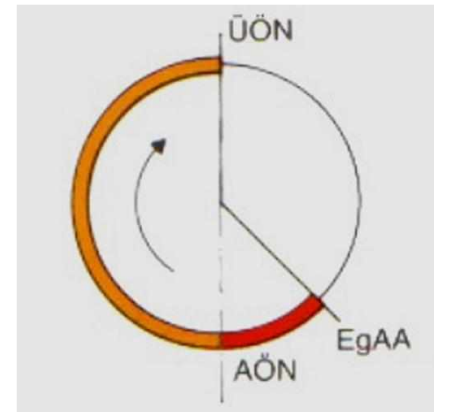
Emme zamanında, pistonun Ü.Ö.N. den A.Ö.N. ye doğru hızla ilerlerken, yarattığı vakum nedeni ile hava yakıtle karışarak silindirlere dolmaya devam eder. Piston A.Ö.N. ye geldiğinde silindire dolmakta olan karışım, henüz piston yüzeyine yetişememiştir. Buna göre piston Ü.Ö.N. ye doğru çıkmaya başladığı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



A noktasında sıcaklığı ve basıncı arttırılmış olan karışım buji ile kıvılcım çaktırılarak ateşlenir. Yanma sonunda sıcaklık  $2000$ – $2500^{\circ}\text{C}$ 'ye ve basınç yaklaşık 50 bara yükselir. Piston AÖN'ye itilir. Ateşlemenin ÜÖN'den önce yapılmasına **ateşleme avansı** denir.

### Egzoz Supabı Açılma Avansı (EgAA)

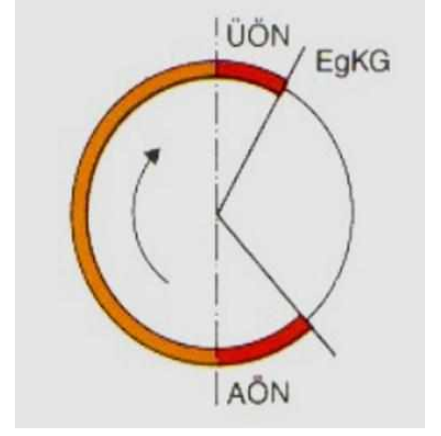
Egzoz supabı, piston A.Ö.N ya geldiği anda açılacak olursa egzoz gazları iş yapmadığı halde, silindirlere daha uzun zaman kalmış olacaktır. Çünkü sıkıştırma zamanı sonunda ateşlenen karışımın meydana getirdiği yanma sonu basıncı piston Ü.Ö.N. yi  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$  geçince en yüksek değerine ulaşmış olur ve bu basınç ile piston A.Ö.N. ye doğru itilir. Piston A.Ö.N. ye yaklaşıncı silindir içerisinde hacim büyümesi olduğu için yanma sonu basıncı azalarak 4-7 bara kadar düşer.



Piston A.Ö.N. ye  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$  kadar yaklaşıncı, egzoz supabı açılırsa içerdeki yanmış gazların basıncı, atmosferik basınçtan fazla olduğu için piston A.Ö.N. ye doğru gitmesine rağmen, egzoz gazları kendiliğinden dışarı çıkmaya başlar. Böylece piston A.Ö.N. yi aşıp, Ü.Ö.N. ye doğru hareket ederken üzerindeki geri basınç en az değere inmiş olur.

## Egzoz Supabı Kapanma Gecikmesi (EgKG)

Egzoz supabı piston Ü.Ö.N. yı  $10^{\circ}$  - $15^{\circ}$  geçince kapatılırsa, silindir1ere dolmaya başlayan taze karışım, bir miktar daha egzoz gazının yanma odasından dışarı atılmasını sağlar. Çünkü emme zamanı başlangıcında piston hızı az, olduğundan vakum henüz azdır. Taze karışımın ağırlığı ile yanmış gazlar yanma odasını terk eder. Böylece bir çevrim tamamlanmış olur.



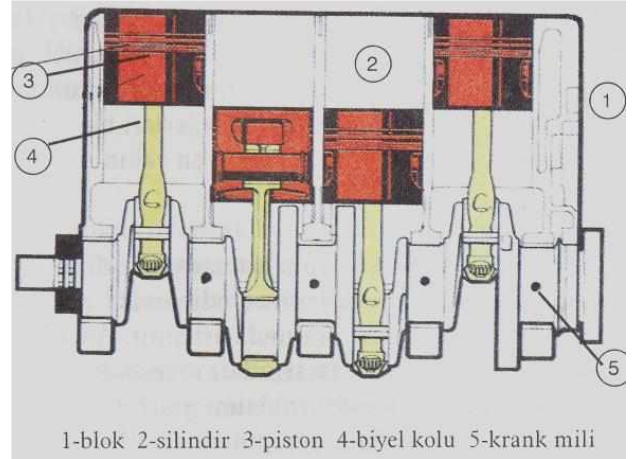
## Emme ve Egzoz Supaplarını Tespit Etme Yöntemleri

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

- 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).
- 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.

## Motorlarda Beraber Çalışma

Bir motorun iki pistonu aynı anda A.Ö.N. de ve beraberce aynı anda Ü.Ö.N. de oluyorsa bu pistonlar beraber çalışıyor demektir. 4 ve 6 silindirli sıra motorlarda daima birinci ile sonuncu, ikinci ile sondan ikinci, üçüncü ile sondan üçüncü, beraber çalışırlar. Altı silindirli motorlarda, (1-6), (2-5), (3-4) numaralı silindirler beraber çalışır. (V-6), (V-8) silindirli motorların pistonları da ikişer ikişer beraber çalışırlar. Ancak bu motorlarda krank mili muylularının yapım şekli ve silindirlerin numaralanma şekli değişik olduğu için, beraber çalışan pistonlar 4 ve 6 silindirli motorlardan farklıdır.



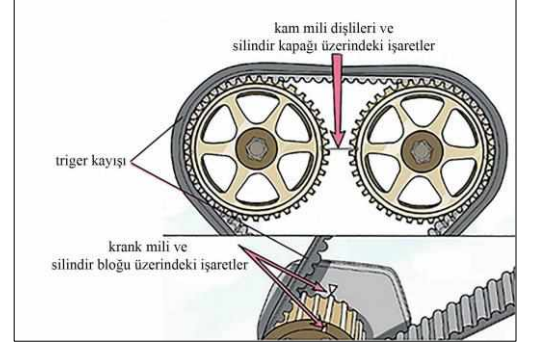
## Beraber Çalışan Silindirlerin Tespit Yöntemleri

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 beraber çalışan silindirleri verir. Örneğin ateşleme sırası 1-3-4-2 olan bir motorun beraber çalışan silindirlerini bulalım. 1-3 / 4-2: 1 ve 4, 2 ve 3 beraber çalışan silindirlerdir

## 5. MOTORU SENTEYE GETİRME

Motor üzerinde hareketli birçok parçanın ve sistemin pozisyonu motorun sente pozisyonuna göre ayarlanır.

Dişli ile hareket iletimli, triger kayışı ile hareket iletimli ve zincir ile hareket iletimli olmak üzere üç farklı zamanlama mekanizması vardır. Her mekanizmada ve motor tipinde birbirinden farklı zamanlama işaretleri kullanılır. Bu sebeple motor senteye getirilirken ilgili aracın motor kataloğundan yararlanılır.



Motoru dönüş yönünde döndürerek supapların açılmasına ve kapanmasına bakarak 1. Silindir senteye getirilir.

1. silindirin sente pozisyonu, motorun sente pozisyonudur.

Üst kapak açılıp hangi supapların emme supabı, hangilerinin egzoz supabı olduğu; emme ve egzoz manifoldlarının konumlarına bakılarak tespit edilir.

Motor üzerinde motorun sente pozisyonunu gösteren işaretlere göre de motor senteye getirilir. Bu işaretler zaman ayar dişlileri üzerinde ve zaman ayar mekanizmasının bulunduğu kısımlarda bulunur. Bu işaretler karşılaştıncaya kadar motor dönüş yönünde döndürülür. İşaretler karşılaştığında motor senteye gelmiş olur. Motor dönüş yönünde döndürülerek silindirlerin senteye geliş sıralaması, motorun ateşleme sırasını da gösterir.

4 silindirli ve üzerindeki çift silindir sayılı motorlarda kardeş çalışan iki silindir vardır. Yani aynı anda ÜÖN ve AÖN'de olurlar. İki piston ÜÖN'de iken silindirlerden biri supap bindirmesinde diğeri sentededir. 4 silindirli sıra tip motorlarda 1. ve 4. ; 2. ve 3. silindirler birlikte çalışır.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. İçten yanmalı motorların tanımını yapınız?
2. İçten yanmalı motorların tarihçesi hakkında bilgi veriniz?
3. İçten yanmalı motorların kullanıldığı yerler nelerdir?
4. Motor çeşitleri nelerdir?
5. İçten yanmalı bir motorun genel yapısını açıklayınız?
6. İçten yanmalı bir motorun parçalarını sıralayınız?
7. İçten yanmalı motorların parçalarının görevlerini yazınız?
8. Alternatif motorlar nelerdir?
9. Alternatif motorlar hakkında kısaca bilgi veriniz?
10. Motor terimlerini kısaca açıklayınız?
11. Dört zamanlı bir motorda çevrimi açıklayınız?
12. Otto (Benzinli) çevrimi ve dizel çevrimlerini tanımlayınız?
13. Otto (Benzinli) çevrimi ve dizel çevrimi karşılaştırınız?
14. Supap zaman ayar diyagramını çizerek açıklayınız?
15. Emme ve egzoz supaplarını nasıl belirleriz?
16. Motorun senteye getirilme işlemini kısaca açıklayınız?

# SABİT MOTOR PARÇALARI MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. MOTOR TAKOZLARININ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ</b>                                 | <b>3</b>  |
| Görevleri                                                                            | 3         |
| Yapısı ve Özellikleri                                                                | 3         |
| <b>2. MANIFOLDLARIN KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ</b>                                      | <b>3</b>  |
| Motorlarda Emme Sistemleri                                                           | 3         |
| Görevi                                                                               | 4         |
| 2.1. Emme Manifoldu                                                                  | 4         |
| Conta Malzemeleri Ve İmalat Usulleri                                                 | 4         |
| 2.1.1. Hava Filtresi:                                                                | 5         |
| Çeşitleri                                                                            | 5         |
| 2.1.2. Turbo Şarj:                                                                   | 5         |
| Motorlarda Emme Sistemleri Çeşitleri                                                 | 5         |
| 1. Direkt Emme Sistemleri                                                            | 5         |
| Motorlarda Egzoz Sistemleri                                                          | 6         |
| 1. Görevleri                                                                         | 6         |
| 2.2. Egzoz Manifoldu                                                                 | 7         |
| Yapısal Özellikleri ve Malzemeleri                                                   | 7         |
| Manifoldları Söküp-Takma İşlemleri Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar        | 7         |
| 2.3. Katalitik Konvertör                                                             | 8         |
| 2.4. DPF (Dizel Partikül Filtresi)                                                   | 8         |
| 2.5. Dizel Oksidasyon Katalizörü                                                     | 8         |
| 2.6. Manifoldların Arızaları                                                         | 8         |
| Manifoldlarda Yapılan Kontroller                                                     | 9         |
| <b>3. SILINDIR KAPAĞI KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ</b>                                    | <b>9</b>  |
| 3.1. Yanma Odaları                                                                   | 10        |
| 3.2. Silindir Kapak Contası                                                          | 10        |
| 3.3. Silindir Kapağında Meydana Gelebilecek Arızalar Ve Belirtileri                  | 10        |
| Silindir Kapağını Sokup - Takma İşlemleri Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar | 11        |
| Silindir Kapaklarında Çatlak Oluşması Nedenleri                                      | 11        |
| Silindir Kapağının Gözle Kontrolü                                                    | 11        |
| Silindir Kapağında Eğiklik Kontrolü                                                  | 12        |
| Silindir Kapağında Çatlaklık Kontrolü                                                | 12        |
| Silindir Kapağında Veya Contasında Herhangi Bir Arızanın Motor Üzerinde Belirtileri  | 12        |
| <b>4. SILINDIR BLOĞU KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ</b>                                     | <b>13</b> |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1. Üst Kısımları Açık Soğutma Kanallı Silindirler (Yaş Gömlek)..... | 13        |
| Silindir Bloğu Arızaları ve Nedenleri.....                            | 13        |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI .....</b>                                         | <b>14</b> |

## 1. MOTOR TAKOZLARININ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

**Motor takozları (motor kulağı);** motoru aracın karoserine ve traverse bağlamaya yarayan, motor titreşimlerini absorbe ederek (emerek) araç gövdesine iletilmesini engelleyen parçalardır.



### 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

Araça yan yerleşimli motorlarda motor ön kısmında **motor üst kulağı** bulunur.

Motor arkasında şanzıman ile birlikte motoru araç gövdesine bağlayan bir kulak daha bulunur. Araç altında aracın ön kısmından bağlanan bir motor kulağı daha bulunur.



### 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.

## 2. MANIFOLDLARIN KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

### Motorlarda Emme Sistemleri

Atmosferik içten yanmalı motorlarda silindirlere hava, alçak ve yüksek basınç alanlarının farkından yararlanılarak alınır. Emme zamanında piston, AÖN'ye doğru hareket ederken silindir içinde hacim büyümesinden dolayı alçak basınç alanı oluşur. Emme portu, emme supabı, emme manifoldu ve diğer giriş parçaları aracılığıyla atmosfere açıktır.

Araçların bulunduğu yerin atmosfer basıncına göre doldurma verimi değişir. Hava, atmosfer basıncı tarafından silindir içinde oluşan hava boşluğuna itilir. Bu emme supabı kapanıncaya kadar devam eder.

## Görevi

Emme sisteminin temel fonksiyonu, yakıt ve havayı birbiriyle yanabilir oranlarda (1/15) karıştırmak, motorun yük ve yol durumu talebine ve istenilen güce göre değişen miktarlarda karışımın yanma odasına alınmasını sağlamaktır.

Emme sistemini oluşturan parçalar şunlardır:

- ☐ Hava filtresi
- ☐ Emme manifoldu

### 2.1. Emme Manifoldu

**Emme manifoldu;** otto çevrimli motorlarda yakıt hava karışımının ya da sadece havanın, dizel motorlarda ise sadece havanın silindirlere gönderilmesini sağlayan kanalların bulunduğu parçadır.



Emme manifoldları çoğunlukla alüminyum alaşımlarından, magnezyum alaşımlarından ve sert plastikten (polimerden) yapılırlar. Bu malzemelerin tercih edilme sebepleri; ısı iletimleri, hafif olmaları ve kolay imal edilmeleridir.

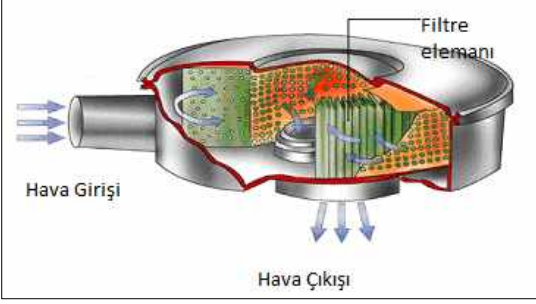
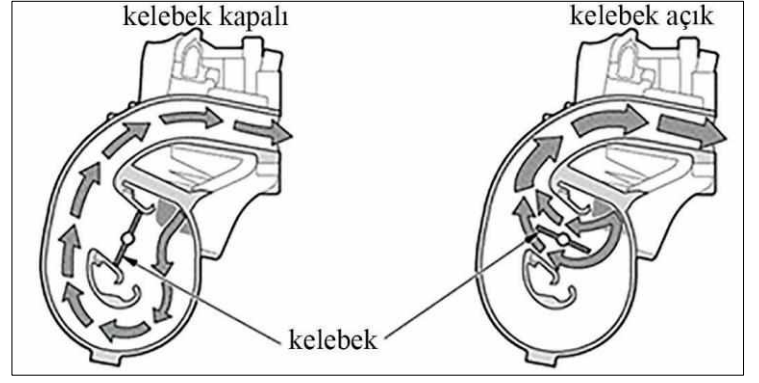
Manifoldların iç yüzeyleri çok pürüzlü, kanalları keskin köşeli olmamalıdır. Kanalların silindire mesafeleri eşit uzaklıkta olmalıdır.

Manifoldlar, oturma yüzeyleri ile silindir kapaklarına veya motor bloklarına bağlanır. Bu yüzeyler aralarından hava geçişi olacağından sızdırmazlığı sağlamak için manifold contası kullanılmalıdır.

### Conta Malzemeleri Ve İmalat Usulleri

- Amyant üzerine bakır, bronz veya çelik sac kaplanarak
- Gözeneklendirilmiş çelik sac üzerine amyant kaplanarak
- Telli asbestten
- Çelik saclardan prese edilerek
- Gözeneklendirilmiş çelik sac üzerine klinkirit kaplanarak

Günümüzde bazı motorlarda değişken yollu emme manifoldları kullanılır. Bu manifoldlarda iki çeşit kanal bulunur. Bu kanallardan biri kısa diğeri uzundur. Düşük devirlerde torkun arttırılması için uzun kanal kullanılır. 4000 dev/dk üzeri devirlerde kısa kanal kullanılarak yüksek güç çıkışı sağlanır.



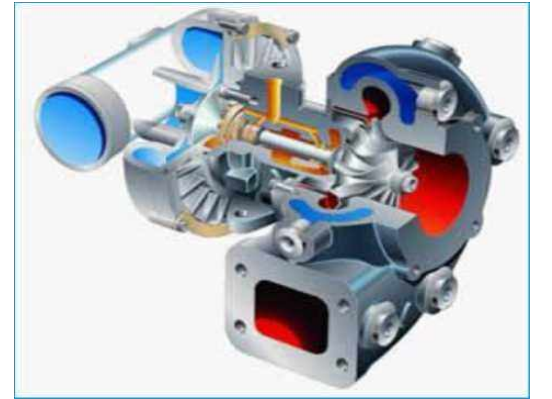
**2.1.1. Hava Filtresi:** Silindirlere alınan havanın filtre edilerek tozlardan arındırılmasını sağlar.

Hava filtresi, emme manifoldu hava girişi üzerine yerleştirilmiştir ve emme havasının içinde bulunan toz, kum gibi istenmeyen maddeleri yakalayarak bunların motora girmesini engeller.

### Çeşitleri

Günümüzde sıkça kullanılan hava filtresi kâğıt elemanlı ve viskoz tiptir. Viskoz elemanlı tip hava filtresi yapısal olarak kâğıt elemanlı tip ile aynıdır. Ancak filtre elemanının yüzeyi, emme havasındaki tozu toplayan özel bir viskoz yağ ile kaplanmıştır. Kuru tip ile karşılaştırıldığında motor performansındaki düşüş daha azdır. Çünkü emme havası içindeki toz, özel yağın yapışkanlık özelliği ile toplanır. Bu tip filtre elemanının temizlenmeye ihtiyaçı yoktur. Ancak periyodik olarak değiştirilmesi gerekir.

**2.1.2. Turbo şarj:** Silindirler içine alınan havanın miktarının arttırılmasını sağlar. Bu sistemli motorlarda, turbo kompresör aracılığıyla doğal emisin dışında silindirlere daha fazla hava gönderilmektedir. Silindirden büyük bir hızla çıkan egzoz gazları, türbin kanatlarına çarparak türbinin dönmesini sağlar. Bu çarpmayla dönmeye başlayan egzoz türbin kendisine bir mil ile bağlanmış olan emme türbinini de dönmeye baslar.



### Motorlarda Emme Sistemleri Çeşitleri

Motorun ihtiyaçı olan yanma havası ile beslemesini emme sistemi sağlar. Emme sistemi motorun tüm silindirlerinin eşit bir şekilde hava ile beslemesini sağlar.

#### 1. Direkt Emme Sistemleri

İsminden de anlaşıldığı gibi hava, silindirlere motorun tüm çalışma koşullarında sabit bir yolu geçerek girer.

## 2. Değişken Yollu Emme Sistemleri

Klasik sabit boyutlu emme sistemlerine sahip motorlarda, çok yüksek devirlere göre dizayn edilmiş manifold ve diğer parçalar, özellikle düşük devirlerde motora giren karışımı azaltır. Yüksek torka ulaşmayı geciktirir. Bu durumu iyileştirerek volümetrik verimi artırmak amacıyla silindire havanın kısa ve uzun olmak üzere 2 ayrı yoldan gidebilmesi için değişken yollu emme manifold sistemleri kullanılmaya başlanılmıştır.

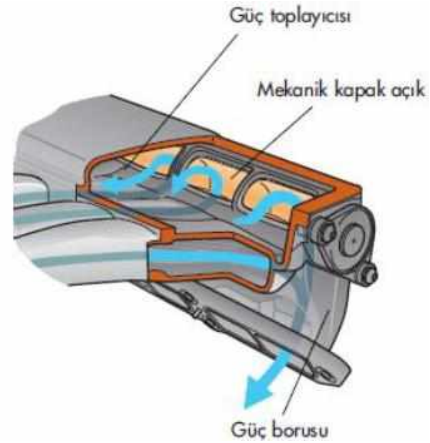
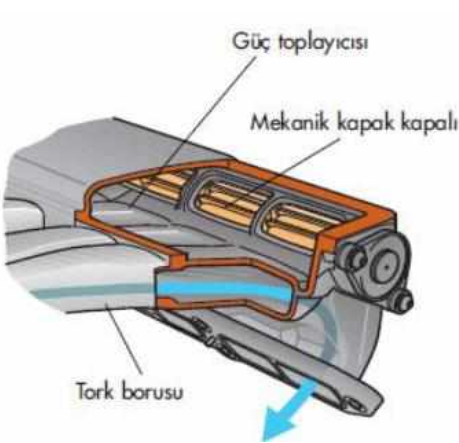
Farklı boylardaki emme boruları ile;

- ☐ Düşük ve orta motor devri için uzun borular (tork kademesi)
- ☐ Yüksek motor devri için kısa borular (güç kademesi)

### Mekanik Kontrollü Değişken Yollu Emme Sistemleri

Mekanik emme manifoldları, farklı uzunluktaki kanallara sahip gövde üstü emme manifoldu olarak tasarlanmıştır.

Silindir kafasının giriş kanalları, emme manifoldu alt kısmından emme manifoldu üst kısmında bulunan dalgalı besleme borusuna geçer. Burada tork ve güç boruları ayrılmaktadır. Tork boruları dar bir kavisle silindir kafasının üzerinden götürülür ve ana toplayıcıda sona erer. Güç boruları, tork borularının önünde büyük bir kavis yaparak ikinci toplayıcıda yani tork borularının ön kısmının üst tarafında yer alan güç toplayicisinde sona erer. Güç borularında, borulara çapraz olarak mekanik kapak eklenmiştir. Gerektiğinde güç borularını ve böylece güç toplayicisini açar.

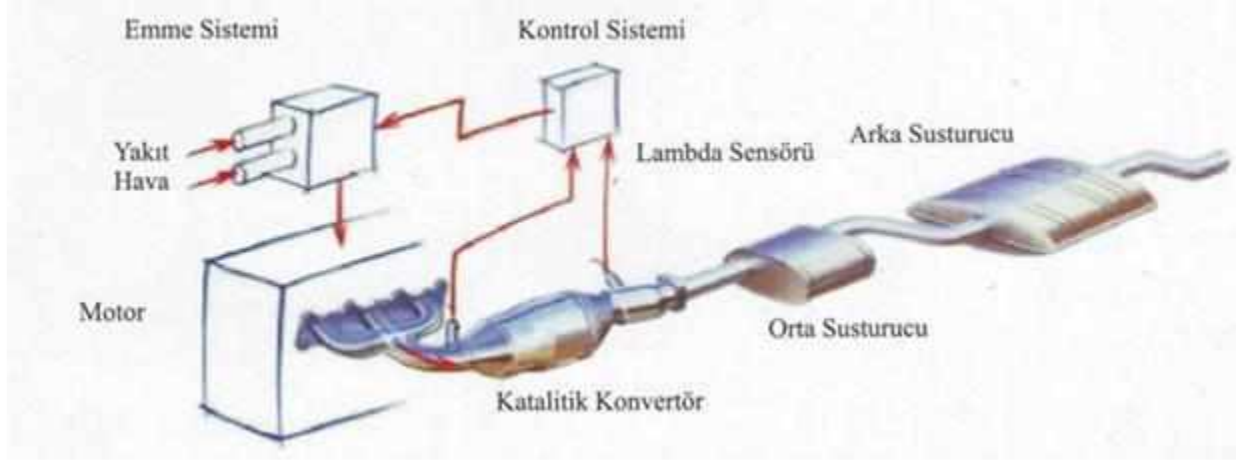


## Motorlarda Egzoz Sistemleri

### 1. Görevleri

- ☐ Yanma odasında oluşan sıcak atık gazın atılmasını sağlamak
- ☐ Egzoz gazından çıkan kirleticileri azaltmak
- ☐ Gürültüyü azaltmak

Motorlarda egzoz sistemi egzoz manifoldu, ön egzoz borusu, ara susturucu, merkez egzoz borusu, kuyruk egzoz borusu ve ana susturucudan meydana gelir.



## 2.2. Egzoz Manifoldu

Yanmış gazları silindir kapağı kanallarından tek boruya toplayarak egzoz sisteminin sıradaki diğer parçasına (katalitik konvertör, DPF gibi) aktarır.

### Yapısal Özellikleri ve Malzemeleri

Egzoz manifoldları, dış silindirler ayrı ayrı, iç silindirlere ise iki silindire bir egzoz borusu gelecek şekilde yapılır. Egzoz manifoldları, egzoz gazlarının geri basınç yapmadan silindirlerden kolayca atılabilmesi için geriye doğru genişleyerek hacim büyümesi yapacak şekilde imal edilmişlerdir.

Manifoldlar, genellikle dökme demir, alüminyum alaşımları veya çelik borulardan bükülerek imal edilir.

### Manifoldları Söküp-Takma İşlemleri Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- ☐ Manifoldlar, sıcaklığın etkisiyle çarpılma ve eğilme olmaması için motor soğukken sökülmalıdır.
- ☐ Manifold contaları, manifoldların her sökölüşünde değiştirilmelidir.
- ☐ Conta, yerine takıldıktan sonra manifoldların saplama somunları dengeli bir şekilde ve tork değerinde sıkılmalıdır (Dengeli sıkılmayan manifoldlar kırılabilir.).
- ☐ Manifoldlar yerlerine takıldığında sızdırmaz olduğundan emin olunmalıdır (Hava kaçağı olan emme manifoldları rölanti ayarını bozar, egzoz manifoldu ise gürültüyü artırır.).

### 2.3. Katalitik Konvertör

Konvertör dönüştürücü demektir. Zararlı egzoz emisyon gazlarını doğada kullanılabilir gazlara dönüştürme işlemini yapar. Günümüzde araçlarda üç yollu katalitik konvertörler kullanılmaktadır.



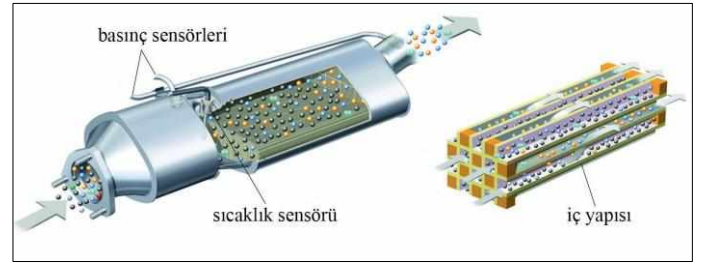
Üç yollu denilmesinin sebebi; CO, NOx ve HC gazlarını CO2, N2, O2 ve H2O gazlarına dönüştürmesidir.

Katalitik konvertörün içi seramik petek yapıdadır. Seramik peteğin yüzeyleri; paladyum, platin ve radyum gibi katalizör elementlerle kaplanır.

Bir kimyasal tepkimeyi hızlandıran ve tepkimeye yapısı değişmeyen maddelere **katalizör** denir. Radyum azot oksitlerin, platin ve paladyum ise hidrokarbon ve karbon monoksitlerin katalizörleridir. Katalitik konvertörün çalışma sıcaklığı 400 °C - 500 °C'dir.

### 2.4. DPF (Dizel Partikül Filtresi)

Dizel yakıtının içinde bulunan maddelerden dolayı yanma sonucunda oluşan maddelerden biri de partikül maddedir. Odun gibi yakacakları yaktığımızda ortaya çıkan kurum gibi bir maddedir.



DPF; partikül maddeleri biriktirir, doğaya salınımı engeller. DPF'in tıkanmaması için belli zaman ve koşullarda partikül maddelerin yanması sağlanır. Bu olaya **rejenerasyon** denir.

### 2.5. Dizel Oksidasyon Katalizörü

Dizel oksidasyon katalizörü, katalitik konvertörde olduğu gibi HC'leri ve CO'ları CO2, H2O'ya dönüştürür. Dizel oksidasyon katalizörü de seramik petek yapıdadır ve yüzeyleri paladyum, iridyum, platin gibi elementlerle kaplanmıştır.

Katalitik konvertörlerde dizel oksidasyon katalizörlerinde ve DPF'lerde genellikle tıkanma arızaları ortaya çıkar. Kurumdan dolayı tıkanmanın yanında iç petek yapıların kırılması veya yapıların bozulması da tıkanıklığa sebep olur. Kurum tıkanıklığı sökülmeden çözilemiyorsa katalizörün değiştirilmesi gerekir.

### 2.6. Manifoldların Arızaları

Manifoldlar, aşırı sıcaklık değişikliklerine maruz kaldıklarından çatlama ve çarpılma gibi arızalar oluşabilir ve manifoldların silindir kapağına oturma yüzeyleri bozulabilir. Boğaz contası ve oturma yüzeyi contası bozulabilir ve kaçak yapabilir.

Emme manifoldunda kaçak olduğunda silindirlere gönderilen hava hacmi ile ECU'ya bildirilen hava hacmi bilgisi farklı olacaktır. Rölanti dengesizliği oluşacak, yakıt enjeksiyon süresinin hesabı bozulacaktır. Egzoz manifoldundaki kaçak durumu; aşırı rahatsız edici sese, egzoz kokusuna ve egzoz emisyon değerlerinin bozulmasına sebep olur.

### Manifoldlarda Yapılan Kontroller

Motorun rölantide düzgün çalışmaması, stop etmesi veya aşırı yakıt tüketmesi durumunda araştırılan arızaların içinde manifoldlardan gelen sebepler de olmalıdır.

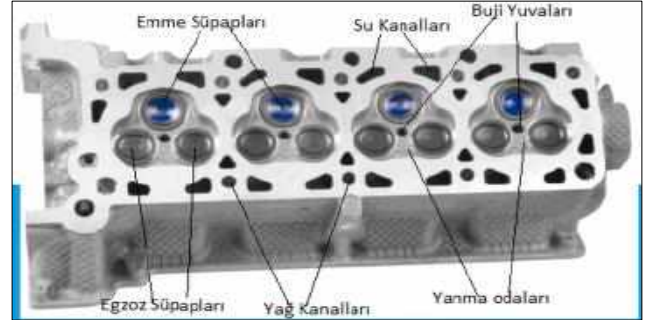
Bu durumun tespiti için motor rölantinin üzerinde bir devirde çalıştırılırken bir yağdanlıkla emme manifold boruları etrafına yağ sıkılır. Sıkılan yağ, manifoldlardan emilir; bu sırada egzozdan mavi duman çıkıyorsa emme manifoldlarının sızdırdığına karar verilir. Aynı şekilde egzoz manifoldları etrafına sıkıldığı zaman hava kabarcıkları görülüyorsa egzoz manifoldlarının kaçırdığına karar verilir.

Kaçıran manifoldlar, sökülerek yüzeyleri çelik cetvel ve sentille kontrol edilir. Eğer 0,10 mm (0,004") den fazla eğiklik varsa manifold yüzeyleri taşlanarak düzeltilir.



### 3. SILINDIR KAPAĞI KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

Silindir kapağı silindirlerin üstlerini örterek yanma odasının büyük bir kısmını teşkil eder. Aynı zamanda supap mekanizması; kam milleri, emme ve egzoz manifoldları gibi motor parçalarını üzerinde taşır ve onlara yataklık eder.



**Üzerinde** supap бага yuvaları, supap gaydı (kılavuzu) yuvaları, enjektör yuvaları, buji yuvaları, sensör ve valf yuvaları, emme ve egzoz kanalları, soğutma sıvısı kanalları ve yağ kanalları bulunur.

Sıra tipi motorlarda, V Tipi motorlarda, W tipi motorlarda, boksör tipi küçük hacimli motorlarda bir silindir kapağı iki ve ikiden fazla silindirin üzerini kapatmaktadır. Yıldız tip veya büyük hacimli motorlarda (gemi, iş makinesi motorları gibi) her silindir başına tek silindir kapağı düşmektedir. Hava soğutmalı motorlarda silindir kapağının çevresi soğutma kanatçıkları ile kaplıdır. Kanatçıklar soğutma yüzey alanının artmasını sağlamaktadır.

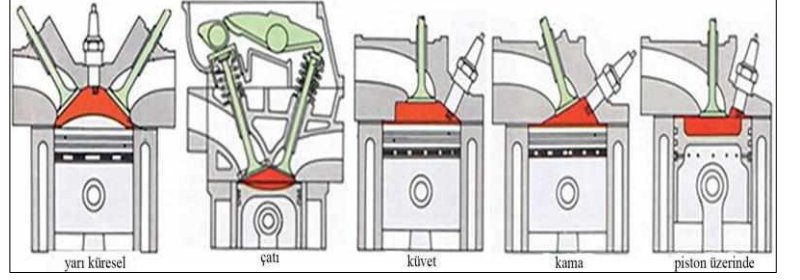
Silindir kapağında malzeme olarak alüminyum alaşımları ve lamel grafitli dökme demir kullanılır. Üreticiler; işlemleri kolay, ısı iletimi yüksek ve hafif olduğundan genellikle alüminyum alaşımlı malzemeleri tercih etmektedir.

### 3.1. Yanma Odaları

Piston ÜÖN’de iken üzerinde kalan hacme **yanma odası** denilir.

Günümüz teknolojisi ile üretilen otto çevrimli motorların sıkıştırma oranları gittikçe yükseltilmektedir.

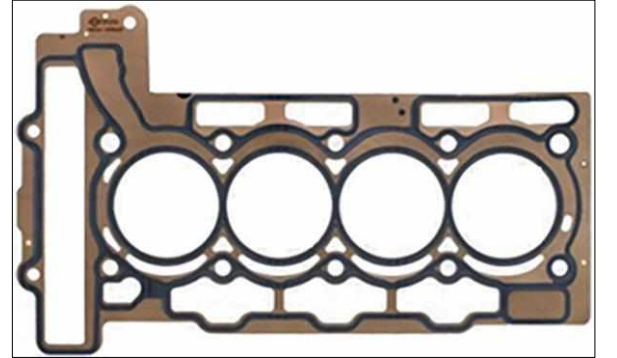
Bu, yanma odalarının daha da küçüldüğü anlamına gelmektedir. Yanma odaları küçülürken supap sayısının artması; direk yakıt püskürtmeli motorlarda yanma odasına enjektör de yerleştirilmesi, yanma odası tasarımını daha da zor hale getirmektedir. Bu sebeple yanma odasının diğer önemli yüzeyini oluşturan piston kafalarının tasarımları buna göre yapılmaktadır.



### 3.2. Silindir Kapak Contası

Silindir kapak contası, silindir kapağı ile silindir bloğu arasında bulunur. Silindirlerden kompresyon kaçağını engeller, su ceketleri ile yağ kanalı arasında sızdırmazlık sağlar.

Basınç ve yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılırlar. Silindir kapak contası; iç katmanı asbest, dışı çelik saçlardan yapılır ya da sadece silindir çevreleri çelik saç olacak şekilde yapılır.



Yerine takılırken conta üzerindeki işaretli, yazılı veya dikişli tarafı üste yani silindir kapağı tarafına gelmelidir. Yüksüklere geçecek şekilde yerine oturtulur. Yağ kanalına gelen deliğin açık olup olmadığı kontrol edilmelidir.

### 3.3. Silindir Kapağında Meydana Gelebilecek Arızalar Ve Belirtileri

❖ **Soğutma sıvısı eksilir:** Bu durum silindir kapak contası veya yanma odası yüzeyinde herhangi bir çatlaktan kaynaklanabilir. Sıkıştırma ve iş zamanlarında basınç yükseldiği için kaçak olan bölgelerden soğutma sistemine basınç olur ve soğutma sıvısının genişleme kabı kapağından atılmasına sebep olur. Emme zamanında bu kaçak bölgelerinden silindir içerisine bir miktar sıvı da çekilebilir.

Bu durum da egzozdan beyaz duman çıkmasına sebep olur.

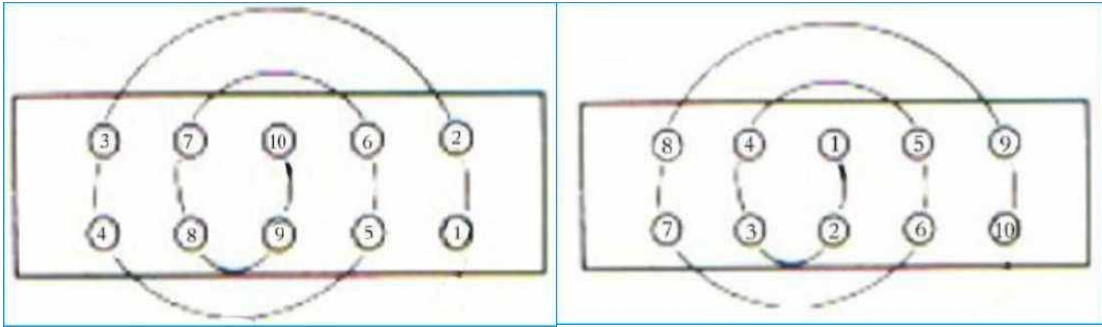
⚙️ **Motor yağına soğutma sıvısı karışır:** Bu arıza da silindir kapak contasından veya silindir kapağının oturma yüzeylerinde korozyondan kaynaklı bozulmalardan kaynaklanır. Motor yağının rengi çamursu bir renk alır.

⚙️ **Soğutma sıvısının içerisine yağ karışır:** Silindir kapağına yağlama sisteminden bir yağ kanalı vardır. Silindir kapak contalarında bu yağ kanalının çevresinden su ceketlerine kaçak motor yağı geçişi olur. Çünkü yağlama sistemi kanalları üzerindeki yağ basıncı soğutma sistemindeki basınçtan yüksektir. Genleşme kabı içerisinde soğutma sıvısının rengi koyulaşır ve kapağı açıldığında çamur renginde bir sıvı ile karşılaşılır.

⚙️ **Kompresyon kaçağı olur:** Bu arıza kendini motor rölanti devrinde bozukluk çeğişte düşüklükle kendini gösterir. Sebebi supaplardan, supap bagalarından, silindir kapak contasından, piston üzerindeki segmanlardan ve silindir kapağında yer alan herhangi bir çatlak olabilir.

### **Silindir Kapağını Sokup - Takma işlemleri Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar**

- Silindir kapağının sökülebilmesi için motorun soğuk olması gerekir. Soğutma suyu boşaltılmalıdır. Sökme işlemi, araç kataloğundaki işlem basamaklarına göre yapılmalıdır.
- Silindir kapak cıvataları sokulurken dıştan içe bir daire çizilerek kademeli bir şekilde sökülmelidir.
- Takma sırasında silindir kapak cıvataları sökme işleminin tam tersi uygulanır. İçten dışa daireler çizerek şekilde araç kataloğunda belirtilen tork değerinde kademeli olarak sıkılmalıdır.



### **Silindir Kapaklarında Çatlak Oluşması Nedenleri**

- > Motorun hararet yapması,
- > Sıcak motora soğuk su konulması,
- > Soğuk havadan dolayı motor suyunun donması,
- > Silindir kapak cıvatalarının belirtilen torktan fazla sıkılması

### **Silindir Kapağının Gözle Kontrolü**

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 mastarları ve sentil yardımı ile eğiklik kontrolü yapılır.



Yapılan kontrol sonucu, silindir kapağında 0,10 mm (0,004") den fazla eğiklik tespit edilirse kapak taşlanır. Taslama sırasında 0,50 mm (0,020") den fazla talaş kaldırılacaksa ya silindir kapağı değiştirilmeli ya da et kalınlığı daha fazla olan kapak contası veya çift conta kullanılmalıdır.

### **Silindir Kapağında Çatlaklık Kontrolü**

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

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

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 zerreleri görülür.

Diğer yöntem ise kapağa testere talaşı serpilir ve hafifçe vurulur. Eğer çatlak varsa talaş, çatlak boyunca toplanır. Testere talaşı serpilerek 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 zerreleri görülür.

### **Silindir Kapağında Veya Contasında Herhangi Bir Arızanın Motor Üzerinde Belirtileri**

- Yağ içinde su
- Su içinde yağ
- Kompresyon kaçağı
- Motor suyunun eksilmesi
- Motorun çalışmasında özellikle rölantide düzensizlik

## 4. SILINDİR BLOĞU KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

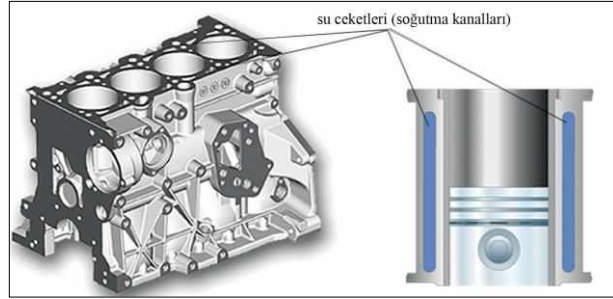
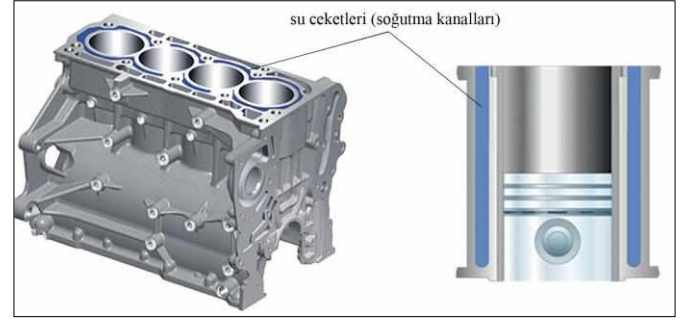
**Silindir bloğu;** silindirlerin, pistonların, krank milinin, zaman ayar mekanizmasının, motor donanımlarının ve diğer motor parçalarının büyük kısmının üzerinde bulunduğu motorun gövdesinin büyük bölümünü oluşturan parçasıdır.

Silindir bloğuna üst kısımdan silindir kapağı, alt kısımdan karter bağlanır. Silindirlerin çevresinde su ceketleri bulunur. Ana yağ kanalı da silindir bloğu üzerindedir. Piston üzerindeki basınçtan kaynaklı oluşan gerilimlere ve krank mili ana yataklarında oluşan gerilimlere maruz kalır.

Silindir bloğu, lamel grafitli dökme demirden veya alüminyum alaşımlarından imal edilir.

### 4.1. Üst Kısımları Açık Soğutma Kanallı Silindirler (Yaş Gömlek)

Silindir bloğu ile monoblok yapıda olmasına rağmen su ceketlerinin üst kısmı açık olduğundan **yaş gömlek** de denir. Bu yapı silindirlerin yüzeylerinin etkin bir şekilde soğutulmasını sağlar. Ancak silindirlerin üst sabitlemeleri olmadığı için silindir bloğunun dengesini azaltır. Bu durum metal silindir kapak contaları kullanılarak telafi edilir.



### 4.2. Üst Kısımları Kapalı Soğutma Kanallı Silindirler (Kuru Gömlek)

Üst kısımları kapalı soğutma kanallı silindirlerin silindir bloğu daha dengeli sağlam yapılıdır. Ancak soğutma yüzey alanı daha küçük olduğundan soğutma verimi düşüktür.

### Silindir Bloğu Arızaları ve Nedenleri

- ⊗ Silindir cidarlarında krepaj (derin çizilmeler) olur: Segmanların kırılması, aşırı hararet ve yüzeylerin yağlanmamasından kaynaklanır.
- ⊗ Silindir yüzeylerinde aşınmalar olur: Km'ye bağlı normal aşınımdan başka soğutmanın verimli yapılamaması ve yüzeylerin yeterli yağlanamaması bu arızaya sebep olur.
- ⊗ Silindir bloğunun yüzeyinde eğilme olur: Motorun hararet yapmasından ve silindir kapağının uygun sökülüp takılmamasından kaynaklanır.
- ⊗ Krank ana yataklarında aşınma olur: Km'ye bağlı normal aşınımdan başka yağlamanın iyi yapılamaması ve yatak ile muyluların arasına yüzeyi bozucu yabancı madde girmesi bu arızaya sebep olur.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Motor bağlantı takozlarının görevleri nelerdir?
2. Motor bağlantı takozlarının yapısı ve özelliklerini açıklayınız?
3. Motor bağlantı takozlarında yapılan kontroller nelerdir?
4. Motor bağlantı takozlarının arızaları ve belirtileri nelerdir?
5. Motorlarda emme ve egzoz sistemlerini açıklayınız?
6. Emme sistemi ve egzoz sisteminin parçaları nelerdir?
7. Manifold ısı kontrol supabının görevi nedir?
8. Manifoldları söküp-takma işlemleri sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar nelerdir?
9. Manifoldlarda yapılan kontroller nelerdir?
10. Manifoldların arızaları nelerdir?
11. Manifold arızaları ve belirtileri nelerdir?
12. Silindir kapağının görevi nedir?
13. Silindir kapak contasının görevi nedir?
14. Yanma odası çeşitlerini altlarına yazınız?
15. Silindir kapak contasının görevi nedir?
16. Silindir kapak contası hangi malzemelerden yapılır?
17. Silindir kapaklarının yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?
18. Silindir kapak contasının yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?

**19.** Silindir kapağını söküp-takma işlemleri sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar nelerdir?

**20.** Yanma odası ne demektir?

**21.** Yanma odası çeşitleri nelerdir?

**22.** Yanma odalarının yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?

**23.** Motor (silindir) bloğunun görevi nedir?

**24.** Motor (silindir) bloğunun yapısı hakkında bilgi veriniz?

**25.** Motor (silindir) bloğunun kısımları nelerdir?

**26.** Motor (silindir) bloğunda yapılan kontroller nelerdir?

# SUPAP SİSTEMLERİ MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                      |          |
|------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b>   | <b>3</b> |
| a. Görevi                                            | 3        |
| b. Yapısal Özellikleri                               | 3        |
| c. Külbütör                                          | 3        |
| a. Parmak Uçlu Külbütör Kolu                         | 3        |
| b. Makaralı Tip Külbütör Kolu                        | 4        |
| <b>2. İtici</b>                                      | <b>4</b> |
| 1. Görevi                                            | 4        |
| 2. Çeşitleri                                         | 4        |
| a. Mekanik İtici                                     | 4        |
| b. Hidrolik İtici                                    | 5        |
| Hidrolik Supap İticisinin Avantajları                | 5        |
| <b>2. KAM MILİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b>               | <b>5</b> |
| 2.1. Görevi                                          | 5        |
| 2. Yapısal Özellikleri                               | 5        |
| <b>3. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b> | <b>6</b> |
| 3.1. Görevi                                          | 6        |
| 3.2. Çeşitleri                                       | 7        |
| 3.2.1. Zaman Ayar Dişlileri                          | 7        |
| 3.2.2. Zaman Ayar Zinciri                            | 7        |
| 3.2.3. Zaman Ayar Kayışı (Triger Kayışı)             | 8        |
| <b>4. SUPAP MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b>      | <b>8</b> |
| 4.1. Görevi                                          | 8        |
| 4.2. Çeşitleri                                       | 8        |
| Üstten Eksantrikli I Tipi Supap Mekanizması          | 9        |
| 4.3. Parçaları                                       | 9        |
| 4.3.1. Supaplar                                      | 9        |
| 4.3.2. Supap Yuvası (Baga)                           | 10       |
| 4.3.3. Supap Kılavuzu (Gayd)                         | 10       |
| 4.3.4. Supaplar Yağ Keçesi (Supap Lastiği)           | 11       |
| 4.3.5. Supap Yay                                     | 11       |
| 4.3.6. Supaplar Yay Tablası                          | 11       |
| 4.3.7. Supap Tırnakları                              | 11       |
| 4.4. Supap Boşluğu                                   | 12       |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.1. Tanımı .....                                                                  | 12        |
| <b>5. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ .....</b>             | <b>12</b> |
| 5.1. Görevi .....                                                                    | 12        |
| 5.2. Çeşitleri Ve Yapısal Özellikleri.....                                           | 12        |
| 5.2.1. Supap Zamanlamasına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri..... | 13        |
| 5.2.2. Supap Açıklığına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri .....   | 13        |
| 5.2.3. Aktif Silindir Yönetim Sistemi .....                                          | 14        |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI .....</b>                                                        | <b>15</b> |

# 1. KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

## a. Görevi

Kam milinden aldığı hareketle supapların açılıp kapanmasını sağlayarak zamanların oluşmasını sağlar.

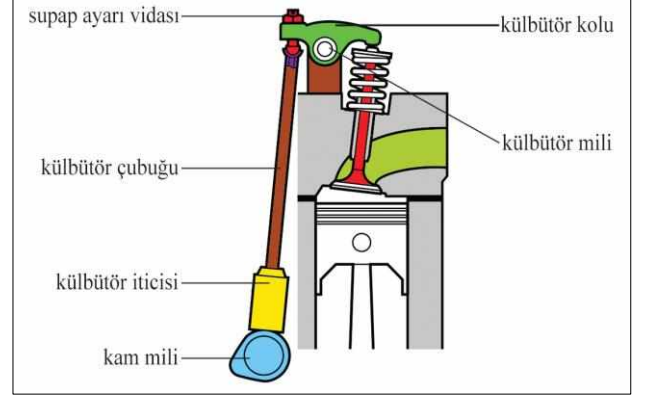
## b. Yapısal Özellikleri

Külbütör mekanizması silindir kapağında, kam mili ile supaplar arasında bulunmaktadır.

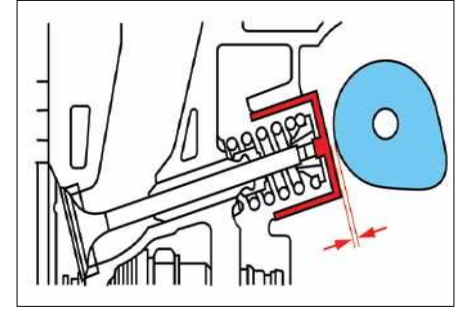
Külbütör mekanizmasının üst tarafı kapatan kapak **külbütör kapağı** ya da **motor üst kapağı** olarak isimlendirilir. Motor yağ dolum kapağı külbütör kapağında üstünde bulunur.

Külbütör kapağı malzeme olarak plastikten, çelik sacdan veya alüminyum alaşımından yapılır.

Kam mili silindir bloğunda olan külbütör mekanizması; supap iticisi, külbütör çubuğu, külbütör mili ve külbütör kolundan oluşmaktadır.



Bazı motorlarda külbütör mekanizması bulunmamaktadır. Bu motorlarda kam mili direkt olarak supap fincanına ve dolayısıyla supaba hareket verdiği için bu motorlar külbütör mekanizmasına ihtiyaç duymazlar.



## c. Külbütör

### 1. Görevi

Külbütör kolları, çalışma şekillerine göre iki farklı yapıda yapılır. Bunlar, kam milinden direkt hareketi alan parmak uçlu külbütör kolu ve bir dönme mekanizmasına sahip olan makaralı külbütör koludur.

#### a. Parmak Uçlu Külbütör Kolu

Külbütör mekanizmalarında supapların açılmasını sağlayan parçaya **külbütör kolu**, **piyano** veya **külbütör manivelası** adı verilmektedir. Parmak uçlu külbütör kolu, kam milinin motor üzerindeki yerine göre yapısal farklılık gösterir. Kam mili, silindir bloğunda olan supap sistemlerinde külbütör kolu hareketini külbütör çubuğundan almaktadır.



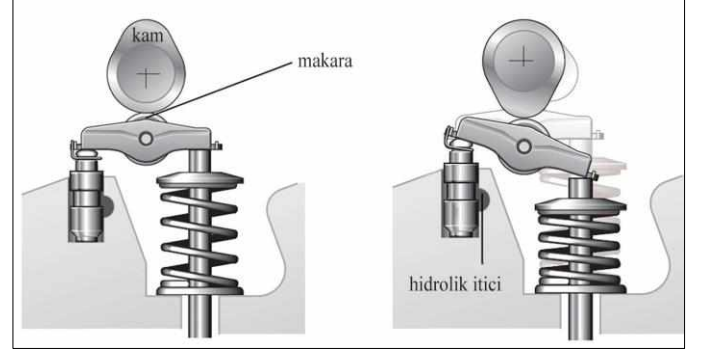
Kam mili, silindir kapağında olan supap mekanizmalarında kam mili direkt olarak parmak uçlu külbütör koluna hareket verir. Külbütör kolu da suplara hareket verir ve supap iticisine ihtiyaç duymaz. Bu sayede motorlar yüksek devirli ve daha güçlü olurlar.



## b. Makaralı Tip Külbütör Kolu

Parmak uçlu külbütör kolları direkt olarak kam milinin üzerindeki kamlarla temas ettiğinden yüksek devirlerde fazla miktarda aşınmaya ve yüksek gürültüye sebep olurlar. Bu sebepten hem yüksek devirlere dayanabilen hem de aşınması ve gürültüsü az olan makaralı tip külbütör kolları geliştirilmiştir. Günümüz motorlarının supap sistemlerinde makaralı tip külbütör kolları kullanılmaktadır.

Eksantrik milinin üstündeki kam profili döndüğünde külbütör kolundaki makarayı aşağıya doğru iter, külbütör kolu da aşağıya hareket ederek supap sapını iter ve supapların açılmasını sağlar.



## 2. İtçiler

### 1. Görevi

Kam milinin hareketini külbütör koluna veya supap başına ileten parçalardır. Supap iticileri aynı zamanda **supap fincanı** veya **tapet** olarak adlandırılır.

### 2. Çeşitleri

#### a. Mekanik İtçiler

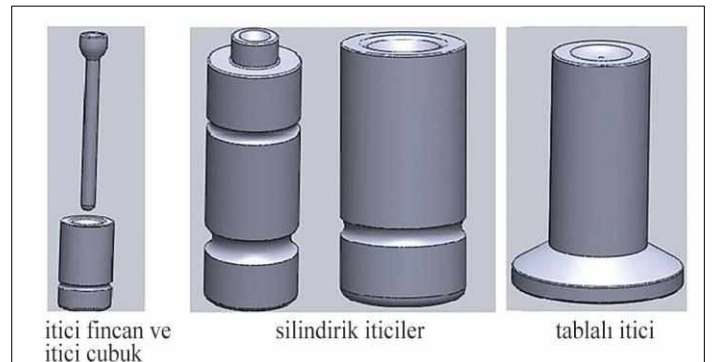
Mekanik supap iticilerinin yapısı, kam milinin motor üzerindeki yerine göre farklılık gösterir. Üstten eksantrikli külbütör kolu olmayan supap sisteminde supap iticileri, metal fincan şeklindedir ve bu iticilere **tapet** denir.

Fincanların (tapetlerin) iç kısmı supap sapına hareket verirken üst kısmı kam milinden hareket almaktadır.



Fincanlar, krom nikelli çelik alaşımlarından yapılır. Fincanların kam mili ile çalışan yüzeyleri sertleştirilerek iticilerin daha uzun süre çalışması sağlanır.

Kam mili silindir bloğunda olan supap sistemlerinde iticiler daha uzun ve silindirik yapıdadır. Mekanik iticilerin külbütör mekanizmasına temas eden yüzeyleri külbütörün çalışması için yarı küresel olarak yapılmıştır.



## b. Hidrolik İtici

Mekanik itici kullanan supap sistemlerinde ısı genleşmelerinden dolayı külbütör kolu veya iticisi ile supap sapı arasında belirli bir miktarda boşluk bırakılması gerekir. Bu boşluğa **supap boşluğu** denir ve boşluğun ayarı gerekir.

Hidrolik supap iticisi, supap boşluğunu motor yağ basıncını kullanarak otomatik olarak ayarlar. Hidrolik itici kullanan supap sistemlerinde sıfır supap boşluğu vardır. Isıl genleşmeler olduğunda hidrolik itici, bu uzamalara göre kendini ayarlayarak supap boşluğunu ayarlar.



## Hidrolik Supap İticisinin Avantajları

- ⊗ Supap ayarı gerektirmez.
- ⊗ Supaplar daha sessiz çalışır.
- ⊗ Motorun rölanti devri daha düzgün hale gelir.
- ⊗ Supapların kullanım ömürleri daha uzundur.

## 2. KAM MILİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### 2.1. Görevi

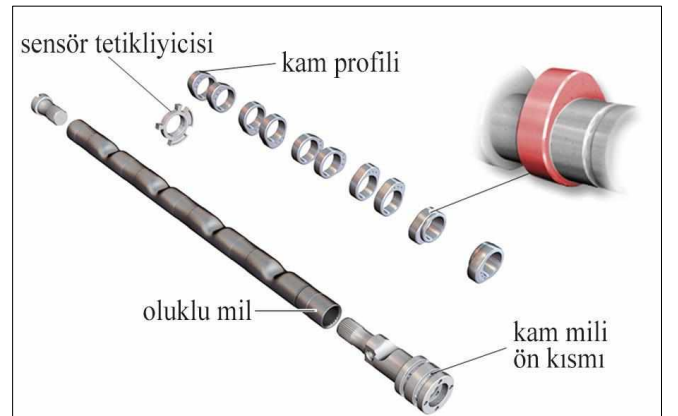
- Supapları istenildiği zamanda açma,
- Supap yayları yardımı ile supapları kapatma,
- Supapları istenilen süre kadar açık bırakmadır.



Kam milleri, bu görevlerin dışında dizel motorlarında yüksek basınç pompasına, vakum pompasına; benzin motorlarında değişken supap zamanlama sistemine ve direkt püskürtmeli benzin motorlarında yüksek basınç pompasına hareket verirler.

### 2. Yapısal Özellikleri

Kam millerinde malzeme olarak yüksek kalitede çelik alaşımı kullanılır. Kam milleri dövülerek veya tek parça halinde dökülerek üretilirler. Muyluları ve kam yüzeyleri, ısıl işlemle sertleştirilir ve aşınmaya karşı dayanımları artırılır.



Kam mili; kam profilleri, kam muyluları, kam mili konum sensörü tetikleyicisi, kam mili dişlisi, akıllı supap zamanlama kontrol ünitesi (her motorda olmayabilir) vb. kısımlardan oluşur.

Eksantrik milinin üzerinde supap sayısı kadar kam bulunur. Eksantrik mili hareketini, zamanlama zinciri, triger kayışı ya da zamanlama dişli mekanizması vasıtasıyla krank milinden alır.

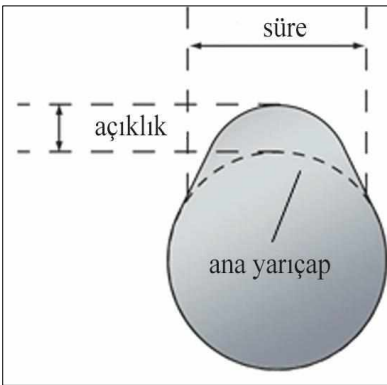
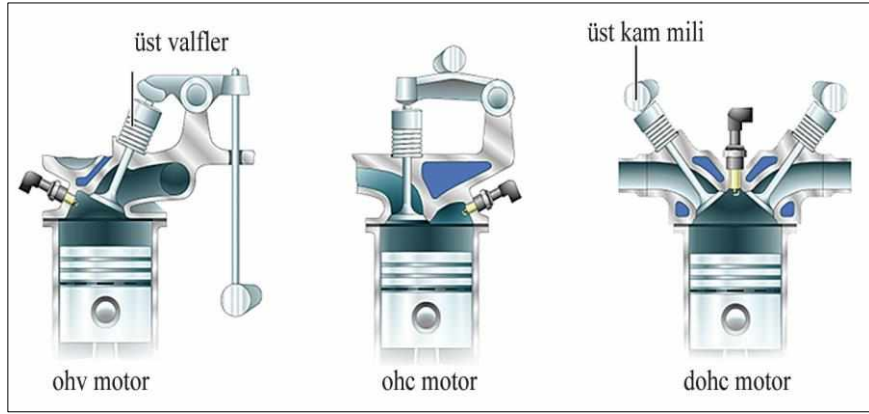
Eksantrik milleri, krank millerinin yarım devrinde dönerler. Başka bir ifade ile krank milleri, kam millerinin iki katı devrinde döner.

Motorlar, kam milinin motor üzerinde bulunduğu yere göre isimlendirilmiştir. Bu isimlendirmelerden bazıları şunlardır:

**OHV (Over Head Valve):** Kam mili silindir bloğunda ve supaplar silindir kapağında bulunur.

**SOHC (Single Over Head Camshaft):** Kam mili silindir kapağının üstünde ve bir tanedir.

**DOHC (Double Over Head Camshaft):** Kam mili silindir kapağının üstünde ve iki tanedir.



Kam milinin üzerindeki kamlar, supapların açık kalma sürelerini ve açılma mesafelerini belirlerler.

Kam profilinin iki kısmı vardır. Alt kısmı yuvarlak üst kısmı eksantrik biçimlidir. Eksantrik profilin yüksekliği, supapların silindir içerisine doğru açılma mesafesini; eksantrik şeklin çevresi, supapların açık kalma süresini belirler. Supaplar, kam profilinin yuvarlak kısmında kapalı durumdadırlar.

### 3. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

#### 3.1. Görevi

Kam milleri, kendi başlarına hareket edemezler. Kam millerinin başka bir mekanizma tarafından döndürülmeleri gerekir. İçten yanmalı motorlarda kam milleri, hareketini krank millerinden alır.

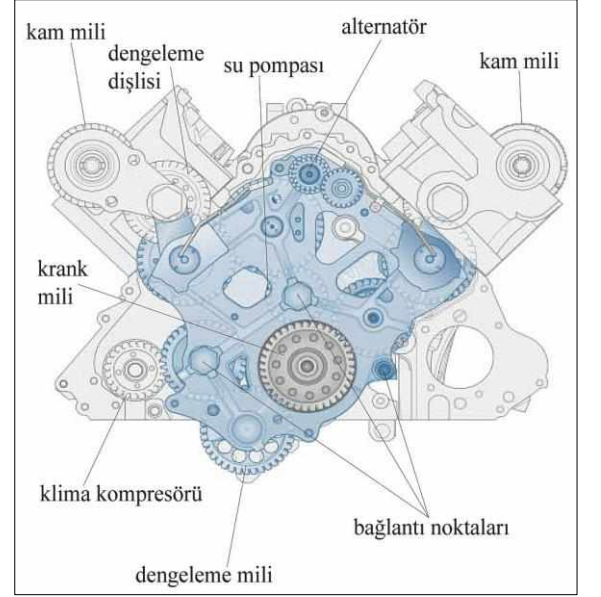
Günümüz otomobillerinde kam milleri genelde silindir kapağında bulunduğundan krank milleri ile birbirinden uzakta olan mesafededir. Bu nedenle krank mili ile kam milini birbirine bağlayan bir mekanizmaya ihtiyaç duyarlar. Bu mekanizma, zaman ayar mekanizmasıdır. **Zaman ayar mekanizmaları** krank milinin hareketini kam miline iletirler.

### 3.2. Çeşitleri

#### 3.2.1. Zaman Ayar Dişlileri

Zaman ayar dişlileri, krank milinin dairesel hareketini motor üzerindeki birçok parçaya iletir. Bu parçalardan bazıları; kam milleri, su pompası, alternatör, klima kompresörüdür.

Krank dişlisi çelik alaşımından yapılmış olup kama veya cıvata gibi birleştirmelerle krank miline bağlanır. Zaman ayar dişlileri çalışırken daha sessiz olması için helisel biçimde üretilmişlerdir. Zamanlama dişlileri, motor yağlama sistemi tarafından sürekli olarak yağlanır.



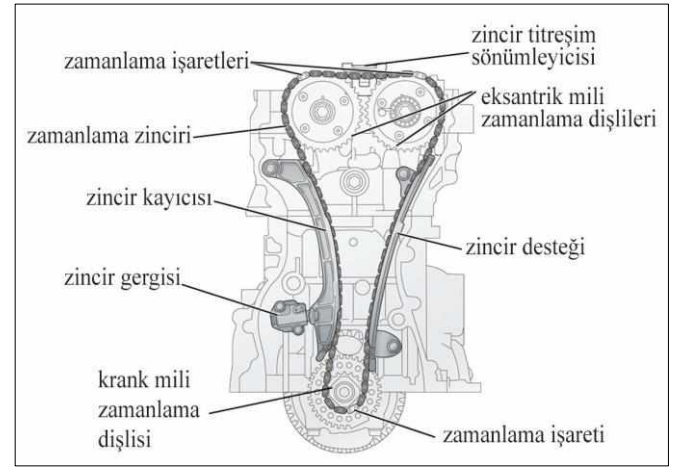
#### 3.2.2. Zaman Ayar Zinciri

Krank mili, zincirli zaman ayar mekanizmasında kam milini bir zincir yardımı ile döndürür.

Kam millerinde ve krank milinde zincirin kullanılabilmesi için zaman ayar dişlileri bulunur.

Kam mili zaman ayar dişlileri kam miline cıvata ile bağlanırken krank mili zaman ayar dişlisi kamalı birleştirme ile bağlanır. Zincirli zaman ayar

mekanizmaları kayışlı tip mekanizmalara göre daha uzun ömürlüdür.

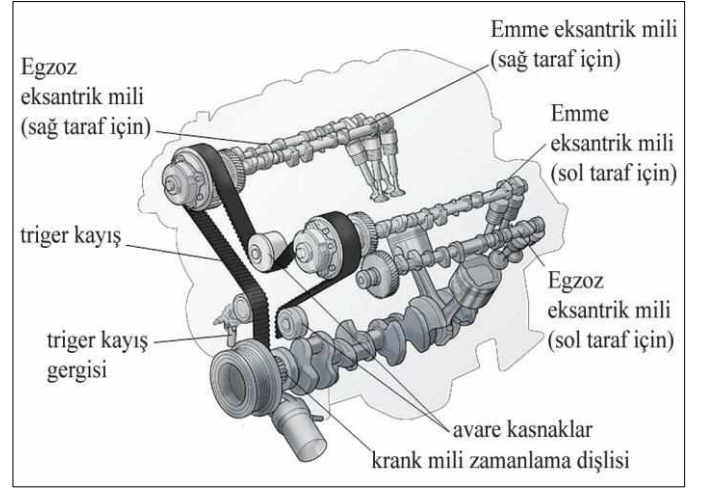


Zincire kılavuzluk yapan zincir kayıcıları (palet) zincirin iki tarafında kullanılır. Zincirin gerdirilmesi için zincir gergisi kullanılır. Ayrıca bazı ayar mekanizmalarında zincirin titreşimini sönümleyen sistemler de mevcuttur. Zincirin üstünde zaman ayar işaretleri bulunur. Bu işaretler, motoru senteye getirmede kullanılır. Zincir mekanizması motor yağlama sistemi tarafından devamlı yağlanmaktadır.

### 3.2.3. Zaman Ayar Kayışı (Triger Kayışı)

Zaman ayar kayış mekanizmasına aynı zamanda **triger kayışı** da denilmekte ve en çok bu isim kullanılmaktadır. Triger kayışı, fiber glass ile güçlendirilmiş kauçuktan üretilmiştir.

Triger kayışının kam mili zaman dişlilerine hareket verebilmesi için kayışın iç kısmına diş açılmıştır. Gerilme dayanımı çok yüksektir, ısı değişiminden çok az etkilenir ve çok az bir esneme yapar.



Triger kayışının yağlanmasına gerek yoktur. Bu nedenle kayışlı zamanlama sisteminin kapakları plastikten yapılır.

Triger kayışlarının belirli kullanım ömürleri vardır. Kullanım ömrünü tamamlayan kayış sistemi set halinde değiştirilir.

Triger kayışının diş atlamaması için kayışın gergin olması gerekir. Bunun için sistemde kayış gergisi kullanılır. Kayışın farklı motor parçalarına hareket verebilmesi için yönlendirilmesi gerekir.

Kayışın yön değiştirme noktalarında avare kasnaklar kullanılmıştır.

## 4. SUPAP MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### 4.1. Görevi

Supap mekanizması; içten yanmalı motorlarda emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımının alınmasını, sıkıştırma zamanında supapların kapalı tutulmasını ve egzoz zamanında yanmış gazların dışarı atılmasını sağlar.

### 4.2. Çeşitleri

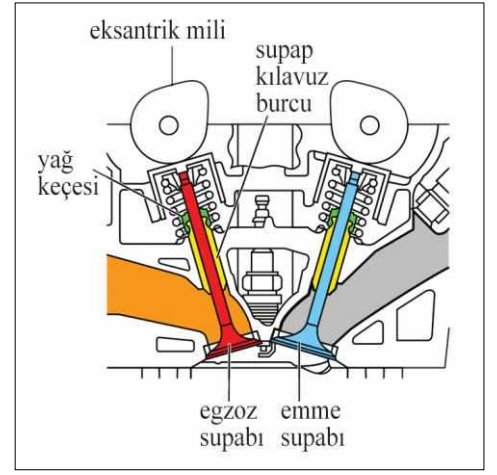
İçten yanmalı motorlar; supapların yerleşimlerine göre L tipi, T tipi, F tipi ve I tipi olarak çeşitlendirilir. L tipi, F tipi ve T tipi supap mekanizmaları günümüz motorlarında kullanılmamaktadır.

Günümüzdeki motorlar, üstten eksantrikli I tipi supap yerleşimli supap mekanizmalarını kullanmaktadır.

## Üstten Eksantrikli I Tipi Supap Mekanizması

I tipi supap mekanizmasında supaplar, silindir kapağına baş aşağı gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

Bu sayede yanma odaları istenilen biçimde tasarlanabilmektedir. Kam milleri, silindir kapağında tek ve çift olarak kullanılabilir. Tek kam mili kullanıldığında tüm supaplar bu kam milinden hareket almaktadır. Çift kam mili kullanıldığında ise emme ve egzoz supapları için ayrı ayrı kam milleri kullanılır.



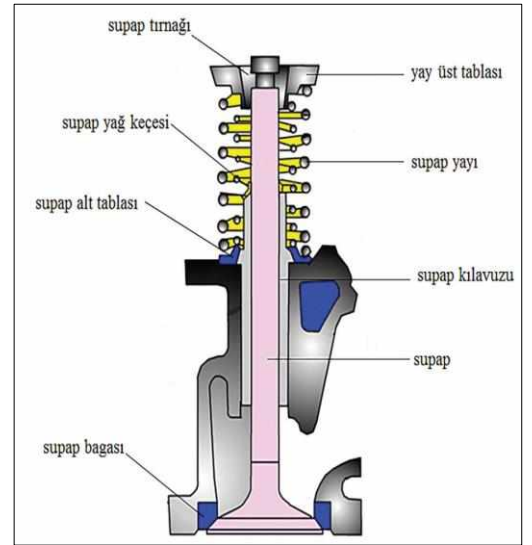
### 4.3. Parçaları

#### 4.3.1. Supaplar

Supaplar, emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımının alınmasını ve egzoz zamanında yanmış gazların dışarı atılmasını sağlayan supap mekanizması parçasıdır.

Supaplar dört zamanlı motorlarda kullanılır. İki zamanlı motorlarda port adı verilen delikler supapların görevini yaparlar.

Dört zamanlı motorlarda emme ve egzoz supabı olmak üzere iki çeşit supap kullanılır.



Emme supapları, emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımını alırken egzoz supapları, egzoz zamanında yanmış gazların silindirlere çıkışını sağlarlar. Emme supapları içeriye daha fazla hava veya hava-yakıt karışımını alabilmek için egzoz supaplarından daha büyük yapırlar.

Supapların çok yüksek sıcaklıklar ve basınçlar altında eğilmeden, kırılmadan, erimeden, çatlamadan görevlerini yerine getirmeleri gerekir. Bu sebeple supaplar dayanıklı ve sağlam malzemeden üretilir.

Emme supapları genellikle nikel (Ni), krom (Cr) ve silisyum (Si) katırlı çeliklerden yapılmaktadır.

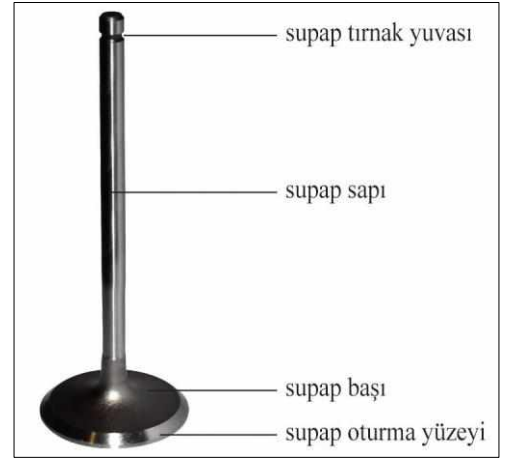
Egzoz supapları daha yüksek ısılara maruz kaldıklarından krom (Cr)-nikel (Ni)-Wolfram (W), krom (Cr)-mangan (Mn) ve krom (Cr)-kobalt (Co) çeliklerden yapırlar.

Supap yapısal olarak supap tırnak yuvası, supap sapı, supap oturma yüzeyi ve supap başından oluşmaktadır.

Eski nesil motorlarda silindir başına iki adet supap kullanılırdı. Bu supaplardan biri egzoz diğeri de emme supabıydı.

İçten yanmalı motorlardan daha fazla güç ve yakıt sarfiyatı istendiğinden çoklu supap teknolojisine geçilmiştir. Bu teknoloji; silindirlere daha fazla temiz hava alabilme, düşük yakıt tüketimi ve daha düşük zararlı egzoz emisyonları sağlayabilme imkânını vermiştir.

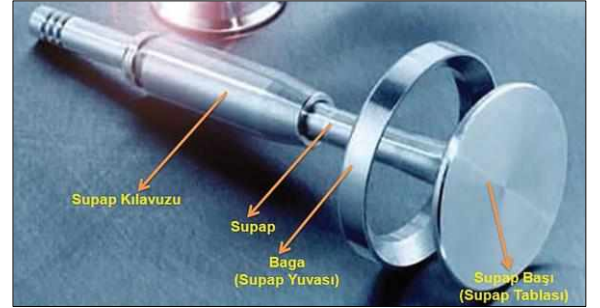
Günümüz otomobillerinde en çok kullanılan supap sayısı silindir başına dördür. Bu supaplardan iki tanesi emme iki tanesi egzoz supabıdır.



#### 4.3.2. Supap Yuvası (Baga)

Supap başlarının silindir kapağında oturduğu silindirik yuvalara **baga** denir.

Supap yuvası, supaplar kapalıyken silindirin sızdırmazlığını sağlar. Böylece sıkıştırma zamanındaki kompresyon kaçağı engellenmiş olur. Supap yuvası silindir kapağına preslenerek takılmıştır.



Yanma sırasında ısınan supapların ısınıp silindir kapağına ileterek supapların soğumasını sağlar.

Yeni nesil motorlarda supap yuvası, preslenmiş ayrı bir parça olarak değil silindir kapağına lazerle kaynatılmış ve silindir kapağıyla tek parça haline getirilmiş olarak üretilmektedir.

Lazerle kaynatılmış supap yuvaları değiştirilemez. Supap bagası; yüksek sıcaklığa, mekanik darbeye, aşınmaya ve sıcaklığa dayanıklı malzemeden üretilir. Presle geçirilen bagalar kaliteli dökme demir veya stellite denen alaşımdan üretilir.

Supap bagası, supap oturma yüzeyi gibi açılı bir yüzeye sahiptir. Baga yüzeylerinin açıları farklı çeşitlerde olabilir. Genelde 45° açı kullanılır.

#### 4.3.3. Supap Kılavuzu (Gayd)

Supap kılavuzuna aynı zamanda **supap gaydı** da denir. Supap kılavuzu, genellikle dökme demirden bazen de bronz alaşımdan üretilir. Supap kılavuzu silindir kapağına preslenerek takılır. Bazı motorlarda supap kılavuzları silindir kapağıyla tek parça halinde üretilmiştir olabilir.



Supap sapı, supap kılavuzunun içinde aşağı ve yukarı doğru hareket eder. Supap kılavuzu, supapların aşağı ve yukarı hareketine kılavuzluk ederek düz bir şekilde hareket etmelerini sağlar. Böylece supaplar yuvalarına tam olarak oturarak boşluk, titreşim, yalpalama yapamaz ve supaplar ile supap yuvaları arasından kompresyon kaçağı oluşmaz.

#### 4.3.4. Supaplar Yağ Keçesi (Supap Lastiği)

Supap sapının supap kılavuzu içinde aşağı ve yukarıya hareket ederken sıkışmaması için motor yağı ile yağlanması gereklidir. Motor yağının supap sapı ile supap kılavuzu arasındaki çalışma boşluğundan yanma odasına sızması engellenmelidir. Motor yağlama yağının kılavuzla supap sapı arasından sızmasını önlemek için supap yağ keçesi kullanılır.



#### 4.3.5. Supap Yayı

Supap yayı, kam mili ve supap iticisi tarafından itilen (açılan) supabın görevi bittikten sonra supap yuvasına geri çekilmesini (kapanması) sağlayan supap mekanizması parçasıdır. Supap yayları özel yay çeliğinden helisel sarımlı olarak yapılır.

#### 4.3.6. Supaplar Yay Tablası

Supap yay tablası, supap yaylarını supap sapına bağlamak için kullanılır. Böylece supap kam tarafından aşağıya doğru itildiğinde supap yayının sıkıştırılmasını sağlar.

Yay tablaları, supap yayını supap sapı çalışma ekseninde tutar. Dolayısıyla supap yayının eğilmesini önlemiş olur.

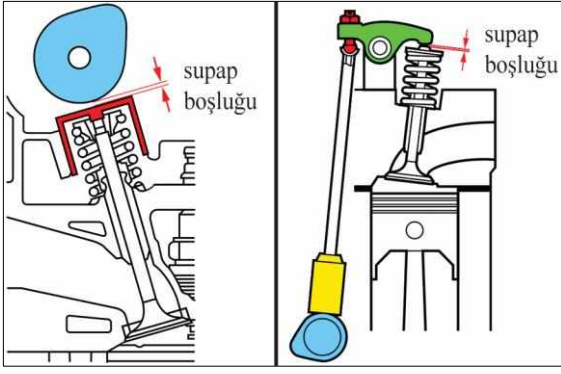


#### 4.3.7. Supap Tırnakları

Supap tırnakları, supap tablası ile iç içe geçerek supap yayının supap sapına bağlanmasını sağlar ve bu sayede supap yayı istenilen konumda tutulmuş olur.

## 4.4. Supap Boşluğu

### 4.4.1. Tanımı



İçten yanmalı motorların birçok parçası metal malzemeden yapılmıştır. Metaller, ısındıkça genleşen yani boyu uzayan malzemelerdir. İçten yanmalı motorların çalışma sıcaklıkları farklılık gösterdiklerinden beraber çalışan parçalar arasında çalışma boşluğu olmak zorundadır. Kam mili ile supap sapı arasındaki çalışma boşluğuna **supap boşluğu** denir.

Supap boşluğu, direkt tahrikli supap sisteminde kam profilinin yuvarlak kısmı ile supap fincanı arasındaki boşluk iken külbütör supap mekanizmasında külbütör koluyla (manivela piyano ile) supap sapı arasındaki boşluktur.

Supap boşluklarının değerleri kullanılan külbütör mekanizmalarına göre değişiklik gösterir. Egzoz supapları daha yüksek ısılarda çalıştıklarından supap boşluk değerleri emme supaplarına göre daha fazladır.

**Supap boşluğu fazla olduğunda** motorda supap vurma sesi (supap vuruntusu) oluşur. Motorun supap zamanlaması bozulur, motor performansı düşer, yakıt tüketimi artar.

**Supap boşluğu az olduğunda** supaplar tam olarak kapanamaz, motor kompresyon kaçıırır. Motor performansı azalır, yakıt tüketimi artar.

## 5. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### 5.1. Görevi

Değişken supap zamanlama sisteminin görevi; her motor devrinde (rölanti, orta yük, yüksek devir) motora yeterli havanın alınabilmesi için uygun olan kam açısını vermek, motor performansını yükseltmek, yakıt sarfiyatını ve egzoz emisyonlarını azaltmaktır.

### 5.2. Çeşitleri Ve Yapısal Özellikleri

**Supap Bindirmesi:** Egzoz zamanı sonunda emme ve egzoz supaplarının beraber açık kaldığı zamana denir. Supap bindirmesi, EGR etkisi yapan bir durumdur. Supap bindirmesi sayesinde egzoz emisyonları azalmaktadır.

**Supap Zamanlaması:** Emme ya da egzoz supaplarının açıldığı zamanlamadır. Örneğin, emme supabı erken açılırsa düşük devirde egzoz gazı emme manifolduna girebilir.

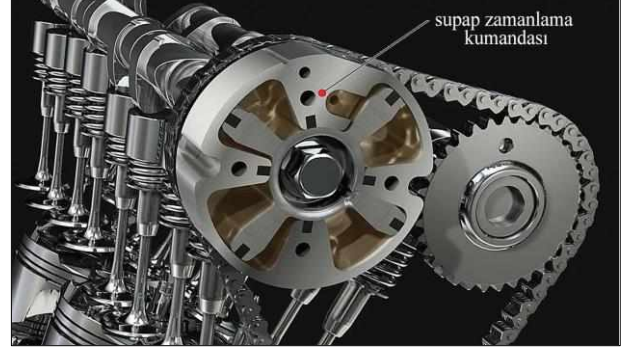
**Supap Açıklığı:** Supapların yanma odasına doğru açıldığı mesafedir. Supap zamanlama sistemi olmayan içten yanmalı motorlarda supapların motor devri ne olursa olsun yanma odalarına doğru olan açılma mesafeleri

değişmez. Düşük motor devirlerinde supabın açılma mesafesi az olması istenirken yüksek motor devirlerinde daha fazla hava alabilmek için supabın açılma mesafesinin daha fazla olması gerekir.

**Supabın Açık Kalma Süresi:** Krank mili açısı değerinden supapların açık kalma süreleridir. Yüksek motor devirlerinde supapların çok uzun süre açık kalması istenirken düşük motor devirlerinde bu süre daha düşük olmalıdır.

### 5.2.1. Supap Zamanlamasına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri

Bu değişken supap zamanlama sisteminde kam mili, dönüşünü yaklaşık 40-60 derecelik krank mili açısı içerisinde değiştirerek supap zamanlamasını değiştirir. Valf zamanlaması kumanda sistemi, eksantrik mili kam açısını değiştirir.



Yani supapların açılma kapanma zamanlamalarını öne (avans) ya da arkaya (rötar) alır. Supapların açılma miktarını ve açık kalma sürelerini değiştirmez.

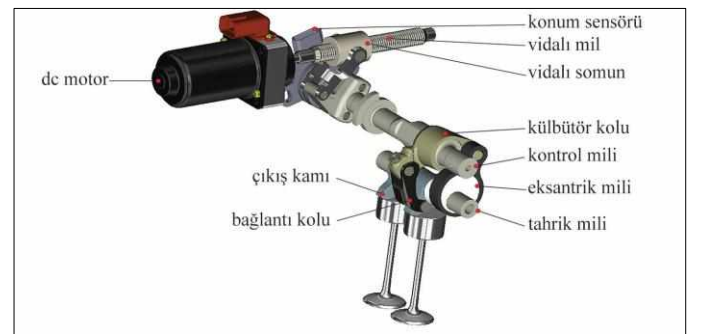
Motor kontrol ünitesi, motordan aldığı verilere göre eksantrik mili dönüş konumunu değiştirerek supaplarının açılma zamanını değiştirir. Böylece supap bindirme süresini her motor devri için en ideal şekilde ayarlayarak motor performansını artırır, yakıt tüketimini ve egzoz emisyonlarını azaltır. Eksantrik milinin supaplara daha önce veya daha sonra basması, supapların daha erken açılması ya da daha geç açılması anlamına gelir.

Eksantrik mili supaplara daha önce basarsa buna **supap avansı**, daha sonra basarsa buna **supap rötarı** denir. Bu sistemin; emme kam mili kontrolü, emme ve egzoz kam mili kontrolü olmak üzere iki çeşidi vardır.

Valf zamanlamasına kumanda eden değişken supap zamanlama sistemine, Toyota VVT-I, Toyota Dual VVT-I Honda Vtec, Mitsubishi MIVEC, Ford Ti-VCT, BMW Vanosve Hyundai CVVT' sistemleri örnek verilebilir.

### 5.2.2. Supap Açıklığına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri

Değişken supap açıklığı sistemi olmayan motorlarda emme supaplarının yanma odasına olan açıklığı sabittir ve bu durum hiç değişmez. Sürücünün gaz pedalına basarak talep ettiği güce, yol ve yük şartlarına göre supap açıklığı kumanda sistemi supap açıklığını sürekli değiştirerek silindirlere alınan hava miktarını değiştirir.



Bu sistem, motorun çalışma durumuna göre hem yakıt ekonomisi hem de performans artışı sağlar. Supap açıklığı kumanda sistemleri; iki farklı kam profili arasında geçiş yöntemi ve supapların açılma miktarını kontrol yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır.

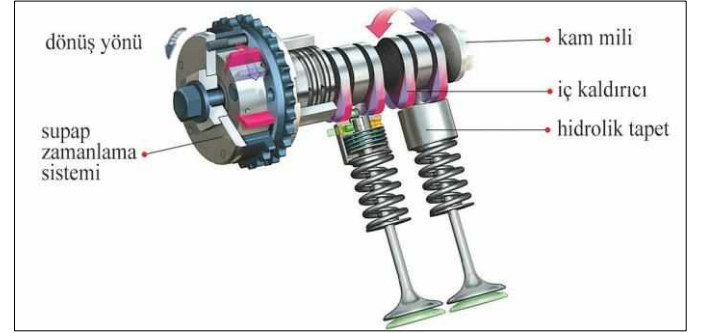
Kam profili değişimi yapan değişken supap zamanlaması sisteminde belirli bir devirden sonra motor torkunu arttırmak amacıyla emme supaplarının açılma miktarını (kamın supaba basma miktarını) arttıran bir ek sistem eklenmiştir.

Böylece hem eksantrik milinin kam açısı değiştirilir hem de emme supaplarının daha fazla ve daha uzun süreli açılması sağlanır. Motorun yüksek devirlerde ihtiyaç duyduğu daha fazla havanın yanma odasına girmesi sağlanmış olur.

Honda I-VTEC, Nissan VVL, Toyota VVTL-I sistemleri bu sisteme örnek gösterilebilir.

Supapların açılma miktarını (kursunu) kontrol eden supap zamanlama sistemi; gaz pedalına basılma miktarına, motor yükü ve devrine göre supap açılma miktarını 1 milimetre ile 11 milimetre değerleri arasında değişken olarak çok hassas şekilde değiştirir. Bu sayede silindirlere alınan havanın miktarı çok hassas şekilde ayarlanır.

Supap açılma miktarı kontrol sistemi; gaz pedalına az basıldığında düşük motor gücü taleplerinde, emme supaplarının açılma miktarını düşük tutar. Böylece düşük motor gücü ve yakıt ekonomisi sağlanır.



Bu sistem; ani hızlanma, yokuş çıkma, yüksek hızlarda ve yüksek motor devirlerinde, performanslı sürüşlerde emme supaplarının açılma miktarını arttırarak emme kanalının büyümesini ve supapların daha uzun süre açık kalmasını sağlar. Bu durumda silindir içine daha fazla hava-yakıt karışımı girer ve motor gücü artar. Bu supap zamanlama sistemine

Bmw-Valvetronic, Toyota- Valvematic ve Nissan VVEL sistemleri örnek gösterilebilir.

### 5.2.3. Aktif Silindir Yönetim Sistemi

Aktif silindir yönetim sistemi, bir veya birden fazla supabın çalışmasını durdurarak veya tekrar devreye alarak çalışan bir supap zamanlama sistemidir. Aktif silindir yönetiminde iki metot kullanılır.

Birinci metot, içten yanmalı motorun belirli silindirlerine giden supapları komple kapatarak silindirleri pasif duruma getirir. Bu sayede düşük hızlarda %16'ya varan yakıt ekonomisi sağlanır.

İkinci metot; silindirlerin iki emme supabından birini kapatıp havanın yanma odasına farklı giriş yapmasını sağlayarak içeride doğal bir girdap oluşturmalarını, hava ve yakıtın tamamen karışmasını sağlamaktır. Bu sayede yakıt sarfiyatı azalır ve EGR (Egzoz gazı geri dönüşümü) etkisi daha fazla olur.



## ÇALIŞMA SORULARI

1. Külbütör mekanizmasının görevi nedir?
2. Külbütör mekanizmasının yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?
3. Külbütör mekanizmasında yapılan kontroller nelerdir?
4. Kam milinin görevi nedir?
5. Kam milinin yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?
6. Kam milinin arızaları ve belirtileri nelerdir?
7. Zaman ayar düzeneklerinin görevi nedir?
8. Zaman ayar düzeneklerinin çeşitleri nelerdir?
9. Zaman ayar düzeneklerinde yapılan kontroller nelerdir?
10. Triger kayışında yapılan kontroller nelerdir?
11. Zaman ayar dişlileri, zinciri veya triger kayışının arızaları ve belirtileri nelerdir?
12. Supapların görevi nedir?
13. Supap Mekanizmasının görevi nedir?
14. Supapların yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?
15. Supaplarda yapılan kontroller nelerdir?
16. Supap boşluğu ve Supap ayarı ne demektir?
17. Supap boşluğu ve Supap ayarının önemi nedir? Nasıl yapılır?
18. Supap mekanizmasının arızaları ve belirtileri nelerdir?

- 19.** Değişken supap mekanizmasının görevi nedir?
- 20.** Değişken supap mekanizmasının çeşitleri nelerdir?
- 21.** Değişken supap mekanizmasının yapısal özelliklerini açıklayınız?
- 22.** Değişken supap mekanizmasının arızaları ve belirtileri nelerdir?
- 23.** Değişken supap mekanizmasında yapılan kontroller nelerdir?

# MOTOR DONANIMLARI MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| <b>MOTORLARDA SOĞUTMA SİSTEMİ</b>                | 2  |
| <b>1. Sistemin Görevleri</b>                     | 3  |
| <b>2. Soğutma Sistemi Çeşitleri</b>              | 3  |
| 2.1. Havalı Soğutma Sistemi                      | 3  |
| 2.2. Sıvı Soğutmalı Sistem                       | 4  |
| <b>3. Sistemin Yapısı Ve Parçaları</b>           | 4  |
| 3.1. Radyatör                                    | 4  |
| 3.2. Termostat                                   | 4  |
| 3.3. Devirdaim (Su Pompası)                      | 4  |
| 3.4. Soğutma Fanı                                | 5  |
| 3.5. Genleşme Kabı                               | 5  |
| 3.6. Hortumlar, Su Ceketleri, Su Kanalları       | 5  |
| 3.7. Su Sıcaklık Sensörü, Hararet Göstergesi     | 5  |
| Su Soğutmalı Sistemin Çalışması                  | 5  |
| <b>4. Sistemin Arızaları</b>                     | 6  |
| Soğutma Sıvısı Eksilmesi                         | 6  |
| Motorun Hararet Yapmasının Nedenleri             | 6  |
| <b>2. MOTORLARDA YAĞLAMA SİSTEMİ</b>             | 7  |
| <b>2.1. Sürtünme Çeşitleri</b>                   | 7  |
| A. Kuru Sürtünme:                                | 7  |
| B. Sıvı Sürtünmesi:                              | 7  |
| C. Sınır Sürtünmesi:                             | 7  |
| <b>2.2. Motorda Yağlama Sisteminin Görevleri</b> | 7  |
| <b>2.3. Motor Yağları</b>                        | 7  |
| 2.3.1. Motor Yağlarının Yapısal Özellikleri      | 7  |
| 2.3.2. Motor Yağı Çeşitleri                      | 8  |
| 2.3.3. Motor Yağlarının Sınıflandırılması        | 8  |
| <b>2.4. Yağlama Sistemi Çeşitleri</b>            | 8  |
| 2.4.1. Kuru Tip Karter                           | 9  |
| 2.4.2. Islak Tip Karter                          | 9  |
| <b>2.5. Yağlama Sisteminin Parçaları</b>         | 9  |
| 1. Karter                                        | 9  |
| 2. Yağ Pompası ve Yağ Süzgeci                    | 10 |
| 3. Yağ Basınç Kontrol Valfi                      | 10 |
| 4. Yağ Filtresi ve Yağ Soğutucusu                | 10 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Yağ Kanalları ve Yağ Jetleri .....                                | 11 |
| 6. Yağ Basınç, Seviye ve Sıcaklık Sensörleri ve Yağ Göstergesi ..... | 11 |
| Karter Havalandırma .....                                            | 11 |
| Sistem Arızaları Ve Sebepleri .....                                  | 12 |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI</b> .....                                        | 13 |

Soğutma sistemi, motorun belirli bir sıcaklık aralığında çalışmasını sağlar. Bu sıcaklığa **rejim sıcaklığı** da denir.

## 1. Sistemin Görevleri

- ⊗ Motor yağının soğutulmasını sağlamak.
- ⊗ Turbo şarj mekanizmasının soğutulmasını sağlamak.
- ⊗ EGR valfine gelen egzoz gazlarının soğutulmasını sağlamak.
- ⊗ Bazı motorlarda yakıtın soğutulmasını sağlamak.
- ⊗ Bazı araçlarda şanzıman yağını soğutmak.
- ⊗ Araç kabin içinin ısıtılmasını sağlamak.
- ⊗ Motorun ideal çalışma sıcaklığında kalmasını sağlamak.

### Motor parçaları soğutulmadığı takdirde;

- ⊗ Motor parçalarının mekanik dayanımı azalır.
- ⊗ Parçalar üzerinde aşırı genleşmeler meydana gelir ve hareketli parçalar arasında bulunan yağ boşluğu ortadan kalkar.
- ⊗ Yağlanamayan parçalar kuru sürtünme sonucu oluşan ısıнын da etkisi ile birbirine kaynar ortadan kalkar ve sıkışır kalır

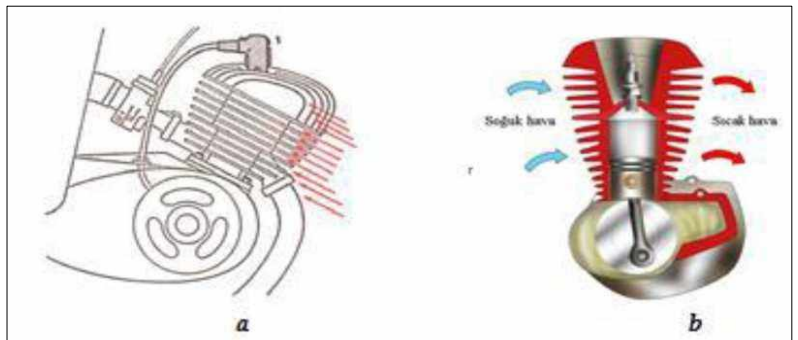
## 2. Soğutma Sistemi Çeşitleri

### 2.1. Havalı Soğutma Sistemi

Günümüzde genellikle motosiklet motorlarında kullanılmaktadır.

Silindir ve silindir kapağı, ısı dağılan yüzeylerinin artırılması için soğutma kanatçıkları ile donatılmıştır. Fan kullanılmayan sistemlerde hareket sırasında oluşan rüzgâr, silindir ve krank muhafaza gövdesi etrafından geçerken bu yüzeylere temas eder ve ısı doğrudan dışarı atılır.

Hava ile soğutma işlemi soğutucu hava akışı ve bir fan (vantilatör) yardımıyla sağlanır. Fan havayı eksenal yönde emer ve çevresel dışarıya gönderir. Hava yönlendirme sacı havayı silindirlere yönlendirir.

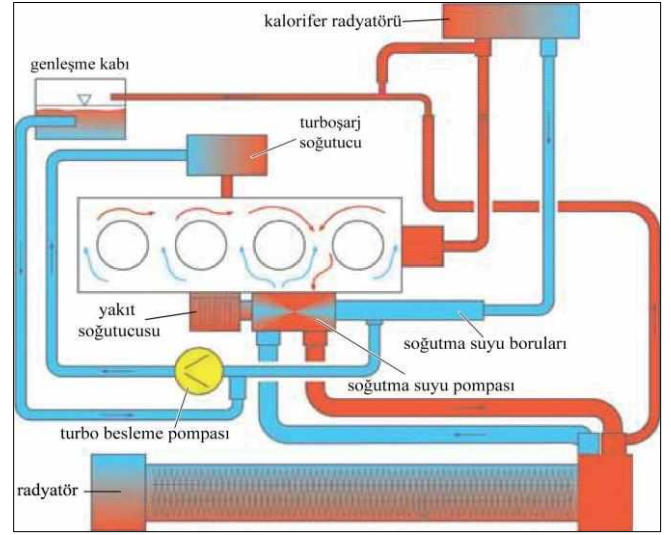


## 2.2. Sıvı Soğutmalı Sistem

Küçük ve büyük hacimli motorlar fark etmeksizin günümüzde motorlarda sıvı soğutmalı sistemler kullanılır. Bu sistemde su kanallarının, su ceketlerinin, boruların ve hortumların oluşturmuş olduğu hat içinde soğutma sıvısı dolaşım yapar.

Soğutma sıvısında genellikle su ve antifriz %50 oranında karıştırılır. **Antifrizin görevi**, 0°C’de donmaya ve genleşmeye başlayan suyun donma sıcaklığını düşürerek soğutma sıvısının donmasını engellemektir. Ancak

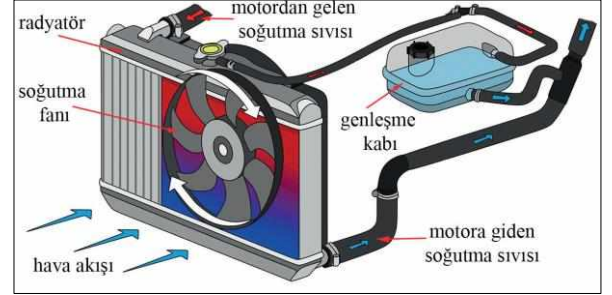
antifrizin ham maddesi ve içerisine eklenenlerle antifrizde farklı özellikler ve görevler de kazandırılmaktadır.



## 3. Sistemin Yapısı Ve Parçaları

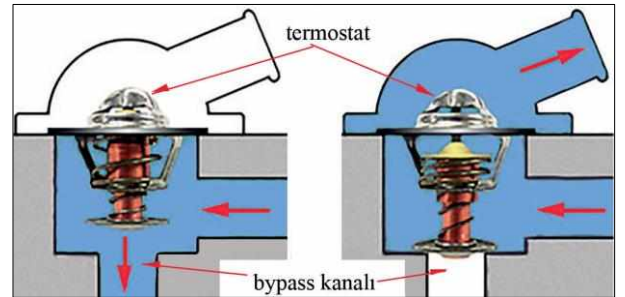
### 3.1. Radyatör

Radyatör, içindeki kanallardan geçen soğutma suyunun ısınıp radyatör petekleri arasından geçen hava akımının üzerine almasını sağlar. Böylece soğutma suyunun sıcaklığı düşürülmüş olur. Radyatörün ince yapraklardan oluşan ızgara şeklinde yapısı vardır.



### 3.2. Termostat

Termostat, motor soğukken radyatöre giden kanalı kapatarak soğutma sıvısının geçişine izin vermez. Motorun ideal çalışma sıcaklığına çabuk ulaşmasını sağlar ve motor sıcaklığı düşerse tekrar kapanarak sıcaklığın belli derecenin altına düşmesine engel olur. Soğutma sıvısı silindir bloğu ve silindir kapağında dolaşım yapar. Soğutma suyu sıcaklığı belli değere ulaşınca termostat açılır. Soğutma suyu radyatör içerisinde dolaştırılarak motor ideal bir sıcaklıkta tutulur.



### 3.3. Devirdaim (Su Pompası)

Soğutma sistemi üzerinde soğutma sıvısının dolaşımını sağlar. Hareketini “V” kayışı, triger kayışı veya dişli sistem vasıtasıyla krank milinden alır. Ayrıca elektrikli su pompaları da bazı motorlarda kullanılmaktadır.

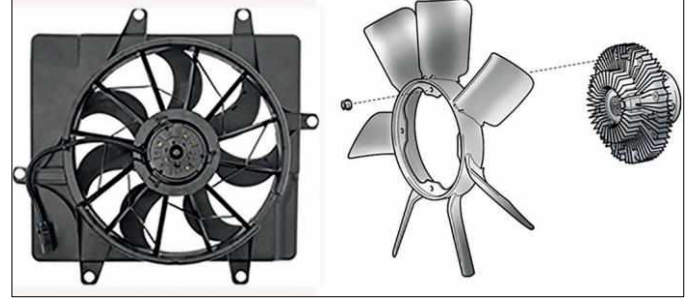


### 3.4. Soğutma Fanı

Radyatörden geçen hava akışını hızlandırarak radyatörden geçen soğutma sıvısının sıcaklığının düşürülmesini sağlar. Hareketini aldığı yere göre günümüzdeki araçlarda genellikle elektrikli ve hidrolik kavramalı olmak üzere iki farklı vantilatör

kullanılmaktadır. Elektrik tahrikli olanı ve yaygın olarak

kullanılanına **fan** denir. Fan, soğutma sıvısının sıcaklığı belli bir seviyeyi geçtikten sonra açılır ve soğutma sıvısının sıcaklığını düşürür.



### 3.5. Genleşme Kabı

Isı alan her madde gibi soğutma sıvısı da sıcaklığı arttıkça genişir.

Sistemdeki soğutma sıvısının hacmi artar. Hacimsel olarak fazlalık sıvı genleşme kabında toplanır. Sıvı, hacim düştükçe sisteme dâhil olur.

Sistemdeki soğutma sıvısının miktarı değişmemiş olur. Genleşme kabındaki sıvı miktarı max. ve min. çizgileri arasında olmalıdır.



### 3.6. Hortumlar, Su Ceketleri, Su Kanalları

Radyatör hortumları, kalorifer hortumları, silindir çevresindeki su ceketleri, silindir kapağı içinde su kanalları da soğutma sisteminin diğer parçalarıdır. Bu parçalar, soğutma sıvısının soğutulması gereken bölgelere taşınmasını ve dolaşımını sağlarlar.

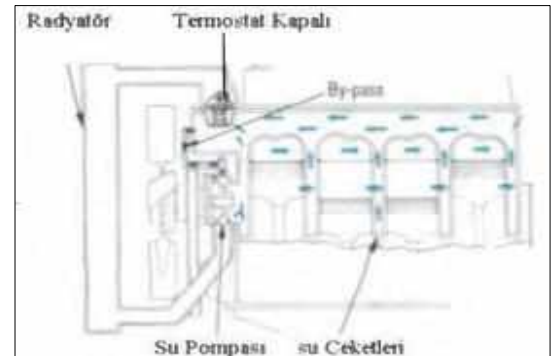
### 3.7. Su Sıcaklık Sensörü, Hararet Göstergesi

Su, sıcaklık sensörü soğutma suyu sıcaklığını algılar ve ECU'ya bilgi gönderir. ECU bu veri ile yakıt miktarının, ateşleme avansının ayarlamasını yapar. Gösterge panelindeki göstergesi çalıştırır.

## Su Soğutmalı Sistemin Çalışması

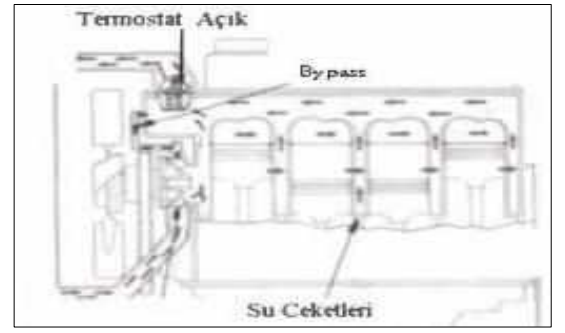
### Soğutma suyu soğuk iken

Soğutma suyu sıcaklığı düşük iken termostat kapalıdır ve su radyatöre gitmez. Su pompa tarafından direkt olarak silindir blokuna ve silindir kapağına basılır daha sonra baypas devresine geçerek su pompasına döner.



## Soğutma suyu sıcak iken

Soğutma suyu sıcaklığı yükseldiğinde termostat açılır ve ısınmış suyun termostat üzerinden geçerek radyatöre gitmesine müsaade eder ve su radyatörde soğur. Soğutma suyu aynı zamanda baypas kanalından da geçer.



## 4. Sistemin Arızaları

Sistemdeki motor sıvısı sıcaklığı, sürücü tarafından gösterge panelinde fark edilir. Hararet çok yüksek olmayıp soğutma sıvısının eksilmesi gibi arızalar belli aralıklarla elle ve gözle yapılan kontroller ile tespit edilir.

Sıvı eksilmesi genleşme kabındaki seviyeye bakılarak görülebilir. Araç durduğu anda araç altına damlama oluyorsa gözle takip edilip nereden kaynaklandığı tespit edilir.

### Soğutma Sıvısı Eksilmesi

⊗ Devirdaim yataklarının bozulması sonucu keçesinden kaçak yapabilir. Bu durumda devirdaimin değiştirilmesi gerekir.

⊗ Termostat kapalı kalabilir ve soğutma sıvısı radyatöre gidemediği için hararet yükselir.

Erken fark edilmezse silindir kapak contasının yanmasına sebep olabilir. Termostatın değiştirilmesi gerekir.

⊗ Silindir kapak contası yanması durumunda silindir içinde oluşan basınç soğutma kanallarındaki soğutma sıvısına etki eder. Soğutma sisteminde basınç yükselmeye başlayınca soğutma sıvısı eksilir. Silindir kapak contasının değiştirilmesi gerekir.

⊗ Radyatör, kalorifer radyatörü, hortumlar ve borulardan sıvı kaçağı olabilir. Tespitinin yapıp kaçağın giderilmesi gerekir.

### Motorun Hararet Yapmasının Nedenleri

- Radyatör peteklerinin tıkanması
- Radyatörde suyun azalması
- Vantilatör kayışının gevşek veya kopuk olması
- Termostatın arızalı olması
- Motor yağının azalması
- Uygun vites ve hızda gidilmemesi
- Motor soğutma suyu kanallarının tıkalı olması

## 2. MOTORLARDA YAĞLAMA SİSTEMİ

Birbiri ile temas ederek hareket eden parçalar arasında harekete karşı bir direnç oluşur. Bu dirence **sürtünme** denir. Temaslı parçalar arasında sürtünmeden dolayı ısı ve aşınma oluşur. Bu sürtünmeden açığa çıkan ısı o kadar yüksek olur ki parçalar birbirine kaynama yapar.

Motorda birbiri ile çalışan yüzeyler arasındaki sürtünmeden kaynaklı aşınmayı en aza indirebilmek için bir yağlama sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Yağ birbirine temas ederek çalışan motor parçaları arasında bir tabaka oluşturup metalin diğer metale direk temasını önler.

### 2.1. Sürtünme Çeşitleri

**A. Kuru Sürtünme:** Çalışan parçalar arasında herhangi bir madde bulunmaz, çalışan yüzeyler birbirine temas eder. Bu sürtünme şeklinde çalışan yüzeylerde ısı birikir, aşınma fazla olur.

**B. Sıvı Sürtünmesi:** Parçaların çalışan yüzeyleri arasında yağlayıcı madde varsa ve bu madde bir tabaka oluşturup metal yüzeylerin birbiri ile arasındaki teması kesiyorsa buna **sıvı sürtünmesi** denir.

**C. Sınır Sürtünmesi:** Çalışan yüzeyler arasındaki teması, araya konan yağlayıcı madde tam olarak kesemiyorsa buna **sınır sürtünmesi** denir.

### 2.2. Motorda Yağlama Sisteminin Görevleri

- ⊗ Birbiri üzerinde çalışan yüzeylerde metalin metale temasını en aza indirerek aşınmayı azaltır.
- ⊗ Yataklar ve muylular arasında amortisör görevi görerek motorun sessiz çalışmasını sağlar.
- ⊗ Piston ve silindir yüzeyleri arasında film tabakası oluşturarak sızdırmazlık sağlar.
- ⊗ Temas ettiği motor parçaları üzerindeki ısıyı alır.
- ⊗ Sürtünme kaynaklı oluşan parçacıkları ve kurumları temizler.
- ⊗ Metal yüzeylerde korozyonu engeller.
- ⊗ Değişken supap mekanizması gibi yağ basıncı ile çalışan sistemlerin çalışmasını sağlar.

### 2.3. Motor Yağları

#### 2.3.1. Motor Yağlarının Yapısal Özellikleri

**Viskozite:** Sıvıların akmaya karşı göstermiş olduğu dirence **viskozite** denir. Viskozite arttıkça yağdaki akışkanlık azalır, viskozite azaldıkça akışkanlık artar. Viskozite sıcaklığa göre değişir. Sıcaklık arttıkça yağın viskozitesi düşer.

**Adezyon:** Sıvı molekülleri ile katı maddeler arasındaki çekim kuvvetidir. Motor yağının adezyonu arttıkça metal yüzeye yapışma özelliği artar.

**Kohezyon:** Sıvı maddeyi oluşturan moleküller arasındaki çekim kuvvetine **kohezyon** denir. Motor yağında kohezyon arttıkça akışkanlık azalır. Yani kohezyon arttıkça viskozite de artar.

### 2.3.2. Motor Yağı Çeşitleri

#### Mineral Yağlar

Motor yağlarının hepsi petrol türevi ürünlerdir. Petrol damıtıldıktan sonra baz yağ denilen ürün elde edilir. Yağ üreticileri baz yağa çeşitli katkıları ekleyerek çeşitli çalışma şartlarına uygun mineral motor yağı üretirler.

#### Sentetik Yağlar

Baz yağlar üzerinde kimyasal işlemler yapılarak elde edilirler. Kullanım amaçlarına uygun olarak sentetik yağların içeriğine çeşitli katkıları eklenir. Sentetik yağlar, mineral yağlara göre oldukça pahalıdır. Ancak motora daha fazla korurlar ve uzun ömürlüdürler. Sentetik yağlar mineral yağlara göre yüksek sıcaklığa daha dayanıklıdır ve düşük sıcaklıklarda daha akışkandır.

#### Yarı Sentetik Yağlar

Yarı sentetik yağlar, mineral yağlar ile sentetik yağların belli oranlarda karıştırılmasından elde edilir. Sentetik yağlara göre daha ekonomiktir.

### 2.3.3. Motor Yağlarının Sınıflandırılması

#### SAE Sınıflandırması

SAE [Society Automotive Engineers (soşieti otomotiv enciniirs)]’nin dilimizdeki karşılığı “Otomotiv Mühendisleri Derneği”dir.

Motor yağları, düşük ve yüksek sıcaklıklardaki viskozitelerine göre sınıflandırılırlar. **Sınıflandırmalar;** SAE10, SAE50, SAE 0W-30 gibi isimlendirilir.

“SAE 0W-30” gibi isimlendirilen yağlar, 4 mevsim kullanılan yağlardır. “0W” ifadesinde “W” (winter) İngilizce kış kelimesinin baş harfidir. Yağın düşük sıcaklıktaki viskozite derecesini ifade eder. Motor yağı -40°C’de dahi akışkan durumdadır. “30” sayısı ise yüksek sıcaklıktaki viskozite derecesini gösterir. Motor yağı bu sıcaklıkta yüzeylerde yağ filmi oluşturmaya devam eder.

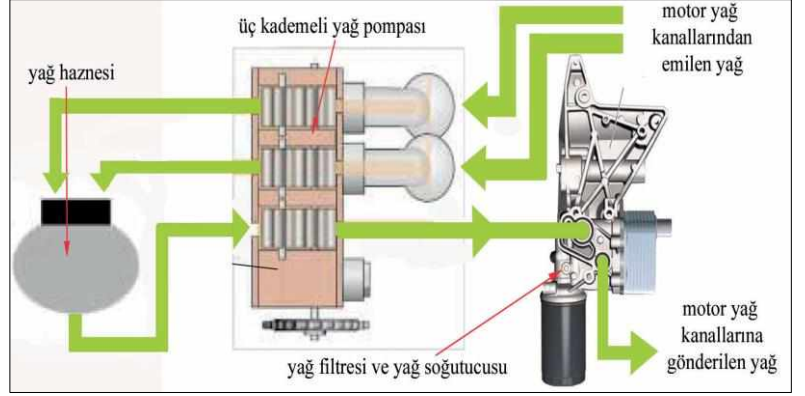
Ülkemizde satışı olan yağ ürünlerinin etiketlerinde genellikle API ve ACEA sınıflandırmaları bulunur.

### 2.4. Yağlama Sistemi Çeşitleri

### 2.4.1. Kuru Tip Karter

Bu sistem, yüksek performans istenen araçların motorlarında ve yarış aracı motorlarında kullanılır. Çünkü karter büyüklüğü düşürülür ve ayrı bir yağ haznesi kullanılır. Bu sistemde kullanılan yağ pompası üç kademelidir. Yani bir yapının içinde üç pompa vardır. Pompanın iki kısmı sistemdeki yağın toplanmasını sağlar.

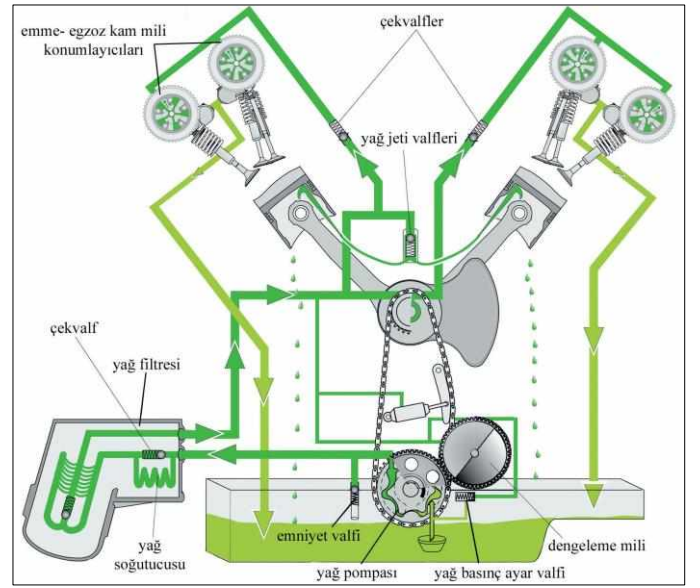
Üçüncü kademe ise sisteme basınçlı yağ gönderir. Anlaşılabileceği gibi yağ, dağıtım hattında da toplama hattında da basınçlı olarak hareket eder.



### 2.4.2. Islak Tip Karter

Bu sistemde yağ karterde toplanır. Yağ pompası ile yağ basınçlı şekilde sisteme gönderilir.

Yağ ulaşması gereken parçaların yüzeylerine ve yataklarına ulaştıktan sonra kendiliğinden süzülerek kartere geri döner. Sistemde parçalara giden yağ kanalları ile kartere dönüşte yağın süzüldüğü kanallar ayrıdır.

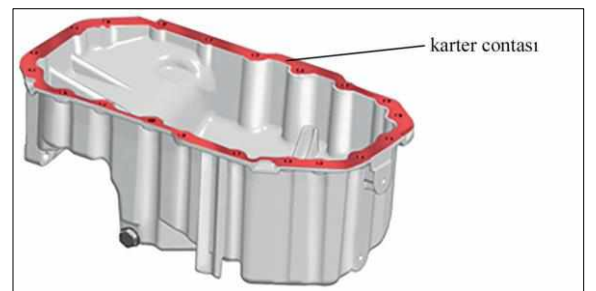


## 2.5. Yağlama Sisteminin Parçaları

### 1. Karter

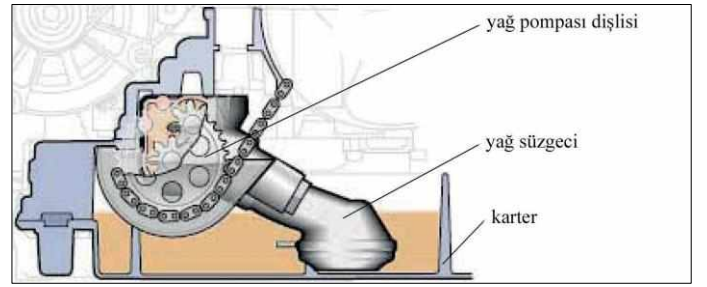
Motor yağının depo edildiği ve sisteme gönderildiği parçadır. Motorun alt kısmını kapatır. Parçaların ve sistemlerin dış etkenlerden korunmasını sağlar. Çelik sacdan ve alüminyum alaşımlarından yapılır.

Yağın çalkantı yapmamasını ve motor farklı eğimlerde iken yağ süzgecinin konumlandırıldığı alanda yağın kalmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.



## 2. Yağ Pompası ve Yağ Süzgeci

Yağ süzgeci, karterde yağın içine daldırılmış şekilde yağ pompasının girişine bağlıdır. Yağ süzgecinin görevi, yağ pompası tarafından emilen yağ içindeki kaba parçacıkların süzülmesini sağlamaktır.



Yağ pompalarının görevi motor yağını karterden çekerek yağlama sistemine belli bir basınçla pompalamaktır.

Günümüzde motorlarda üç tip yağ pompası kullanılmaktadır:

⊗ Dişli tip yağ pompaları    ⊗ Rotorlu tip yağ pompaları    ⊗ Paletli tip yağ pompaları



Üç tip yağ pompasının iç yapıları farklı olsa da temel çalışma prensipleri aynıdır. Yağ pompalarının giriş kanallarının bulunduğu yerde hacim genişlemesi etkisiyle vakum oluşur ve bu buraya yağ emilir. Yağ pompası elemanlarında (dişli, rotor veya palet) dönüş devam ederken hacim daralır. Hacmin en küçük olduğu noktada çıkış kanalı vardır. Bu kanaldan yağ, basınçlı bir şekilde yağ filtresine gönderilir.

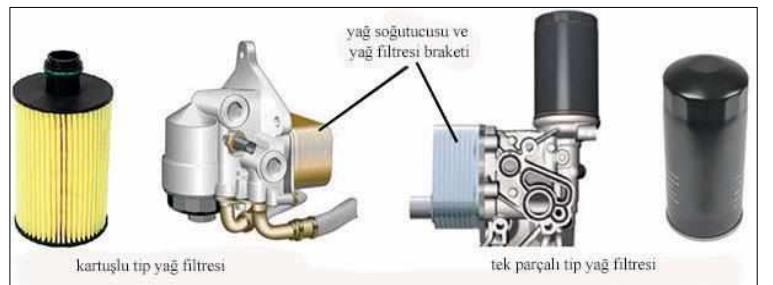
## 3. Yağ Basınç Kontrol Valfi

Yağlama sistemindeki basıncın belli bir değerde kalabilmesi için yağ pompasının çıkışına basınç kontrol valfi eklenmiştir. Yağ pompaları, krank milinden tahrik edildiklerinden motor devri arttıkça yağ pompasının da devri artar. Yağlama sistemine gönderilen yağın hacmi de artar ve bu durum sistemdeki basıncın yükselmesine sebep olur. Basıncın yükselmesiyle birlikte basınç kontrol valfi açılarak yağ hacminin artan miktarının kartere gönderilmesini sağlar. Sistemdeki basıncı dengeler.

## 4. Yağ Filtresi ve Yağ Soğutucusu

Yağ filtresi yağ pompasından gelen motor yağının filtre edilerek sisteme gönderilmesini sağlar.

Küçük parçacıklar ve kurum kalıntıları gibi çalışan yüzeylerin arasında istenmeyen maddeler filtre edilir.



Yağ filtresinin kartuşlu tip ya da tek parçalı tip olmak üzere iki çeşidi vardır. Kartuşlu tipte sadece filtre elemanı değiştirilir tek parçalı tipte ise eleman ayrılmaz yapıdadır ve komple değiştirilir.

Yağ soğutucusu genellikle yağ filtresi kütüğüne bağlıdır. Yüzeylerle temas eden yağ, sıcaklığı yükselmiş olarak kartere döner. Karterdeki soğutma yeterli olmayan motorlarda yağ soğutucusu kullanılır. Bu motorların bazılarında motor çalışma sıcaklığına ulaşana kadar yağın soğutucuya gitmesini engelleyen yağ termostatu bulunur.

## 5. Yağ Kanalları ve Yağ Jetleri

Motor yağı, yağ soğutucusu ve yağ filtresinden geçtikten sonra ana yağ kanalına gelir. Ana yağ kanalından krank mili muylu ve yataklarına, biyel üzerindeki kanallarla piston pimi yatakları ve silindir yüzeylerine, yağ jetlerine, zincir yağlama kanallarına, yağ boruları ile turbo yataklarına ve silindir bloğu üzerindeki diğer kanalla silindir kapağına gelir. Silindir kapağında kam mili muylu ve yataklarına, supap mekanizmasına ve değişken zamanlama dişlilerine gelir. Yatak ve muylu aralarından sızan yağ, süzülme kanallarından kartere süzülür.

Yağ jetleri pistonların altından yağ püskürterek hem pistonların soğumasını sağlar hem de piston piminin yağlanması sağlar.

## 6. Yağ Basınç, Seviye ve Sıcaklık Sensörleri ve Yağ Göstergesi

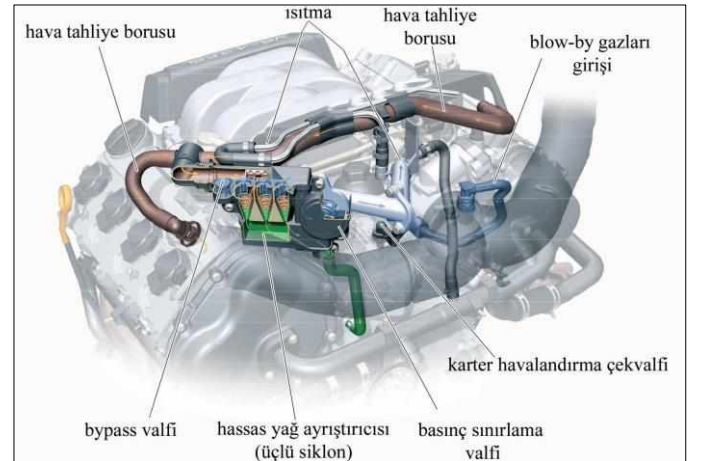
Karterde motor yağı sıcaklığını ve seviyesini algılamak için sensör bulunur. Ana basınç hattı üzerinde de yağ basınç sensörü (yağ müşiri) bulunur. Yağ basıncında düşme olduğunda veya seviyesinde normalin üzerinde eksilme olduğunda gösterge panelinden sürücü uyarılır.

Motor yağı sıcaklığı belli bir seviyeye geldiğinde motor yağı soğutucuya gönderilir.

## Karter Havalandırma

Motorlar çalışırken yanma odasında basıncın yüksek olduğu zamanlarda piston ve segmanlar arasından kartere bir miktar gaz (blow-by gazları) sızar. Bu gazlar yağın ömrünü etkiler ve karterde basınç oluşturur. Zaten yanma odasında yakılması gereken gazlar olduğundan

karter kanallarla emme manifolduna bağlanır. Emme manifoldundaki basınç düşüklüğünden yararlanılarak bu gazlar dışarıdan emilen havanın içerisine çekilir. Bu gazlar emme manifolduna gelirken yağ ayırıştırma (siklon ünitesi) ünitesinden geçirilir ve yağ ayırıştırılarak kartere tahliye edilir.



## Sistem Arızaları Ve Sebepleri

- ⊗ Sistemde en çok rastlanılan arıza yağ kaçaklarıdır. Kaçaklar conta ve keçelerden kaynaklanır.
- ⊗ Silindir iç yüzeylerinin aşınması ya da supap keçelerinin bozulması motorun yağ yakmasının, yağın eksilmesinin diğer sebebidir.
- ⊗ Turbo yataklarında bozulma da motorun yağ yakma sebeplerindendir.
- ⊗ Yağlama sisteminde basınç düşmesi olası arızalardandır. Düşük ya da çok yüksek yağ seviyesi, yağ sıcaklığının aşırı yüksek olması, basınç kontrol valfinin takılı kalması, yağlama sisteminde basınç hattında kaçak veya millerin yatak ve muylularındaki aşınma miktarının fazla olması, yağ pompasının veriminin düşmesi ya da düşük viskoziteli yağ kullanımı arızanın sebeplerinden olabilir.
- ⊗ Basınç kontrol valfinin kapalı olarak takılı kalması, yağ kanallarında tıkanıklık ya da yüksek viskoziteli yağ kullanımı yağlama sisteminde basıncının yükselmesi arızasına sebep olabilir.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Soğutma Sisteminin görevleri nelerdir?
2. Soğutma Sisteminin çeşitleri nelerdir?
3. Soğutma Sisteminin parçaları nelerdir?
4. Radyatörün görevi nedir?
5. Radyatörün yapısı nasıldır?
6. Radyatörün çalışması nasıldır?
7. Radyatörde yapılan kontroller nelerdir?
8. Termostatın görevi nedir?
9. Termostatın yapısı nasıldır?
10. Termostatın çalışması nasıldır?
11. Termostatta yapılan kontroller nelerdir?
12. Su pompası (devirdaim) görevi nedir?
13. Su pompasının yapısı nasıldır?
14. Su pompasının çalışması nasıldır?
15. Su pompasında yapılan kontroller nelerdir?
16. Radyatör fanı ve müşirin çalışması ve yapısal özellikleri nasıldır?
17. Soğutma Sisteminin arızaları ve belirtileri nelerdir?
18. Soğutma sisteminde kullanılan sıvılar hakkında bilgi veriniz?

19. Motorlarda Yağlama Sisteminin önemi nedir?
20. Motorlarda kullanılan yağlar ve özellikleri nelerdir?
21. Yağlama sisteminin görevleri nelerdir?
22. Yağlama sisteminin çeşitleri nelerdir?
23. Yağlama Sisteminin parçaları nelerdir?
24. Karter ve contasının görevi ve yapısı hakkında bilgi veriniz?
25. Yağ pompasının görevi ve çeşitleri nelerdir?
26. Yağ pompasının yapısal özellikleri ve çalışması nasıldır?
27. Yağ filtrelerinin görevi ve çeşitleri nelerdir?
28. Yağ soğutma sistemi (İntercooling) görevi nedir?
29. Yağ soğutma sistemi (İntercooling) yapısı ve çalışması nasıldır?
30. Yağlama donanımının kontrolleri nelerdir?
31. Yağlama donanımının arızaları ve belirtileri nelerdir?

# PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PISTON BİYEL MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b>      | <b>3</b>  |
| 1.1. Pistonlar                                              | 3         |
| Görevleri                                                   | 3         |
| Yapısal Özellikleri ve Kısımları                            | 3         |
| Piston Çeşitleri                                            | 5         |
| 1. 2. Segmanlar                                             | 5         |
| Görevleri                                                   | 5         |
| Yapısal Özellikleri                                         | 5         |
| Segman Çeşitleri                                            | 6         |
| 1. 3. Piston Pimi                                           | 6         |
| Yapısal Özellikleri                                         | 6         |
| Piston Pimlerinin Bağlantı Çeşitleri                        | 7         |
| 1. 4. Piston Kolu (Biyel Kolu)                              | 7         |
| Görevi                                                      | 7         |
| Yapısal Özellikleri ve Kısımları                            | 7         |
| <b>2. KRANK MILİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b>                    | <b>8</b>  |
| Görevi                                                      | 8         |
| Malzemesi Ve Yapısal Özellikleri                            | 8         |
| Çeşitleri                                                   | 9         |
| A. Sıra Tipi Motorların Krank Milleri                       | 9         |
| B. V Tipi Motorların Krank Mili                             | 10        |
| C. W Motorların Krank Mili                                  | 10        |
| <b>3. KRANK KEÇESİNİN, YATAKLARININ KONTROL VE DEĞİŞİMİ</b> | <b>10</b> |
| 3.1. Motor Yatakları                                        | 10        |
| Görevi                                                      | 10        |
| Çeşitleri                                                   | 11        |
| a- Hassas İşlenmiş Standart Yatak:                          | 11        |
| b- Hassas İşlenmiş Standart Çaptan Küçük Yatak:             | 11        |
| c- Yarı İşlenmiş Yatak:                                     | 11        |
| d- Yarı İşlenmiş Merkez Yatak:                              | 11        |
| e- Yarı Hassas Yatak:                                       | 11        |
| Yapısal Özellikleri ve Malzemesi                            | 11        |
| Yağ Boşluğu ve Yatak Seçimi                                 | 12        |
| 3. 2. Gezinti Yatakları                                     | 12        |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| Görevi .....                                              | 12        |
| Çeşitleri.....                                            | 12        |
| Yatak Arızaları .....                                     | 12        |
| 3. 3. Krank Mili Keçeleri .....                           | 13        |
| Görevi .....                                              | 13        |
| Malzemesi.....                                            | 13        |
| Çeşitleri.....                                            | 13        |
| Krank Mili Keçelerinde Yapılan Kontroller.....            | 14        |
| Krank Mili Keçelerinin Arızaları ve Belirtileri .....     | 14        |
| <b>4. VOLANIN KONTROL VE DEĞİŞİMİ .....</b>               | <b>14</b> |
| Görevleri .....                                           | 14        |
| Malzemesi .....                                           | 14        |
| Çeşitleri .....                                           | 14        |
| A. Tek Kütleli Volan .....                                | 14        |
| B. Çift Kütleli Volan .....                               | 15        |
| Volanın Arızaları Ve Volan Arızalarının Belirtileri ..... | 15        |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI .....</b>                             | <b>16</b> |

# 1. PISTON BİYEL MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

**Piston biyel krank mekanizması**, yanma zamanı sonunda oluşan yanmış gazların basıncını dairesel hareketine çevirerek volana iletir.

Piston biyel krank mekanizması grubu; piston, segmanlar, piston pimi, piston kolu (biyel), piston kol yatakları, piston kolu kepleri, krank mili, ana yatak kepleri, krank mili ana yataklarından oluşmaktadır.

## 1.1. Pistonlar

Pistonlar, silindir içerisinde alt ve üst ölü noktalar arasında aşağı ve yukarı yönde hareket ederek yanmış gazların itme hareketini biyel kolu vasıtasıyla krank miline iletirler. Pistonlar yanma odalarının oluşmasını sağlayan hareketli alt kapak gibi görev yaparlar.

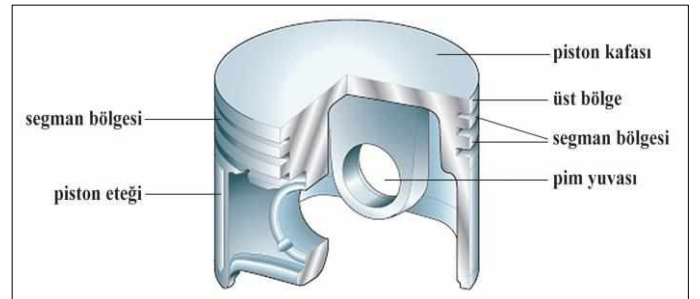
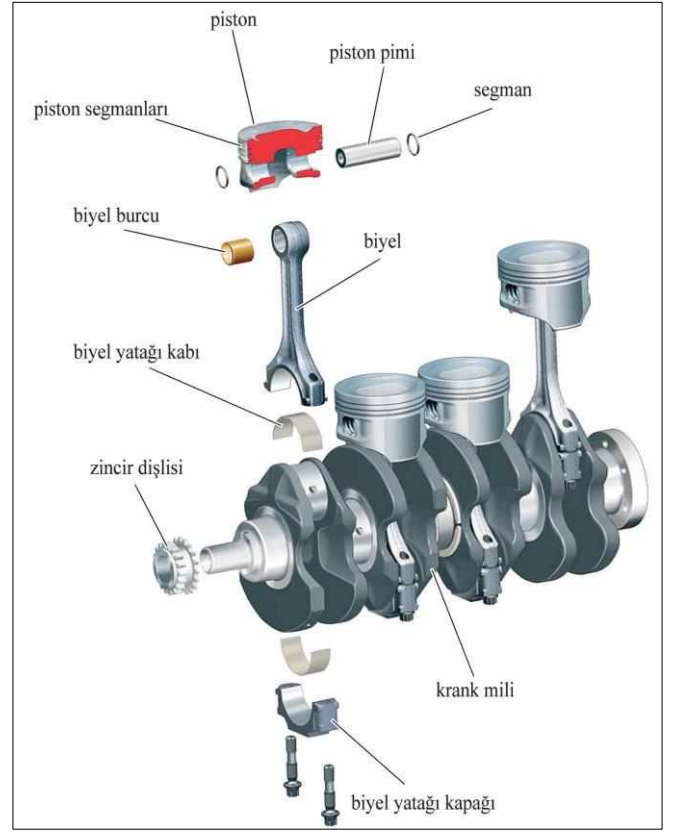
Pistonlar, silindir içerisinde emme zamanında alt ölü noktaya doğru hareket ederek silindir içerisinde oluşturdukları vakum sayesinde hava ya da benzin-hava karışımının silindire dolmasını sağlar. Egzoz zamanında ise üst ölü noktaya doğru hareket ederek yanmış gazların egzozdan dışarı atılmasını sağlar.

### Görevleri

1. Yanma odasını alttan kapatarak segmanlar sayesinde yanma odasındaki sıkışmış gazların kartere kaçmasına engel olur.
2. Yanma zamanında yanmış gazların oluşturduğu itme hareketini biyel kolu vasıtasıyla krank miline iterek krank milinin dönmesini sağlar.
3. Yanmış gazların oluşturduğu yüksek ısıyı, silindir yüzeylerine iletterek motor parçalarının soğumasına yardımcı olur.
4. Silindir içerisinde alt ve üst noktalara doğru hareket ederek zamanların oluşmasını sağlar.

### Yapısal Özellikleri ve Kısımları

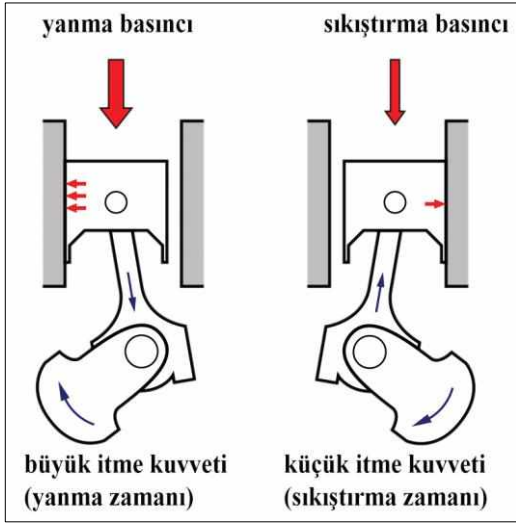
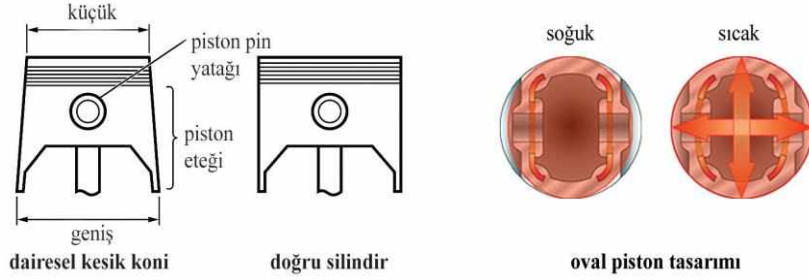
Pistonlar silindirik yapıda olan motor parçalarıdır. Piston tepesi, segman yuvaları, piston eteği, piston gövdesi, piston pimi yuvası gibi kısımlardan oluşmaktadır.



Piston tepeleri genellikle düz, bombeli ve dizel motorlarda çukur biçiminde yapılmaktadır.

Segman yuvaları, piston başında bulunur. Benzin motoru pistonlarında genellikle iki kompresyon, bir yağ segmanı bulunmaktadır. Dizel motorlarda iki veya üç kompresyon, bir veya iki yağ segmanı bulunabilir.

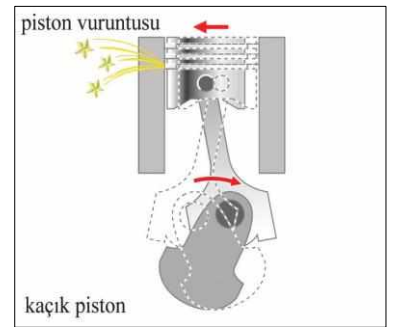
Pistonların özellikle tepe kısmı yanmış gazların etkisi ile çok yüksek ısılara maruz kalır. Bu sebepten piston tepesi, piston eteğinden daha küçük yapılır. Piston tepesi daha çok yüksek ısıya maruz kaldığından genleşmesi de fazla olacak ve piston tepesinin silindirin içerisinde sıkışması önlenecektir.



Piston, silindir içerisinde aşağı ve yukarı hareket ettiğinde silindir duvarlarına temas eder.

Yanma ve sıkıştırma zamanlarında sıkışan gazlar, pistonu silindir duvarlarına doğru iter. Bu itme kuvveti ikiye ayrılır. Sıkıştırma zamanında sıkıştırılan gazın pistonu silindir duvarına ittiği **küçük itme kuvveti** ve yanma zamanında yanmış gazların pistonu silindir duvarına itmesi ile oluşan **büyük itme kuvveti**. Büyük ve küçük itme kuvvetlerinin etkisi ile silindirlerde büyük ve küçük dayanma yüzeyleri oluşur. Silindirler genellikle büyük dayanma yüzeylerinden daha çok aşınırlar.

**Piston vuruntusu**, pistonun silindir duvarına çarptığında ortaya çıkan gürültüdür. Buna **yanal vuruntu** da denir. Piston vuruntusu, sıkıştırma zamanından yanma zamanına geçerken pistonu iten kuvvetin yön değiştirmesiyle ortaya çıkar. Piston vuruntusunu, piston yağ boşluğunun miktarı etkiler. Piston yağ boşluğu fazla olduğunda piston vuruntusu daha büyüktür.



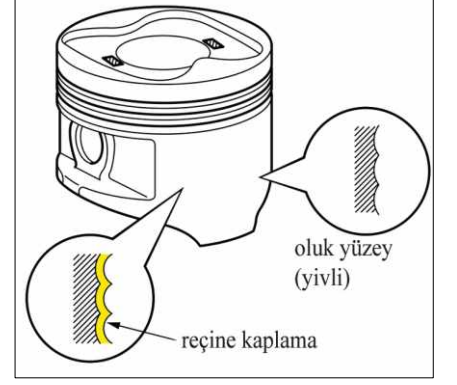
Otomobillerde önceleri gri dökme demir, yumuşak dökme çelik, krom nikeli çelik pistonlar kullanılırken günümüzde yaygın olarak alüminyum alaşımı pistonlar kullanılmaktadır.

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

Alüminyum alaşımı pistonların ataletlerinin düşük olması, yüksek ısılara ve aşınmalara karşı dayanıklılıklarının yüksek olması ve ısı iletimlerinin fazla olması için alüminyum içeresine farklı oranlarda silisyum(Si), bakır(Cu), nikel(Ni), magnezyum (Mg) gibi katkıları atılarak alüminyum alaşımı oluşturulmaktadır.

Bazı otomotiv firmaları, piston eteğinin yağlama özelliklerini geliştirmek için eteği yivli üretmiştir.

Bazı pistonlarda, piston eteğindeki sürtünmeyi azaltmak için karma bir reçine ile kaplaması vardır.



### Piston Çeşitleri

Benzin motorlarında düz etekli, düz diyagonal yarıklı, T yarıklı, U yarıklı ve oto termik pistonlar kullanılmaktadır.

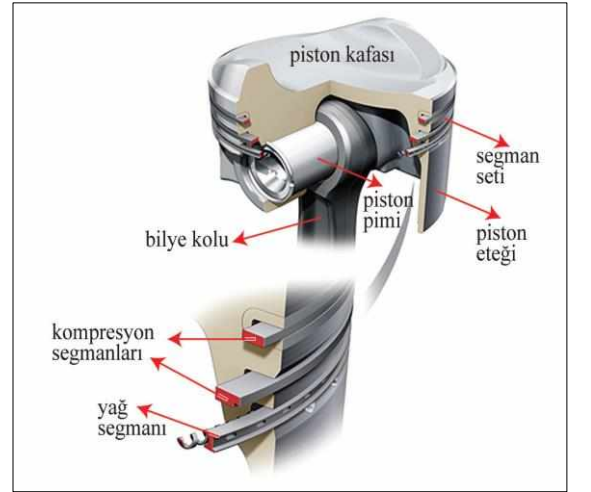


### 1. 2. Segmanlar

Segmanlar, pistonların silindir içerisinde çalışabilmesi için verilmesi gereken çalışma boşluğunu kapatıp sıkıştırma ve yanma zamanlarında sıkışmış gazların kartere geçişini engeller.

Aynı zamanda pistonun yağlanmasını sağlayan motor yağını süzerek yanma odasına geçişine izin vermezler.

Piston tepesinde, kompresyon ve yağ segmanı olmak üzere iki çeşit segman bulunur. Benzinli motor pistonlarında genellikle iki kompresyon segmanı ve bir adet yağ segmanı bulunur.



Dizel motorlarında da yoğun olarak iki adet kompresyon segmanı ve bir adet yağ segmanı görülmektedir. Ancak bazı dizel motorlarda dört adet segman da kullanılabilir.

Dört adet segmanın üçü kompresyon biri yağ ya da ikişer adet kompresyon ve yağ segmanı olarak kullanılır.

### Görevleri

- 1- Sıkıştırma ve yanma zamanında piston ile silindir arasından kartere hava-yakıt karışımının ve yanmış gazların kaçışına engel olurlar.
- 2- Piston eteğini ve silindir cidarlarını yağlayan motor yağının yanma odasına girişini engellerler.
- 3- Piston ısını silindir duvarına aktararak pistonun soğumasına yardımcı olurlar.

### Yapısal Özellikleri

Segmanlar genellikle çelik alaşımlarından yapılır. Bu malzemeler iyi bir sürtünme yüzeyi oluşturduğu gibi motorda meydana gelen yüksek sıcaklık ve yüksek basınca karşı dayanarak da uzun zaman esnekliklerini kaybetmeden görevlerini yaparlar.

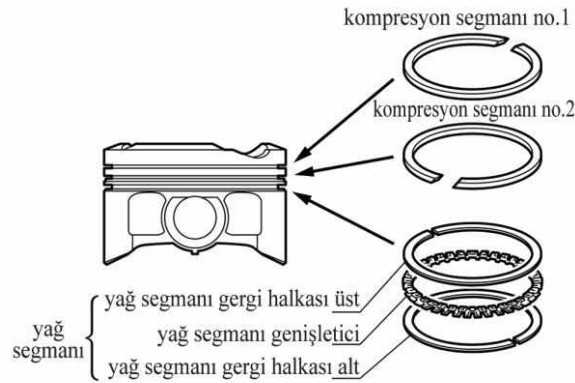
### Segman Çeşitleri

**a- Kompresyon Segmanı:** Piston tepesinin üst kısmında bulunan segmanlardır. Piston, sıkıştırma zamanında üst ölü noktaya çıkarken yanma odasındaki gazın kartere geçişine engel olarak gazın sıkıştırılmasını ve yanma zamanı sonunda yanmış gazların kartere geçişini önler. Böylece motorun performansı artar.

Kompresyon segmanları, motorun çalışması sırasında sızdırmazlık sağladıkları gibi silindir yüzeyindeki yağ filmini de kontrol eder. Segmanlar, düz, pahlı, konik, bombeli, burunlu olarak yapılır. Kompresyon segmanları aynı zamanda pistonlardaki ısının silindirlere iletilmesini sağlayarak soğumalarına yardımcı olur.

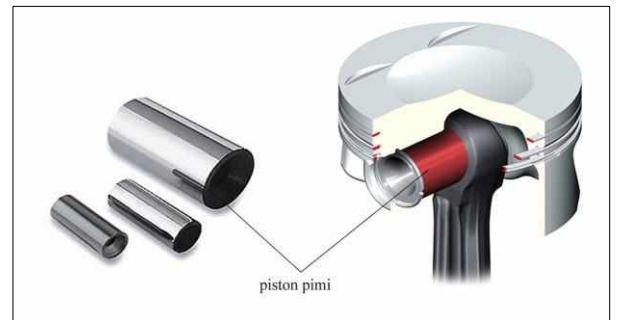
**b- Yağ Segmanı:** Yağ segmanı, silindir cidarındaki fazla yağı sıyrarak pistondaki yağ akıtma deliklerinden kartere akıtır. Aynı zamanda silindir cidarında ince bir yağ filminin oluşumunu sağlar.

Motorda silindir yüzeyleri, segmanlar ve pistonlar; biyel başındaki yağ püskürtme deliğinden ve biyel başı kenarlarından ya da dizel motorlarında yağ enjektörlerinden püskürtülen yağlarla yağlanır. Bu yollarla silindir yüzeyine püskürtülen yağ, silindiri yağlayacak yağdan çok fazladır. Bu fazla yağlar, yağ segmanları vasıtasıyla sıyrılıp kartere akıtılır. Ayrıca bu yağlarla birlikte karbon tanecikleri, hava-yakıt karışımı, silindirlere kadar ulaşan toz, toprak ve yabancı maddeler; yağla birlikte sıyrılarak zararsız hale getirilir.



### 1. 3. Piston Pimi

**Piston pimi,** piston ile biyeli birbirine mafsallı olarak bağlayan motor parçasıdır. Piston başına etki yapan yanmış gaz basıncını biyel yardımıyla krank miline iletir.



### Yapısal Özellikleri

Piston pimi, yanma zamanında ortaya çıkan gazın oluşturduğu yüksek basınç altında çalıştığı için bu kuvvetlere ve aşınmaya dayanıklı olan çelik alaşımlardan yapılırlar.

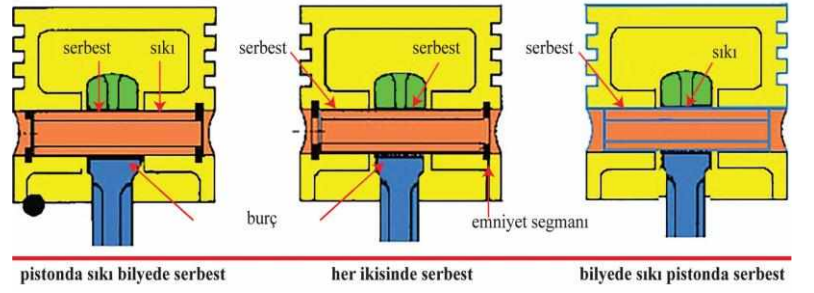
### Piston Pimlerinin Bağlantı Çeşitleri

Piston ve piston kolu (biyel) özel yöntemlerle birbirine bağlanır. Bunlar; tam yüzer tip, yarı yüzer tip ve sabit tip olmak üzere üç çeşittir.

**Tam yüzer tipte piston pimi**, piston pim yuvarlarına veya piston koluna sabitlenmemiştir. Piston pimi serbestçe hareket edebilir.

**Yarı yüzer tipte** ise piston pimi, piston koluna sıkı şekilde geçmiştir veya piston pim yuvalarında serbesttir.

**Sabit tipte** ise piston pimi her iki parçada da serbest durumda değildir.



## 1. 4. Piston Kolu (Biyel Kolu)

Piston kolu, piston ile krank milini birbirine hareketli olarak bağlayan bir motor parçasıdır.

### Görevi

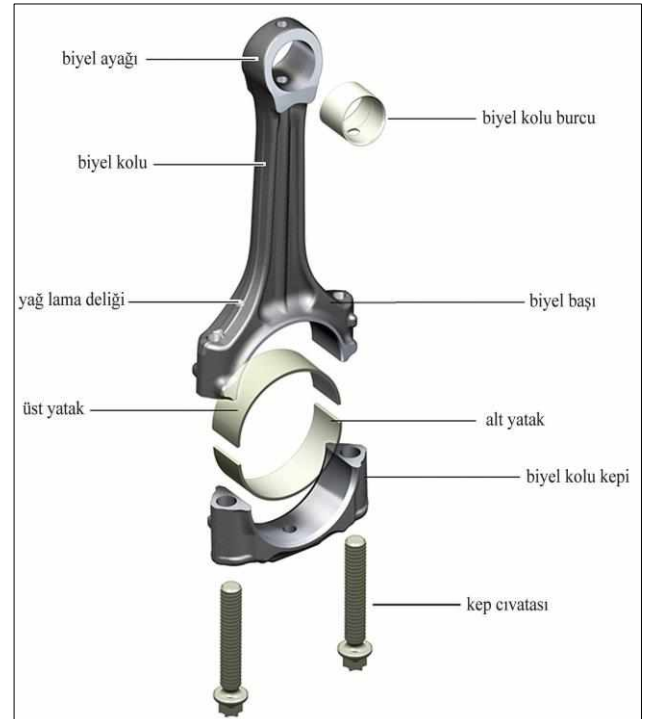
Biyel kolu, pistondan almış olduğu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirerek krank milinin döndürülmesini sağlar.

### Yapısal Özellikleri ve Kısımları

Biyel kolu, pistondan aldığı hareket ile krank milini döndürmektedir. Sürekli olarak hem itme hem de çekme kuvvetlerinin etkisi altında olduğundan biyel kolunun yeterince güçlü ve sağlam yapılması gerekir. Biyel kolları, karbon oranı %0,32 - 0,40 arasında olan çelik alaşımlarından döküm alınarak ya da preste dövülerek imal edilirler.

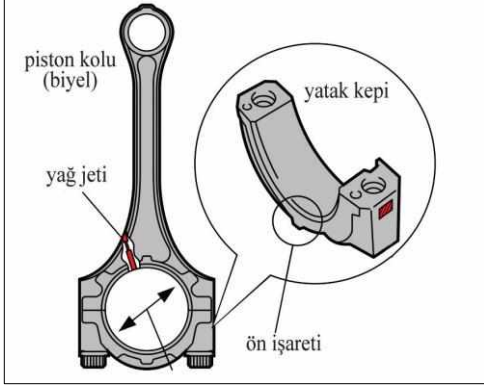
Piston kolu genellikle üç kısımdan meydana gelir. Biyelin krank miline bağlanan kısmına **biyel başı**, piston pimine bağlanan kısmına **biyel ayağı** ve bunların arasında kalan kısmına da **biyel gövdesi** adı verilir.

Biyelin baş kısmını krank miline bağlayan kısma **biyel kepleri** denir. Biyel kepleri, cıvata veya somunlarla biyel



başını krank muylusuna bağlar. Bazı firmalar hem biyel başına hem de biyel kepine aynı rakam ya da harfi basmıştır.

Biyelin pistona bağlanan kısma **biyel ayağı** denir. Piston, piston pimi vasıtasıyla biyel ayağına bağlanır. Tam serbest veya biyelde serbest pim bağlama sistemlerinde ise piston piminin biyel ayağına yataklandırılması için biyel ayağında bronz piston pim burçları bulunur.



Biyel başının yan tarafında silindirleri yağlamak için bir yağ püskürtme deliği vardır. Pistonun her ÜÖN'ye çıkışında biyel muylusundaki yağ deliği, biyel başındaki yağ püskürtme deliği ile karşılaşarak silindir cidarına ve pistona yağ püskürtür. Böylece bu parçaların yağlanması ve soğuması sağlanır. Yağlanmanın doğru yüzeye yapılabilmesi ve biyel kolunun doğru krank muylusuna bağlanması için biyel keplerinde **ön işareti** bulunur. Bu işaret, motorun ön kısmına bakacak şekilde biyel krank muylusuna takılmalıdır.

## 2. KRANK MILİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### Görevi

Krank milleri, yanma zamanı sonundaki yanmış gazların basıncı etkisi ile piston biyel ikilisinin doğrusal hareketini dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volana iletir.

### Krank millerinin görevleri şunlardır:

- a- Krank milleri, yanma basıncı etkisi ile pistondan biyel aracılığı ile aldığı doğrusal hareketi, dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volan ve kavramaya iletir.
- b- İlk hareket sırasında marş motorundan volan yardımıyla aldığı hareketi pistonlara iletir.
- c- Kam mili, alternatör, su pompası, yağ pompası, klima kompresörü gibi motor parçalarına hareket verir.



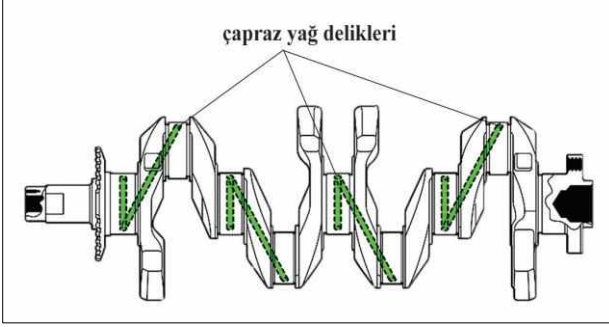
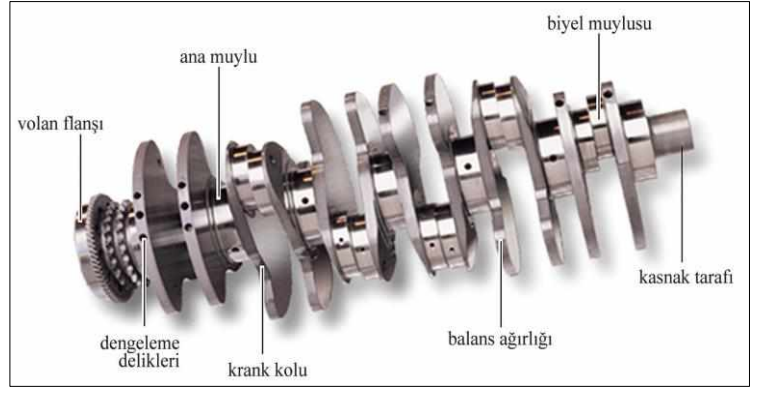
### Malzemesi Ve Yapısal Özellikleri

Krank milleri ağır yükler altında çalışmaktadır. Bu sebeple farklı yükleri karşılayacak şekilde yapılmalıdır. Krank milleri, özel çelik alaşımlarından dövülerek veya dökülerek tek parça halinde yapılır. Bir seri tornalama işlemleriyle biçimlendirildikten sonra aşınma, burulma ve eğilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla ısı işlemleri uygulanarak ana ve kol muylu yüzeyleri sertleştirilir. Bu ısı işlem sayesinde krank millerinin dayanıklılığı % 60 - 90 oranında artırılır.

Krank milleri; ana ve kol muylusu, denge ağırlıkları, volan flanşı, ön kasnak bağlantı ucu, çapraz yağ kanalları ve bazı firmalarda farklı motor parçalarına hareket veren tahrik dişlilerinden oluşur.

Krank milindeki denge milleri, biyel muylularında meydana gelen merkezkaç kuvvetlerini

dengelemeye yarar. Bazı motorlarda krank milinin daha dengeli olabilmesi için bir dengeleme mili daha bulunur.



Dengeleme milleri krank milinden iki katı hızlı dönerek motor titreşimlerinin azaltılmasını sağlar.

Piston kol muylularını ve ana yatak muylu yüzeylerini yağlayabilmek için krank milinin içinde çapraz yağ kanalları mevcuttur. Ana yağ galerisinden gelen motor yağı, bu çapraz deliklerden ilerleyerek muyluları ve yatakları yağlar.

## Çeşitleri

### A. Sıra Tipi Motorların Krank Milleri

İki silindirli motorda birbirleri arasında 180° açı bulunan iki adet biyel muylusu ve iki adet ana muylu bulunmaktadır. Bu motorlarda krankın her turunda bir ateşleme yapılmaktadır.



Dört silindirli krank millerinde beş adet ana muylu ve dört adet biyel muylusu bulunmaktadır.

Biyel muyluların ikişer tanesi aynı ekseninde olduğu için bunlara

**kardeş muylu** da denir. Bu sebeple 1. ve 4. piston ile 2. ve 3. pistonlar kardeş piston olur. Kardeş olmayan biyel muyluları arasında 180° açı bulunmaktadır. Bu tip krank miline sahip motorların ateşleme sırası genellikle 1-3-4-2 ve nadiren de olsa 1-2-4-3 olabilir.

## B. V Tipi Motorların Krank Mili

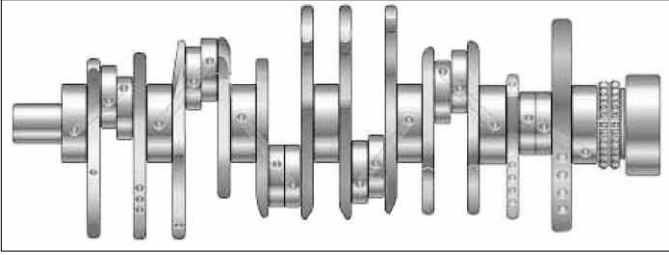
V tipi motorlarda pistonlar, belirli açı ile iki sıra halinde dizilmiştir. Pistonların arasındaki açılar; 60°, 72°, 90° ve 120° olabilir. Bu motorların bloklarının boyut olarak daha kısa olabilmesi için iki adet biyel kolu aynı biyel muylusuna takılır. V ve W motorlarında biyel kollarının kol muylularına bağlanma şekilleri tek muylu, ortak muylu ve muylu kaydırmadır.



Küçük hacimli V (V6 - V8) motorlarında biyel kolları tek muyluya takılır.

Büyük hacimli V (V8, V10, V12) motorlarının krank millerinde ise iki adet biyel kolu aynı kol muylusuna bağlanır.

Bu sayede krank milleri normalden daha kısa yapılır.



## C. W Motorların Krank Mili

Çok büyük hacimli motora sahip araçlarda W tipi motorlar kullanılır. W tipi sıralanış şekline sahip motorların 8, 10, 12, 16 adet silindir sayısı olanları mevcuttur. Bu motorlar, iki adet V motorun belirli açılar

altında birleşmesiyle oluşmaktadır. Pistonlar dört sıra halindedir. Bu motorlarda ortak muylu veya muylu kaydırma yöntemi kullanılarak biyel kollarının krank miline bağlantısı sağlanır.

## 3. KRANK KEÇESİNİN, YATAKLARININ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### 3.1. Motor Yatakları

**Motor yatakları**, mil ve muyluların üzerine gelen yükleri taşır. Millere göre daha yumuşak malzemeden yapıldıkları için mil ve muylularından önce aşınır. Böylece muylu ve millerin çalışma ömürlerini uzatır.

#### Görevi

Büyük yükler altında dönerek çalışan hareketli motor parçalarının (krank mili, kam mili, biyel kolu vb.) arasında yük iletimini sağlamak ve parçaları birbirine göre sabit bir konumda tutmaktır.



## Çeşitleri

Günümüz modern otomobillerinde kullanılan yataklar kusinet tipi yataklardır. Kusinetli yataklar; sağlam, değiştirilmesi kolay, malzemesi oldukça ince ve her türlü motorda kullanılabilen yataklardır.

**a- Hassas İşlenmiş Standart Yatak:** Motorun ilk montajında kullanılmış olan yataklardır. Herhangi bir alıştırma işlemine gerek kalmadan kullanılabilir.

**b- Hassas İşlenmiş Standart Çaptan Küçük Yatak:** Uzun süre çalışan mil ve muylular aşınır. Aşınan mil ve muyluların düzgün çalışabilmesi için taşlanması gereklidir. Bu taşlama gelişigüzel yapılamaz. Bu tür yatakların kullanılabilmesi için taşlama işlemi 0,25 mm aralıklarla küçülen yatak çaplarına göre olmalıdır.

**c- Yarı İşlenmiş Yatak:** Çok ağır koşullarda çalışan motorlarda farklı arızalar oluşmaktadır. (Ana ve kol muylularında ovallik ve koniklik, krank mili eğriliği vb.). Bu gibi durumlarda kullanılabilen yataklar, yarı işlenmiş yataklardır. Yataklar yerlerine takıldıktan sonra gerekli miktarda tekrar işlenerek ortaya çıkan bozukluklar ortadan kaldırmış olur.

**d- Yarı İşlenmiş Merkez Yatak:** Krank eksenel gezintisini sınırlayan yataklardır. Krank milinin yenileştirmesinde muylu boyu kısalabilir. Bu nedenle bu yataklar, krank mili eksenel gezintisini sınırlayabilmek için 0,15 mm'lik talaş payı sağlayan yataklardır.

**e- Yarı Hassas Yatak:** Bazı motorlarda yatak yuvalarındaki bazı özel farklılıkları karşılamak için kullanılan yataklardır. Bu yatakların diğerlerinden tek farkı, kenar çıkıntılarının bir miktar fazla olmasıdır. Bu yataklar yerlerine takılırken sıkıca oturması için kep yüzeyinden 0,025 - 0,050 mm yukarıda kalacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir.

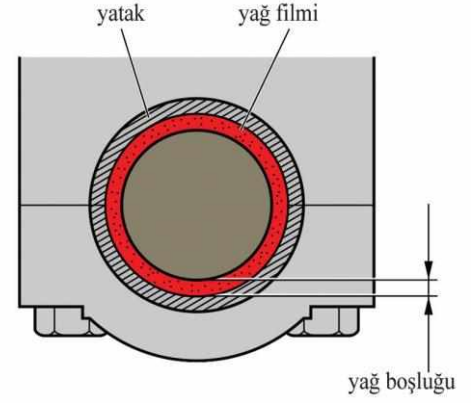
## Yapısal Özellikleri ve Malzemesi

Yatak malzemeleri motorun çeşidine ve çalışma koşullarına göre farklılık gösterir. Yatak sırtı olarak adlandırılan kısımlarda çoğunlukla çelik malzeme kullanılır. Yatak yüzey malzemesi olarak alaşımlar kullanılır. Bu alaşım, yumuşak metallerin (alüminyum, bakır, kalay kurşun, bronz vb.) kullanılması ile elde edilmektedir.

Yatağın silindir gövdesinde ve kepteki yuvalarında sabit kalabilmesi ve dönmemesi için kilitleme tırnağı vardır. Yataklarda bulunan delik, yağ deliğidir. Motor yağının yatakla muylu arasına girmesini sağlayarak yağ filminin oluşmasını sağlar.

## Yağ Boşluğu ve Yatak Seçimi

Yağ boşluğu, yatak ve mil arasındaki boşluktur. Metal parçaların birbirleriyle direkt temasta bulunmamaları için yağ, bu parçaları kaplar. Yağ boşluğu arttığında anormal sesler oluşur ve yağ basıncı azaldığında yatak ve muylunun sıkışmasına neden olabilir.



Her bir yatak; silindir bloğu ana muylu çapına, krank mili ana muylu çapına ya da biyel kol muylusu iç çapına göre uygun bir yağ boşluğu sağlayacak şekilde seçilmelidir. Yatak seçim metotları, otomotiv firmalarına göre farklılık göstermektedir. Bazı firmalarda yatak rengine bazı firmalarda krank mili ve silindir bloğu üzerindeki rakamların toplamına bazılarında ise harflendirmelere göre yatak seçimi yapılır.

### 3. 2. Gezinti Yatakları

#### Görevi

Millerin aksel olarak hareketlerini sınırlamaktır.

#### Çeşitleri

Millerin aksel olarak hareketini sınırlayan bu yataklar iki çeşittir.

Bunlar, yaslanma yüzeyli kusinetli yataklar ve ay şeklindeki gezinti yataklarıdır.

Yaslanma yüzeyli kusinetli yataklar, yan yüzeyleri işlenmiş kılavuz muylularda kullanılır.



**Gezinti yatağı,** krank miline aksel yönde uygulanan kuvveti emer.

Krank mili tarafındaki yüzeyde bir yağ kanalı vardır. Gezinti yatağının alt kısmında yatağın dönmesini engelleyen bir tırnak vardır. Bazı motorlarda alt gezinti yatağı yoktur.

### Yatak Arızaları

**Yatak erimesi:** Motor yataklarındaki yağ filminin kaybolması sonucunda oluşur. Yağ filminin kaybolmasından sonra sürtünmeden dolayı oluşan aşırı ısı yatak üzerindeki alaşım malzemesinin kaybolmasına neden olur. Bu halde çalışmaya devam eden yataklar mile yapışır ve melle beraber dönmeye başlarlar. Bu olaya **yatak erimesi (sarması)** denir.



**Yatak yorgunluğu:** Pistonun aşağı yukarı hareketi sırasında oluşan yüksek ve titreşimli yükler, yatak yüzeyinin yorulmasına ve çatlamasına neden olur. Yağdaki kirlilik ve yatak yüzeyinden kopan malzemelerin yağ ile taşınması sonucu diğer yatak yüzeylerine veya krank miline gömülerek çatlaklara, sıyrıklara sebep olurlar.



**Yatak korozyonu:** Yakıtın yanması sonucunda sülfürik asit meydana gelir. Motor yağı ile metallere taşınan asit metali etkiler. Özellikle bakır - kurşun alaşımını etkileyerek yatağın metal yüzeyini zımpara gibi aşındırır.

**Yatak aşınması:** Aşınma, yetersiz yağlamanın oluşturduğu bir arızadır.

Aşağıda bu arızaya sebep olan etkenler sıralanmıştır.

- ⊗ Montaj işinin yanlış yapılması
- ⊗ Yanlış yağ kullanımı
- ⊗ Kirli yağ kullanımı
- ⊗ Motorun sürekli ağır yük ve yüksek hızlarda çalıştırılması
- ⊗ Tıkanmış yağ kanalları
- ⊗ Isınmamış motora aşırı yüklenme



### 3. 3. Krank Mili Keçeleri

#### Görevi

Krank millerinin ön ve arka kısımlarında birer adet keçe kullanılmaktadır. Bu keçeler, ana yatakları yağlamak için muylulara gelen yağların motor bloğundan dışarı sızmasını önlemek için kullanılır.



#### Malzemesi

Yağ keçeleri; sentetik kauçuk, plastik ve sızdırmaz örgülerden yapılmaktadır.

#### Çeşitleri

Krank milindeki kullanılan keçe türleri; kusinet tipi, segman tipi ve yaylı tip keçelerdir. Bunlardan en çok kullanılanı yaylı tip keçelerdir. Yaylı tip keçelerin dış gövde kısmı metal ve üzeri kaliteli kauçukla kaplanmıştır. Krank mili ile temas eden dudak kısmı bazı tiplerde yaylarla büzülmüştür.

## Krank Mili Keçelerinde Yapılan Kontroller

Krank mili yağ keçeleri ve çevresini saran kauçuk, iyi durumda olmalıdır. Keçe gövdesinde deformasyon olmamalıdır. Keçe dudaklarında yırtılma, kopma, şekil değişikliği vb. durumlar olmamalıdır.

## Krank Mili Keçelerinin Arızaları ve Belirtileri

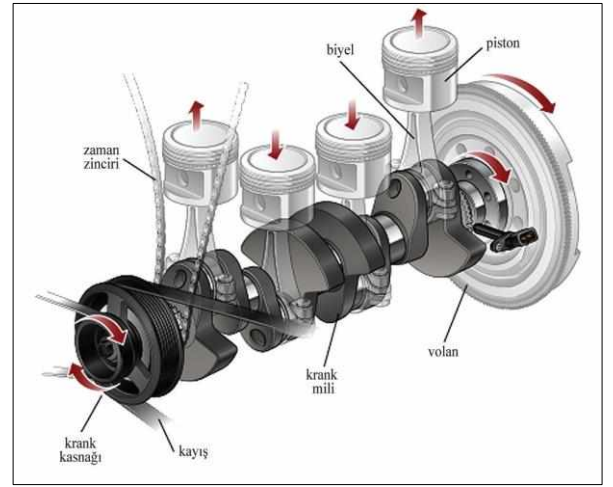
Krank mili keçelerinin arızaları; yırtılma, kopma, sertleşme, yanma, deforme olma gibi durumlardır.

Krank mili keçeleri arızalandığı zaman araç kaldırılarak motor alttan gözle kontrol edilir. Ön ve arka keçelerin bulunduğu taraflar yağ ve toz karışımı bir tabaka ile kaplı olarak görülür. Yağ sızıntısı görüldüğü zaman yağ keçesi mutlaka değiştirilmelidir.

## 4. VOLANIN KONTROL VE DEĞİŞİMİ

### Görevleri

- 1- Üzerindeki marş dişlisi sayesinde marş anında motora ilk hareketi verir.
- 2- Ağırlığı sayesinde kazanmış olduğu enerji ile pistonların ölü noktaları atlamasına yardımcı olur.
- 3- Krank milinden aldığı dairesel hareketi, kavrama sistemine iletir.



### Malzemesi

**Volan**, krank milinin ucunda bulunan flanşa cıvatalarla bağlanan bir motor parçasıdır. Volan, işlenmesi kolay olan grafitli dökme demirden yapılır. Grafit zerreleri sürtünme esnasında yağlama etkisi göstererek volan yüzeyinin fazla aşınmasına ve çizilmesine engel olur.

### Çeşitleri

#### A. Tek Kütleli Volan

Tek kütleli volan, uzun yıllardır kullanılmaktadır. Dökme demirden tek kütle olarak yapılır. Daha sonra ısıtılma işlemiyle çevresine marş dişlisi takılır. Günümüzdeki birçok otomobil modelinde bu tür tek kütleli volan kullanılmaya devam etmektedir.





## B. Çift Kütleli Volan

Çift kütleli volan, günümüz yeni nesil araçlarında vites kutusu üzerindeki tork dalgalanmalarını azaltmak ve aracın kalkış anındaki sarsıntıyı en aza indirmek için kullanılan bir volan türüdür.

Çift kütleli volanlar iki parçalıdır.

Bu parçalar kavrama anında birbirlerine doğru dairesel olarak hareket edebilir. Bu iki parçanın birbirine doğru hareket etmesini kısıtlayan bir yay sistemi bulunur. Bu yay sistemi, vites kutusu üzerindeki devir dalgalanmalarını azaltır.

Çift kütleli volanda kullanılan yaylar sayesinde kavrama diskindeki titreşim damper yaylarına gerek kalmaz.

## Volanın Arızaları Ve Volan Arızalarının Belirtileri

Volanın çalışma yüzeyinde eğrilik, aşınma, yanma, çizilme vb. durumlar özellikle aracın harekete geçme esnasında sarsıntı ve sese sebep olur.

Volan yüzeyindeki çizilme, yanma, salgı gibi arızalar tornada belirli ölçüler içinde kalmak şartı ile talaş kaldırma işlemi ile giderilebilirler.

Ancak bazı otomotiv firmaları, volan yüzeyinden talaş kaldırılmasına kesinlikle izin vermezler. Volan, bir arızaya neden oluyorsa volanın yenisi ile değiştirilmesini isterler.

Volan dişlerinde kırılma, sıyırma ve aşınma gibi arızalar oluştuğunda aracın marş yapma yeteneği azalacaktır. Volan dişlisinin bozulma sebepleri; araç çalışırken marşa basılması, aracın vurdurularak çalıştırılması, bozuk marş kavraması ve zamana bağlı bozulmalardır.

Bu tür arızalar oluştuğunda marş dişlisinin değişmesi gerekmektedir. Marş dişlisinin değişmesi, firmalara göre farklılık gösterebilir. Marş dişlisi, ısıtılma işlemi ile ısıtılır ve yerinden çıkarıldıktan sonra yeni dişli de ısıtılarak volanın üzerine takılır ve dişli soğumaya bırakılır.

Otomatik şanzımanlı araçlarda volan dişlisi kaynak ya da cıvatalar ile tork konvertöre ya da krank miline bağlı olabilir. Dişli değiştirileceği zaman bu kaynaklar çürütülür ve yeni dişli yerine tekrar kaynak yapılır.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Pistonların görevleri nelerdir?
2. Pistonların yapısal özellikleri nelerdir?
3. Pistonların çeşitleri nelerdir?
4. Pistonların kısımları nelerdir?
5. Piston pimlerinin görevi nedir?
6. Piston pimlerinin yapısı hakkında bilgi veriniz?
7. Piston pimlerinin çeşitleri nelerdir?
8. Pistonların kontrolleri nelerdir?
9. Pistonların takılmasını kısaca açıklayınız?
10. Segmanların görevi nelerdir?
11. Segmanların çeşitleri nelerdir?
12. Segmanların yapısal özellikleri nelerdir?
13. Segmanların kontrolleri nelerdir?
14. Segmanların takılmasını kısaca açıklayınız?
15. Piston (Biyel) Kolunun görevi nedir?
16. Piston (Biyel) Kolunun yapısal özellikleri nasıldır?
17. Piston (Biyel) Kolunun kısımları nelerdir?
18. Piston (Biyel) Kolunun kontrolleri nelerdir?

19. Piston (Biyel) Kolunun takılmasını kısaca açıklayınız?
20. Silindir gömleklerinin görevi nedir?
21. Silindir gömleklerinin çeşitleri ve yapıları nasıldır?
22. Silindir gömleklerinin kontrolleri nelerdir?
23. Silindir gömleklerinin takılışını kısaca açıklayınız?
24. Krank milinin görevi nedir?
25. Krank milinin yapısı ve kısımları hakkında bilgi veriniz?
26. Krank milinin kontrolleri nelerdir?
27. Krank milinin takılmasını açıklayınız?
28. Krank milinin aşınma nedenleri nelerdir?
29. Krank mili keçelerinin görevleri nelerdir?
30. Krank mili keçelerinin yapısı ve özelliklerini açıklayınız?
31. Krank Mili keçelerinin kontrolleri nelerdir?
32. Krank Mili Keçelerinin arızaları ve belirtileri nelerdir?
33. Motor yataklarının görevleri nelerdir?
34. Motor yataklarının yapısı ve özelliklerini açıklayınız?
35. Motor yataklarının kontrolleri nelerdir?
36. Motor yataklarının arızaları ve belirtileri nelerdir?
37. Volanın görevleri nelerdir?

**38.** Volan çeşitleri nelerdir?

**39.** Volanın malzemesi ve yapısı hakkında bilgi veriniz?

**40.** Volanın kontrolleri nelerdir?

**41.** Volanın arızaları ve belirtileri nelerdir?

# ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

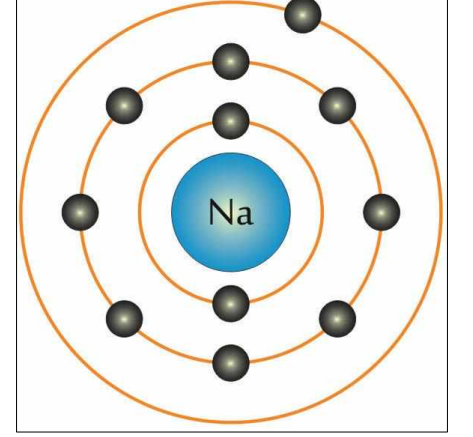
|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ</b>               | <b>1</b>  |
| 1. Elektriğin Tanımı                             | 2         |
| 2. İletken, Yalıtkan Ve Yarı İletken Kavramları  | 2         |
| 3. Elektron Akışı (Elektrik akımı)               | 2         |
| 4. Elektrik Akım Çeşitleri                       | 3         |
| 5. Elektrik Ölçü Birimleri                       | 3         |
| a. Potansiyel Fark (Gerilim)                     | 3         |
| b. Akım                                          | 4         |
| c. Direnç Birimi (Ohm)                           | 4         |
| ç. Ohm Kanunu                                    | 4         |
| d. Güç Birimi (Watt)                             | 5         |
| a. Voltmetre                                     | 5         |
| b. Ampermetre                                    | 6         |
| c. Ohmmetre                                      | 6         |
| ç. Avometre                                      | 6         |
| <b>2. SERİ VE PARALEL ELEKTRİK DEVRELERİ</b>     | <b>7</b>  |
| 2.1. Seri Devre                                  | 7         |
| 2.2. Paralel Devre                               | 8         |
| 2.3. Karışık Devre                               | 9         |
| <b>3. ELEKTRİĞİN MANYETİK VE KİMYASAL ETKİSİ</b> | <b>10</b> |
| 3.1. Elektriğin Manyetik Etkisi                  | 10        |
| 3.2. Elektriğin Kimyasal Etkisi                  | 11        |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI</b>                          | <b>12</b> |

## 1. Elektriğin Tanımı

**Elektrik**, atomun yörüngesinde dönen ve elektron adı verilen atom altı yüklü parçacıkların hareketiyle oluşan bir enerji türüdür.

Bir elementin bütün kimyasal özelliklerini üzerinde taşıyan en küçük birimine **atom** denir.

Atom çekirdeğinde artı (+) elektrik yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlar bulunur. Bir atomun çekirdeğinin çevresinde proton sayısı kadar elektron döner. Her elektron, eksi (-) elektrik yükü taşır. Elektronlar; çekirdeğin çevresinde belirli enerji düzeylerinde, belirli sayılarda, maksimum 7 yörünge üzerinde hareket eder. Her yörünge belli sayıda elektron alabilir (2, 8, 18, 32, 64). Bir atomun en dış enerji düzeyinde en az 1 en çok 8 elektron bulunabilir. Elementler, en dış enerji düzeylerinde 8 elektron olması eğilimi gösterir ve bu düzeydeki elektron sayılarını 8 yapmaya çalışır. 8 elektrondan fazla elektronu olan atomlar elektron verir ve 8 elektrondan eksik elektronu olanlar da çevredeki bir elementten fazla elektronları alır. Böylece iki element arasında elektron alışverişi olur.



## 2. İletken, Yalıtkan Ve Yarı İletken Kavramları

Elektrik akımını ileten maddeler **iletken**, iletmeyen maddeler **yalıtkan**, bazen iletip bazen iletmeyen maddeler de **yarı iletken** olarak isimlendirilir.

Bir maddenin iletkenliğini belirleyen faktör, atomlarının son yörüngesindeki elektron sayısıdır. Bu son yörüngeye **valans yörünge**, üzerinde bulunan elektronlara da **valans elektron** denmektedir.

**Bir maddenin son yörüngesindeki;**

- ⊗ Valans elektron sayısı 4'ten büyükse o madde **yalıtkan**,
- ⊗ Valans elektron sayısı 4'ten küçükse o madde **iletken**,
- ⊗ Valans elektron sayısı 4 ise o madde **yarı iletken maddedir**.

## 3. Elektron Akışı (Elektrik akımı)

Bir noktanın başka bir noktaya göre elektron fazlalığı varsa iki nokta arasında bir potansiyel fark yani bir **gerilim** oluşmuştur. Fazlalık olan bu elektronlar daha az elektronlara sahip yüklere doğru akmak isterler. Örneğin, su kendisinden daha düşük seviyelere akma eğilimindedir.

Seviye arttıkça akma miktarı ve akış hızı artar. Elektrik akımındaki bu seviye farkı gerilim veya potansiyel fark olarak düşünülebilir. Su tesisatında suyun akışının devam etmesini sağlayan bir pompa olduğu gibi elektrik

devrelerinde de elektrik akımının devamlı olmasını sağlayan pil ve akü gibi elektrik enerjisi kaynakları vardır. Bu kaynaklar, bir elektrik devresinde gerilim oluşturarak elektrik akımını meydana getirirler.

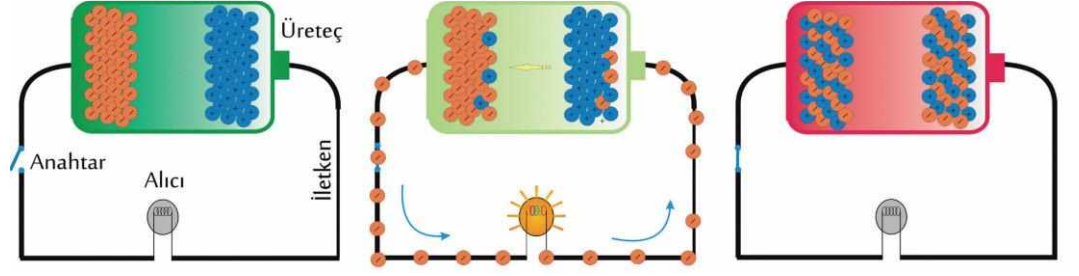
Basit bir elektrik devresinin temel bileşenleri şunlardır:

a. Üreteç (Kaynak)

b. Alıcı (Yük)

c. Anahtar

ç. İletken

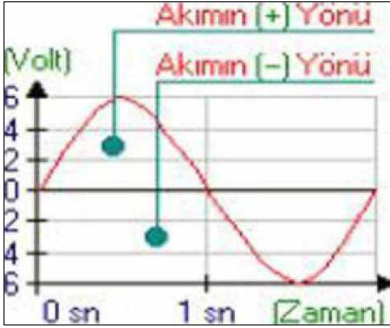
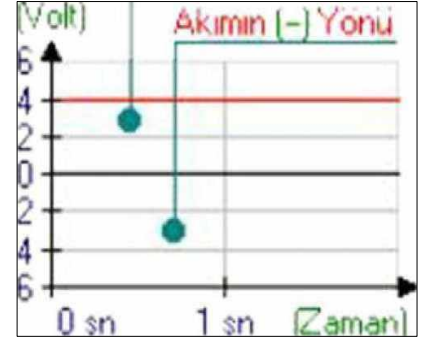


Bir elektrik devresinde anahtar kapalıyken kaynaktan çıkan akım alıcı yani yük üzerinden geçiyor ve devresini tamamlıyorsa bu devreye **kapalı elektrik devresi**; akım anahtar kapalıyken iletkenlerinin yalıtımı bozulmuş ve akım, devresini alıcıya ulaşmadan tamamlıyorsa bu devreye **kısa devre** denir. Anahtar açık ve devreden akım geçmiyorsa bu tip devrelere de **açık devre** denir.

#### 4. Elektrik Akım Çeşitleri

**Doğru Akım (DC):** Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akımdır.

Genelde elektronik devrelerde kullanılır. Doğru akım kaynaklarına piller ve aküler örnek olarak gösterilebilir.



**Alternatif Akım (AC):** Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımdır. Şehir şebekelerinde alternatif akım dolaşır.

#### 5. Elektrik Ölçü Birimleri

##### a. Potansiyel Fark (Gerilim)

Bir devrenin iki ucu (iki kutbu) arasındaki elektron sayısı farkına **potansiyel fark (gerilim)** denir. Birimi **Volt**tur. "U veya E" harfi ile ifade edilir. **Voltmetre** ile ölçülür.

Ölçümlerde voltun as katları için mili volt ve mikro volt, üst katları için kilovolt terimleri kullanılır. Voltmetre devrelere paralel olarak bağlanır.

⊗ 1mikrovolt ( $\mu V$ ) =  $10^{-6}$  volt = 0,000001 volt

⊗ 1 milivolt (mV) =  $10^{-3}$  volt = 0,001 volt

⊗ 1 kilovolt (kV) =  $10^3$  volt = 1000 volt

⊗ 1 megavolt (MV) =  $10^6$  volt = 1.000.000 volt

## b. Akım

Bir elektrik devresinde elektron hareketi "-" den "+" ya doğru olur. Buna **elektron akışı** denir. Bunun tersi yönünde ise bir elektrik akımı vardır. Elektrik akımı **I** harfi ile gösterilir.

Akım şiddeti birimi **Amper**dir. Devredeki akım şiddeti **ampermetre** ile ölçülür. Ampermetreler devrelere seri olarak bağlanır.

Amperin as katları, mili amper (mA) ve mikroamperdir (μA). Amperin üst katı ise kiloamperdir. Fakat kiloamper çok yüksek bir değer olduğu için fazla kullanılmaz.

⊗ 1 mikroamper (μA) =  $10^{-6}$  amper = 0,000001 amper

⊗ 1 miliamper (mA) =  $10^{-3}$  amper = 0,001 amper

⊗ 1 kiloamper (kA) =  $10^3$  amper = 1000 amper (çok yüksek)

## c. Direnç Birimi (Ohm)

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir. Direnç **R** harfiyle gösterilir ve birimi **Ohm**' dur. Ohm **Ω** işaretiyle gösterilir.

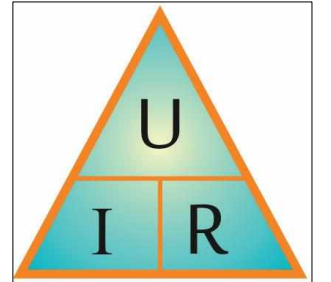
Ohmun üst katları kilo ohm (kΩ) ve mega ohm (MΩ)'dur. Askatları kullanılmaz.

⊗ 1 kiloohm (kΩ) =  $10^3$  ohm = 1000 ohm

⊗ 1 megaohm (MΩ) =  $10^6$  ohm = 1.000.000 ohm

## ç. Ohm Kanunu

Bir elektrik devresinde akım, gerilim ve direnç arasında belirli bir ilişki vardır. Yani kapalı bir elektrik devresinden geçen akım şiddeti, devrenin gerilimi ile doğru direnci ile ters orantılıdır.  $I = U / R$  olur.



### Örnek problem :

1) Görsel 9.4'te verilen elektrik devresinde devre gerilimi 10 V ve alıcının direnç değeri 10 Ω'dur. Direncin çekmiş olduğu akımı bulunuz.

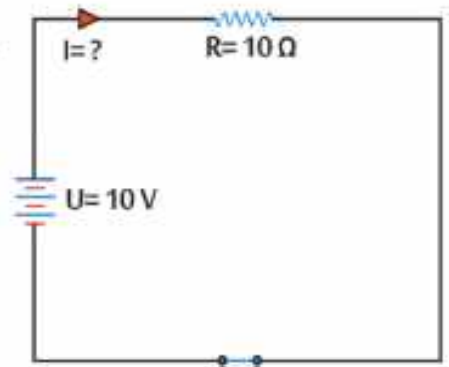
### Çözüm:

$$U = 10 \text{ V}$$

$$R = 10 \text{ } \Omega$$

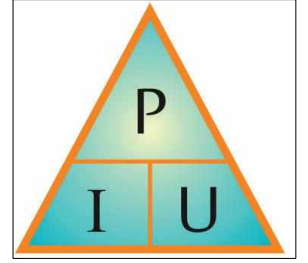
$$I = ?$$

$$I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{10}{10} \quad I = 1 \text{ A}$$



#### d. Güç Birimi (Watt)

Bir alıcının uçları arasındaki gerilim farkı 1 V ve içinden geçen akım şiddeti 1 A ise bu alıcının gücü 1 watt'tır. Elektrikli alıcıların çalışmaları sırasında harcanan enerji, **watt** (vat) birimi ile ifade edilir. Elektriksel güç, bize belli bir iş için ne kadar enerji sarfiyatı olduğu konusunda bilgi verir. Bir alıcının veya devrenin gücü, devrenin akım şiddetinin ve geriliminin bulunup çarpılmasıyla watt cinsinden elde edilir.



##### Örnek problem :

- 1) Görsel 9.6'da verilen elektrik devresinde devre gerilimi 12 V ve alıcının çekmiş olduğu akım 2A dir. Alıcının gücü kaç watt olur?

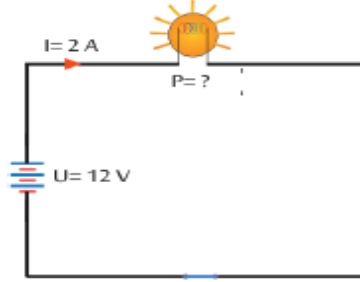
##### Çözüm:

$$U = 12 \text{ V}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$P = ?$$

$$P = I \times U \quad P = 2 \times 12 \quad P = 24 \text{ W}$$



Görsel 9.6

- 2) Şehir şebeke geriliminin 220 V olduğu durumda saç kurutma makinesi 1100 W güç tüketmektedir. Makinenin çektiği akımı bulunuz.

##### Çözüm:

$$U = 220 \text{ V}$$

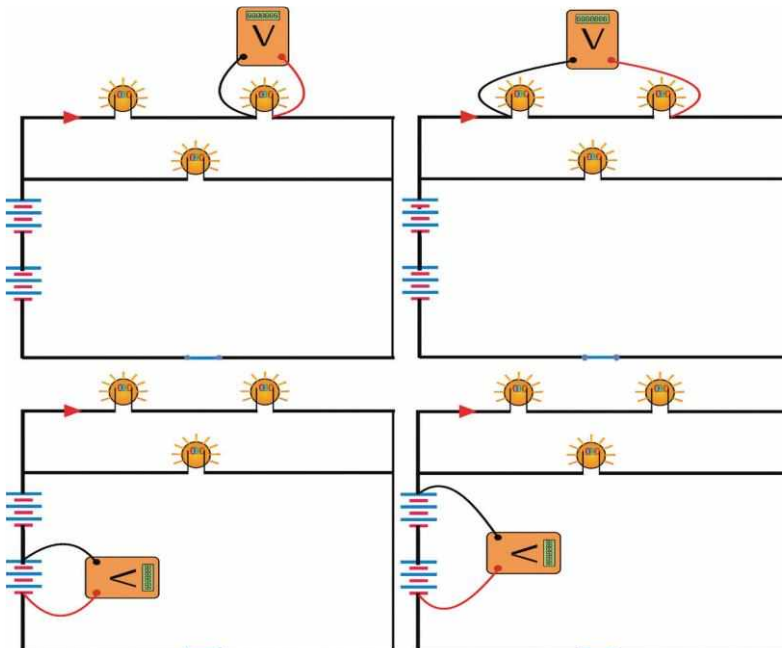
$$P = 1100 \text{ W}$$

$$I = ?$$

$$I = \frac{P}{U} \quad I = \frac{1100}{220} = 5 \text{ A}$$

#### a. Voltmetre

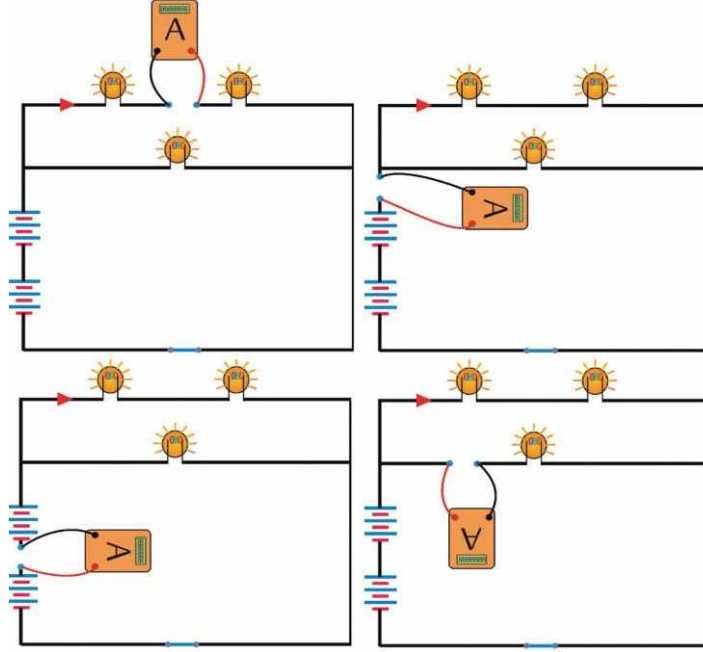
Elektrikte gerilim (potansiyel fark) ölçen aletlere **voltmetre** denir. Voltmetre elektrik devrelerine **paralel** bağlanır. Voltmetreler analog ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır.



## b. Ampermetre

Elektrik devresinden geçen akımı ölçen aletlere **ampermetre** denir. Akımın geçtiği yol kesilip araya seri olarak bağlanır.

Ampermetre devreye yanlışlıkla paralel olarak bağlanacak olursa devre kısa devre olur. Araç üzerinde akım ölçerken genellikle kablo üstü ampermetre (pens ampermetre) kullanılır.



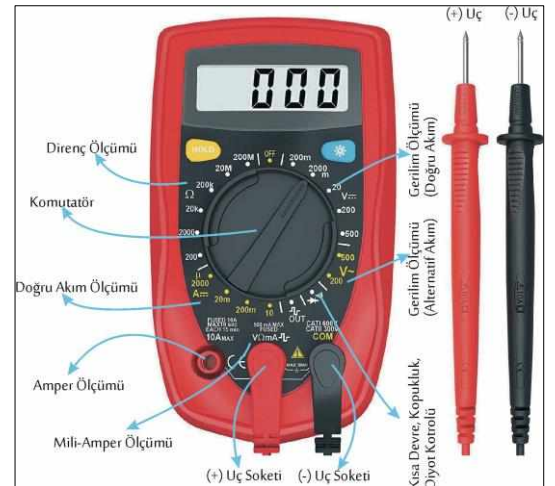
## c. Ohmmetre

Devrelerde direnci ölçmeye yarayan ölçü aletine **ohmmetre** denir. Devrede direnç ölçümü yapılırken devrenin enerjisi kesilmelidir.

Ohmmetrenin ölçüm uçları, ölçülecek olan direncin iki ucuna sıkıca temas ettirilir. Ölçüm sırasında ölçüm yapan kişinin direncin iki ucundan da tutması durumunda kendi vücut direnci de ölçülen direnç ile paralel bağlı olur. Bu durum hatalı ölçmeye sebep olabilir. Ohmmetreler aktif ölçü aletleridir. Ohmmetrenin içinde besleme için pil bulunur. Tek başına kullanılan ohmmetre yerine artık akım, gerilim ve direnç ölçen avometreler veya multimetre gibi tümleşik ölçü aletleri kullanılmaktadır.

## ç. Avometre

Avometre; akım, gerilim, direnç ve kısa devre ölçebilen bir elektronik bir ölçü aletidir. Avometre sözcüğü; ölçüm yapabildiği amper, volt ve ohm kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur.



Analog veya dijital olarak imal edilirler. Avometrenin üzerindeki seçim anahtarı (komütatör) ile istenilen ölçme değeri (A, V, O) seçilip ölçme yapılır.

Avometrelerin geliştirilmiş şekline **multimetre** denir. Multimetreler; avometrelerden farklı olarak frekans, diyot, kondansatör kapasitesi, sıcaklık gibi değerleri de ölçebilirler. Avometre ile ölçüm yapmadan önce komütatör doğru konuma alınmalıdır.

Örneğin; 12 volt bir araç aküsünün voltajı ölçülecekse avometre komütatörü, doğru akım voltaj kısmına getirilerek en yakın üst değer olan 20 volt'a ayarlanmalıdır. Multimetre kullanırken pilin tükenmeye yakın olması ölçülen değerlerin yanlış olmasına sebep olabilir.

Ayrıca ölçüm yaparken parmaklar ölçüm proplarına temas etmemelidir. Kopukluk kontrolü yaparken avometre kopukluk pozisyonuna alınır. Devrede herhangi bir açık yoksa veya kablo kopuk değilse avometre direnç değeri gösterir, hatta sesli uyarı verebilir. Ancak bir açıklık veya kopukluk varsa avometre tepki vermez bu duruma **sonsuz direnç** denir. Akım ölçerken ölçü aleti üzerindeki maksimum ölçebileceği akım değerleri dikkate alınmalı, ona göre + uç değiştirilmelidir.

Araç tesisatlarında fazla akım geçtiği için manuel ölçü aletlerinin yerine kablo üstü (pens) ampermetrelerin kullanılması tavsiye edilir.

## 2. SERİ VE PARALEL ELEKTRİK DEVRELERİ

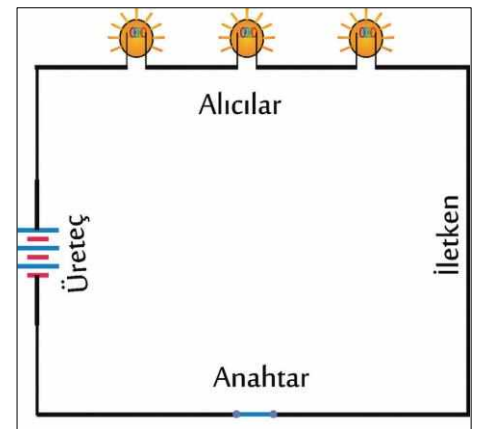
### 2.1. Seri Devre

Birden fazla alıcı veya üretcin tek bir iletken üzerinde sıralanmasıyla oluşturulan devreye **seri devre** denir. Seri bağlı devrede akım, tüm devre elemanlarından geçerek devresini tamamlar. Devrenin herhangi bir yerinde bir kopma, kesilme olursa devreden akım geçmez.

Seri bir elektrik devresinde devrenin toplam direnci, devrede bulunan alıcıların dirençlerinin toplamına eşittir.

• **Toplam direnç:**  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

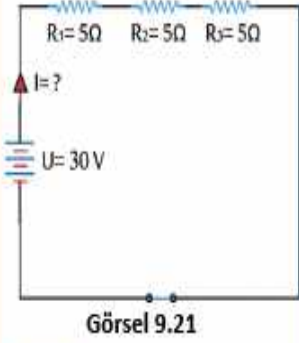
• **Akım şiddeti:**  $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$



• **Toplam gerilim:**  $U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$

### Örnek problemler :

1- Görsel 9.21'de görülen devrede dirençlerin çektiği akımı bulunuz.



**Çözüm :**

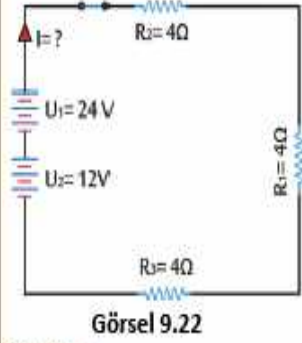
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 5 + 5 + 5$$

$$R_T = 15\Omega$$

$$I = \frac{U}{R_T} = \frac{30}{15} = 2A$$

2- Görsel 9.22'de görülen devrede dirençlerin çektiği akımı bulunuz.



**Çözüm :**

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

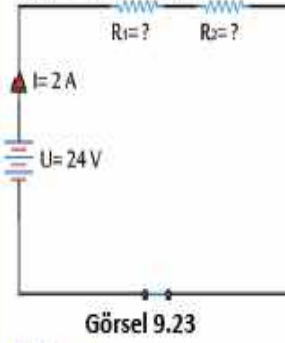
$$R_T = 4 + 4 + 4 = 12\Omega$$

$$U_T = U_1 + U_2$$

$$U_T = 24 + 12 = 36V$$

$$I = \frac{U_T}{R_T} = \frac{36}{12} = 3A$$

3- Görsel 9.23'te görülen devrede devrede  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri birbirine eşittir. Değerlerini bulunuz.



**Çözüm :**

$$R_T = \frac{U}{I} \quad R_T = \frac{24}{2} \quad R_T = 12\Omega$$

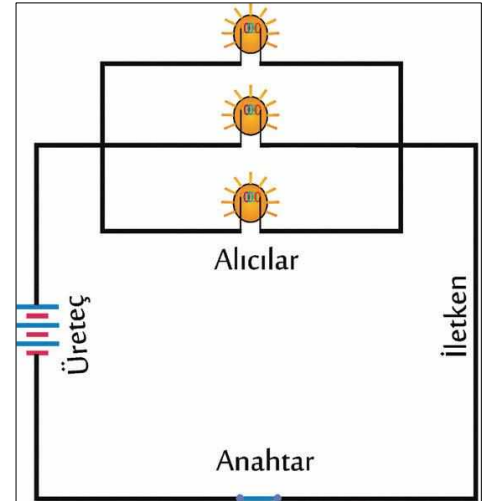
İki eşit değerli direnç olduğuna göre

$$R_1 = R_2 = 12/2 = 6\Omega \text{ olur}$$

## 2.2. Paralel Devre

Akımın kollara ayrıldığı devrelere **paralel devreler** denir. Paralel devre oluştururken alıcı veya üreteçlerde aynı kutuplar birbirine bağlanır. Üreteçler paralel bağlanacaksa eşit gerilimli üreteçlerin seçilmesine dikkat edilir.

Paralel devrede elektrik akımı kollara ayrılır ve her koldan kısmi bir akım geçer. Kollardaki akım şiddetleri ölçüldüğünde toplam akımın her bir koldan geçen akımların toplamına eşit olduğu görülür.



• **Toplam direnç** :  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

• **İki direnç var ise** :  $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

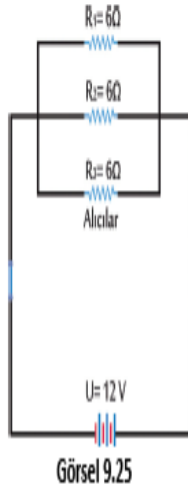
• **Toplam akım şiddeti** :  $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

• **Toplam gerilim** :  $U_T = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$

### Örnek problemler :

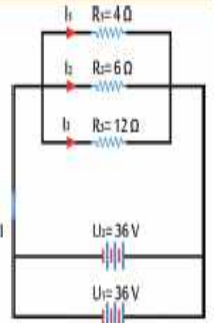
- 1) Görsel 9.25'te verilen devrede,
  - a) Toplam direnci bulunuz.  $R_T = ?$
  - b) Devre akımını bulunuz.  $I = ?$
  - c)  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinden geçen akımı bulunuz.

### Çözüm :



|                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) <math>\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}</math></p> <p><math>\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}</math></p> <p>bu işlemi ters çevirirsek<br/><math>R_T = 2\Omega</math></p> | <p>b) <math>I = \frac{U}{R_T} \quad I = \frac{12}{6}</math></p> <p><math>I = 2 \text{ A}</math></p> | <p>c) <math>R_1</math>, <math>R_2</math> ve <math>R_3</math> dirençleri eşit değerde olduğu için her bir direnç üzerinden geçen akım 3'e bölünür. Her bir direnç 2 A akım çeker.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- 2) Görsel 9.26'da verilen devrede,
  - a) Toplam direnci bulunuz.  $R_T = ?$
  - b) Devre voltajını ve akımını bulunuz.  $U = ?$   $I = ?$
  - c)  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinin çektiği  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  akımlarını bulunuz.



### Çözüm :

a)  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$  formülü uygulanırsa

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$  paydalar 12'de eşitlenir.

$\frac{1}{R_T} = \frac{3 + 2 + 1}{12}$

$\frac{1}{R_T} = \frac{6}{12}$  bu işlem ters çevrilirse

$R_T = 2\Omega$  bulunur.

b) Paralel devre özelliklerinde birbirine paralel bağlanan aynı değerdeki üreteçlerin toplam gerilimi  $U_T = U_1 = U_2$  idi. Bu durumda  $U_T = 36 \text{ V}$  olur.

$$I_T = \frac{U_T}{R_T} \quad I_T = \frac{36}{2}$$

$$I_T = 18 \text{ A}$$

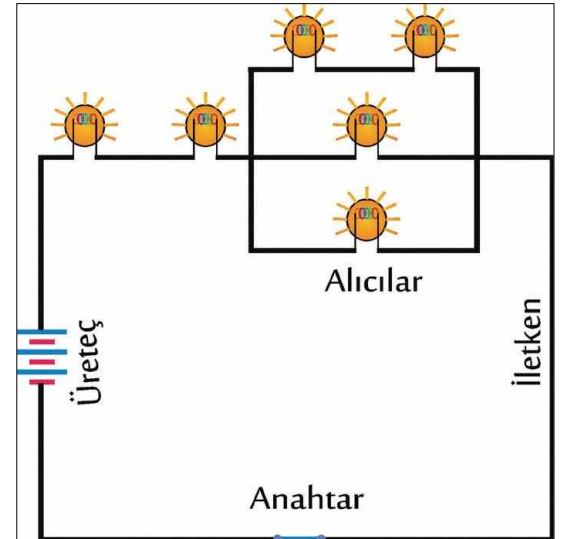
c) Toplam 18 amperlik akım paralel devre kolları arasında direnç değerlerine göre paylaşılacaktır. Bu konuda yine ohm yasasından faydalanılır.

|                         |                       |                     |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| $I_1 = \frac{U_T}{R_1}$ | $I_1 = \frac{36}{4}$  | $I_1 = 9 \text{ A}$ |
| $I_2 = \frac{U_T}{R_2}$ | $I_2 = \frac{36}{6}$  | $I_2 = 6 \text{ A}$ |
| $I_3 = \frac{U_T}{R_3}$ | $I_3 = \frac{36}{12}$ | $I_3 = 3 \text{ A}$ |

## 2.3. Karışık Devre

Bir elektrik devresi, seri ve paralel devre özelliklerinin her ikisine de sahipse bu tür devreler **karışık devre** olarak adlandırılır. Karışık devrelerin hesaplarında önce paralel devrede bulunan dirençlerin eş değerleri hesaplanır. Sonra seri devre çözümleri yapılır.

### Örnek problem:

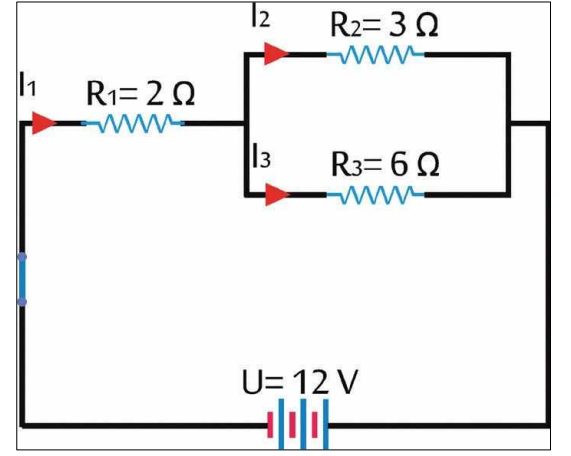


1) Görselde verilen devrede,

a) Toplam direnci bulunuz.  $R_T = ?$

b) Dirençlerin üzerindeki voltajı bulunuz.  $U_1, U_2$  ve  $U_3 = ?$

c)  $R_1, R_2$  ve  $R_3$  dirençleri üzerinden geçen  $I_1, I_2$  ve  $I_3$  akımlarını bulunuz?



**Çözüm :**

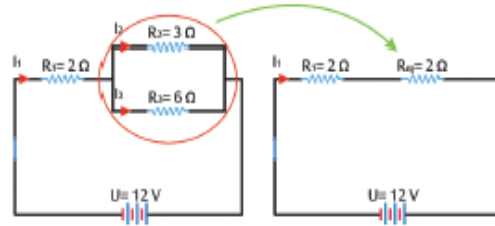
a) Öncelikle devrede paralel pozisyonda olan  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinin eş değerlerini bulmakla işleme başlanır. İki dirençli paralel devrelerde eş direnç;

$$R_{eş} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} \quad R_{eş} = \frac{3 \times 6}{3 + 6}$$

$$R_{eş} = 2\Omega$$

$$R_T = R_1 + R_{eş} \quad R_T = 2 + 2 = 4\Omega$$

bulunur.



Görsel 9.29

b)  $I_1$  toplam çekilen akım olduğu için

$$I_1 = \frac{U}{R_T} \quad I_1 = \frac{12}{4} \quad I_1 = 3A$$

$R_1$  üzerindeki gerilim

$$U_1 = I_1 \times R_1 \quad 3 \times 2 = 6V$$

$R_2$  ve  $R_3$  üzerindeki gerilim

$$U_{2-3} = I_1 \times R_{eş} \quad 3 \times 2 = 6V$$

c) Toplam çekilen akım  $I_1, I_2$  ve  $I_3$  kollarına ayrılacaktır. Yine burada ohm yasası uygulanır.

$$I_2 = \frac{U_{2-3}}{R_2} \quad I_2 = \frac{6}{3} \quad I_2 = 2A$$

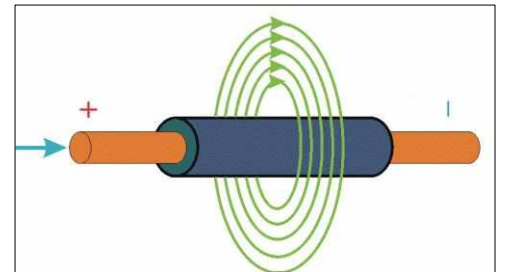
$$I_3 = \frac{U_{2-3}}{R_3} \quad I_3 = \frac{6}{6} \quad I_3 = 1A$$

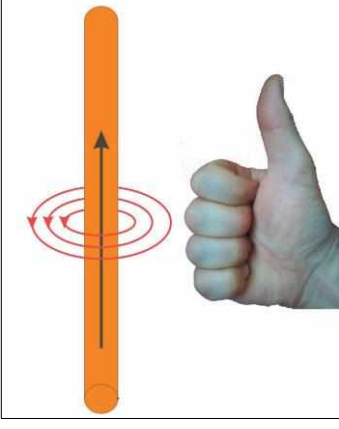
$$I_1 = I_2 + I_3 \quad I_1 = 2 + 1 \quad I_1 = 3A$$

### 3. ELEKTRİĞİN MANYETİK VE KİMYASAL ETKİSİ

#### 3.1. Elektrığın Manyetik Etkisi

Üzerinden akım geçirilen bir iletkenin çevresinde de manyetik alan oluşur. Bu manyetik kuvvet çizgileri, akım geçen iletkene dik bir düzlem içindedir.





Meydana gelen kuvvet hatları mıknatıstan farklıdır. Üzerinden akım geçirilen iletkendeki manyetik hatların girip çıkacağı kutuplar yoktur. İletkenden geçirilen akım arttıkça meydana gelen elektromanyetik alan kuvvetlenir. Kuvvetin yönünü bulmak için sağ el kuralı uygulanır.

**Sağ el kuralına** göre üzerinden elektrik akımı geçen iletkeni baş parmağımız akım geçiş yönünü gösterecek şekilde sağ avucumuz içine aldığımızda diğer dört parmağımız manyetik alan kuvvet hatlarının yönünü gösterir.

### 3.2. Elektriğin Kimyasal Etkisi

Elektrolitik bir sıvı içine iki elektrot metal koyup üzerinden akım geçirdiğimizde elektrotlar ve besleme kaynağı arasında kapalı bir elektrik devresi kurulur. Elektrotlar ile elektrolit arasında elektron alışverişi olur. Bu etkiden yararlanarak metallerin kaplanması işlemi yapılır.

Uygun bir elektrolit içine uygun elektrotlar yerleştirdiğimizde ise iki elektrot arasında bir gerilim oluştuğunu görürüz. Bu etkiden yararlanarak da pil ve aküler yapılmıştır.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Elektriki prensipleri kısaca açıklayınız?
2. İletken, yalıtkan ve yarı iletken ne demektir?
3. Elektron akışı (elektrik akımı) nasıl oluşur?
4. Elektrik devresinin elemanları nelerdir?
5. Doğru Akım ve Alternatif Akım ne demektir?
6. Elektrik ölçü birimleri nelerdir?
7. Potansiyel Fark (Gerilim) ne demektir? Birimi nedir? Ne ile ölçülür?
8. Elektron Akışı (Akım) ne demektir? Birimi nedir? Ne ile ölçülür?
9. Direnç ne demektir? Birimi nedir? Ne ile ölçülür?
10. Ohm Kanunu ne demektir?
11. Elektriki ölçü aletleri nelerdir?
12. Voltmetre ve Ampermetre devreye nasıl bağlanır?
13. Elektriki devre çeşitleri nelerdir?
14. Seri Devre ne demektir? Özellikleri nelerdir?
15. Paralel Devre ne demektir? Özellikleri nelerdir?
16. Elektrik devrelerinde voltaj düşmesini açıklayınız?
17. Elektrik elde etme yöntemleri nelerdir?
18. Elektrik akımının meydana getirdiği etkiler nelerdir?

**19.** Elektriğin manyetik etkisini açıklayınız?

**20.** Elektriğin kimyasal etkisini açıklayınız?

# ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLER MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                         |   |
|---------------------------------------------------------|---|
| <b>1.ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ KONTROLÜ</b> .....  | 2 |
| 2. Dirençler .....                                      | 3 |
| 3. Transistörler .....                                  | 4 |
| Transistör Ayaklarının Tespiti .....                    | 4 |
| 4. Kondansatörler .....                                 | 5 |
| Kondansatörün Sağlamlık Kontrolü .....                  | 5 |
| 5. Röleler .....                                        | 5 |
| 6. Diğer Elektronik Devre Elemanları.....               | 6 |
| 6.1. Transformatörler .....                             | 6 |
| 6.2. Tristörler .....                                   | 6 |
| 6.3. Entegre Devreler(IC) .....                         | 6 |
| <b>2. ÇEŞİTLİ ELEKTRONİK DEVRELERİN YAPIMI</b> .....    | 6 |
| 2.1. Lehimleme .....                                    | 6 |
| Lehim Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar ..... | 7 |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI</b> .....                           | 8 |

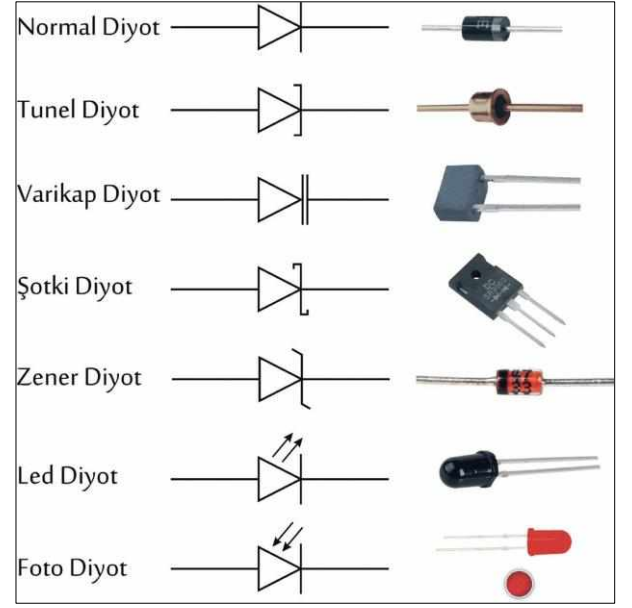
# ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ KONTROLÜ

## 1. Diyotlar

**Diyot** tek yöne elektrik akımını ileten, yarı iletken maddelerden yapılmış iki uçlu bir devre elemanıdır.

P ve N olmak üzere iki kutbu vardır. Diyotun P kutbuna "**anot**", N kutbuna da "**katot**" adı verilir. Genellikle AC akımı DC akıma dönüştürmek için doğrultma devrelerinde kullanılır. Anoda artı, katoda eksi uçlar bağlanarak gerilim verilirse diyot **doğru polarize** olur ve akım akmaya başlar. Ters yönde bağlanırsa ( yani anoda eksi, katoda artı ) o zaman bir akım geçişi olmaz. Buna **ters polarizasyon** denir.

Genellikle diyotlar alternatif akımı doğru akıma dönüştürmek için kullanılır.



### Diyodun Sağamlık Kontrolü

Diyotların işlevselliği avometre veya seri lamba ile kontrol edilebilir. Avometre ile kontrol edilirken;

Avometrenin seçim anahtarı (komütatör) diyot kademesine alınır.

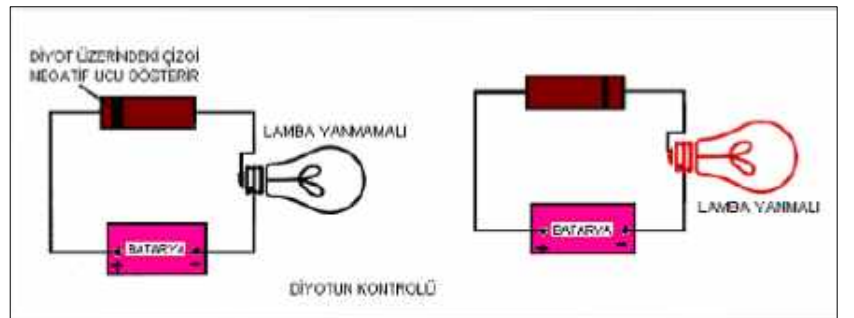
⚙ Kırmızı uç, diyotun anot ucuna; siyah uç diyotun katot ucuna temas ettirilir.

⚙ Ekranda direnç değeri görülürse uçların yeri değiştirilir.

Ekranda sonsuz direnç değeri görülürse diyot sağlamdır.

⚙ Bozuk bir diyot 2 yönde de iletme geçer, iki yönde de direnç değeri gösterir ve avometre iki yönde de sesli uyarı verebilir.

|            | İŞLEM   | ÖLÇÜLEN (Ω) | SONUÇ                |
|------------|---------|-------------|----------------------|
| Diyot      |         | R           | Sağlam               |
| Ölçü Aleti | (+) (-) |             |                      |
| Diyot      |         | ∞           | Sağlam               |
| Ölçü Aleti | (-) (+) |             |                      |
| Diyot      |         | 0 veya ∞    | Kısa devre (arızalı) |
| Ölçü Aleti | (+) (-) |             |                      |
| Diyot      |         | 0 veya ∞    | Açık devre (arızalı) |
| Ölçü Aleti | (-) (+) |             |                      |



## 2. Dirençler

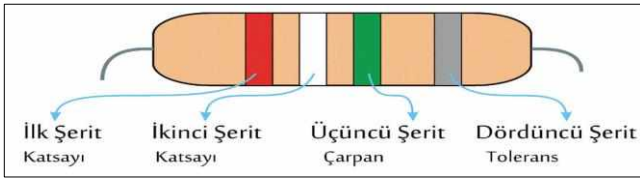
**Direnç;** terim olarak elektrik akımına karşı gösterilen zorluktur, birimi ohm ( $\Omega$ )'dur. Elektronik devre elemanı olarak dirençler, devreden geçen akımı istenilen düzeyde sınırlayarak onu belli değerde tutarlar.

Dirençlerin sınırlama değerlerine **omik değer** denir. Elektrik veya elektronik devrelerinde 0.01  $\Omega$ 'dan birkaç mega ohma kadar dirençler kullanılabilir.

$$1 \text{ kilo ohm (1 k}\Omega\text{)} = 1000 \Omega$$

$$1 \text{ mega ohm (1 M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ k}\Omega = 1.000.000 \Omega$$

Omik değerlerini tanımlamak için iki yol vardır. Dirençlerin omik değerleri ya üzerinde doğrudan rakamla yazılır ya da renk kodları ile belirtilir. Dirençlerin üzerinde genellikle 4 tane renk şeridi bulunur. Görselde gösterildiği gibi bu şeritlerden soldan üç tanesi direncin omik değerini, en sağdaki şerit ise direncin toleransını verir.

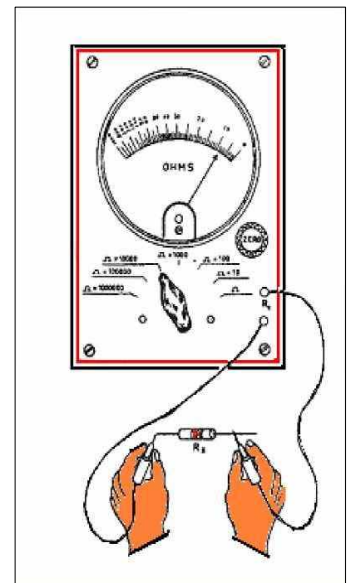
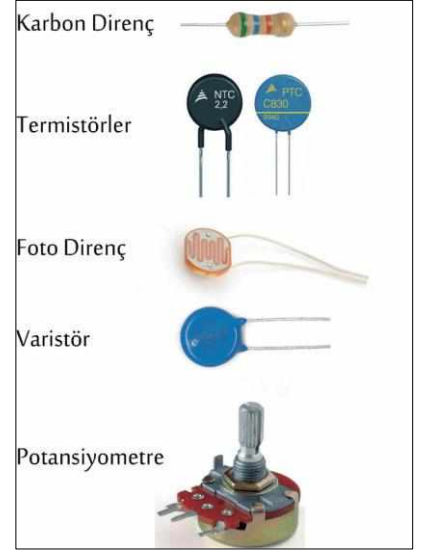


| RENK KODLARI |       |         |         |      |       |      |     |     |       | TOLERANS |       |         |
|--------------|-------|---------|---------|------|-------|------|-----|-----|-------|----------|-------|---------|
| Siyah        | Kahve | Kırmızı | Turuncu | Sarı | Yeşil | Mavi | Mor | Gri | Beyaz | Altın    | Gümüş | Renksiz |
| 0            | 1     | 2       | 3       | 4    | 5     | 6    | 7   | 8   | 9     | %5       | %10   | 0       |

| Direnç | 1. renk katsayı | 2. renk katsayı | 3. renk çarpan | 4. renk tolerans | Sonuç                     |
|--------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|---------------------------|
|        | Turuncu         | Turuncu         | Kahverengi     | Gümüş            | 330 $\Omega$ %10 tolerans |
|        | 3               | 3               | 1              | %10              |                           |
|        | Mor             | Siyah           | Siyah          | Altın            | 70 $\Omega$ %5 tolerans   |
|        | 7               | 0               | 0              | %5               |                           |
|        | Mavi            | Yeşil           | Kırmızı        | Altın            | 6500 $\Omega$ %5 tolerans |
|        | 6               | 5               | 2              | %5               |                           |
|        | Kırmızı         | Siyah           | Turuncu        | Gümüş            | 20k $\Omega$ %10 tolerans |
|        | 2               | 0               | 3              | %10              |                           |

Direnç kontrolü avometre ile yapılır. Avometre komütatörü direnç pozisyonuna getirilir. Avometrenin kablusunun uçları direncin uçlarına değiştirilerek skaladan değer okunur (Okunan bu değer direnç üzerindeki değer veya renk bantlarının sayısal değeri ile karşılaştırılıp doğruluğu kontrol edilebilir.).

Analog ölçü aletlerinde skala üzerinde direnç değeri okunurken ibrenin sağ taraftaki bölgede olmasına dikkat edilir. Şayet avometrenin kablusu direnç uçlarına değiştirildiği zaman ibre sol tarafta kalıyor ve çok az hareket ediyor ise avometrede uygun skala seçilmemiş demektir.



### 3. Transistörler

Girişine uygulanan düşük seviye elektrik sinyallerini yükselterek akımdan ve gerilimden kazanç sağlayan, ihtiyaç halinde anahtarlama elemanı olarak da kullanılabilen yarı iletken bir devre elemanıdır.

Transistörün yapımında kullanılan maddelere göre **PNP** ve **NPN** türünde iki temel türü vardır.

Transistörlerde 3 adet uç vardır; emiter (E), beyz (B), kolektör (C).

Kollektör ile emiter arasında akımın iletme geçmesi beyz ucuna uygulanan gerilime bağlıdır. Yani beyz ucu gerilim ile tetikleme yaptığında emiter ve kolektör arasında iletim başlar.

Transistör malzemesi germanyum ise B ucuna uygulanan gerilim  $V_{EB} = 0,2$  voltu aşınca silisyum ise B ucuna uygulanan gerilim  $V_{EB} = 0,6 - 0,7$  voltu aşınca C ve E arası iletken olur.

⊗ NPN tipi transistörlerin B ucuna artı (+) uygulandığında iletimin olabilmesi için C'ye artı (+) ve E'ye eksi (-) uygulanır.

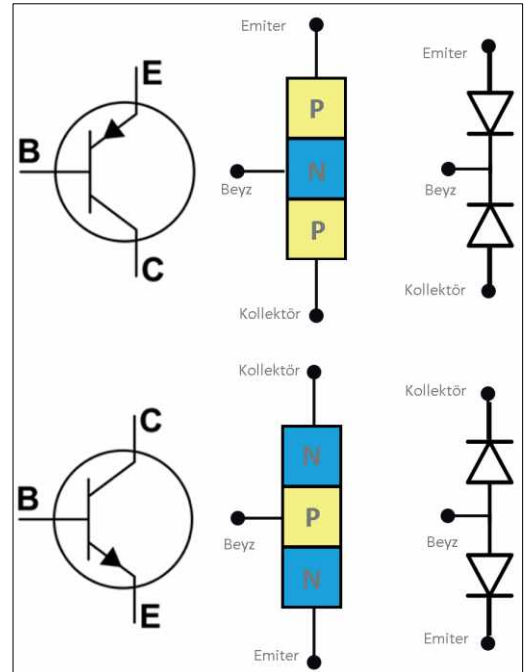
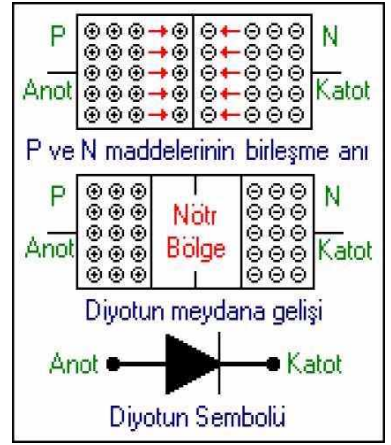
⊗ PNP transistörler de B ucuna eksi (-) uygulanınca E'den C'ye akım geçişi olur. Bu sırada E'ye artı (+) ve C'ye eksi (-) verilir.

⊗ Transistörün doğru çalışabilmesi ya da iletme geçebilmesi için doğru yönde (polarma) gerilim uygulanması gerekir. Bunun için transistorün emiter ve beyzi doğru kolektörü ise ters polarma yapılmalıdır.

#### Transistör Ayaklarının Tespiti

- 1) Avometre diyot ölçme konumuna alınır.
- 2) Avometre uçlarından biri, transistörün 3 ayağından herhangi birine (genelde orta uç) sabit tutulur ve diğer uç iki ayağa da birer birer temas ettirilir.
- 3) Diğer iki ayağın da avometrede değer göstermesi gerekir. Sadece birinde değer görünürse avometre uçları yer değiştirilir. İki ayakta değer gösterene kadar deneme yapılır.
- 4) Her iki ayakta değer gösterirse en küçük değer gösteren ayaklar ele alınır. Bu durumda sabit tutulan ayak beyz, küçük değer gösteren kolektör, boşta kalan ayak ise emiterdir.

- 5) Beyz ayağı avometrenin + ucu ile temas etmişse NPN, - ucuyla temas etmişse PNP tipi transistördür.





#### 4. Kondansatörler

İki iletken levha arasına di-elektrik adı verilen bir yalıtkan madde konulmasıyla elde edilen ve elektrik enerjisini depo edebilen devre elemanına **kondansatör** denir. C harfi ile gösterilir ve birimi farad (F)dır. Farad, çok büyük bir birim olduğu için uygulamada faradın askatları olan mikro farad ( $\mu F$ ), nano farad (nF) ve piko farad (pF) kullanılır. “ ” sembolü ile gösterilir.

$$1 \text{ farad} = 1.000.000 \mu F = 106 \mu F = 109 \text{ nF} = 1012 \text{ pF}$$

##### Kondansatörün Sağlamlık Kontrolü

⊗ Kondansatörün boş olduğundan emin olunmalıdır. Bunun için kondansatör uçları birbirine temas ettirilerek kısa devre yapıp kondansatör deşarj edilir.

⊗ Avometrenin seçim anahtarı diyot-kopukluk kontrol kademesinde alınır.

⊗ Avometre uçları, kondansatör ayaklarına +, +’ya; -, -’ye gelecek şekilde temas ettirilir.

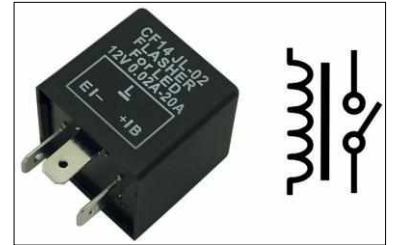
⊗ “0” veya “ $\infty$ ” direnç çıkarsa kondansatör arızalı, direnç değeri görülürse ve pil gerilimi ile bu değişiyorsa kondansatör sağlamdır. Küçük kapasiteli kondansatörlerde kısa süreli sesli uyarı duyulabilir.



#### 5. Röleler

Düşük bir voltaj ve akım ile daha yüksek bir voltaj ve akımın kontrol edilmesini sağlayan elemanlardır. Elektrik devrelerinde anahtarlama görevini yaparlar.

Üzerlerinden akım geçtiğinde aktif olurlar. Röleler, 0,5-70 Amper akıma anahtarlık edebilirler.



**Rölelerin sağlamlık kontrolü** iki aşamada yapılır. **Birincisi**, rölede bobin kısmını avometrenin direnç pozisyonunda ölçüm yapılır. Avometrenin direnç değeri göstermesi beklenir. **İkinci aşamada** kontak açık uçları tespit edilir. Bobin uçlarına enerji verilir. Ve kontakların kapanıp açılması sesinin duyulması beklenir. Bobine enerji verildiğinde açık olan uçların kapanması beklenir.

## 6. Diğer Elektronik Devre Elemanları

### 6.1. Transformatörler

Trafo olarak da adlandırılan transformatörler, genel olarak bir elektrik-elektronik devrede voltajı veya akımını indirmek ya da yükseltmek için kullanılırlar. Transformatörün üzerinde iki sargı bulunur. Bu sargılardan birine primer, diğerine sekonder adı verilir. Primer ve sekonder sargılarının birbirlerine elektriksel bağlantıları yoktur.

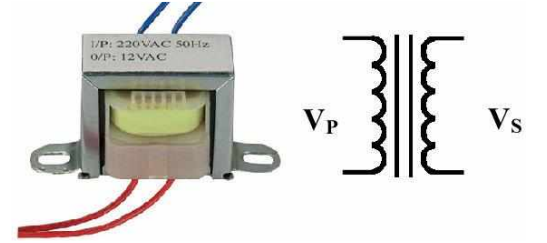
### 6.2. Tristörler

Diğer isimleri kontrollü diyottur, akımın tek yönde geçişine izin verirler. PNPN yüzey birleşmeli yarı iletken elemanlardır. Çok küçük tetikleme akım ve gerilimleri ile kontrol edilebilir.

Hızlı anahtarlama görevlerinde bulunurlar (saniyenin 1/1000'i kadar).

### 6.3. Entegre Devreler(IC)

Elektronik devrelerde kullanılan transistör, direnç, kondansatör ve diyot gibi devre elemanlarının veya küçük devrelerin bir araya getirilerek bir bütün oluşturup paketlenmesiyle meydana getirilen elektronik elemandır. Oluşan bu devrenin uygun yerlerinden dışarıya bacaklar (pinler) çıkarılır. Yonga “chip” adı verilen yarı iletken bir yapıdır.



## 2. ÇEŞİTLİ ELEKTRONİK DEVRELERİN YAPIMI

### 2.1. Lehimleme

Elektronik devrelerde kurulum yapmak için elemanları ve iletkenleri birbirine bağlamak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen iletken malzemelere **lehim** denir. Bu bağlama işlemine de **lehimleme** denir.

**1) Lehim teli:** Lehim teli idealde % 63 kalay ve % 37 kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içindeki kalay miktarı arttıkça kalite yükselmektedir.

Piyasada tüp ve makara şeklinde bulunmaktadır.

**2) Lehim pastası:** Lehimleme sırasında lehim yüzeylerini temizleyen, elemanların tam kavramasını sağlayarak lehim sonrasında da oksitlenmeyi önleyen kimyasal jel bir üründür.

**3) Havya:** Lehim telini ertitip bağlantı yapılacak malzemeleri birbirine ergiyik ile birleştirmemize yarayan gereçtir. Kalem (rezistanslı) havya, gazlı havya ve tabanca havya olmak üzere 3 türdür.

## Diğer elemanlar şunlardır:

**Lehim pompası:** Eski lehimlerin temizlenmesi için kullanılır.

**Havya altlığı:** Sıcak havyanın güvenli tutulması için kullanılır.

**Havya uçları:** Yapılacak iş türüne göre farklı değişebilir havya uçlarıdır.

**Temizleme telleri:** Havya ucunun temizlenmesinde kullanılır.



## Lehimleme yapılırken;

- ⊗ Havya ucunun temiz olması sağlanır.
- ⊗ Lehimlenecek yüzeyler veya parçalar temizlenerek hazırlanır. Bunun için ince zımpara kullanılabilir.
- ⊗ Havya prize takılarak ısınması sağlanır.
- ⊗ Isınmış havya ucu ıslak temizleme süngerini veya ıslak bir bez vb. malzemeler ile iyice temizlenir.
- ⊗ Lehimlenecek parça üzerine de bir miktar lehim pastası sürülür.
- ⊗ Havya ucu lehim teline temas ettirilerek erimesi kontrol edilir.
- ⊗ Isınmış havya ucu, lehimlenecek pastalanmış olan kısma değdirilir, parçanın ısınması ve eriyik lehimin akıtılması sonrası beklenir.
- ⊗ Pasta sıcaklık etkisi ile temizlendikten sonra havya çekilerek lehimin soğuması beklenir. Soğuma esnasında lehim yeri hareket ettirilmez.
- ⊗ İdeal lehimin yüzeyi parlak, temiz, pürüzsüz, tepe görüntüsündedir.

## Lehim Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- ⊗ Lehim yapılacak yerde gerilim olmadığından emin olunmalıdır.
- ⊗ Havyadaki yüksek sıcaklık insana ve eşyaya zarar verebilir, dikkatli olunmalıdır.
- ⊗ Havya kullanılmadığı zamanlar havya altlığında tutulmalı, uzun süre kullanılmayan havyanın fişi çekilmeli,
- ⊗ Havya ucunun kordona temas etmemesine dikkat edilmelidir.
- ⊗ Havya ucundaki artık lehimlerin uzaklaştırılması için havya silkenmemelidir. Eriyik etrafa zarar verebilir.
- ⊗ Eriyik metalden çıkan gaz teneffüs edilmemelidir.

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Elektronik devre elemanları nelerdir?
2. Diyot görevi nedir?
3. Diyotların yapısı ve özellikleri nasıldır?
4. Diyotların sağlamlık kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
5. Direnç görevi nedir?
6. Dirençlerin yapısı ve özellikleri nasıldır?
7. Transistör görevi nedir?
8. Transistör yapısı ve özellikleri nelerdir?
9. Transistör ayaklarının tespiti nasıl yapılır? Açıklayınız.
10. Kondansatör görevi nedir?
11. Kondansatörün yapısı ve özellikleri nelerdir?
12. Kondansatörün sağlamlık kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
13. Röle görevi nedir?
14. Rölenin yapısı ve özellikleri nelerdir?
15. Transformatör ne demektir?
16. Tristör ne demektir?
17. Elektronik devre elemanlarının kontrolleri nasıl yapılır?

**18.** Lehimleme ne demektir?

**19.** Lehimlemede kullanılan aletler nelerdir?

**20.** Lehimleme yapılırken dikkat edilecek hususlar nelerdir?

# OTOMOTİV AKÜLERİ MODÜLÜ DERS NOTLARI

## İÇİNDEKİLER

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>AKÜ.....</b>                                              | <b>2</b>  |
| Akünün Görevleri.....                                        | 2         |
| Akünün Yapısı .....                                          | 2         |
| Akü Etiketleri .....                                         | 3         |
| Akü Çeşitleri .....                                          | 3         |
| a. Plaka Malzemelerine Göre Aküler.....                      | 3         |
| b. Akü Elektrolitine Göre Aküler .....                       | 3         |
| Akü Kapasitesini Etkileyen Faktörler .....                   | 4         |
| Ağırlık Esasına Göre Elektrolit Hazırlanması.....            | 4         |
| Diğer Akü Çeşitleri.....                                     | 4         |
| Kalsiyumlu Akülerin Üstünlükleri.....                        | 4         |
| Jelli Akülerin Üstünlükleri .....                            | 4         |
| Akünün Gözle Kontrolü.....                                   | 5         |
| Yüzeyden Kaçak Kontrolü.....                                 | 5         |
| Akünün Yoğunluk Kontrolü .....                               | 6         |
| Akünün Kapasite Kontrolü .....                               | 6         |
| Vasıta Üzerinde Yükleme Kontrolü.....                        | 7         |
| <b>AKÜ ŞARJ İŞLEMLERİ .....</b>                              | <b>7</b>  |
| Akünün Şarjı Ve Deşarjı.....                                 | 7         |
| Aşırı Şarjın Zararları .....                                 | 8         |
| Aşırı Deşarjın Zararları .....                               | 8         |
| Akü Şarj Etme Metotları.....                                 | 8         |
| 1. Yavaş Şarj .....                                          | 8         |
| 2. Normal Şarj .....                                         | 8         |
| 3. Çabuk Şarj .....                                          | 9         |
| 4. Araç Üzerinde Şarj.....                                   | 9         |
| Akülerin Sökülüp Takılmasında Dikkat Edilecek Hususlar ..... | 10        |
| Akülerin Depolanmasında Alınacak Önlemler .....              | 11        |
| Şarj Akımının Ve Süresinin Tespiti .....                     | 11        |
| <b>ÇALIŞMA SORULARI .....</b>                                | <b>12</b> |

# AKÜ

Motorlu araçlarda; elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depo eden ve devresine alıcı bağlandığı zaman bu enerjiyi tekrar elektrik enerjisine çevirerek dış devreye veren bir üreteçtir.

## Akünün Görevleri

- Motorun ilk hareket sırasında marş motorunu çalıştıracak yüksek akımı vermek
- Motor devrinin yüksek ve elektrik sarfiyatının düşük olduğu zamanlarda şarj sisteminin ürettiği elektrik enerjisini kimyasal enerji şeklinde depolamak ve elektrik sarfiyatının yüksek ve şarj akımının düşük olduğu zamanlarda elektrikli alıcıları beslemek
- Motor çalışırken elektrik sisteminde gerilim ve akım şiddeti dengelemesini sağlar
- Motor çalışmadığı zamanlarda, kullanılacak alıcılara akım göndermek

## Akünün Yapısı

**Akü Kutusu:** Bataryaların kutu ve kapakları genellikle plastik türü malzemelerden yapılırlar. Kutular, imal edilecek bataryanın voltajına göre gözlere (bölmelere) ayrılır. 12 voltluk bataryalarda 6 bölme vardır.

**Negatif plakalar:** Bütün plakalar kurşun alaşımlı çerçeveden oluşur ve aktif kurşunla dolu bölümleri meydana getiren çok miktarda hücreye sahiptir.

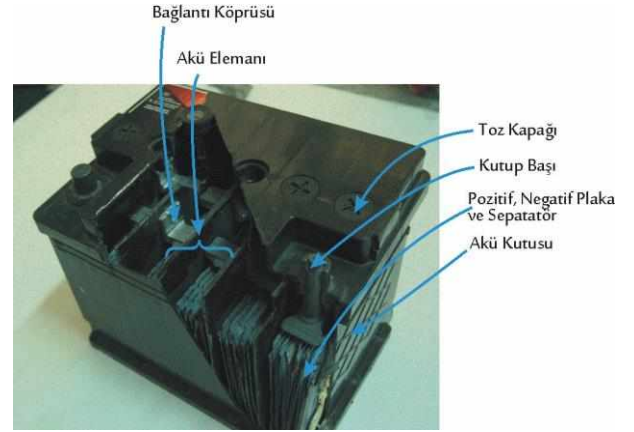
**Pozitif plakalar:** Bütün plakalar kurşun alaşımlı çerçeveden oluşur ve kurşun peroksitle dolu bölümleri meydana getiren çok miktarda hücreye sahiptir.

**Seperatörler:** Seperatörler, plakaları mekaniksel olarak birbirinden ayırmak ve herhangi bir temasa izin vermemek için kullanılır.

**Kutup başları:** Elemanlardaki negatif ve pozitif plaka gruplarından batarya dışına çıkan kurşundan yapılmış kutuplardır.

- ☐ Pozitif kutup başı negatif kutup başına göre daha kalın ve koyu renklidir.
- ☐ Pozitif kutup başında ( + ), negatif kutup başında ( - ) yazar.
- ☐ Batarya kutusu üzerindeki marka yazısının sağına pozitif kutup başı soluna da negatif kutup başı konur.

**Eleman kapağı:** Elemanların üzerini kapatıp, akünün kutusunu tamamlar. Eleman toz kapaklarını üzerinde bulundurulur.



**Bağlantı köprüleri:** Plaka grubunda kullanılır. + kutbu bir sonraki – kutba bağlayan bağlantı köprüleri akü kabı üzerinden gerçekleşir.

**Eleman toz kapağı:** Eleman içine saf su ve elektrolit koymak veya boşaltmak için yapılmış özel vidalı kapaktır. Seviye kontrolü buradan yapılır.

**Şarj göstergesi (İndikatör):** Akü üzerinde takıldığı tek hücreye ait yoğunluk değerini gösteren sertleştirilmiş, plastik görsel malzemedir.

Batarya elektroliti saf su ile sulandırılmış sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) çözeltisidir.

Kurşun asit bataryalarda elektrolit yoğunluğu  $1,200-1.280\text{gr/cm}^3$  ‘tür.

Batarya tam şarjlı olduğunda  $1,260\text{ gr/cm}^3$  veya  $1,280\text{ gr/cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}, 68^\circ\text{F}$ ) yoğunluktadır.

### Akü Etiketi

**12 V:** Akü gerilimi, 12 Volt

**60 Ah:** Saatte verebileceği daimi akım, 60 amper/saat

**540 A:**  $-18^\circ\text{C}$ 'de amper cinsinden 30 sn süreyle verebileceği soğuk marş akımı (CCA), 540 amper

**(EN) :** Akü Avrupa standardı (European Norm)

**255 A (IEC):** Farklı standartlarda akü kapasite ve kontrol normu



### Akü Çeşitleri

#### a. Plaka Malzemelerine Göre Aküler

⊗ Kurşun-Asit

⊗ Nikel-Kadmiyum

⊗ Nikel-Demir

⊗ Lityum-İyon

⊗ Nikel Metal-Hidrür

#### b. Akü Elektrolitine Göre Aküler

⊗ **Sulu Aküler (SLI):** Taşıtlarda kullanılan, sülfirik asit ve su çözeltili elektrolit ile klasik akü çeşitidir.

⊗ **Kuru aküler (VRLA):** Kapalı tip bakımsız aküler olup, elektrolid içerisindeki iyonlar hareketsizdir. Titreşime karşı dayanıklı ve raf ömürleri uzundur. Kuru aküler iki tiptir;

**1. AGM aküler:** Elektrolitleri seperatörlere emdirilmiş akülerdir. Start-stop araçlarda tercih edilir.

**2. Jelli aküler:** Elektroliti yarı sıvı yapıda olup daha çok kesintisiz güç kaynaklarında ve alternatif enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin depolanmasında kullanılır.

Otomotiv teknolojisinde en yaygın kullanılan akü tipi kurşun-asit akülerdir. Su kaybının azaltılması ve ızgaralarının mekanik dayanımının artırılması için plakalarında antimon malzeme yerine kalsiyum kullanılmaktadır.

Günümüz elektrikli araç bataryalarında nikel, sodyum, lityum, alüminyum, bakır esaslı malzemeler kullanılmaktadır. Ayrıca hızlı şarj olabilen, süper kapasitör teknolojisi de elektrikli araçlar için geliştirilmektedir.

## Akü Kapasitesini Etkileyen Faktörler

Bataryanın depolayabileceği amper saat cinsinden enerji miktarı **akü kapasitesi** olarak tanımlanır.

Kapasitenin birimi **Amper Saattir. "Ah"** ile gösterilir. Örneğin; 72 Ah bir akü, 1 amper akım çeken bir alıcıyı 72 saat boyunca besleyebilir. Ayrıca akülerde soğukken marş yapabilme kapasitesini gösteren CCA (Cold Cranking Amps) değeri önemlidir. Bir aracın soğuk havada marş yapabilmesi için gerekli olan CCA değeri Türkiye şartlarında minimum 420 A'dır.

### Bir akünün kapasitesi şu etkenlere bağlıdır:

**Plakaların adedi ve boyutları:** Plaka adetlerinin çok olması ve boyutlarının büyük olması kapasiteyi yükseltir.

**Elektrolit yoğunluğu:** Elektrolit içerisindeki asit yoğunluğu kapasiteyi yükseltir ancak akü ömrünü kısaltır.

**Elektrolit sıcaklığı:** Sıcaklık arttıkça kapasite artar.

### Ağırlık Esasına Göre Elektrolit Hazırlanması

**Gereken asit miktarı ( kg ) = Hazırlanacak elektrolit miktarı ( kg ) x 39 / 100**

**Gereken su miktarı ( kg ) = Hazırlanacak elektrolit miktarı ( kg ) x 61 / 100**

### Diğer Akü Çeşitleri

**1. Kalsiyumlu Akü:** Günümüzdeki kurşun-asit bataryalarda kullanılan kurşun ızgaraların mekanik ve kimyasal dayanıklılığını arttırmak için kurşun içerisine kalsiyum almıştır.

**2. Jelli Akü:** Tam kapalı, bakım gerektirmeyen tip, jel elektrolitli, marin uygulamaları için özel tasarlanmış akümülatörlerdir.

### Kalsiyumlu Akülerin Üstünlükleri

Ø Bir daha açılmamak üzere tamamen kapatılmıştır.

Ø Yüksek yoğunluktaki plakalar

Ø Dayanıklı polipropilen kutu

### Jelli Akülerin Üstünlükleri

Ø Günlük çevrimsel kullanım için idealdir.

Ø Jel Aküler Uzun deşarjlarda mükemmel performans gösterirler.

Ø Jel akü yüksek sıcaklık uygulamalarına toleranslıdır.

Ø Jel akülerde ömrü uzatan ve ızgarada paslanmayı önleyen daha kalın plakalar mevcuttur.

Ø Düşük iç dirençten dolayı yüksek performanslıdır.

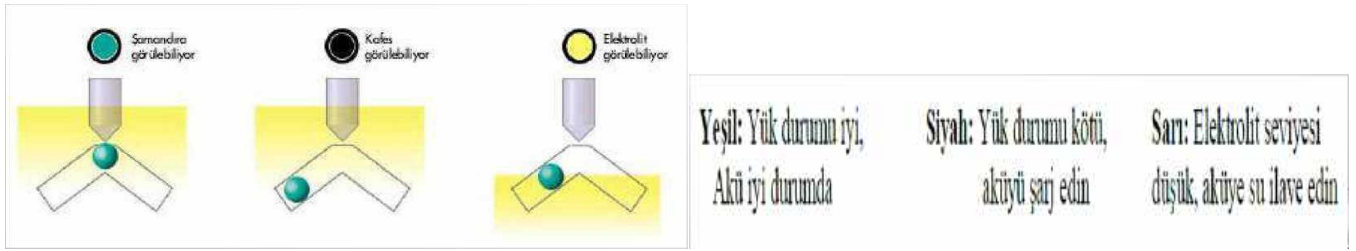
### Akünün Gözle Kontrolü

**Kutup başları:** Bağlantıların sıklığı, oksitlenme ve deforme olma durumu gözden geçirilir.

**Akü yüzeyi:** Yüzeydeki kirlilikler kısa devre riskini artırır. Self deşarj olayını hızlandırır. Ayrıca akü üzerindeki indikatör ile şarj durumu öğrenilebilir.

**Akü kutusu:** Ezik, çatlak, sızıntı veya erime durumlarına bakılır.

**Elektrolit ve elemanlar:** Toz kapakları açılarak elektrolit seviyesi kontrol edilir. Seviye plakalardan 1-1,5 cm yukarıda olmalıdır. Elektrolit berrak olmalıdır. Gözlenebildiği kadar plaka üzerindeki aktif madde ve seperatörlerin durumu incelenmelidir. Ayrıca toz deliklerinin açık olması sağlanır.



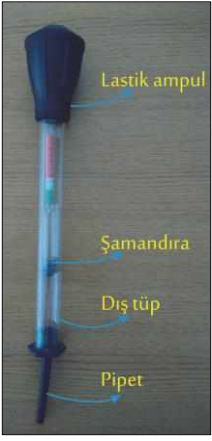
### Yüzeyden Kaçak Kontrolü

Şarj sırasında oluşan gazlar akü toz kapak deliklerinden dışarıya atılırken hava ile birleşip akü yüzeyinde zamanla bir birikinti meydana getirmektedir. Bu birikinti akü yüzeyinde enerji kaçağı meydana getirdiği gibi, bağlantılarda korozyona sebep olmaktadır. **Akü yüzeyden kaçak kontrolü şu şekilde yapılır:**

- ⊗ Avometre volt pozisyonuna getirilir.
- ⊗ Avometrenin negatif ucu bataryanın negatif terminaline temas ettirilir.
- ⊗ Avometrenin pozitif ucu bataryanın yüzeyinde gezdirilir.
- ⊗ Avometre değeri gösteriyorsa yüzeyde kaçak vardır.

Böyle bir kaçak durumunda akü yüzeyindeki birikintiler ve kutup başlarındaki korozyon sodalı su veya ılık su ile temizlenir.

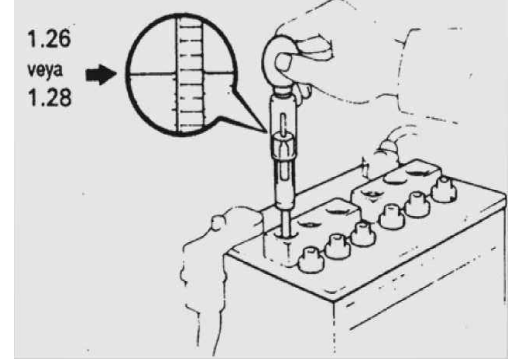
## Akünün Yoğunluk Kontrolü



Elektrolit yoğunluğuna göre bataryanın şarj durumu hakkında bilgi sahibi olmaya **yoğunluk kontrolü** denir. Yoğunluk ölçümü **HİDROMETRE** ile yapılır.

Hidrometre içerisinde yüzen şamandıranın sıvı seviyesinden yüksekliği, elektrolitin yoğunluğuna, dolayısıyla akünün şarjına bağlıdır.

Toz kapağı açılıp elektrolit hidrometrenin içine çekildiğinde tüp içerisindeki elektrolitin içerisinde yüzen şamandıranın ne kadar battığı, şamandıra üzerindeki cetvelden tespit edilir. Cetvel üzerindeki değerler Tabloda karşılaştırılarak akünün şarj durumu tespit edilir.



| Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) | Bome Derecesi | Akünün Durumu        |
|-------------------------------|---------------|----------------------|
| 1.260 – 1.280                 | 30 – 32       | Tam Şarjlı           |
| 1.230 – 1.260                 | 27 – 30       | $\frac{3}{4}$ Şarjlı |
| 1.200 – 1.230                 | 24 – 27       | $\frac{1}{2}$ Şarjlı |
| 1.170 – 1.200                 | 21 – 24       | $\frac{1}{4}$ Şarjlı |
| 1.140 – 1.170                 | 18 – 21       | Şarjsız              |
| 1.100 – 1.140                 | 14 – 18       | Tam Deşarj           |

## Akünün Kapasite Kontrolü

Akünün araç üzerindeki tüm alıcıları besleyecek miktardaki akımı verebileceğinin bir göstergesidir. Birimi Amper-saat'tir. Sembölü Ah' dır .

Kapasite kontrolünün amacı, akünün marş anındaki gerekli akımı verip veremeyeceğinin ölçülmesidir. Kapasite kontrolünde akü kapasite ölçüm cihazı kullanılır.

Akünün etiketi üzerindeki anma kapasite değeri okunur. Akünün toz kapakları açılır. Kapasite ölçüm cihazının Voltmetre ve Ampermetre maşalı kabloları Akünün artı ve eksi kutuplarına bağlanır. (Cihazın artı kablosu akünün artı kutbuna, cihazın eksi kablosu akünün eksi kutbuna gelecek şekilde bağlanır). Daha sonra Cihazın Yükleme Topuzu saat yönünde çevrilerek akü anma kapasitesi değerinin üç katı akımla yüklenir.(örneğin 90 Ah kapasitedeki bir akü  $90 \times 3 = 270$  Amper ile yüklenir.) Bu anda cihazın voltmetre skalasındaki değer okunur ve hemen yükleme topuzu sola çevrilerek kapalı konuma getirilir. Cihazda okunan değer 12 voltluk akülerde 9,6 volt'un altında olmamalıdır.



## Vasıta Üzerinde Yükleme Kontrolü

Akü yükleme muayenesi marş motoru çalıştırıldığı sırada akü voltajını kontrol etmek suretiyle de yapılır. Bu kontrol için batarya yoğunluğu 1,225'ten fazla(takriben batarya yarı m veya tam şarjlı) olmalıdır. Elektrolit sıcaklığı ise 60° ile 90° F (15,5 °C - 32,2 °C) civarında olmalıdır. Aksi halde elde edilecek sonuçlar tam doğru olmayabilir.

Kontrol işleminde aracı n motoru çalışmayacak, sadece marş yapacak konumda olması gerekir. Akü kutup başlarına Voltmetre volt skalası 12 volttan büyük olmak suretiyle ayarlanır.

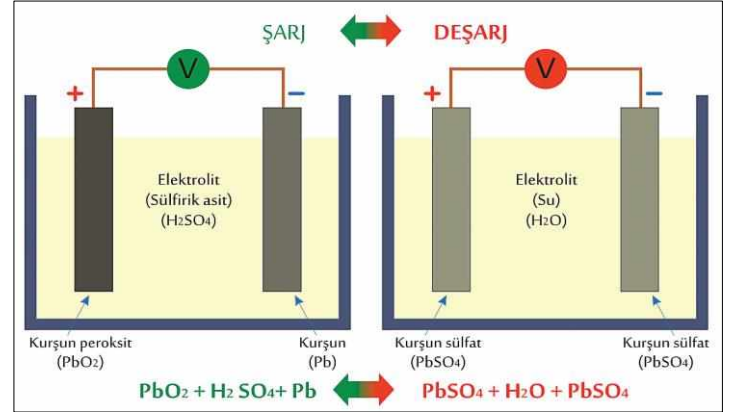
Voltmetrenin maşalı kabloları artı uçlar artıya, eksi uçlar eksiye gelecek şekilde bağlanır. Aracın kontak anahtarı çevrilerek motor üç tur atacak şekilde marş yapılır. Bu durumda voltmetre skalasındaki değer okunur. Okunan değer 10 Volt'tan aşağıda olmaması gerekir. Voltaj değerinin 10 volttan düşük çıkması alıcılara yeterli akımın gitmemesine neden olur.

## AKÜ ŞARJ İŞLEMLERİ

### Akünün Şarjı Ve Deşarjı

Aküye bir DC (doğru akım) güç kaynağından (redresör) akım vererek depolanan enerji düzeyini yükseltmeye **şarj**, aküdeki depolanan enerjinin yapılan iş sonucu seviyesinin düşmesine **deşarj** denir.

Tam şarjlı bir akünün negatif plakası saf kurşun (Pb) ve pozitif plakası kurşun peroksit (PbO<sub>2</sub>) şeklindedir.



Akü boşalınca yanideşarj olunca her iki plaka da kurşun sülfat (PbSO<sub>4</sub>) haline döner. Elektrolitteki asit ise su (H<sub>2</sub>O) haline dönüşür. Deşarj olan aküye bir doğru akım kaynağından akım verilirse kurşun sülfat (PbSO<sub>4</sub>) ayrışır ve sülfat (SO<sub>4</sub>) suyun hidrojeniyle birleşerek sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) oluşturur. Suyun oksijeni ise pozitif plakanın kurşunuyla birleşir kurşun peroksit (PbO<sub>2</sub>) oluşturur. Böylece her iki plakada da birbirinden farklı iki madde oluşmuş ve akü şarjlı hale gelmiş olur.

| Tam şarjlı akü                             | Deşarj olmuş akü                  |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| Pozitif eleman: PbO <sub>2</sub>           | Pozitif eleman: PbSO <sub>4</sub> |
| Elektrolit: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Elektrolit: H <sub>2</sub> O      |
| Negatif eleman: Pb                         | Negatif eleman: PbSO <sub>4</sub> |

## Aşırı Şarjın Zararları

- ⊗ Kutup başları ve akü kutusu zarar görebilir.
- ⊗ Aşırı şarj aküde su kaybına sebep olur. Susuz kalan akü plakaları sertleşerek deforme olur. Araç üzerinde aşırı şarj olan aküde çok sık su eksilir. Bunun sonucunda plakalar hava ile temas eder, yüzeyler sülfatlaşarak sertleşir.
- ⊗ Aşırı şarj özellikle pozitif plaka ızgaralarında oksitlenmeye sebep olur.

## Aşırı Deşarjın Zararları

- ⊗ Akünün tamamen boşalması sülfatın plakalar üzerinde sert bir tabaka oluşturmaya sebep olur. Buna **sülfatlaşma** denir.
- ⊗ Deşarj olmuş ve elektrolit içerisindeki su miktarı artmış akü, kış aylarında kolay donarak deforme olur.

## Akü Şarj Etme Metotları

### 1. Yavaş Şarj

Uzun süre kullanılmadan bekletilen akülerin plakalarında oluşan sülfatı çözmek için yavaş şarj işlemi uygulanır. Bunun için alternatif akımı doğru akıma çeviren redresörler kullanılır.

#### İşlem adımları şu şekildedir:

- ⊗ Akü gözle kontrol edilir.
- ⊗ Plakalarda deformasyon olup olmadığına bakılır.
- ⊗ Akü bir alıcı yardımı ile tamamen deşarj edilir.
- ⊗ Akü içerisindeki elektrolit boşaltılır ve yerine sadece saf su konur.
- ⊗ Akü şarj cihazına bağlanır.
- ⊗ Şarj akımı 0,5 - 1 amper seçilir ve şarj için gerekli süre 60-100 saattir.
- ⊗ Belirli aralıklarda akü yoğunluğu ölçülmeli ve yoğunluk 1,280 gr/cm<sup>3</sup>'ü geçmemelidir.
- ⊗ Şarj bitiminde akü içerisindeki elektrolit boşaltılır ve yeni elektrolit konulur

### 2. Normal Şarj

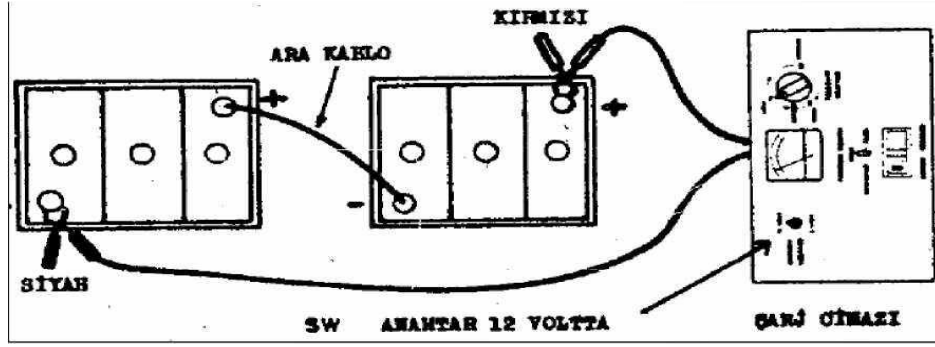
Akünün bir şekilde deşarj olmasından dolayı akü araçtan alınıp dışarıda normal şarja bağlanır. Birden fazla akü seri bağlanarak aynı anda şarj edilebilir.

### Normal şarja bağlanan bir aküde aşağıdaki işlemleri uygulanır:

- ⊗ Akünün yüzeyi temizlenir ve toz kapakları açılır.
- ⊗ Gözle kontrol ve yoğunluk kontrolü yapılır. Elektrolit düzeyi eksik ise tamamlanır.
- ⊗ Birden fazla akü seri bağlanmışsa en küçük kapasiteli aküye göre şarj akımı seçilir.
- ⊗ Şarj akımı akü kapasitesinin 1 / 10 ile 1 / 20 si arasında seçilir. Örneğin, kapasitesi 60 Ah olan aküde şarj akımı 3 – 6 amper arasında seçilmelidir.
- ⊗ Şarj olurken belirli aralıklarla elektrolit yoğunluk kontrolünü yapılır.

**Akünün şarj süresi aşağıdaki gibi hesaplanır:** Akü şarj süresi (saat) = Akü kapasitesi (Ah)/ Şarj akımı (A)

**Örneğin,** 60 Ah kapasiteli bir akü için kapasitenin 1/10 ila 1/20 arası şarj akımı kullanmamız gerekir. Şarj akımını 3 A seçtiğimizde Akü şarj süresi (saat) = 60 (Ah)/ 3 (A) = 20 saat bulunur.



### 3. Çabuk Şarj

Yüksek akımla kısa bir zamanda aküyü şarj etmek gerektiğinde çabuk şarj işlemi yapılır.

Zorunlu olmadıkça çabuk şarj yapılmamalıdır. Ömrü dolmuş akülerde uygulanmaz. Şarj voltajı 15,5 voltu geçmemeli ve şarj akımı akü kapasitesinin yarısı kadar seçilmelidir. 60 Ah olan aküde şarj akımı 30 amper, uygulama süresi 15-20 dakikadır.

### 4. Araç Üzerinde Şarj

Araçlarda, araç çalıştığı müddetçe alternatör ve regülatörden meydana gelen şarj sisteminin aküyü şarj etmesi ile yapılır. Araç üzerindeki şarj işlemi, sabit voltajla yapılan işlemdir.

Şarj voltaj değeri ortalama 13.8 volt ile 14.4 volt değerleri arasında olmalıdır.

## Akülerin Sökölüp Takılmasında Dikkat Edilecek Hususlar

- Ø Herhangi bir sebeple akü, araç üzerinden alınacağı zaman önce - kutup başı daha sonra da + kutup başlığı sökülür.
- Ø Söküş sırasında kutup başlarının ve akü kutusunun zarar görmemesi için tespit vidaları gevşetilir, varsa kutup başlığı çektirmesi kullanılır.
- Ø Akü araç üzerine takılırken, akü emniyet çerçevesinin somunları yeterince sıkılır.
- Ø Kutup başlarının takılmasında önce + kutup başlığı daha sonra da - kutup başlığı yerine takılır.
- Ø Akü kabloları gereğinden daha uzun ve köşe yapacak kadar kısa olmamalıdır.
- Ø Kutup başları, kutup başlıklarını 1 ila 2 mm taşıyacak şekilde bağlanması doğru olur.
- Ø Akümülatörün boyundaki bir değişiklikten dolayı kutup başlarının motorun herhangi bir bölümüne değerek kısa devre yapmaması için kontrol edilir.
- Ø Kutup başlarını daha kolay bağlantıyı sağlamak için hiç bir şekilde kesmeyin veya delmeyin.

Plakalardaki sülfatın sertleşerek, şarjda aktif hale gelememesi durumuna **sülfatlaşma** denir.

### Aşağıda açıklanan durumlarda sülfatlaşma meydana gelir;

- Ø Akünün uzun süre şarjsız durumda bekletilmesi
- Ø Akünün sık sık deşarj bırakılması(aşın deşarj)
- Ø Akünün aşın sıcaklıkta işletilmesi
- Ø Elektrolit yoğunluğunun anma değerinden yüksek olması

### Aşağıdaki işlemlerle sülfatlaşma giderilebilir:

- ⊗ Elektrolit tamamen boşaltılır, yerine saf su doldurulur.
- ⊗ Akü kapasitesinin 0,5 - 1 amper akımla 60 -100 saat şarj edilir.
- ⊗ Şarj süresince yoğunluk kontrol edilir, yoğunluğun artması beklenir.
- ⊗ İşlem sonrası akü elektroliti değiştirilir.

## Akülerin Depolanmasında Alınacak Önlemler

- ⊗ Akü tam şarjlı ve düz pozisyonda olmalıdır.
- ⊗ Aküler istiflenecekse 3 aküden fazla üst üste koyulmamalı ve her sıradan sonra araya yalıtılmış, sıvı geçirmez elastik malzeme konulmalıdır.
- ⊗ Çevrede kısa devre yapabilecek iletken malzemeler olmamalıdır.
- ⊗ Akülerin sıcaklık yükseldikçe kendi kendine deşarj olma eğilimlerinin arttığı göz önünde bulundurulmalıdır.
- ⊗ Depolanan aküler sıklıkla kontrol edilmeli, akü gerilimleri 12,40 V altına düştüğünde aküler yeniden şarj edilmelidir.
- ⊗ Akü depoları; havadar, sigara içilmeyen, yakınında ateş olmayan yerlerde olmalıdır.

## Şarj Akımının Ve Süresinin Tespiti

Akü şarj işleminde

**Yavaş şarj:** 0,5-1 amper

**Normal şarj:** Kapasitenin 1/10-1/20'si arası amper

**Çabuk şarj:** Kapasitenin yarısı kadar amper ile ve 20 dakikayı geçmeyecek bir sürede gerçekleştirilir.

Akülerin tamamen boşalmadığı ancak marş içinde yeterli olmadığı durumlarda süre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Süre: } \frac{\text{Boş kısım (Ah)}}{\text{Şarj akımı (A)}}$$

**Örneğin,** kapasitesi 60 Ah olan akü  $\frac{1}{4}$  şarjlı olduğu ölçülmüştür. 6 amper şarj akımı ile kaç saat şarj edilmelidir?

Boş kısım=  $\frac{1}{4}$  şarjlı ise,  $\frac{3}{4}$  oranında boştur. Yani  $\frac{3}{4} \times 60 = 45$  Ah boştur.

$$\text{Süre: } \frac{\text{Boş kısım (Ah)}}{\text{Şarj akımı (A)}} \quad \text{Süre: } \frac{45}{6} \quad \text{Süre: 7,5 Saat}$$

## ÇALIŞMA SORULARI

1. Akü ne demektir?
2. Akülerin görevleri nelerdir?
3. Akülerin çalışma prensibini açıklayınız?
4. Şarj ve deşarj ne demektir?
5. Akünün elemanları nelerdir?
6. Pozitif ve negatif kutup başları nasıl tespit edilir?
7. Plaka malzemelerine göre akü çeşitleri nelerdir?
8. Akü elektrolitine göre akü çeşitleri nelerdir?
9. Akünün kapasitesine etki eden faktörler nelerdir?
10. Taşıta göre akü seçimi nasıl yapılır? Açıklayınız.
11. Akünün kontrolleri nelerdir?
12. Akünün gözle kontrolünde nerelere bakılır?
13. Hidrometre ne demektir?
14. Akünün kapasite kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
15. Akünün yüzeyden kaçak kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
16. Aküleri söküp takarken nelere dikkat edilmelidir?
17. Akünün şarjı ve deşarjını açıklayınız?
18. Bataryalarda şarj etme çeşitleri nelerdir?

**19.** Normal şarj nasıl yapılır? Açıklayınız.

**20.** Akünün aşırı şarjının ve deşarjının zararları nelerdir?

**21.** Kullanılmadan bekletilmiş akülerde yapılacak işlemleri nelerdir?

**22.** Sülfatlaşma ne demektir?

**23.** Sülfatlaşmış aküler nasıl düzeltilir?