

2014

# DİZEL MOTORLARDA YAKIT ve ENJEKSİYON SİSTEMLERİ



## SIKIŞTIRMAORANI, ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE HESAPLANMASI

Dört zamanlı içten yanmalı motorlarda ikinci zaman sıkıştırma zamanıdır. dizel motorlarında yakıtın ateşlenmesi sıkıştırılmış havanın sıcaklığından yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Sıkıştırma sonu sıcaklığı sıkıştırma oranı ile doğru orantılıdır.

Piston A.Ö.N dan Ü.Ö.N ya geldiğinde silindir kapağı ile piston tepesi arasında bir hacim vardır.buhacma yanma odası hacmi denir.(V<sub>c</sub>) dizel motorlarında hava bu hacme sıkıştırılır. Piston Ü.Ö.N dan A.Ö.N ya indiğinde yanma odası hacminin altında bir boşluk vardır. Bu boşluğada kurs(strok) hacmi denir(V<sub>h</sub>).Kurs hacmi ile yanma odası hacminin toplamına silindir hacmi denir(V<sub>a</sub>) yani

$$V_a = V_h + V_c$$

**Sıkıştırma oranı:** silindir hacminin yanma odası hacmine oranı olarak tanımlanır.başka bir deyişle kurs hacmi ile yanma odası hacminin toplamının yanma odası hacmine oranıdır.(Epsilon)  $\epsilon$

$$V_a = V_h + V_c \quad \epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

$\epsilon$ :sıkıştırma oranı(epsilon) birimsizdir.

$V_a$  :Silindir hacmi(Cm<sup>3</sup>)

$V_h$  :kurs hacmi(Cm<sup>3</sup>)

$V_c$ :yanma odası hacmi(Cm<sup>3</sup>)

**Örnek:** piston A.Ö.N da iken silindir içerisine enjektör deliği hizasına kadar yağ dolduruluyor. Silindir 1800cm<sup>3</sup> yağ alıyor. Piston Ü.Ö.N ya hareket ettirildiğinde yağın 1700 cm<sup>3</sup> ü enjektör deliğinden dışarı boşalıyor. Motorun sıkıştırma oranını hesaplayınız.

Verilenler istenenler

$$V_a = 1800 \text{ cm}^3 \quad V_c = ?$$

$$V_h = 1700 \text{ cm}^3 \quad \epsilon = ?$$

$$V_a = V_h + V_c \quad V_c = V_a - V_h = 1800 - 1700 = 100 \text{ cm}^3$$

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{1800}{100} = 18$$

**Örnek :**Kurs/çap oranı 1,5 olan bir dizel motorun yanma odası hacmi 50 cm<sup>3</sup>tür. Bu motorun silindir çapı 80 mm  $\pi=3,14$  olduğuna göre istenenleri hesaplayınız.

Verilenler istenenler

$$\frac{L}{D} = 1,5 \quad V_a = ? \quad L = ?$$
$$V_c = 50 \text{ cm}^3 \quad \epsilon = ? \quad V_h = ?$$

$$V_h = \frac{\pi * D^2}{4} * L = \frac{3,14 * 8^2}{4} * 12 = 602,88 \text{ cm}^3$$

$$\frac{L}{D} = 1,5 \quad L = 1,5 * D = 1,5 * 8 = 12 \text{ cm} \quad V_a = V_h + V_c = 602,88 + 50 = 652,88 \text{ cm}^3$$

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{652,88}{50} = 13,05$$

## SUPAP AYAR DİYAGRAMI

Motordan maksimum gücün elde edilebilmesi için piston kursu ve silindir içindeki basınç dikkate alınarak supapların açılıp kapanma noktalarını püskürtmenin başlangıç ve bitimini, krankın dönüş derece cinsinden gösteren 720° lik çift daire şeklindeki çizime supap ayar diyagramı denir. Teoride emme ve eksoz supapları ölü noktalarda kapanıp açılırken; gerçekte dizel motorların emme supapları piston Ü.Ö.N ya gelmeden önce açılıp A.Ö.N yı geçte kapanır.

Buradaki amaç emme supaplarını daha uzun süreli açık tutarak içeri daha fazla hava almak ve bu sayede yanmayı mükemmele yaklaştırmaktır. Çünkü fazla hava fazla oksijen demektir. Fazla oksijense tam yanmayı mümkün kılar.

Yüksek devirlerde emme zamanı süresi krank dönüş derecesi olarak sabit kalsada saniye olarak kısalır. Eksoz supabı ise A.Ö.N dan önce açılıp Ü.Ö.N yı geçte kapanır. Amaç eksoz supabını uzun süreli açık tutarak yanmayla oluşan eksoz gazlarının tamamını dışarı atmaktır. Çünkü eksoz gazları dışarı atılmazsa bir sonraki emme zamanında silindirde kalarak içeri alınan temiz hava miktarını düşürüp içeri püskürtülen yakıtın oksijen yetersizliğinden dolayı yanmadan dışarı atılmasına sebep olacaktır. Ayrıca yanma hızını da düşürerek yanma süresinin uzamasına, piston üzerine etkiyen basıncın ve motor veriminin düşmesine neden olacaktır.

Örneğin; Perkins P6 dizel motoru supap ayar diyagramında görüldüğü gibi emme supabı Ü.Ö.N dan 13° önce açılır. Buna emme açılma avansı denir.

A.Ö.N yı 43° geçte kapanır. Buna da emme kapanma gecikmesi denir. Bu durumda krank dönüş derecesi cinsinden emme zamanı

**Emme zamanı: Em.aç.av + Teorik emme zamanı + Emme kapanma gecikmesi**

**Emme Zamanı : 13° + 180° + 43° = 236° sürer.**

**Sıkıştırma zamanı: Teorik sıkıştırma zamanı – Emme kapanma gecikmesi**

**Sıkıştırma zamanı: 180° - 43° = 137° sürer.**

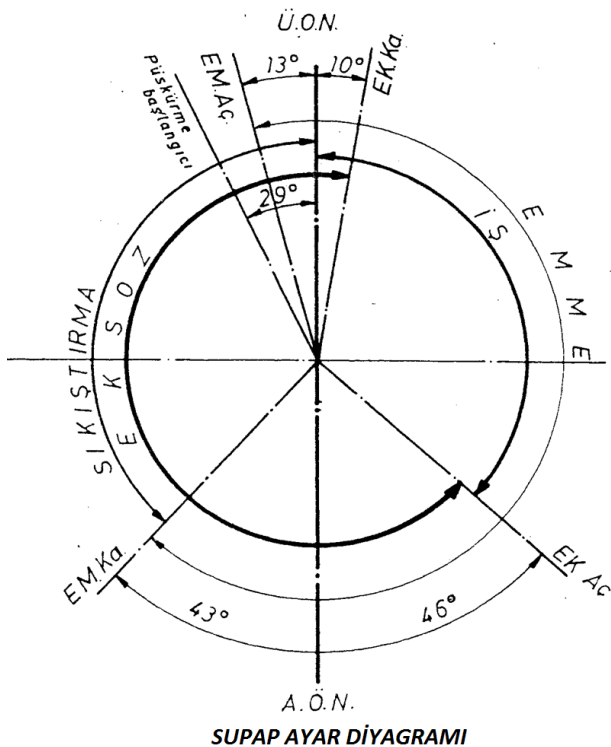
**İş zamanı: Teorik iş zamanı – Eksoz açılma avansı**

**İş zamanı: 180° - 46° = 134° sürer.**

Eksoz supabı iş zamanı sonunda ve A.Ö.N, dan 46° önce açılmağa başlar buna eksoz açılma avansı, Ü.Ö.N, yı 10° geçtikten sonra kapanır buna da eksoz kapanma gecikmesi denir.

Bu durumda

**Eksoz zamanı: Eksoz açılma avansı + Teorik eksoz zamanı + Eksoz kapanma gecikmesi olur.**



**Eksoz zamanı: 46° + 180° + 10° = 236° sürer.**

Eksoz sonu emme başlangıcında her iki supap kısa bir an açık kalır ki buna **SUPAP BİNDİRMESİ** denir.

**Supap bind. : Çevrim toplamı – teorik çevrim zamanı**

**Çevrim toplamı: emme+sıkıştırma+iş+eksoz**

**Çevrim toplamı: 236°+137°+134°+236°= 743°**

**Teorik çevrim zamanı: 720°**

**Supap bindirmesi: 743° - 720° = 23° olur.**

**Yada**

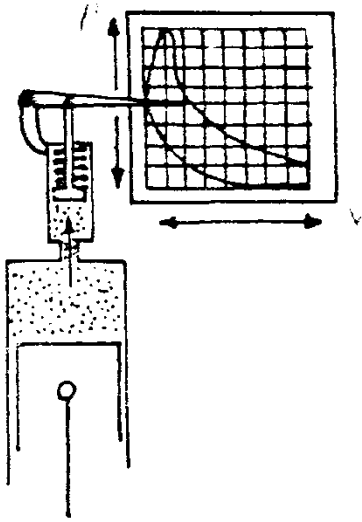
**Supap bind. : Em.aç.av + Ek.kap.gecikmesi**

**Supap bind. : 13° + 10° = 23° olacaktır.**

Son zamanlarda bazı motorlarda supapların açılıp kapanmaları diyagram halinde gösterilmeyip, çizelgeler şeklinde verilmektedir.

MOTOR ADI	EMME		EKSOZ		PÜSKÜRTME AVANSI	SUPAP BİNDİRMESİ
	Açılması Ü.Ö.N dan önce	Kapanması A.Ö.N dan sonra	Açılması A.Ö.N dan önce	Kapanması Ü.Ö.N dan sonra		
Perkins p6	13°	43°	46°	10°	29°	23°
Mercedes Benz	15°	35°	45°	5°	30°	20°
Man-bussing	10°	45°	45°	10°	23°	20°
Bogvard	10°	50°	56°	4°	45°	14°

## MOTOR DİYAGRAMLARI



Şekil : 1-20  
İndikatör aleti

Motorlarda dört zaman oluşurken silindir içindeki basınçların atmosferik basınca göre farklarını göstermek amacı ile çizilen diyagramlara, motor diyagramları denir. Bu diyagramların çiziminde indikatör aleti adı verilen bir aletten yararlanır (şekil: 1-20). İndikatör aleti ile çizilen diyagramlardan yararlanarak; supapların açılıp kapanma durumları püskürtmenin zamanında olup olmadığı, motorun kompresyon durumu öğrenilir ve iç güç hesaplanır.

1- Dört zamanlı dizel motor diyagramı

a) Teorik diyagram

b) Pratik diyagram

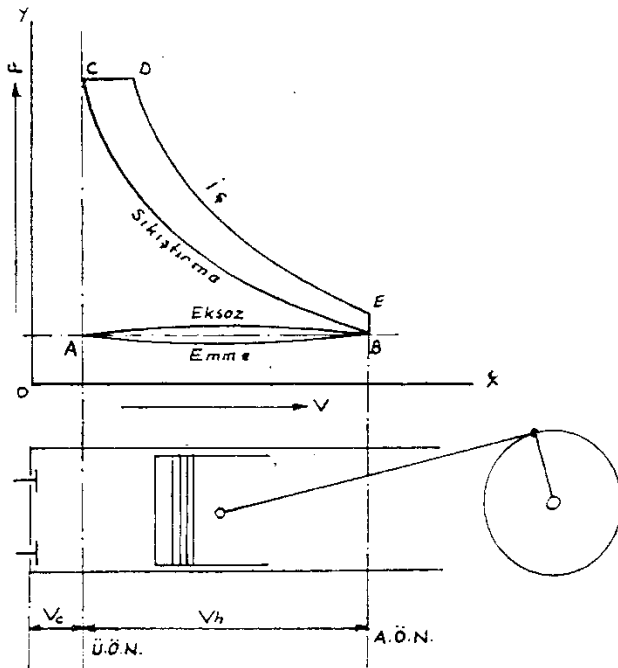
2 - iki zamanlı dizel motoru diyagramı

a) Teorik diyagram

b) Pratik diyagram

Olarak sınıflandırılır. Şimdi bunları ayrı ayrı inceleyelim.

### 1.A) Dört zamanlı dizel motoru teorik diyagramı:



Şekil : 1-21  
Dört zamanlı dizel motoru teorik diyagramı

Dört zamanın teorik anlatılışının çizimle ifadesidir (şekil: 1-21). Burada O-X yatay çizgisi hacim değişikliğini, O-Y dikey çizgisi basınç değişikliğini, Po atmosferik basıncı, Vh piston kursunu ve Vc yanma odası hacmini göstermektedir. Motor silindirini yatay durumda kabul ederek dört zamanın diyagramdaki yerini görelim.

**EMME ZAMANI:** Pistonun Ü.Ö.N dan A.Ö.N ya doğru hareketinde meydana gelen alçak basınç nedeni ile temiz hava silindire dolar. Emilen havanın basıncı, atmosferik basınçtan düşük olduğu için diyagramda AB eğrisi ile gösterilmiştir.

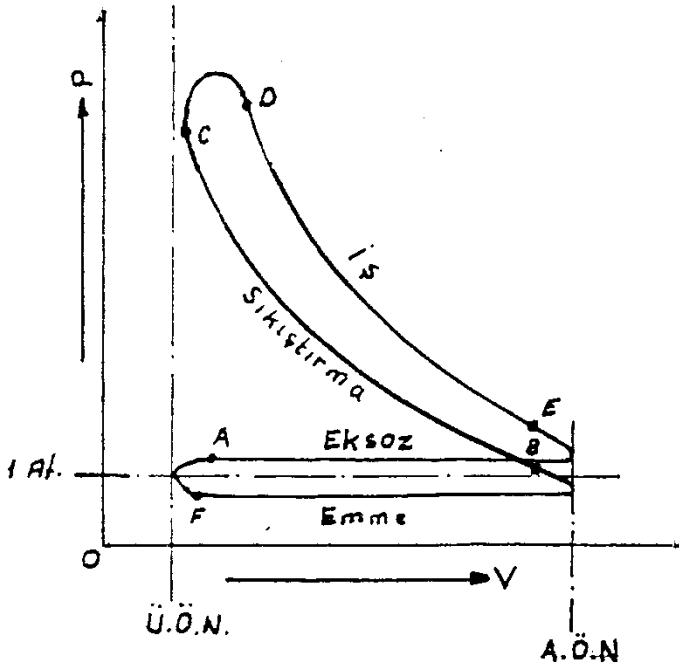
**SIKIŞTIRMA ZAMANI:** Piston A.Ö.N dan Ü.Ö.N ya çıkarken her iki supap kapalıdır. Daha önce silindire emilen hava sıkıştırılır. Sıkıştırma sonunda basınç ve sıcaklık artar. Bu durum BC eğrisi ile gösterilmiştir.

**İŞ ZAMANI:** Piston Ü.Ö.N ya geldiğinde enjektörden

yakıt püskürtülür. Sıkışan ve sıcaklığı artan hava ile temas eden yakıt, sabit basınç altında yanar (CD doğrusu). Kursun gerikalankismında genleşen gazlar, pistonu A.Ö.N ya doğru iter (DE eğrisi).

**EKSOZ ZAMANI:** Piston A.Ö.N ya gelince eksoz supabı açılır ve basınç düşer (EB). Piston A.Ö.N dan Ü.Ö.N ya giderken yanmış gazları dışarı atar (BA). Böylece çevrim tamamlanır.

### 1.b) Dört zamanlı dizel motoru pratik diyagramı :



Şekil : 1 - 22

Dört zamanlı dizel motoru pratik diyagramı

Teoride emme ve eksoz supaplarının ölü noktalarda açılıp kapandığı kabul edilmişti. Ancak pratikte daha önce de gördüğümüz gibi (bak.supap ayar diyagramları), emme supapları Ü.Ö.N dan önce açılır, A.Ö.N'geçe kapanır. Eksoz supapları ise A.Ö.N dan önce açılır Ü.Ö.N yi geçe kapanır. Şimdi yanma odasına tesbit edilen indikatör aleti ile motordan alınan pratik diyagramı görelim (şekil: 1-22).

**EMME ZAMANI:** Piston Ü.Ö.N ya gelmeden  $10^{\circ} - 25^{\circ}$  önce emme supabı açılır. Silindir içindeki alçak basınç nedeniyle dışardaki

1 atmosfer basınçlı temiz hava silindire dolar.

Emme zamanında silindire daha fazla hava alabilmek ve motorun gücünü artırabilmek için emme supabı A.Ö.N. yi  $25^{\circ} - 45^{\circ}$  geçe kapanır (AB eğrisi).

**SIKIŞTIRMA ZAMANI:** Piston Ü.Ö.N ya doğru çıkarken (B) den itibaren silindirdeki havayı sıkıştırır. ilk hacmin  $14/1 - 22/1$  i kadar sıkışan havanın basma 30 - 45 bar a ve sıcaklığı da 500-700 C dereceye yükselir.

**İŞ ZAMANI:** Piston Ü.Ö.N ya  $15^{\circ} - 30^{\circ}$  kala yakıt

püskürtülür (C). Püskürtülen yakıt belli bir süre geçtikten sonra tutuşur (bak. yanma ve evreleri) ve basınç, hacim genişlemesine rağmen bir süre daha sabit kalır (CD). Bundan sonra kursun geri kalan kısmında genleşen gazlar pistonu A.Ö.N, ya doğru iter (DE). İş zamanında silindir içindeki basınç 60 - 80 bar, sıcaklık da 1200-1600 C dereceye yükselir.

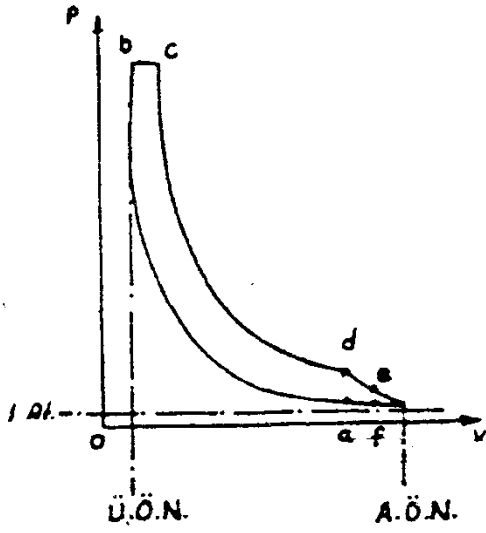
**EKSOZ ZAMANI:** Piston A.Ö.N ya  $30^{\circ} - 60^{\circ}$  kala eksoz supabı açılır (E), basınç düşer. Pistonun Ü.Ö.N ya doğru hareketi anında yanmış gazlar dışarı atılır (EF). Eksoz supabı Ü.Ö.N yi  $10^{\circ} - 25^{\circ}$  geçe kapanır ve böylece yanmış gazların temiz emme havasıyla dışarı atılması temin edilir.

**2.a) iki zamanlı, dizel motoru teorik diyagramı:**Şekil: 1 - 23 de görüldüğü gibi, sıkıştırılan ve yaklaşık olarak basıncı 30 - 40 bar, sıcaklığı da  $500^{\circ} - 600^{\circ} C$  ı bulan hava içerisine (ab)sabit basınç altında yakıt püskürtülür (bc). Yakıt püskürtüldüğü sürece yanma devam eder.Kursun geri kalan kısmında genleşen gazlar pistonu A.Ö.N, ya doğru iter (cd). d noktasında eksoz portu' açılır ve basınç süratle düşer. Biraz sonra emme portu açılarak (e) içeriye temiz süpürme havası dolar.

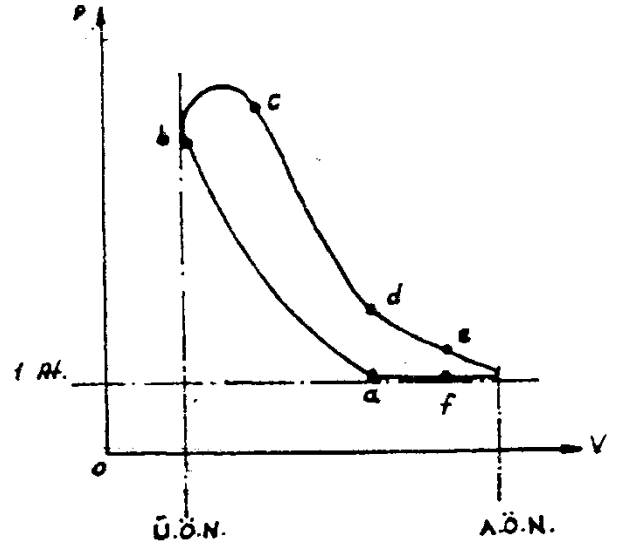
Piston A.Ö.N, dan Ü.Ö.N, ya çıkarken önce emme portunu (f), sonra eksoz portunu (a) kapatarak havayı sıkıştırır. Bu durum (b) ye kadar devam eder.

### 2.b) iki zamanlı dizel motoru pratik diyagramı:

Şekil: 1-24 deki diyagramda görüldüğü gibi (a) da başlayan sıkıştırma sonuna gelmeden (b) noktasında yakıt püskürtülür ve (bc) eğrisi boyunca kısmen sabit basınç altında yanma olur. Genleşen gazlar pistonu A.Ö.N, ya doğru iterken (cd), eksoz portu açılır (d) ve (dea) eğrisi boyunca eksoz devam eder. Bu arada (e) noktasında açılan emme portları içeriye süpürme havası girer ve (ef) eğrisi boyunca süpürme devam eder.



Şekil : 1-23  
İki zamanlı dizel motoru teorik  
diyagramı



Şekil : 1-24  
İki zamanlı dizel motoru pratik  
diyagramı

### F. DİZEL MOTORU İLE BENZİN MOTORU ARASINDAKİ FARKLAR

Dizel motoru ile benzin motorunun her ikisi de içten yanmalı motorlardır. Gerek motor parçalarında, gerekse elde edilmiş yeri bakımından kullandıkları yakıtta benzerlikler vardır. Ancak burada daha çok çalışma devrelerindeki farklılıklar ve dizel motorunun üstünlükleri ile mahzurları incelenecektir.

KRİTER	DİZEL MOTORU	BENZİN MOTORU
Emme işlemi	Silindire yalnız hava alınır	Silindire karışım alınır
Sıkıştırma	Hava sıkıştırılır	Karışım sıkıştırılır.
Sıkıştırma sonu sıcaklığı	500 -700 C°	300 -500 C°
Sıkıştırma sonu basıncı	30 -45 bar	10 -15 bar
Sıkıştırma oranı	$\frac{14}{1} - \frac{24}{1}$	$\frac{7}{1} - \frac{12}{1}$
Yakıt türü	Mazot - CNG - LNG	Benzin-LPG-CNG-LNG-Hidrojen
Yakıt sistemi	Enjeksiyon pompası-Enjektör(400 bar-1800 bar)	Karbüratör-enjeksiyon sistemi (3 bar-100 bar)
Ateşleme	Sıcak hava	Buji kıvılcımı
Eksoz gazı	CO (karbonmonoksit) miktarı az Partikül(kurum)fazla	CO fazla - Partikül az
Yakıt sarfiyatı	Az	Fazla
Yakıt fiyatı	Ucuz	Pahalı
Motor verimi	Yüksek (%42)	Düşük (%28)
Motor devri	Düşük	Yüksek
Kapladığı yer	Fazla	Az
İlk hareket	Zor	Kolay
Bakım maliyeti	Yüksek	Düşük

## KONU: GÜÇ VE VERİM

### A.GÜÇLER

#### A.1 Ön Bilgiler:

Motor güçlerinin neler olduğuna ve hesaplanmalarına geçmeden önce hesaplamalarda kolaylık olması için bazı teknik birimleri ve tanımları hatırlamakta fayda vardır.

#### a)Piston çapı ve kursu:

Bir motorun ölçüleri, piston çapı ve kursu (A.Ö.N, ile Ü.Ö.N, arasındaki piston yolu) ile ifade edilir. Çeşitli hesaplamalarda piston çapı santimetre, kursu ise santimetre veya metre birimleri ile kullanılır.

#### b)Kurs hacmi:

Pistonun A.Ö.N, dan Ü.Ö.N, ya kadar yaptığı harekette silindir içinde yaladığı hacme, kurs hacmi denir. Kurs hacmini hesaplamak için piston yüzey alanı (A) ve kursu (L) bilmemize gerek vardır. Değişik yapıdaki pistonlarda bile piston yüzey alanı bir daire olarak kabul edilir ve hatırlanacağı gibi şu formüllerle bulunur:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \dots \dots \dots \text{cm}^2$$

$$A = \pi r^2 \dots \dots \dots \text{cm}^2$$

### Bir silindirin kurs hacmi Motorun toplamkurs hacmi

$$Vh = \frac{\pi * D^2}{4} * L \dots \dots \dots \text{cm}^3 \quad Vh_t = \frac{\pi * D^2 * L * Z}{4} \dots \dots \dots \text{cm}^3$$

#### örnek: 1

Silindir çapı 108 mm, kursu 120 mm olan 4 silindirli Perkins - 4.270 motorunun toplam kurs hacmi ne kadardır?

#### Verilenler istenenlerFormül

$$D= 108 \text{ mm}$$

$$Vh_t = ?$$

$$Vh_t = \frac{\pi * D^2 * L * Z}{4}$$

$$L= 120 \text{ mm}$$

$$Z= 4$$

$$Vh_t = \frac{3,14 * 10,8^2 * 12 * 4}{4} = 4395 \text{ cm}^3 = 4,395 \text{ Lt}$$

#### C) Ortalama indike basınç:

Motorlarda güç hesaplaması yapılırken yanma sonunda meydana gelen en yüksek basınç dikkate alınmaz. Çünkü bu basınç iş zamanında hacim büyümesi nedeniyle süratle düşer. Bu nedenle motor gücünün hesaplanmasında ortalama indike basınç (Pmi) kullanılır. Bu basınç, motordan indikatör aleti ile elde edilen diyagramdan bulunur. Çeşitli motorlarda yapılan deneyler sonunda ortalama indike basıncın şu değerler arasında olduğu saptanmıştır.

<b>Benzin motorlarında</b>	<b>7 - 9 bar (1bar= 1 kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Dizel motorlarında</b>	<b>6 -8 bar</b>
<b>İki zamanlı motorlarda</b>	<b>3- 5 bar</b>

Ayrıca motor gücü, devir sayısı ve kurs hacmi bilinirse ortalama indike basınç şu formüllerle bulunabilir:

$$\text{Dört zamanlı motorlar için} \quad Pm_i = 900 * \frac{N_i}{n * Vh_t} \dots \dots \dots \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{İki zamanlı motorlar için} \quad Pm_i = 450 * \frac{N_i}{n * Vh_t} \dots \dots \dots \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

**NOT:** Bu formül, güç formülünden çıkarılırken basınç  $kg/cm^2$  yerine  $kg/m^2$  ve hacim de  $dm^3$  yerine  $m^3$  alınır. Buna göre değerler yerine yazılır ve sadeleştirilirse dört zamanlı motorlarda 900 ve iki zamanlı motorlarda 450 rakamları bulunur.

**Örnek: 2**

62 beygir gücündeki 4 zamanlı Perkins - 4 . 270 dizel motorunun kurs hacmi 4,4 litredir. Azami devri 2000 dev/dak olan bu motorun ortalama indike basıncı ne kadardır?

<i>verilenler</i>	<i>istenenler</i>	<i>Formül</i>
$N_i = 62 \text{ BG}$	$Pm_i = ?$	$Pm_i = 900 \frac{N_i}{n * Vh_t}$
$Vh_t = 4,4 \text{ Lt}$		
$n = 2000 \text{ d/d}$		

$$Pm_i = 900 * \frac{62}{2000 * 4,4} = 6,34 \text{ kg/cm}^2$$

**c)Motor devir sayısı:**

Motor devir sayısı denince akla, krank milinin bir dakikadaki dönme sayısı gelir. Motorlarda devir sayısı belli bir devire kadar artırılırsa güç yükselir. Ancak yüksek devirlerde hareketli parçalardaki sürtünme ve aşınma artar. Ayrıca piston ve biyelin atalet kuvvetleri de artar. Bu nedenle motor ve taşıtın ömrü bakımından devir sayısı belli bir değerde sınırlandırılmıştır ki bu devire REJİM HIZI denir.

**d)Piston hızı:**

Hareket eden her cismin bir hızı olduğu gibi, silindir içinde hareket eden pistonun da hızı vardır. Krank mili, kam mili gibi dairesel hareket yapan parçalarda hızın sıfır olduğu nokta olmamasına karşın, piston gibi doğrusal hareket yapan parçalarda hız, ölü noktalarda sıfırdır. Yaklaşık olarak kursun ortalarına doğru en yüksek değerine erişir. Bu nedenle hesaplamalarda ortalama piston hızı dikkate alınır. Ortalama piston hızının hesaplanabilmesi için, motor devir sayısının (n) ve kursun (L) bilinmesi gerekir.

$$Vm = \frac{2 * L * n}{60} = \frac{L * n}{30} \dots \dots \dots m/sn$$

**Örnek: 3**

Kursu 120 mm ve devir sayısı 2000 dev/dak olan bir dizel motoru-nun ortalama piston hızı ne kadardır?

<u>Verilenler</u>	<u>istenenler</u>	<u>Formül</u>
$L = 120 \text{ mm}$	$Vm = ?$	$Vm = \frac{L*n}{30}$
$n = 2000 \text{ d/d}$		

$$Vm = \frac{0,12 * 2000}{30} = 8 \text{ m/sn}$$

Kurs ve devir sayısı arttıkça ortalama piston hızı da artar.

**a)İş ve güç:**

Tatbik edilen bir kuvvet etkisi ile cisimlerin yer değiştirmelerine iş denir. İş; kaldırma, itme ve çekme şeklinde olur.

İşin formülü:

**İş = kuvvet. yol ....birimikgmdir.**

Güç mevzu bahis olduğunda işin yapıldığı zaman dikkate alınır. Yani diğer bir deyimle, birim zamanda yapılan işe güç denir.

**Gücün formülü:**

$$\text{Güç} = \frac{\text{iş}}{\text{zaman}} = \frac{\text{Kuvvet} * \text{Yol}}{\text{zaman}} = \dots \dots \dots \text{kgm/sn}$$

Motorun iş yapma hızı Beygir Gücü ile ölçülür.

**Beygir Gücü (BG):** Bir saniyede yapılan 75 kgmlik işe denir.

**Beygir gücünün diğer güç birimleri ile karşılıkları:**

$$1 \text{ BG} = 75 \text{ kgm/sn}$$

$$1 \text{ BGS} = \text{Beygir saat} = 75 * 3600 = 270.000 \text{ kgm}$$

$$1 \text{ BG} = 0,736 \text{ Kw}$$

$$1 \text{ Kw} = 1,36 \text{ BG}$$

$$1 \text{ Kcal} = 427 \text{ kgm}$$

$$1 \text{ BGS} = 632 \text{ Kcal}$$

**A.2 indike (iç) Güç, Tanımı ve Hesaplanması :**

Yakıtın ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşmesinin ilk basamağı silindirin içidir. Bu nedenle motor silindiri içinde meydana gelen güce İÇ GÜÇ denir.

Pratik çalışmalarımızda bizi ilgilendiren güç, faydalı güçtür' Ancak iç gücün ne olduğunu bilmemizde de fayda vardır. Çünkü, indikatör aletleriyle yapılan ilmi deneyler, dizel motorlarının etkisini artırmada bir hayli faydalı olmuştur. Böylece, enjektörler ve yanma odaları çizimlerinde ve yapımlarında birçok değişiklikler yapılmıştır. iç gücün hesaplanabilmesi için, indikatör aleti ile çizilen diyagramdan faydalanarak ortalama indike basıncın bulunması gerekir. Ortalama indike basınç ve diğer değerler ile aşağıdaki formül kullanılarak motorun iç gücünü hesaplamak mümkündür.

$$N_i = \frac{Pm_i * L * A * n * Z}{2 * 60 * 75} \text{ 4 zamanlı motor için}$$

$$N_i = \frac{Pm_i * L * A * n * Z}{60 * 75} \text{ 2 zamanlı motorlar için}$$

$$N_i = \text{İç güç (BG)}$$

$$Pm_i = \text{Ortalama indike basınç (kg/cm}^2\text{)}$$

$$L = \text{Kurs (m)}$$

$$A = \text{Piston yüzey alanı (cm}^2\text{)}$$

$$n = \text{Motor devri (d/d)}$$

$$Z = \text{Silindir sayısı (adet)}$$

**Örnek: 4**

Dakikada 2800 devirle çalışan, 98 mm piston çaplı ve 127 mm kurslu 4 zamanlı, 4 silindirli bir dizel motorunun ortalama indike basıncı 6,6 kg/cm<sup>2</sup> olduğuna göre, bu motorun iç gücü ne kadardır?

Verilenler

$$Pm_i = 6,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 2800 \text{ d/d}$$

$$D = 98 \text{ mm}$$

istenenler

$$A = ?$$

$$N_i = ? A = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{3,14 * 9,8^2}{4} = 75,4 \text{ cm}^2$$

Formül

$$N_i = \frac{Pm_i * L * A * n * Z}{2 * 60 * 75}$$

$$L = 127 \text{ mm} \quad N_i = \frac{Pm_i \cdot L \cdot A \cdot n \cdot Z}{2 \cdot 60 \cdot 75} = \frac{6,6 \cdot 0,127 \cdot 75,4 \cdot 2800 \cdot 4}{9000} = 78,6 \text{ BG}$$

$$Z = 4$$

### Hacimsel verim:

Aşırı doldurma olmayan bir motorda, emme zamanında silindire alınan havanın gerçek hacminin, pistonun silindirde boşalttığı hacme oranı hacimsel verimi verir.

$$\text{Hacimsel verim} = \frac{\text{Normal şartlarda silindire alınan hava hacmi}}{\text{Pistonun silindirde boşalttığı hacim}}$$

Genellikle normal devirle çalışan dört zamanlı motorların hacimsel verimi % 80 civarındadır. Motorun devri yükseldikçe, supapların açık kalma zamanı kılalacağından bu verim % 50 ye kadar düşer.

### B.3 özgül Yakıt Sarfıyatı:

Motorun bir beygir saat-başına harcadığı yakıt miktarına, özgül yakıt sarfıyatı denir.

**Formülü :**

$$\eta_{mek} = \frac{N_e}{N_i} \quad b_e = \frac{632}{H_u} \quad \eta_e = \frac{632 \cdot N_e}{B \cdot H_u}$$

$b_e$ =Özgül yakıt sarfıyatı ..... (gr/BGS)

632 =1 beygir saatin Kcal olarak ısı eş değeri

$H_u$ = Yakıtın Yanma ısısı .....Kcal/kg

$\eta_e$ =Efektif termik verim .....Birimsiz

Motorun yük durumuna göre değişen özgül yakıt sarfıyatı, en doğru olarak dinamometre yardımıylasaptanır, örneğin, tam gazdaki özgül yakıt sarfıyatı yarım gazdakinden daha azdır. Aşağıda çeşitli motorlar için deneyler sonucunda bulunan özgül yakıt sarfıyatları görülmektedir.

### B.4 Silindire Her Çevrimde Püskürtülen Yakıt Miktarı:

Motorun fren beygir gücü  $N_e$ , özgül yakıt sarfıyatı  $b_e$  olduğuna göre

Bütün silindirlere bir saatte püskürtülen yakıt:  $N_e \cdot b_e$  ....gr

Motorun devri dakikada olduğundan,

$$\text{Bütün silindirlere bir dakikada püskürtülen yakıt miktarı} = \frac{N_e \cdot b_e}{60}$$

Motor bir dakikada ( $n$ ) devir yaptığından ve dört zamanlı motorlarda iki devirde bir püskürtme olduğundan,

$$\text{Bütün silindirlere bir çevrimde püskürtülen yakıt miktarı} = \frac{N_e \cdot b_e}{60 \cdot n/2}$$

Bir silindire bir çevrimde püskürtülen yakıt miktarı ( $G_\zeta$ )

$$G_\zeta = \frac{N_e \cdot b_e}{60 \cdot n/2 \cdot Z} \quad G_\zeta = \frac{N_e \cdot b_e}{30 \cdot n \cdot Z}$$

Olur.

$G_\zeta$ =Bir silindire her çevrimde püskürtülen yakıt miktarı.....(gr)

$N_e$ =Motorun efektif (faydalı) gücü .....(BG)

$b_e$ =Özgül yakıt sarfıyatı .....(gr/BGS)

$n$  = Motor devri (d/d)

$Z$ = Silindir sayısı

### örnek: 10

özgül yakıt sarfıyatı 195 gr/BGS olan 250 beygir gücündeki 4 zamanlı, 4 silindirli bir dizel motoru 750 dev/dak da çalışmaktadır. Silindire her çevrimde püskürtülen yakıt miktarı ne kadardır?

<u>Verilenler</u>	<u>istenenler</u>	<u>formül</u>
$N_e = 250 \text{ BG}$	$G_{\zeta} = ?$	$G_{\zeta} = \frac{N_e \cdot b_e}{30 \cdot n \cdot Z}$
$b_e = 195 \text{ gr/BGS}$		
$n = 750 \text{ d/d}$		
$Z = 4$	$G_{\zeta} = \frac{250 \cdot 195}{30 \cdot 750 \cdot 4} = 0,541 \text{ gr}$	

## **YANMA ve YANMA ODALARI**

### **A- YANMA OLAYI**

#### **I- Yanmanın Tanımı ve Şartları:**

İçten yanmalı motorlarda motor, yakıtın ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Bu dönüşüm yanma adını verdiğimiz bir olayla başlar.

**YANMA:** Bir yakıtın oksijenle birleşerek ısı ve ışık meydana getirmesidir diye tarif edilebilir. Yanma için yakıt ve oksijenin bulunması şart olmakla beraber, en az bu ikisi kadar gerekli bir üçüncü eleman vardır ki, bu da ısıdır. Yanmayı sağlamak için gerekli oksijeni havadan alırız. Bilindiği gibi havanın içinde % 21 oksijen ve % 79 azot vardır. Azot hiçbir zaman yanmaya iştirak etmez ve eksozdan çıkar. Yanma için gerekli ısı ise, sıkıştırma zamanında hava sıkıştırılarak elde edilir.

#### **2-Yanma çeşitleri**

İki çeşit yanma vardır. Bunlar:

a- Yavaş yanma

b- Hızlı yanma

Her iki yanma şeklinde de sonuç aynı olmakla beraber, yanmanın takip ettiği yollar ayndır.

#### **a-Yavaş yanma:**

Adından da anlaşılacağı gibi bir maddenin uzun zaman birimi içinde yavaş yavaş oksitlenmesidir, örneğin, demirin oksitlenmesi.

#### **b-Hızlı yanma:**

Hızlı yanmada yakıt, yüksek sıcaklık ve basınç etkisi ile esas elemanları olan hidrojen ve karbona ayrışır, her ikisi de ayrı ayrı oksitlenerek su buharı ( $H_2O$ ) ve karbondioksit ( $CO_2$ ) meydana getirir.

Bu açıklamalınızı denklem olarak gösterirsek;

Yakıt + Oksijen + Isı  $\rightarrow$  Karbondioksit + Su + Oksijen + Isı + Işık

$C_{16}H_{34} + 25 \frac{1}{2} O_2 + Isı \rightarrow 16 CO_2 + 17 H_2O + O_2 + Isı + Işık$

Her iki yanma şeklinde de yanma sonucunda ısı ve ışık meydana gelir.

Yakıtların yanmasını oksijenle birleşme durumuna göre, tam yanma ve eksik yanma olarak iki şekilde ifade edebiliriz.

**Tam yanma:** Yakıtın tamamının oksijen bulup yanabilmesidir. Yanma sonunda çıkan gaz, karbondioksittir ( $CO_2$ ). Bu gaz renksiz, kokusuz ve zehirleyici değildir. Örneğin, ( $C_{16}H_{34}$ ) ile ifade edilen yakıtta gerekli oksijen miktarı  $24 \frac{1}{2} O_2$ dir. Bu miktar oksijen gönderilirse yakıtın tamamı yanar.

$C_{16}H_{34} + 24,5 O_2 + 92,12 N_2 \rightarrow 16 CO_2 + 17 H_2O + 92,12 N_2$

**Eksik yanma:** Yakıtın tamamının oksijen bulup yanamamasıdır. Yanma sonunda hidrojen, karbon ve zehirli, siyah renkte bir gaz olan karbon monoksit ( $CO$ ) meydana gelir. Örneğin; Bu açıklamalınızı denklem olarak gösterirsek;

Yakıt + Oksijen + Isı  $\rightarrow$  Karbondioksit + Su + Oksijen + Isı + Işık

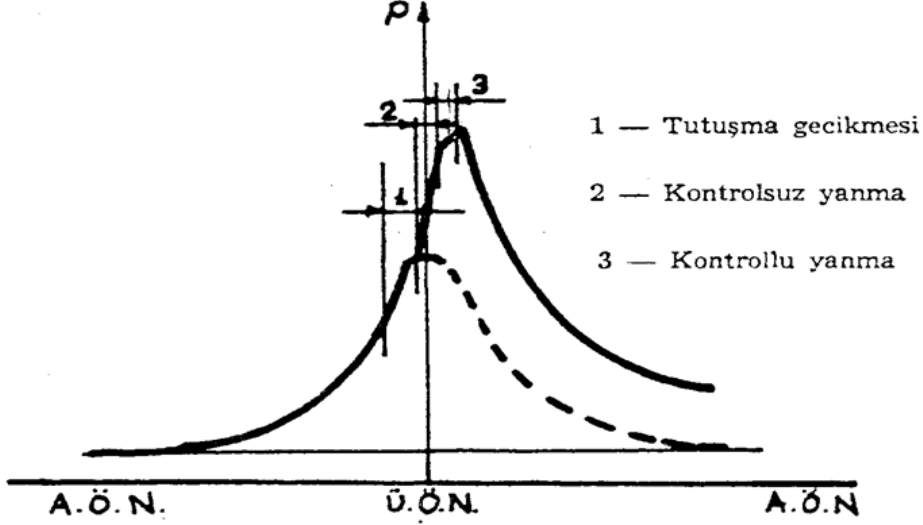
$C_{16}H_{34} + 19 \frac{1}{2} O_2 + Isı \rightarrow 13 CO_2 + 12 H_2O + CO + 2C + 10H + Isı + Işık$

**3-Hava Fazlalık Katsayısı :** Yakıttan tam enerji alabilmek için, yakıtın tamamının yanması şarttır. Bunun için de yeterli miktarda oksijene, dolayısı ile havaya gerek vardır. Dizel motorlarında karışım doğrudan doğruya silindir içinde olduğundan hava ile yakıtın karışması tamamlanmadan yanma olayı başlar. Bu durum ise eksozda yanmamış gazların bulunmasını sonuçlar. Bu nedenle yakıtın tamamen yanabilmesi için silindire, teorik olarak yetecek havadan daha fazla hava gönderilir. Silindire gönderilen hava ile teorik hava miktarı arasındaki orana **HAVA FAZLALIK KATSAYISI** denir. Dizel motorlarında hava fazlalık katsayısı 1,2 civarındadır.

## B.DİZEL MOTORLARINDA YANMA

Dizel motorlarında yanma için kullanılacak Hava emme zamanında da silindire alınarak sıkıştırılır. Sıkıştırma sonuna doğru sıcaklığı 500-700 C° dereceye yükselen hava içerisine yakıt, Ü.Ö.N, dan 15° - 30° önce enjektör vasıtasıyla püskürtülür. Mekanik püskürtmeli motorlar adını verdiğimiz bu motorlarda yanma olayı şu dört evrede (safhada) meydana gelir.

1-Tutuşma gecikmesi 2-KontROLSUZ (hızlı) yanma 3-Kontrollü yanma 4-Gecikmiş yanma



Şekil : 3-1  
Dizel motorlarında yanma diyagramı

### I-Tutuşma Gecikmesi:

Sıkıştırma sonuna doğru silindire püskürtülen yakıt zerrelere hemen tutuşmaz. Yakıt zerrelere tutuşabilmesi için önce oksijenle karışması ve tutuşma sıcaklığına yükselmesi gerekir. Bu nedenle belirli bir zamana gerek vardır. İşte bu zamana tutuşma gecikmesi denir. Bu açıklamaya göre tutuşma gecikmesini; Enjektörün yakıtı silindire püskürtmeğe başladığı andan, ilk alev çekirdeğinin meydana geldiği ana kadar geçen zaman olarak ifade edebiliriz. Şekil: 3-1 deki indikatör diyagramında 1 numaralı bölge olarak gösterilen tutuşma gecikmesi süresi, 2000 dev/dak da çalışan bir motorda 0,0009 saniyedir.

Her ne kadar tutuşma gecikmesini ortadan kaldıramıyorsak da, motorun sesli ve vuruntulu çalışmasına etki edeceğinden bu sürenin imkân ölçüsünde kısa olması gerekir. **Aşağıda sayacağımız faktörler bu sürenin kısalmasına veya uzamasına etki eder.**

#### a-Sıkıştırma sonu sıcaklığı:

Sıkıştırma sonundaki sıcaklığın değeri, emme havası ve soğutma suyunun sıcaklığı ile değişir. Yani havanın ve soğutma suyunun sıcaklığı artarsa tutuşma gecikmesi azalır.

#### b-Sıkıştırma sonu basıncı:

Yapılan deneylerden anlaşıldığına göre, sıkıştırma oranı artırılırsa ve silindire basınçlı hava gönderilirse, sıkıştırma sonu basıncı ve buna paralel olarak sıcaklığı artmaktadır. Bu da püskürtülen yakıtın kısa zamanda tutuşmasına yol açar- ve tutuşma gecikmesi azalır.

#### c-Yakıtın kimyasal yapısı:

Dizel yakıtının kimyasal yapısının tutuşma gecikmesine etki eden en önemli faktörü; yakıtın setan sayısı veya dizel indeksidir. Yakıtın setan sayısı veya dizel indeksi yükseldikçe tutuşma gecikmesi azalır.

#### d-Yakıtın atomize edilmesi:

Yanma odasına püskürtülen yakıt zerrelere ne kadar küçük olursa, bunların hava ile karışması, ısınması ve tutuşması o derece kolay olur. Bu zerrelere büyüklüklerine ise yakıtın viskozitesi, püskürtme basıncı ve enjektör deliklerinin çapı etki eder.

#### e-Sıkıştırılan havada meydana getirilen türbülans:

Türbülans adını verdiğimiz sıkıştırılmış hava içindeki hava akımları, yakıt zerrelere yanma odasına dağıttığı gibi, bu zerrelere ısınma hızını da artırır. Doğal olarak bu da tutuşma gecikmesini kısaltır. Bu hava hareketi silindire giren havayı yönlendirmek, pistonu veya yanma odasına özel şekiller vermek suretiyle temin edilir. Türbülans aynı zamanda motor devir sayısı ile de artar. Aşağıda motor devir sayısının tutuşma gecikmesine etkisi tablo olarak görülmektedir.

Motor devir sayısı(d/d)	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Tutuşma gecikmesi(Sn)	0,0017	0,0032	0,0024	0,0015	0,0015	0,0011	0,009

**2- Kontrolsüz (Hızlı) Yanma:** Tutuşma gecikmesi süresi içinde silindire püskürtülen ve burada biriken yakıt ısınır; havayla karışır ve bir dereceye kadar buharlaşır. İlk alev çekirdeği meydana geldiği anda bu yakıtın hepsi birden yanmaya iştirak eder ve hızla yanar. Bu yanmanın hızı silindirde ani bir basınç yükselmesine neden olur (şekil: 3 -1 de 2 numara ile gösterilen bölge). Ani basınç yükselmesi ise, motor parçaları arasındaki boşlukların birden alınmasını doğuracağından motor vuruntulu, sert ve sarsıntılı çalışır. Bu vuruntuya dizel vuruntusu denir. Dizel vuruntusunun azaltılabilmesi için, tutuşma gecikmesi süresinin kısaltılması ve yakıtın başlangıçta püskürme miktarının düşürülmesi gerekir. Bu durum ise kademeli (kısıcılı) tip enjektör memesi kullanmakla mümkün olur.

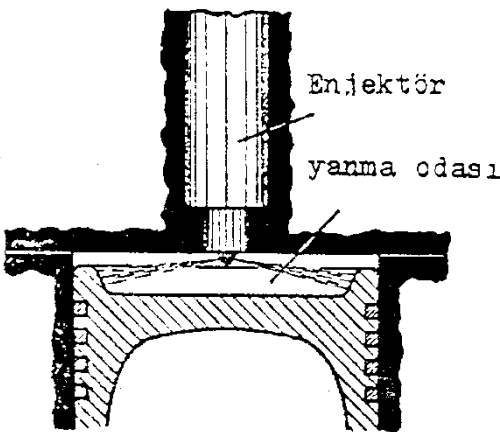
**3-Kontrollü Yanma:** Kontrolsüz yanma sona erdiğinde silindir içindeki basınç ve sıcaklık, enjektörden püskürtülen yakıtı doğrudan doğruya yakabilecek bir değere ulaşır ve püskürmeğe devam eden yakıt, hiç bir gecikme olmadan silindire girdikçe yanar. Basınçta en yüksek noktaya erişinceye kadar bir yükselme görülür. Geri kalan püskürtme ve yanma esnasında basınç sabit kalır (şekil: 3 -1 de 3 numara ile gösterilen bölge). Yanmanın bu evresi doğrudan doğruya mekanik yakıt püskürtme sisteminin kontrolü altındadır.

**4-Gecikmiş Yanma:** Yakıtın silindire püskürtülmesi bitmiş ve motor genişleme zamanına geçmiştir. Daha önce püskürtülen ve yanma fırsatı bulamayan yakıt, genişleme zamanında oksijen buldukça yanar. Bu yanmaya gecikmiş yanma denir.

#### C.YANMA ODALARI

**1- Yanma Odalarının önemi:** içten yanmalı motorlarda yanma olayının meydana geldiği yere, yanma odası denir. Dizel motorlarında iyi bir yanma için en önemli nokta; silindirler içerisine püskürtülen yakıtın zerrelere ayrılması (atomize olması) ve yanma odasına sıkıştırılan hava ile iyi bir karışım oluşturmalarıdır. Yakıtın hava ile iyice karışmasında yanma odası şeklinin rolü büyüktür. Yanma odaları, yakıtla havanın iyice karışmasını temin etmek için havaya bir türbülans (hava akımı) sağlarlar.

#### 2-Yanma Odası Çeşitleri:



Yukarıda önemini belirttiğimiz yanma odaları birçok firmalar tarafından çeşitli şekillerde yapılmış, denenmiş ve motorlara uygulanmaktadır. Bunlar:

a- Direk püskürtmeli yanma odaları

b- Bölünmüş yanma odaları

1- ön yanma odalı

2- Türbülans odalı

3- Enerji hazneli

4- Hava hazneli

#### a-Direk püskürtmeli yanma odaları:

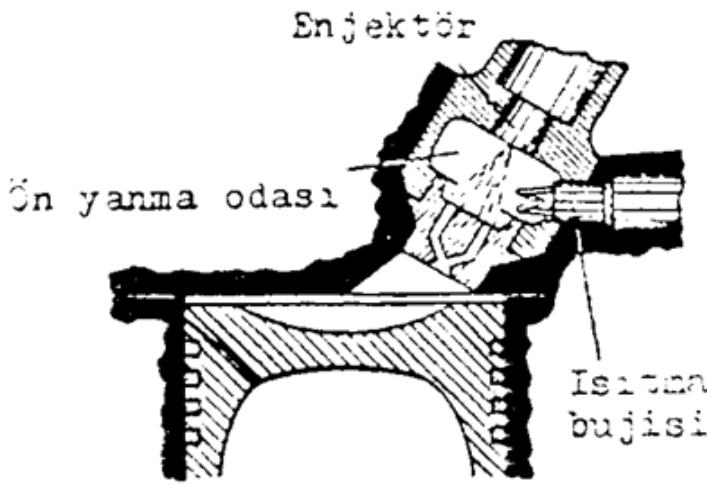
Bu tip, yanma odalarının en basitidir. Yanma odası, düz silindir kapağı ile üstü kavisli olan piston arasındadır. Enjektör yakıtı

doğrudan doğruya piston üzerine püskürtür. Şekil: 3-2 de böyle bir yanma odası görülmektedir. Direk püskürtmeli yanma odalarında yakıtın tutuşabilmesi için 14/1 lik bir sıkıştırma oranı yeterlidir. Ancak hava ile yakıtın iyice karışması zor olduğundan, yakıtın silindire yüksek basınç altında püskürtülmesi gerekir (150-300 bar).

Bu tip yanma odalarında çok delikli enjektör memesi kullanılır. Yakıt sarfiyatlarının düşük olmasına karşın, motor sert ve vuruntulu çalışır. Daha çok sabit devirli motorlarla bazı iki zamanlı motorlarda direk püskürtmeliyanma odalarına rastlanır.

### b-Bölünmüş yanma odaları:

Direk püskürtmeli yanma odalarının en büyük mahzuru, yakıtın püskürtülme basıncının yüksek olması idi. Bunun önüne geçmek ve yanmanın daha düzgün olmasını sağlamak için yardımcı yanma odaları kullanılmaktadır.



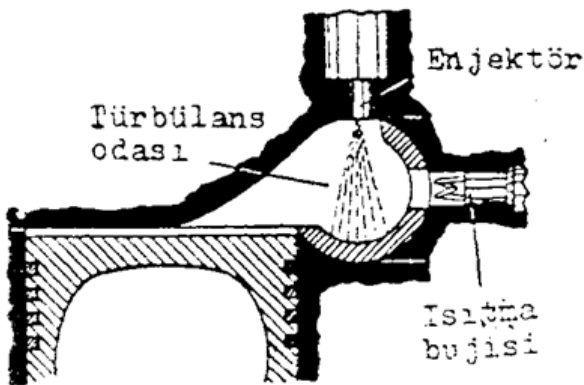
Şekil : 3 - 3

Ön yanma odalı motor

sarfiyatları fazladır.

### 2-Türbülans odalı motorlar:

Bu tip yanma odaları ilk anda ön yanma odalarını andırırlarsa da çalışma şekilleri bakımından farklıdır.



Şekil : 3 - 4

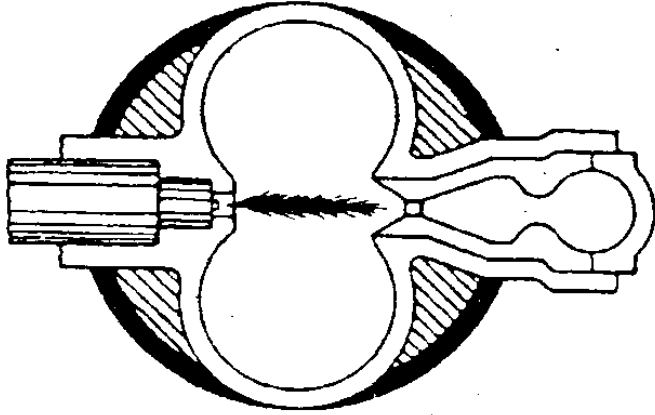
Türbülans yanma odalı motor

### 1-ön yanma odalı motorlar:

Bu sistemde, esas yanma odasından başka silindir kapağında küçük bir odacık vardır ki, buna ön yanma odası denir, ön yanma odası ana yanma odasına dar bir kanalla birleştirilmiştir (şekil: 3-3 ve 3-7).Piston tarafından sıkıştırılan hava bu odacık içerisinde bir akım meydana getirir. Püskürtme zamanında enjektör yakıtı 80-125 bar basınç altında bu odacığa püskürtür. Yanma, önce ön yanma odasında Başlar, alevin dar kanallardan ana yanma odasına geçmesi ile de orada devam eder. Ön yanma odalı motorlarda sıkıştırma oranının yüksek olması gerekir (18/1-22/1). Çünkü silindirde sıkıştırılan hava ön yanma odasına gidinceye kadar temas ettiği yüzeylerde ısı kaybeder. Bunu telâfi etmek ve ilk hareketi kolaylaştırmak için aynı zamanda ısıtma bujileri de kullanılır. Ön yanma odalı motorların çalışmaları yumuşak, fakat yakıt

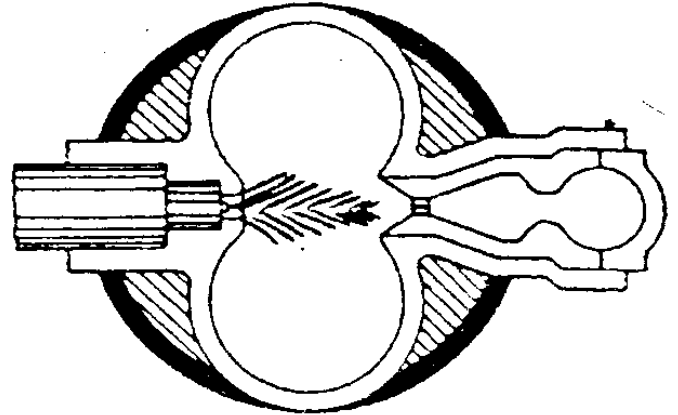
Bunlarda yanma odası, küre şeklinde bir ilâve taşımaktadır. Bu ilâve ya silindir kapağına veya blokun bir tarafına yerleştirilmiştir (şekil: 3-4).Piston sıkıştırma zamanında Ü.Ö.N, ya doğru çıkarken silindirdeki havayı küresel yanma odasına sürer. Bu sırada amaca uygun olarak yapılmış geçiş kanalı ve türbülans odasının şekli, düzenli olarak dönen bir hava hareketi (türbülans) doğurur. Bu türbülans hızı, krank mili hızından takriben **50 defa** daha fazladır. Enjektör yakıtı, yanma odası içindeki türbülansın en çok olduğu zaman **80-125bar** bir basınçla türbülans odasına püskürtür. Böylece hava ile yakıt tamamen karışır ve karışımın büyük bir kısmı türbülans odasında yanar. Sıkıştırma oranının **18/1 - 22/1** olduğu bu motorlarda türbülans odasının hacmi, toplam sıkıştırma hacminin **% 50 ile % 90'ı** kadardır.

**3-Enerji hazneli motorlar: Lanova modeli de denilen enerji hazneli motorlarda, enerji haznesi adını verdiğimiz yardımcı oda silindir kapağındadır. Bunun tam karşısına enjektör yerleştirilmiştir. Ana yanma odası şekil: 3 - 5 de görüldüğü gibi, yanan karışıma bir anafor hareketi verecek şekildedir, Bu sistemin çalışmasını şekil: 3 - 5 den takip ederek incelersek; Sıkıştırma zamanında piston havayı ana yanma odasına ve enerji haznesine sıkıştırır. Sıkıştırma sonuna doğru enjektörden püskürtülen yakıt zerrecikleri (a), kızgın havanın içinden geçerken tutuşmağa başlar (b). Enerji haznesine geçen bir kısmı tutuşmuş yakıt, buradaki hava hareketleri sayesinde yanar (c) ve basıncı yükselir. Yüksek basınçtaki gazlar tekrar ana yanma odasına dönerek büyük bir türbülans yaratır (d). Böylece de iyi bir karışım ve yanma sağlanır**



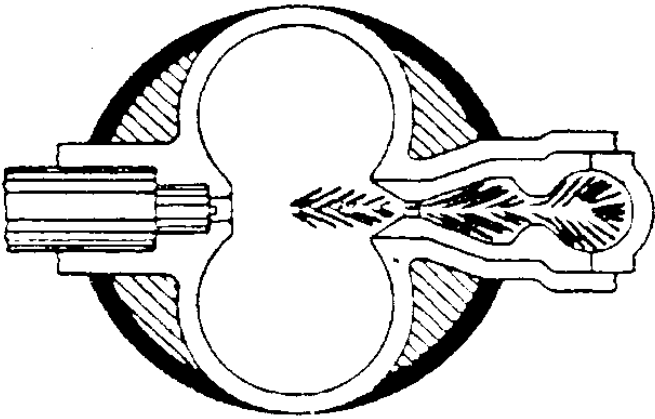
Yakıtın püskürtülmesi

-a-



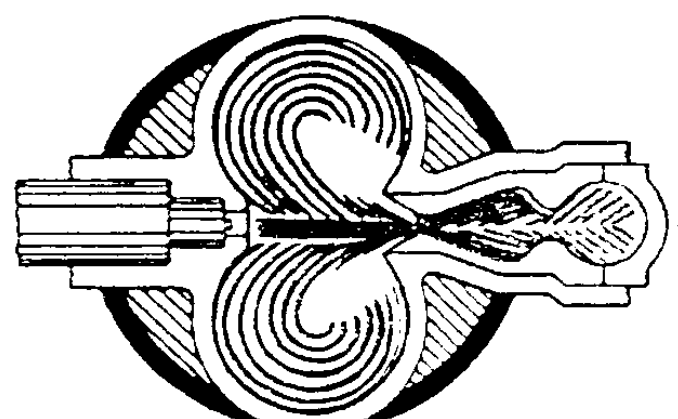
Yakıtın tutuşması

-b-



Enerji haznesinde yanma

-c-



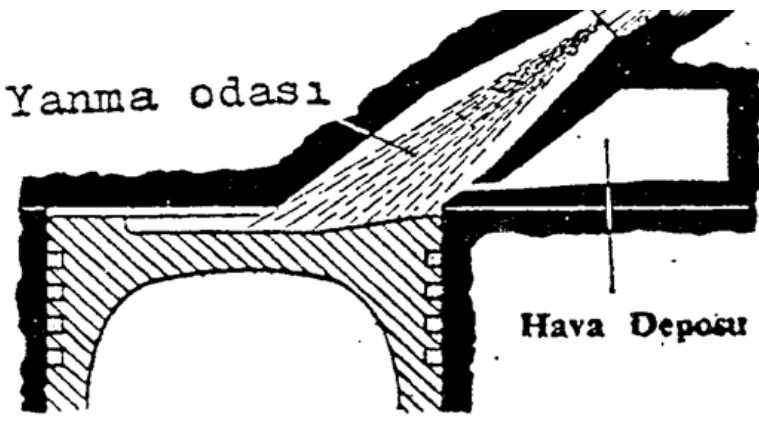
Ana yanma odasında yanma

-d-

Şekil : 3 - 5

Enerji hazneli motorda (Lanova) yanma olayı

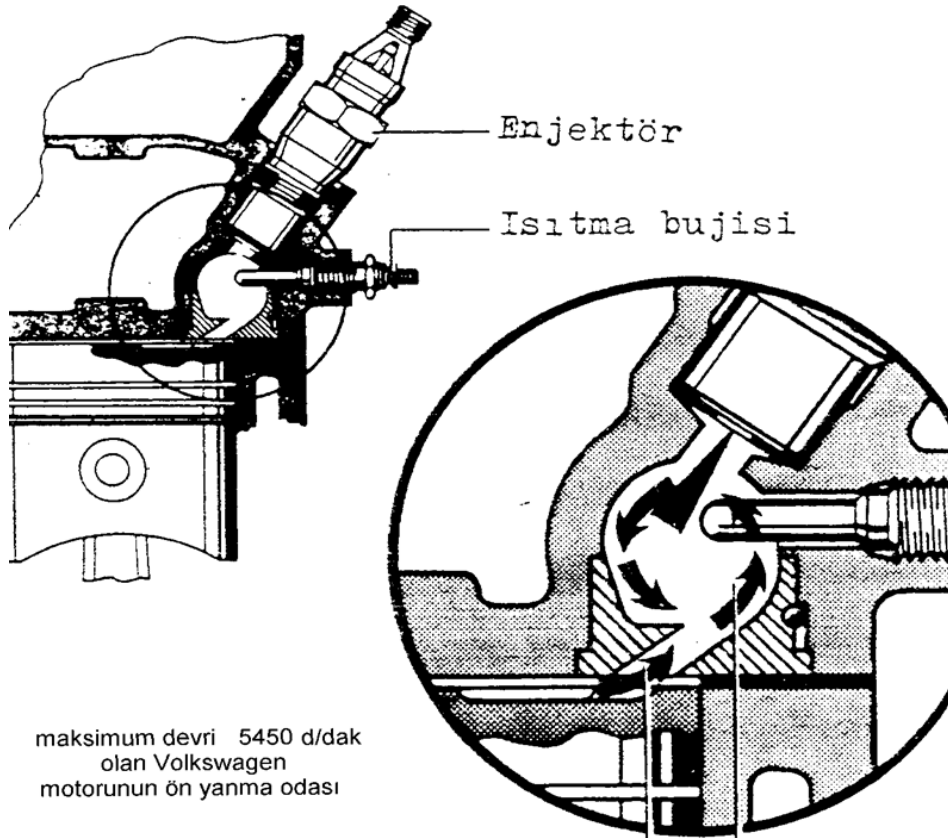
**4-Hava hazneli motorlar :** Her ne kadar enerji hazneli yanma odalarını andırırlarsa da, yakıt direk olarak ana



yanma odasına püskürtüldüğünden, direk püskürtmeli yanma odalarına daha çok benzerler. (Şekil: 3-6) Sıkıştırma zamanında piston havayı ana yanma odasıyla birlikte hava deposuna da doldurur. Enjektör yakıtı ana yanma odasına püskürtür ve yanma başlar. İş zamanında silindir içindeki basınç azalmağa başladığında, hava deposundaki hava silindire geri dönüş yaparak ikinci bir türbülans meydana getirir. Böylece de püskürtülen yakıtın tamamının yanması sağlanır.

Şekil : 3 - 6

Hava hazneli yanma odası



maksimum devri 5450 d/dak  
olan Volkswagen  
motorunun ön yanma odası

## DİZEL MOTORLARIN YAKIT SİSTEMİ

Daha önce görüldüğü gibi dizel motorlarında yanma, sıkıştırma sonunda sıkışan, sıcaklığı ve basıncı artan hava içine yakıtı basınçlı olarak püskürtmekle sağlanmaktadır. Bunu sağlamak için de sağlam ve çok hassas olarak çalışan birçok parçaların toplandığı bir sisteme gerek vardır ki, bu da dizel yakıt sistemidir. İşte bu bölümde, dizel motorların benzin motorlarından ayıran en farklı sistem yani yakıt sistemi görülecektir.

Dizel motoru yakıt sistemleri büyük sabit tesislerde, hareketli araçlarda ve endüstri uygulamalarında yerleştiriliş bakımından farklılık gösterirler. Ancak bunların hepsini ayrı ayrı inceleme olanağı yoktur.

Bu nedenle bu bölümde daha çok ortak özellik taşıyan yakıt sistemlerini oluşturan parçalar ve bu parçaların yapım Özellikleri, çalışma şekilleri, arızaları ve ayarları üzerinde durulacaktır.

## A. YAKIT SİSTEMİNİN PARÇALARI

### A. I Yakıt Sisteminin Tanımı ve Sistemdeki Ana Parçalar:

Dizel motorlarında motora gerekli yakıtı depolayan, temizleyen ve yeterli miktarda silindire püskürten sisteme, **YAKIT SİSTEMİ** denir. Bugün değişik yapıda yakıt sistemleri varsa da, sistemi oluşturan ana parçalar hepsinde aynıdır.

Bu parçalar :

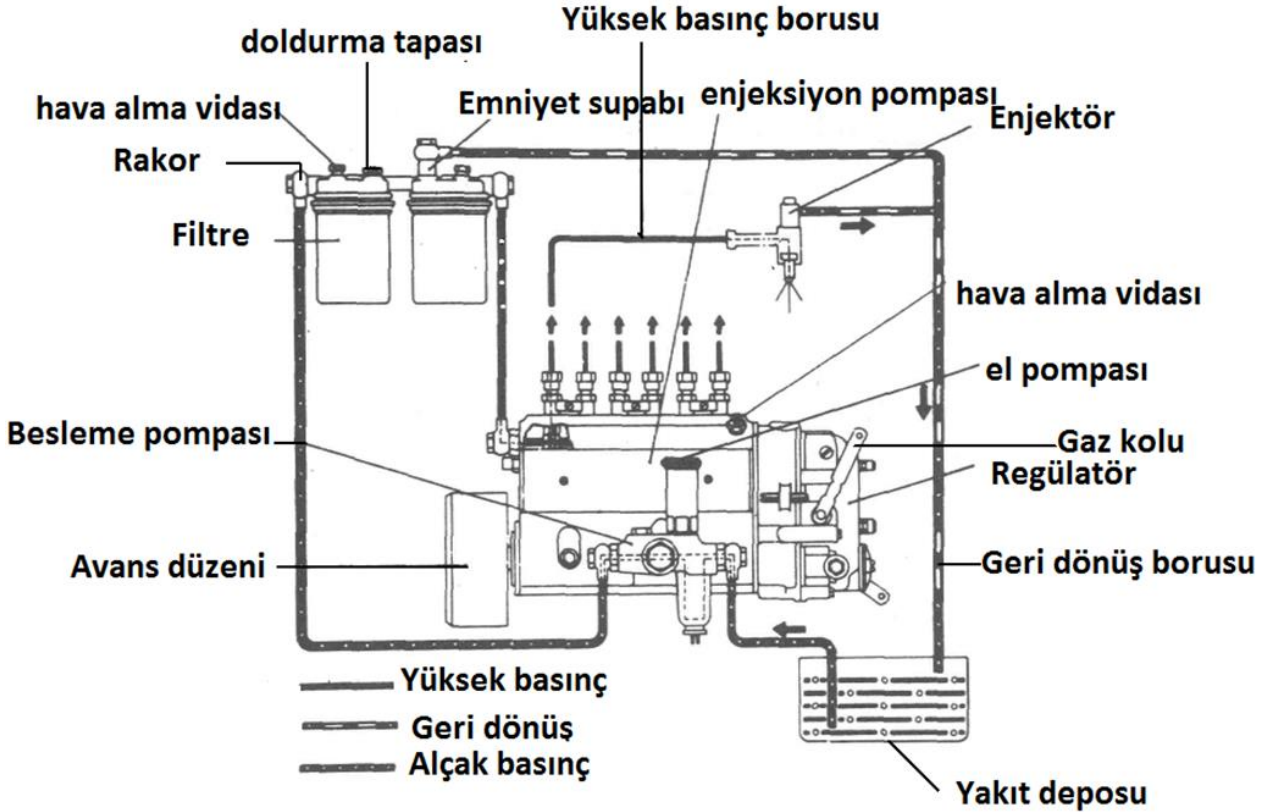
- Yakıt deposu
- Besleme pompası
- Filtre
- Yakıt enjeksiyon pompası
- Yüksek basınç boruları
- Enjektörler
- Geri dönüş ve sızıntı borularıdır.

Daha çok taşıt dizellerinde kullanılan tipik bir yakıt sisteminin parçaları şekil: 1 -1 de görülmektedir. Sistemin çalışmasını şekilden takip ederek kısaca görelim.

Besleme pompasının depodan emdiği yakıt, yaklaşık olarak mekanik pompalarda **1,5 - 3bar** depo içi ve depo dışı elektrikli pompalarda **5 bar** basınçla filtreye gönderilir. Burada süzülen ve içindeki pisliklerden temizlenen yakıt, yakıt pompasına gelir.

Yakıt pompası, basıncını yükselttiği (**400-1800 bar**) ve miktarını ölçtüğü yakıtı yüksek basınç boruları ile enjektörlere gönderir. Enjektörler de bu basınçlı yakıtı yanma odasına püskürtürler. Enjektörlerden sızan ve pompanın gereksinmesinden fazla olan bir kısım yakıt, geri dönüş ve sızıntı boruları ile depoya geri gönderilir.

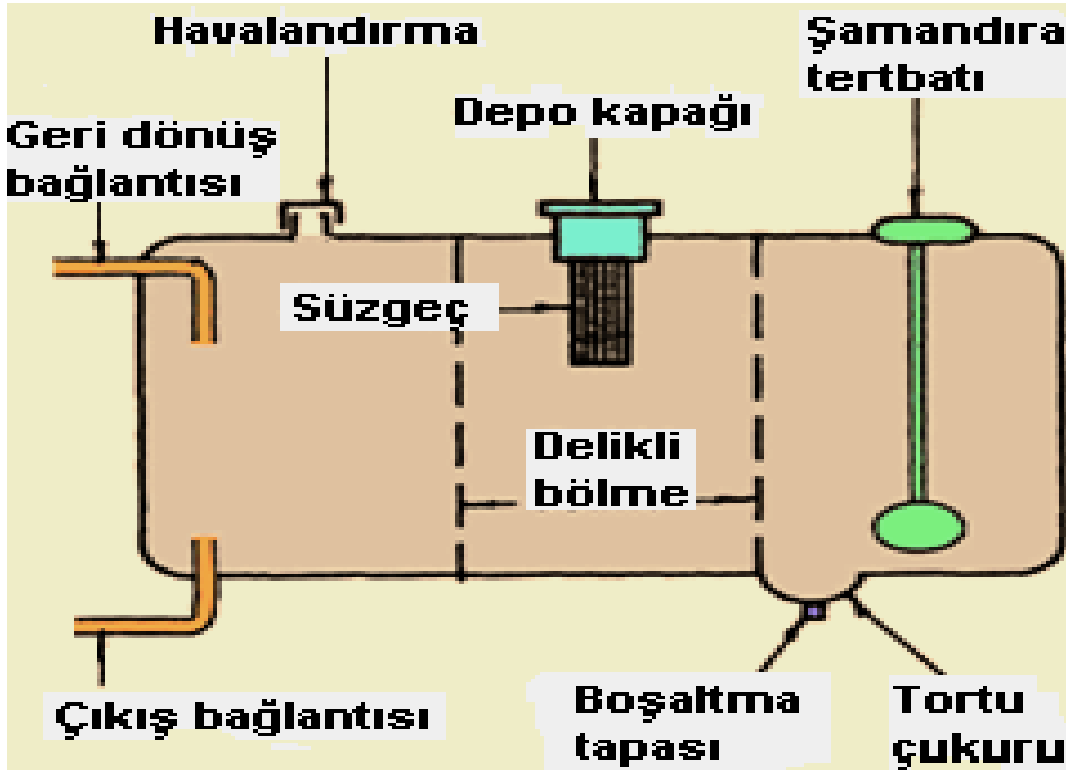
Yeni nesil yakıt sistemlerinde (cammonrail) besleme pompası basıncı **5 bar** enjeksiyon pompası basıncı **1350-1800 bar** aralığındadır.



Şekil: 1 -1 Dizel yakıt sistemi ve parçaları

## A.2 Yakıt Depoları:

Yakıt depoları, sabit tesis motorlarında motorun günlük gereksinmesinden biraz fazla yakıtı taşıtlarda ise yaklaşık dolu depo ile **500 km** yol kat edecek miktarda yakıtı temiz ve emniyetli bir şekilde depolayacak kapasitede çelik saçtan yada darbe dayanımı arttırılmış sert plastikten yapılır. Sac depoların Paslanmasını önlemek amacıyla iç yüzeyi kurşun-kalay alaşımıyla kaplanır.



Şekil 1-2

Genellikle otomobil ve küçük tonajlı kamyonlarda taşıtın arkasına, büyük tonajlı kamyon, otobüs ve ağır iş makinelerinde ise taşıtın sağ veya solunda şasiye tespit edilir. Depodaki yakıt seviyesi, şamandıralı bir göstergesi ile kontrol edilir. Deponun dibinde su ve tortuların birikmesi için bir tortu çukuru ve boşaltma musluğu vardır. Ortalama **500 saatlik** çalışmadan sonra bu musluk açılarak su ve tortu boşaltılır. Ayrıca depoda, depo dibindeki su, tortu ve pisliklerin sisteme gitmesini önlemek için dipten **3,5 - 5 cm** kadar yukarıda olan bir çıkış borusu ve bir de geri dönüş borusu vardır. Ağır taşıt depolarında, yakıtın çalkalanmasını önlemek için üzerinde delikler olan tampon plakalar (bölmeler) vardır. Depo üzerinde bulunan havalandırma düzeni, depodaki yakıt üzerinde devamlı açık hava (atmosferik) basıncının bulunmasını temin eder.

### Depolama şekilleri:

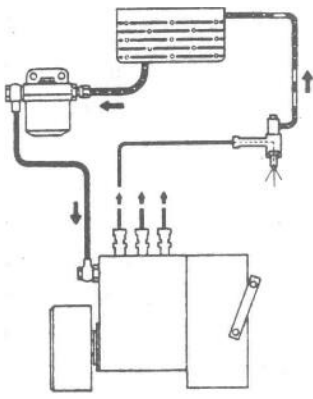
Dizel motorlarında yakıtın depodan sisteme gönderilmesi iki şekilde olur. Bunlar:

a) **Yükseklik farkı ile**

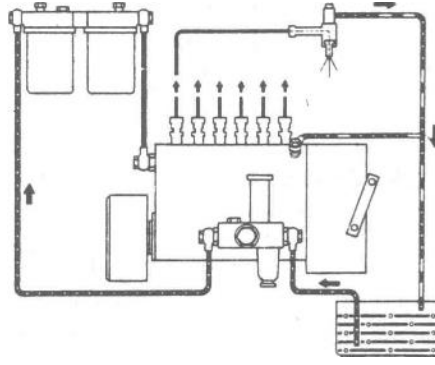
b) **Besleme pompası ile**

### a) **Yükseklik farkı ile depolama:**

Bu tiplerde depo, motor seviyesinden yukarıya yerleştirilir ve yakıtın depodan sisteme gitmesi yükseklik farkı ile temin edilir (şekil: 1 -3a). Daha çok sabit tesislerde, bazı traktörlerde ve küçük motorlarda bu sisteme rastlanmaktadır.



a) Yükseklik farkı ile



b) Besleme pompası ile

Şekil : 1-3 Depolama şekilleri

### b) Besleme pompası ile depolama :

Genellikle hareketli araçlarda görülen bu sistemde depo, motordan daha düşük bir seviyededir (şekil: 1-3b). Yakıt depodan besleme pompası ile emilir, filtre yoluyla yakıt pompasına basınçlı olarak gönderilir. Ancak bu sistemlerde yakıt deposu ile besleme pompası arasında en fazla 2 metre yükseklik farkı olmalıdır. Bundan fazla fark olması durumunda boruda oluşacak yakıt buharları, yakıtın akışını engeller.

### A-3 Alçak Basınç Boruları:

Yakıtın depodan alınıp, besleme pompası ve filtre yoluyla yakıt pompasına kadar temiz ve emniyetli bir şekilde taşınmasını temin eden borulardır. Tel örgülü kauçuk, plastik, çelik ve bazen de bakırdan yapılır. Bu boruların seçiminde; yakıtın basıncı, esneme durumu, iç ve dış etkilerden etkilenmesi göz önüne alınır, örneğin, bakır borular yakıt içindeki kükürtle kimyasal reaksiyona girerek oksitleyici ve sistemi tıkaçıcı etki yapar.

Alçak basınç borularının iç ve dış çapları, motorun çalışmasını engellemeyecek şekilde seçilmeli ve yakıt akışını engellememesi için de kıvrımlarda keskin köşe yapılmamalıdır. Yakıt sistemlerinde kullanılan alçak basınç borularının yakıt pompası tipine göre iç ve dış çapları aşağıda verilmiştir.

Yakıt pompası tipi	Boru iç çapı	Boru dış çapı
A-B -Z tipi	8 mm	10 mm
C tipi	12 mm	14 mm
X tipi	16 mm	18 mm
D tipi	19 mm	22

### A.4 Rakorlar:

Alüminyum, bakır, pirinç ve çelikten yapılan rakorlar, boruların borularla veya boruların parçalarla birleştirilmesini temin ederler. Rakorla boruların birleştiği yerlerde sızıntı olmaması için borulara, özel havşa açma aletleriyle havşalar açılır veya sıkma halkaları kullanılır.

Rakorlar sökülüp takılırken daima çift ve uygun anahtar kullanılmalıdır.

## A.5 Sızdırmazlık Pulları:

Gerek sisteme hava girmesini, gerekse yakıt sızıntısını önlemek için bağlantılarda kullanılan dairesel ve ortası delik parçalardır. Çok iyi conta görevi yapabilmeleri için yumuşak malzemelerden yani bakır, alüminyum ve plastikten yapılırlar. Bir kere kullanılan pullar esnekliklerini kaybettiklerinden ikinci defa kullanılmazlar.

## B. BESLEME POMPALARI

### B.1 Görevleri:

Yakıt pompalarının emme kabiliyetleri olmadığından bunlara yakıtın basınçlı olarak gönderilmesi gerekir. Bu nedenle bu işi, hemen hemen her yakıt sisteminde bulunan besleme pompası yapar. Yani yakıtı depodan emer ve basınçlı olarak filtre yoluyla yakıt pompasına gönderir.

Bugün kullanılan besleme pompaları yakıtın basıncını, küçük motorlarda

**0,5 -1,5 bar** a, büyük motorlarda ise **1,5 – 3 bar** a yükseltirler. Kapasiteleri, motorun harcayacağı en fazla yakıt miktarını karşılayabilecek kadardır.

### B.2 Besleme Pompalarının Çeşitleri ve Çalışmaları:

Dizel yakıt sistemlerinde kullanılan besleme pompaları;

1- mekanik besleme pompaları

a) Pistonlu (plancırlı) tip,

b) Diyaframli tip,

c) Dişli tip,

d) Paletli tip,

olmak üzere 4 çeşittir. Bunlardan pistonlu ve diyaframli tip en çok kullanılır.

a) Pistonlu (plancırlı) tip besleme pompaları:

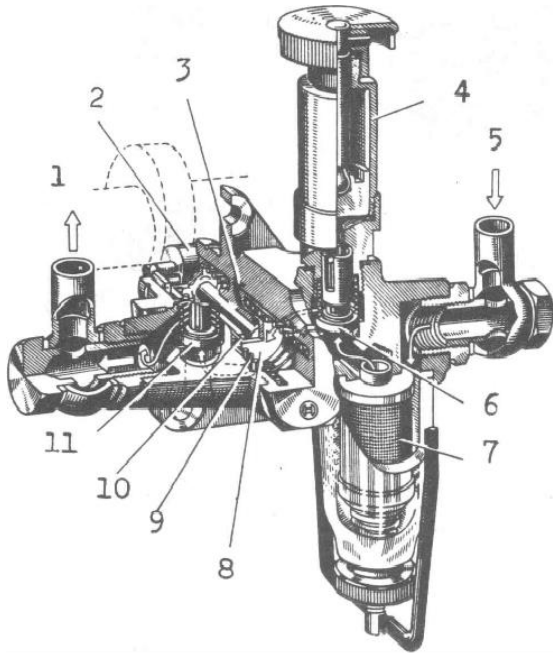
Pistonlu tip besleme pompalarına Bosch tipi yakıt sistemi kullanılan dizel motorlarında çok rastlanır. Genellikle bunlar yakıt pompası üzerine monte edilir. Şekil: 1-4 de böyle bir pompanın komple kesiti, şekil: 1-5 de ise sökülmüş durumdaki parçaları görülmektedir. Besleme pompalarında hangi tarafın giriş, hangi tarafın çıkış olduğunu anlamak için bazı işaretler vardır. Bunlar:

1 - in (giriş), out (çıkış) yazıları.

2 - Gövde üzerindeki ok işareti.

3 - El pompasının olduğu taraf giriştir.

4 - Giriş tarafında tek, çıkış tarafında ise iki delik vardır.



1- Yakıt çıkış rekoru

2- Makaralı itecek

3- Emniyet haznesi

4- El pompası

5- Yakıt giriş rekoru

6- Giriş supabı

7- Durultma kabı süzgeci

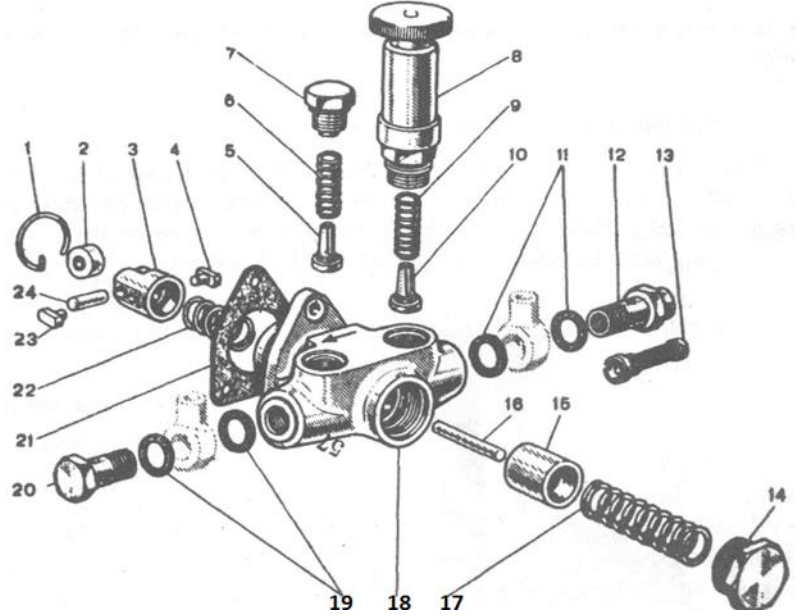
8- Piston

9- Piston yayı

10- irtibat çubuğu

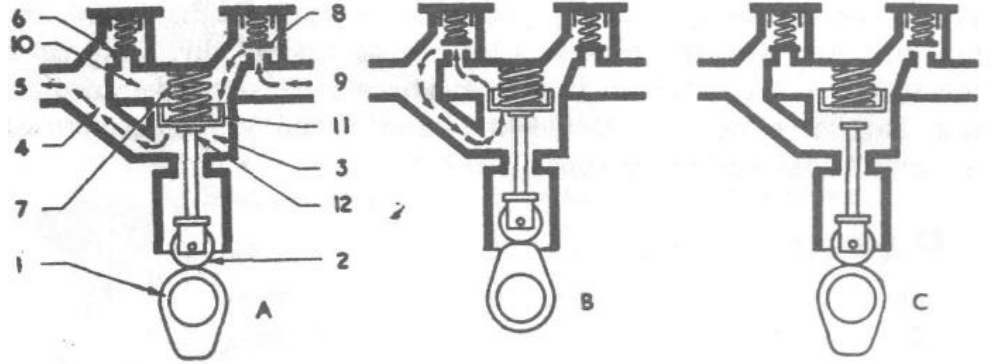
11- Çıkış supabı

- 1 — itecek emniyet segmanı
- 2 — itecek makarası
- 3 — itecek
- 4 — itecek yönlendirme pimi
- 5 — Çıkış supabı
- 6 — Çıkış supabı yayı
- 7 — Çıkış supabı kapağı
- 8 — El pompası
- 9 — Giriş supabı yayı
- 10 — Giriş supabı
- 11 — sızdırmazlık pulları
- 12 — Giriş rekor
- 13 — Süzgeç
- 14 — Piston kapağı
- 15 — Piston
- 16 — irtibat çubuğu
- 17 — Piston yayı
- 18 — Gövde
- 19 — sızdırmazlık pulları
- 20 — Çıkış rekoru
- 21 — Conta
- 22 — itecek yayı
- 23 — itecek yönlendirme pimi
- 24 — itecek makara pimi



Şekil: 1-5 besleme pompası parçaları

- 1 — Kam mili
- 2 — Makaralı itecek
- 3 — Piston arka hücresi
- 4 — Bağlantı kanalı
- 5 — Çıkış
- 6 — Çıkış supabı
- 7 — Piston yayı
- 8 — Giriş supabı
- 9 — Giriş
- 10 — Piston ön hücresi
- 11 — Piston
- 12 — irtibat çubuğu



Şekil: 1-6 Pistonlu tip besleme pompasının çalışması

### Çalışması:

Pistonlu tip besleme pompasının çalışmasını şekil:1-6 daki şematik şekillerden takip ederek inceleyelim.

Makaralı itecek altında bulunan kamın çıkıntısı çekilip, kam ökçesi geldiği zaman, piston yayı pistonu aşağıya iter. Bu durumda oluşan basınç düşüklüğü ile yakıt depodan gelir, giriş kanalından geçerek giriş supabını açar ve yayın bulunduğu piston Ön hücresine dolar. Pistonun önünde bu durum oluşurken, pistonun arka hücresindeki yakıt da basılarak bağlantı kanalından pompa çıkışına, orandan da filtre yoluyla yakıt pompasına gider.

Kam dönmesine devam ettiğinden kam çıkıntısı iteğin altına gelince (şekil: 1-6B), piston yukarı doğru gider ve yay kuvvetini yenerek önündeki yakıtı sıkıştırır. Bu esnada yakıt basıncı etkisiyle ve konum özelliğinden dolayı giriş supabı kapanır, çıkış supabı açılır. Yakıt açılan supaptan çıkarak bağlantı kanalına ve oradan da pistonun arka hücresine dolar. Piston tekrar yay etkisi ile aşağı doğru gelirken buradaki yakıtı sıkıştırıp sisteme gönderir ve böylece besleme pompası devamlı olarak sistemi besler.

Motorun devri arttığı zaman pompanın bastığı yakıt da çoğalır, basıncı artar. Fazla basınç nedeni ile herhangi bir arıza oluşmaması için filtre veya yakıt pompasına yerleştirilen basınç ayar supabı, yakıtın basıncını ayarlar. Bu supabın arızalanması durumunda veya kullanılmadığı sistemlerde, besleme pompası emniyet devresi sistemi korur.

### **Emniyet devresi:**

Pompanın çalışmasında görüldüğü gibi yakıt, sisteme basılmadan önce pistonun arka hücre sine gönderilmektedir (şekil: 1-6B). Bu hücre de irtibat kanalı vasıtası ile sistemle irtibatlıdır.

Herhangi bir nedenle sistemde basınç yükselmesi olursa, pistonun arka hücre sine de aynı basınç yükselmesi oluşur. Bu basınç piston yayının kuvvetini yenerek pistonu sıkıştırır ve askıya alır, yani yukarıda tutar (şekil: 1-6 C). Kamın ve iteçeğin hareketi pistonu iletilmediğinden piston hareket etmez ve sistemdeki basınç, piston yay basıncının altına düşünceye kadar besleme pompası yakıt basmaz.



### **El pompası:**

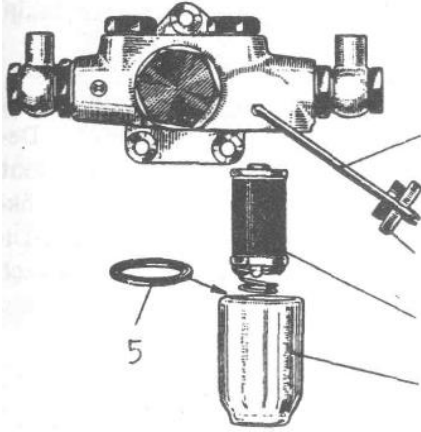
Yakıt sisteminin onarım veya başka bir nedenle boşaltılması durumunda sisteme hava dolar. Bu hava sistemden boşaltılmazsa motor çalışmaz. Sistemi yakıtla doldurmak ve havasını almak için motor, marş motoru ile döndürülürse batarya yorulur ve zayıflar, motoru çalıştıramaz, işte bu nedenle besleme pompası girişine bir el pompası konur. Bu el pompası yalnız sistemin yakıtla doldurulması ve havasının alınmasında kullanılır. Şekil: 1-7 de böyle bir el pompası görülmektedir.

### **Durultma kabı:**

Bazı besleme pompalarının girişinde bulunan durultma kabı, yakıtın pompaya girmeden kabaca temizlenmesini temin eder. Böyle bir durultma kabı ve parçaları şekil: 1-8 de görülmektedir.

şekil 1-7 el pompası

Pistonlu tip besleme pompaları tek ve çift tesirli olarak yapılır. Çift tesirli pompalar, iki giriş ve iki çıkış supabı ile donatılmıştır. Pistonun her hareketinde hem emme, hem de basma yapılır. Böylece pompanın kapasitesi artar.



- 1 — Durultma kabı
- 2 — Süzgeç
- 3 — Sıkma somunu
- 4 — Gerdirme teli
- 5 — Conta

Sekil :1- 8 Durultma kabı ve parçaları

**Pistonlu tip besleme pompalarının etiketleri ve anlamları:**Besleme pompalarında bulunan harf ve rakamlar, bize o pompanın bazı özelliklerini bildirir, örneğin;FP KD20 A C 143

**FP :** Besleme pompası

**KD:** Çift tesirli (K tek tesirli)

**20 :** Besleme pompası piston çapı . . . mm

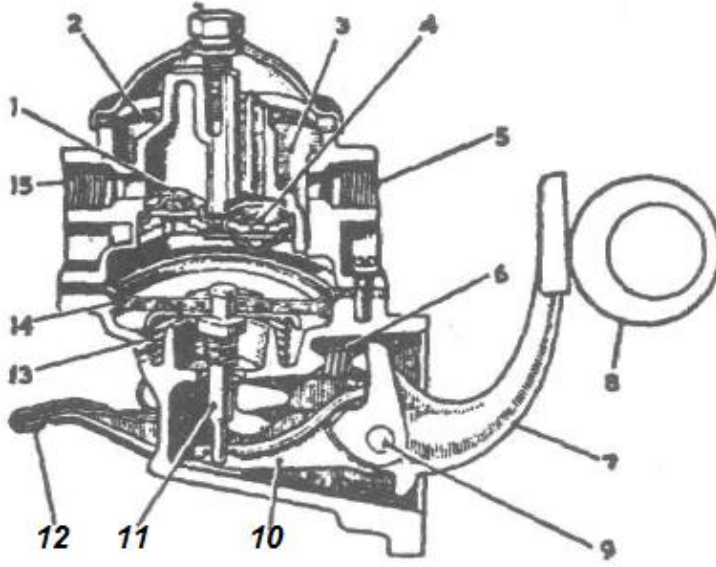
**A :** Kullanıldığı yakıt pompası tipi

**C :**Besleme pompasının malzemesi pik (Pikten yapılmış)

Harf olmadığı zaman alüminyum alaşımından yapılmıştır.

**143:** Yapılan değişiklik.

**b) Diyaframlı tip besleme pompaları:**



- 1 — Çıkış supabı
- 2 — Tel süzgeç
- 3 — Tortu hücresi
- 4 — Giriş supabı
- 5 — Giriş
- 6 — Manivela yayı
- 7 — Manivela
- 8 — Kam
- 9 — Tespit pimi
- 10 — Manivela mafsal
- 11 — Diyafram çubuğu
- 12 — Elle çalıştırma kolu
- 13 — Diyafram yayı
- 14 — Diyafram
- 15 — Çıkış

**Şekil 1-9 a Diyaframlı tip besleme pompasının toplu kesit görünüşü**

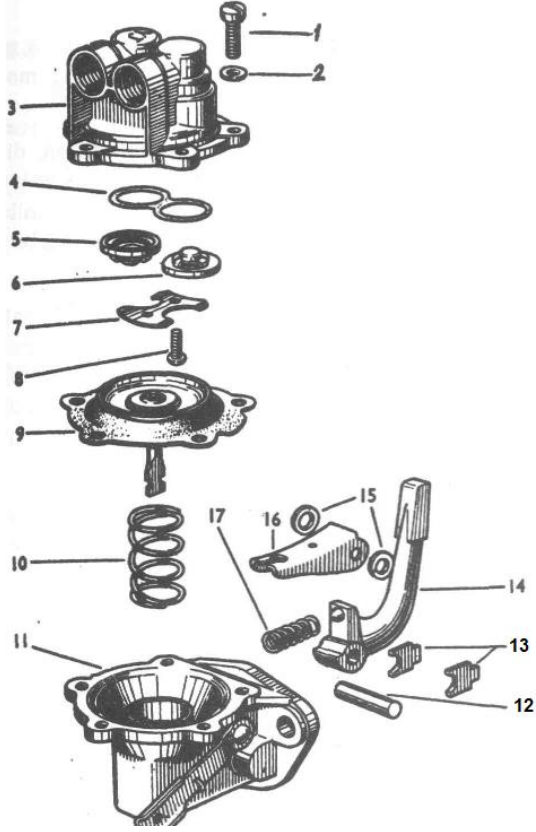
Benzin motorlarında kullanılan benzin otomatiklerinin aynısı olup ek olarak üzerinde bir elle hareket verme kolu vardır. Bu kolla, marş motoru çalıştırılmadan yakıt sistemi doldurulur ve havası alınır. Bu pompalarda kullanılan diyaframlar, yakıta dayanıklı kauçuk emdirilmiş naylon bezlerden yapılır

**Çalışması:**

Diyaframlı tip besleme pompasının çalışmasını şekil: 1-9 dan takip ederek görelim. Kam çıkıntısı ve manivela etkisi ile diyafram aşağı doğru inince, diyaframın önünde ve depoya giden borularda bir alçak basınç oluşur. Depodaki yakıt üzerinde atmosferik açık hava basıncı olduğundan, yakıt harekete geçerek diyaframın önüne dolar. Kam çıkıntısı çekilip kam ökçesi manivelaya gelince, diyafram yay etkisi ile yukarı doğru itilir. Diyaframın önündeki hacim küçüleceğinden yakıtın basıncı artar. Basınçlı yakıt giriş supabını kapatır, çıkış supabını açar ve çıkış rekorundan sisteme basılır.

**Emniyet devresi:**

Besleme pompası devamlı olarak sisteme yakıt basar. Motor, gücüne göre az yakıt harcadığı zaman sistemdeki yakıtın miktarı ve dolayısı ile basıncı yükselir. Bu basınçlı yakıt aynı zamanda diyaframın önünde de bulunduğu için, diyafram aşağıda basılı olarak kalır. Bu durumda diyafram hareket etmeyeceğinden pompa sisteme yakıt basamaz. Sistemdeki fazla yakıt kullanılıp basıncı düşünce pompa tekrar çalışmaya başlar.



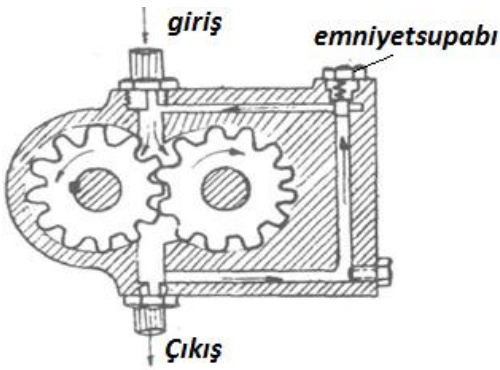
- 1 — Bağlama vidası
- 2 — Yaylı rondela
- 3 — Pompa kapağı
- 4 — Conta
- 5 — Giriş supabı
- 6 — Çıkış supabı
- 7 — Supap tutucu plakası
- 8 — Tutucu plaka vidası
- 9 — Diyafram
- 10 — Diyafram yayı
- 11 — Pompa gövdesi
- 12 — Tespit pimi
- 13 — Tespit pimi tutucuları
- 14 — Manivela
- 15 — Conta
- 16 — Manivela mafsalı
- 17 — Manivela yayı

**Şekil: 1-9 b Diyaframlı tip besleme pompasının sökülmüş durumu ve parçaları**

c) Dişli tip besleme pompaları:

Dişli tip besleme pompalarına daha çok Amerikan yapısı dizel motorlarında rastlanır (şekil: 1-10).

Dişli tip besleme pompasında bulunan iki dişliden biri döndüren, diğeri ise döndürülen dişlidir. Döndüren dişli pompayı çalıştıran mile tespit edilmiştir. Döndürülen dişli ise pompanın içinde bulunan sabit bir mile takılmış olup bir çeşit avara dişlidir. Çalışma anında bu iki dişli birbirini ile kavramış durumdadır ve ters yönde dönerler. Dönüş anında dişliler üzerlerindeki odacıklar yardımı ile bir alçak basınç oluştururlar. Depodaki yakıt üzerinde ise 1 atmosferlik açık hava basıncı vardır. Bu basınç etkisi ile yakıt borulardan, giriş kanalından dişlilerin önüne kadar gelir ve odacıklar yardımı ile çıkışa taşınır. Yakıt bu şekilde devamlı olarak çıkışa taşındığından orada bir basınç oluşur. Böylece yakıt basınçlı olarak sisteme gönderilir.

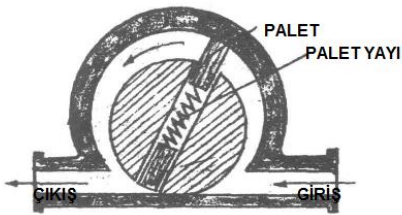


Motorun devri arttığı zaman besleme pompasının bastığı yakıtın miktarı ve basıncı da artar. Fazla basınçlı yakıt ok yönünde giderek emniyet supabını açar ve tekrar giriş kanalına döner.

**Şekil : 1 -10 Dişli tip besleme pompası**

d) Paletli tip besleme pompaları:

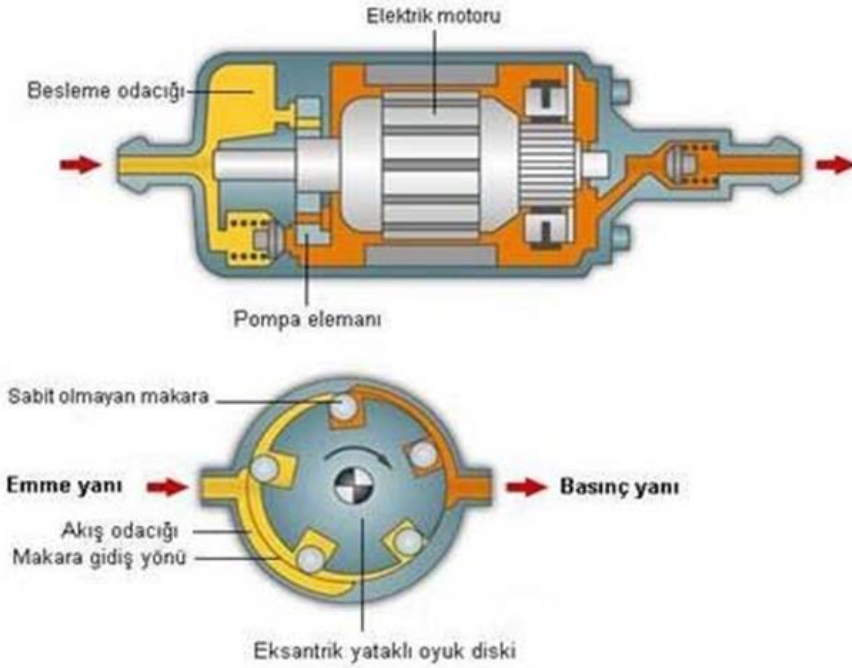
Paletli tip yağ pompalarına benzerler. Distribütör tip DPA ve Roosa-Master yakıt pompalarında çok kullanılır. Yakıt, merkezden kaçık bir palet taşıyıcısı içinde hareket eden paletler vasıtası ile girişten çıkışa taşınır ve basınçlı olarak sisteme gönderilir (şekil: 1-11).



**Şekil: 1-11 Paletli tip besleme pompası**

## 2- Elektrikli yakıt besleme pompaları

Elektrikli pompa, hacimsel silindirik tiptedir; sürekli mknatıslı bir motoru vardır. Motor tarafından



şekil 1-12

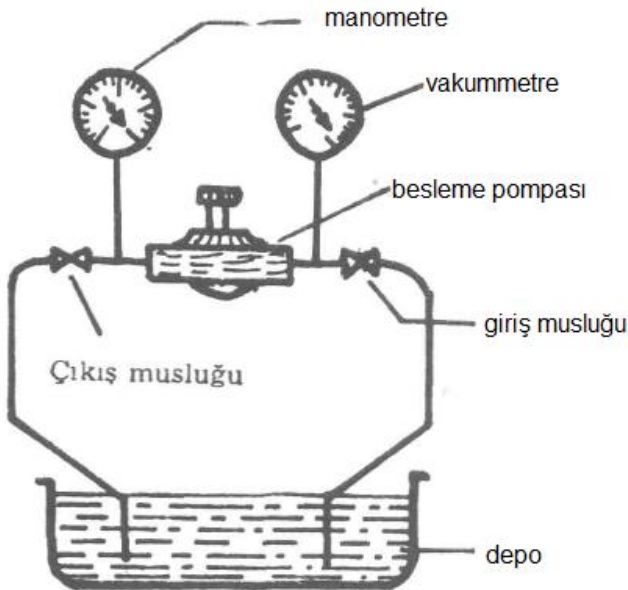
döndürülen çark, emme kanalından besleme kanalına doğru değişen hacimler oluşturur. Pompanın iki adet valfi vardır; bu valflerden biri pompa çalışmıyorken yakıt devresinin boşaltılmasını önler, diğeri ise basıncın 5 bar değerini geçmesi halinde yakıtın sirkülasyonunu sağlayan fazla basınç valfidir. Elektrik motoru, makaralı hücre pompası elemanını çalıştırarak emme tarafındaki odacığın yakıtla dolmasını sağlar. Pompa elemanında bir oyuk içindeki yatağa eksantrik olarak bir disk yerleştirilmiştir. Diskte sabit olmayan makaralar bulunur. Yakıt emme tarafında, odacığın tabanı ve makaralar arasında akar. Dönme hareketi ve yakıtın basıncı ile makaralar dönüş yönüne bastırılırlar. Bu şekilde yakıtın basma tarafındaki çıkışa ulaşması sağlanır. Elektronik

kontrollü yakıt sistemlerinde kullanılır.

### B.3 Besleme Pompalarının Kontrolleri:

Besleme pompalarında yapılan kontroller 4 grupta toplanabilir. Bunlar:

- Vakum kontrolü
- Basma basıncı kontrolü
- Sızdırmazlık kontrolü
- Debi kontrolü



Şekil: 1-12 Besleme pompası kontrolü

Bu kontrollerin yapılabilmesi için besleme pompası, yakıt pompası üzerindeki yerine veya ayar tezgâhındaki yerine tespit edilir. Şekil: 1-12 de görüldüğü gibi giriş tarafına bir Bu kontrollerin yapılabilmesi için besleme pompası, yakıt pompası üzerindeki yerine veya ayar tezgâhındaki yerine tespit edilir. Giriş tarafına Vakum metre, çıkış tarafına bir manometre bağlanır. Bu durumda depo ile besleme pompası arasındaki uzaklık 1 metre olmalıdır.

#### a) Vakum kontrolü:

Ayar tezgâhı ortalama 500 - 600 dev/dak da çalıştırılır, Normal yakıt akışı temin edildikten sonra, giriş musluğu kapatılır. Bir dakika içinde vakum metrede okunan değer 0,25 bar veya daha az olmalıdır.

#### b) Basma basıncı kontrolü:

Vakum kontrolü yapıldıktan sonra giriş musluğu açılır. Bir miktar yakıt akışı temin edilir ve daha sonra çıkış musluğu kapatılır. Bu durumda manometrede okunan değer 1,5 ile 3,5 bar arasında olmalıdır.

### **c) Sızdırmazlık kontrolü:**

Pistonlu tip besleme pompalarında itici piminin (irtibat çubuğunun) boyuna olan yakıt kaçağını anlamak için yapılan bir kontroldür.

Besleme pompası sökülmüş durumda iken çıkış rekoruna bir kör tapa takılır. Giriş tarafı ayar tezgâhının basınçlı yakıt devresine bağlanır. Yakıt basıncı 25 bar ye yükseltilir, itici pimi sonunda 15 saniyeden kısa bir zamanda bir yakıt damlası oluşuyorsa, itici pimi ve yuvası aşınmıştır.

### **d) Debi kontrolü:**

Basma basıncı kontrolü yapıp istenen basınç elde edildikten sonra bu kontrol yapılır. Bu kontrolde ayar tezgâhı belli bir devirde döndürülür. Besleme pompası çıkışından akan yakıt bir ölçülü kaptan toplanır. Bu yakıtın miktarı katalogta verilen değerde olmalıdır, örneğin;Ayar tezgâhı 500 - dev/dak da dönerken, 300 basmada tüpte 900 cm<sup>3</sup> yakıt toplanmalıdır.

### **B.4Besleme Pompalarının Arızaları:**

Besleme pompaları çeşitli tiplerde olduğundan, arızalan da ayrı ayrı incelenir.

#### **a) Pistonlu tip besleme pompalarının arızaları:**

- 1 — Rekor ve bağlantılar sızdırabilir.
- 2 — Giriş ve çıkış supapları bozulur, kaçırma yapar.
- 3 — Piston yay basıncı zayıflar veya yay kırılabilir.
- 4 — Piston ve silindir aşınır.
- 5 — Durulama kabındaki filtre tıkanır.
- 6 — Kam veya makaralı itecek aşınır.
- 7 — itici çubuğu (irtibat çubuğu) ve yuvası aşınır.

#### **b) Diyaframli tip besleme pompalarının arızaları:**

- 1 — Rekor ve bağlantılar sızdırabilir,
- 2 — Giriş ve çıkış supapları bozulur, kaçırma yapar.
- 3 — Diyafram arkasındaki açık hava deliği tıkanır.
- 4 — Diyafram delinir.
- 5 — Diyafram yay basıncı zayıflar veya yay kırılabilir.
- 6 — Kam ve manivela aşınır.
- 7 — Durultma kabındaki filtre tıkanır.

#### **c) Dişli tip besleme pompalarının arızaları**

- 1 — Rekor ve bağlantılar sızdırabilir..
- 2 — Dişli ile gövde arasında boşluk artar.
- 3 — Dişli ile kapak arasında boşluk artar.
- 4 — Emniyet supabı yay basıncı zayıflar.

#### **d) Paletli tip besleme pompalarının arızaları**

- 1 — Rekor ve bağlantılar sızdırabilir.
- 2 — Paletler aşınabilir.
- 3 — Emniyet supabı yay basıncı zayıflar.

## **C. FİLTRELER**

### **C.1 Görevleri:**

Filtreler, yakıt sisteminin iyi süzölmüş yakıtla uzun bir zaman arızasız olarak çalışmasını temin eden parçalardır.

Dizel yakıtı olan motorinin viskozitesi benzine göre yüksektir ve sakızlaşmaya müsait, dağıtım esnasında ayıklanamayan küçük parçaları bünyesinde taşır. Ayrıca yakıt rafineriden motorun deposuna gelinceye kadar birçok yer ve depo değiştirir. Gerek bu yer değiştirmelerde, gerekse depolardaki havalandırma deliklerinden pislik, su ve toz zerrelere de yakıt içine girerek yakıtı kirletir.

Yakıt süzülüp temizlenmeden bu durumuyla kullanılacak olursa, motorun kalbi sayılan pompa ve enjektörler kısa zamanda hasara uğrar. Çünkü pompa elemanları, basma ventilleri ve enjektör memeleri çok hassas çalışan parçalardır. Bunlar birbiri içerisinde 0,001 mm boşlukla çalışırlar. En küçük bir toz zerresi bile bu parçaların çizilmesine, aşınmasına ve arıza yapmasına yol açar. Böylece de motor arızalanarak işten kalır, büyük masraflar doğurur. Sonuç olarak filtreler, motorun düzgün ve arızasız olarak uzun zaman çalışmasını temin eden, yakıt sisteminin en önemli ve en çok dikkat edilmesi gereken parçalarından birisidir.

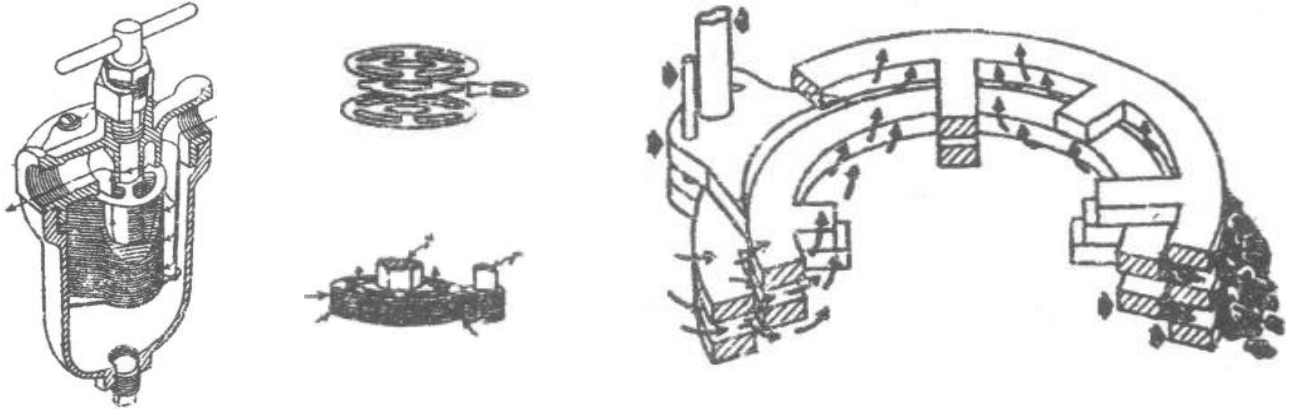
### C.2 Filtrelerin Çeşitleri ve Yapıları:

Filtreler içlerinde kullanılan elemanlara göre çeşitlere ayrılır. Bunlar:

a) Metal elemanlı filtreler

b) Metal elemanlı olmayan filtreler.

a) Metal elemanlı filtreler:



Metal elemanlı filtreler, aralarında çok az boşluk bırakılan madeni disklerin üst üste sıralanmasıyla yapılır (Şekil: 1-13). Diskler iki kademeli olup, büyük zerrelere dışta, küçük zerrelere ise iç disklerde tutulur. Ayrıca her iki disk arasında pislik sıyırıcı bıçaklar yerleştirilmiştir. Zaman zaman ortadaki mil döndürülerek diskler arasındaki pislikler sıyırır ve dipte toplanır. Sonra da temizleme tapası açılarak bu pislikler boşaltılır. Bu filtrelerin süzme kabiliyetleri çok hassas değildir. Ancak 37 mikrona (0,037 mm) kadar olan parçacıkları süzebilirler. Bu nedenle tek başlarına kullanılmayıp, ikili veya üçlü filtreleme sistemlerinde birinci filtre olarak kullanılır.

b) Metal elemanlı olmayan filtreler:

Metal elemanlı olmayan filtreler de elemanlar şu malzemelerden yapılır:

- 1 — Keçe
- 2 — Katlanmış kâğıt
- 3 — Kâğıt diskler
- 4 — Sık örgülü bezden torba
- 5 — Pamuk elyafı
- 6 — Kil

(1) Keçe elemanlı filtre:

Şekil:1-14 de görülen keçe elemanlı filtrede eleman, blok şeklinde kesilmiş ve üst üste konmuş keçelerden yapılır. Bu filtrelerin süzme kabiliyetleri 10-25 mikrona (0,010-0,025 mm) kadardır.

1 — Hava alma vidası

2 — Kapak tespit somunu

3 — Emniyet supabı

4 — Geri dönüş rekoru

5 — Keçe eleman

6 — Gövde

7 — Çıkış rekoru

8 — Temizlenip tapası

9 — Eleman gerdirme yayı

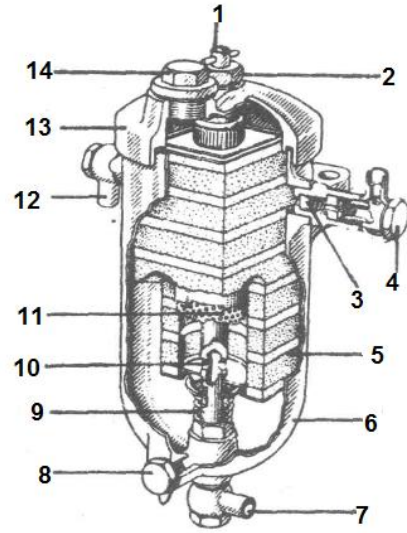
10 — Çıkış delikleri

11 — Toplanma kanalı

12 — Giriş rekoru

13 — Kline kapağı

14 — doldurma tapası

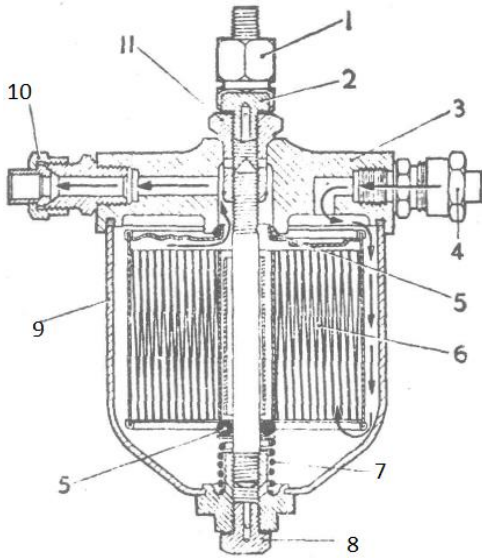


Keçe elemanların avantajlı bir tarafı, sökülüp temizlenmesidir. Ortalama 50 saatlik çalışma süresinden sonra eleman motorin, gaz yağı veya karbon tetraklorürle  $CCl_4$ , yıkanarak temizlenir. Benzinle yıkama yapılmaz. Elemanlar 3 veya 4 kere temizlendikten sonra yenisi ile değiştirilir.

**Şekil: 1-14 Keçe elemanlı filtre**

**(2) Katlanmış kağıt elemanlı filtre:**

Süzme kabiliyetleri çok iyi olduğundan bugün en çok kullanılan bir eleman tipidir (şekil:1-15). Ortalama olarak 3-5 mikrona (0,003-0,005 mm) kadar olan parçaları süzebilirler. Kâğıdın dayanıklılığını artırmak ve sudan zarar görmesini önlemek için, plastik veya reçine emdirilir. Sınırlı hacimde daha büyük süzme yüzeyi elde etmek için de körük şeklinde katlanır. Şekil: 4-16 da kâğıdın katlanma şekli ve şekil: 4-17 de de katlanmış elemanda yakıtın takip ettiği yol görülmektedir.



1 — Geri dönüş rekoru

2 — Hava alma vidası

3 — Filtre kapağı

4 — Giriş rekoru

5 — Conta

6 — Kağıt eleman

7 — Eleman gerdirme yayı

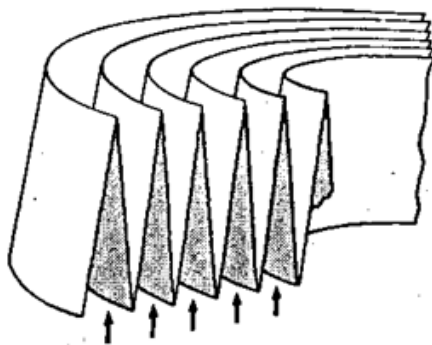
8 — Temizleme tapası

9 — Gövde

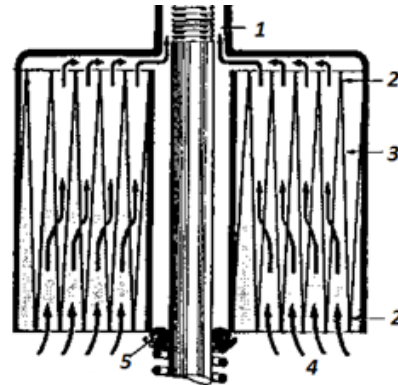
10 — Çıkış rekoru

11 — Kapak tespit somunu

**Şekil :4 -15 Katlanmış kağıt elemanlı filtre**



şekil 1-16 kağıt elemanın katlanma şekli



şekil 1-17 Elemanda yakıtın takip ettiği yol

1- Temiz yakıt

2- Birleşik uçlar

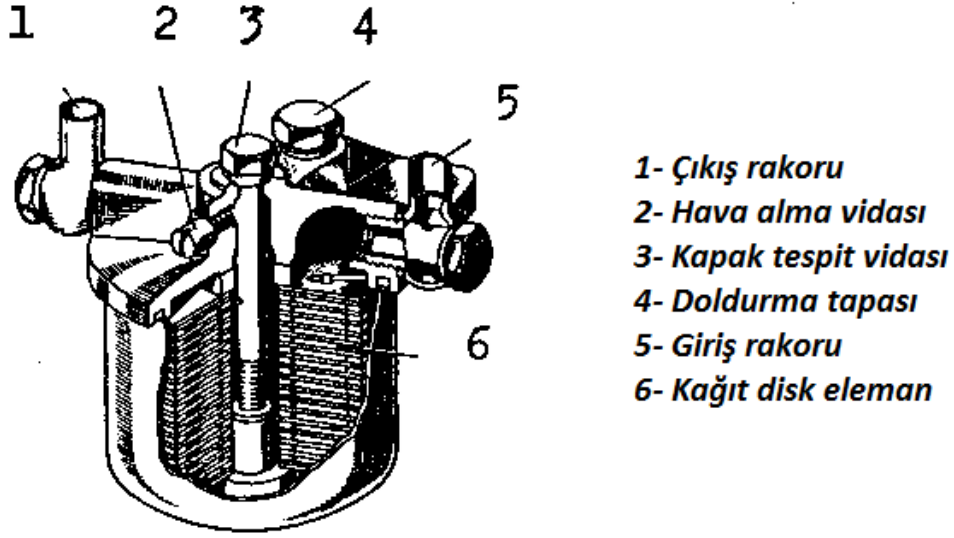
3- Kağıt eleman

4- Kirlili yakıt

5- Conta

### (3) Kâğıt disk elemanlı filtre:

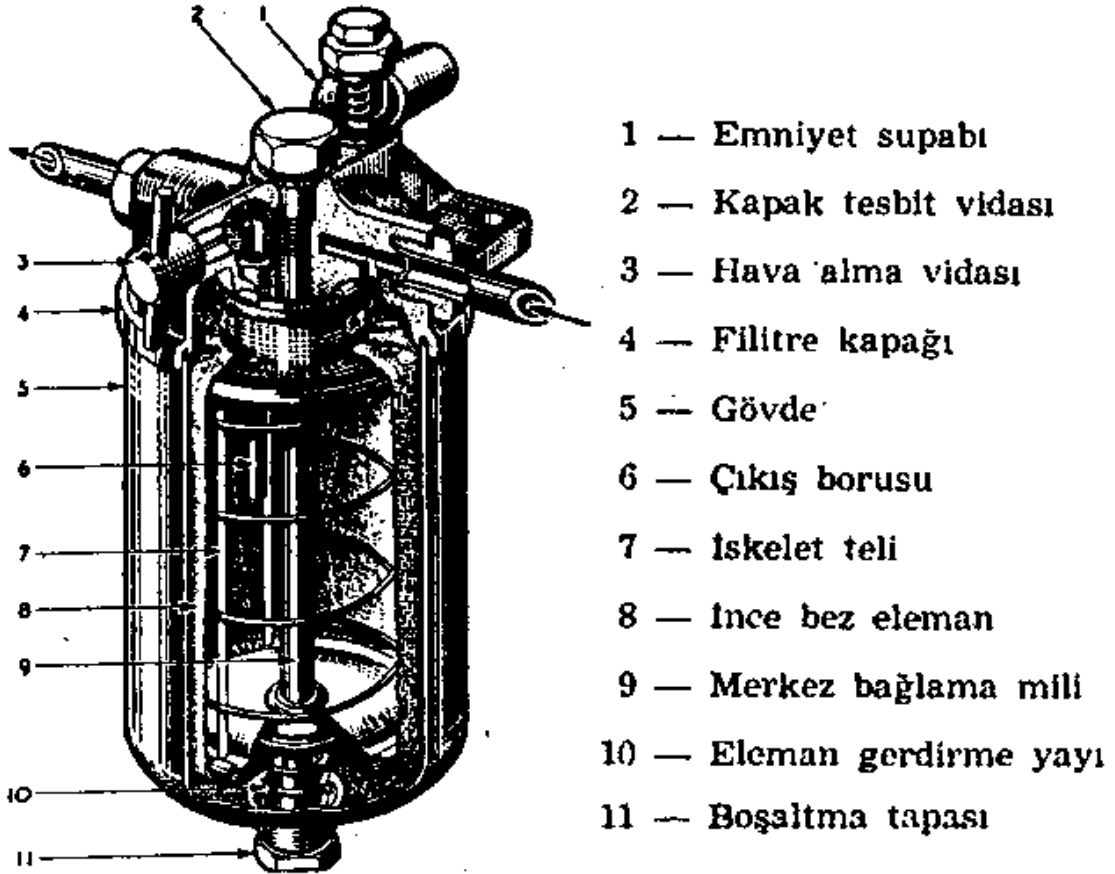
Bu tip filtrelerde de elemanlar, plastik veya reçine emdirilmiş kâğıttan yapılmıştır. Diğer kâğıtelemanlı filtrelerden farklı olarak kâğıtlar disk şeklindedir ve üst üste konarak yapılmıştır (şekil: 4-18). Süzme kabiliyeti aynı olmasına karşın kapasiteleri düşüktür



Şekil 1-18 Kağıt disk elemanlı filtre

### (4) Bez elemanlı filtre

Şekil: 1-19 da görülen filtre elemanı, sık örgülü bezden torba şeklinde yapılmıştır. Süzme kabiliyeti, kullanılan bezin özelliğine göre değişir. Genellikle 10 mikrona (0,010 mm) kadar olan parçaları süzebilirler.



Şekil 1-19 Bez elemanlı filtre

### (5) Pamuk elyafı elemanlı filtre:

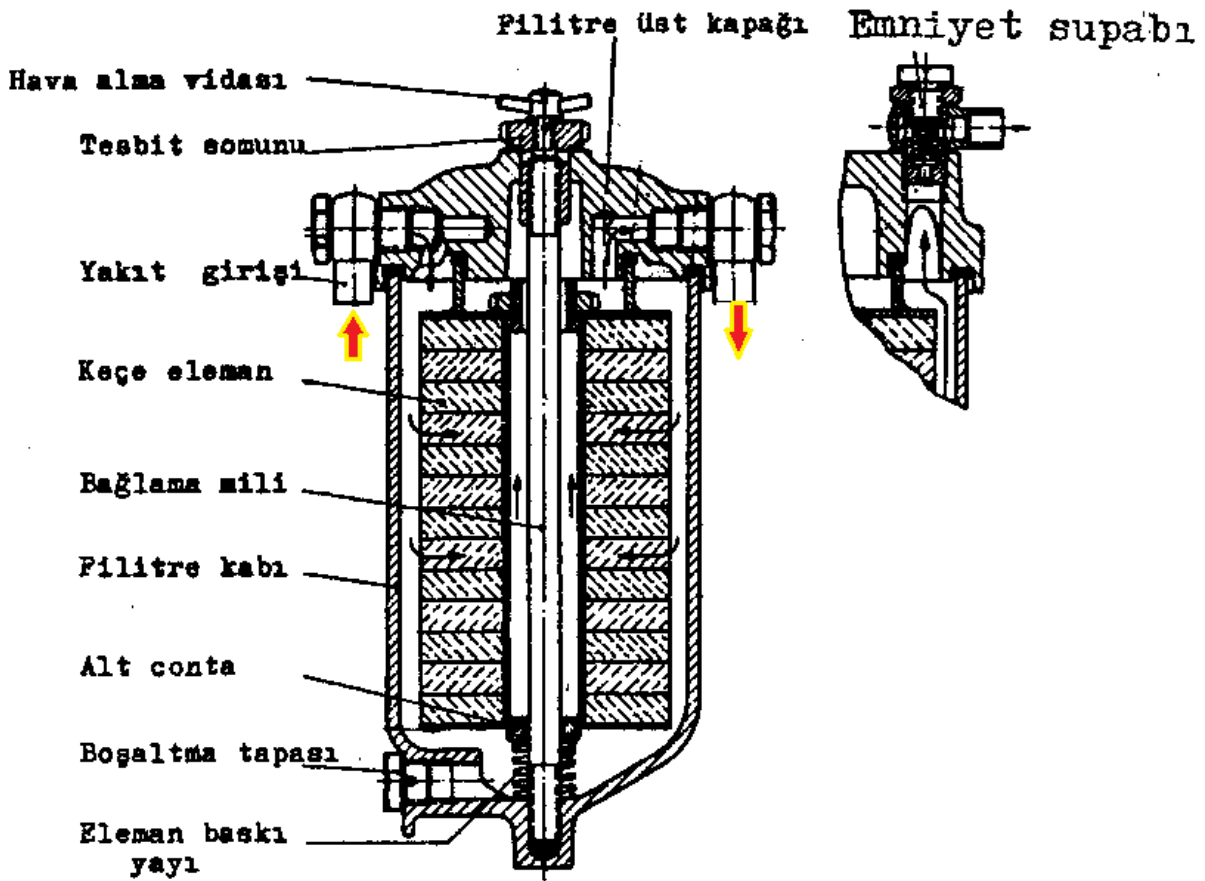
Bugün yakıt sistemlerinde pek az olarak kullanılan bir eleman tipidir. Yağlama sistemlerinde daha çok rastlanır. Pamuk elyafı, üzerinde delikler bulunan madeni bir kap içine preslenerek yapılır.

### (6) Kil elemanlı filtre:

Bugün için süzme kabiliyeti en iyi olan filtre elemanı tipidir. Yakıt içindeki pislikleri, su asit ve oksitlenme ürünlerini ayırabilirler. Taşıt motorlarında hiç kullanılmayan bu elemanlar daha çok büyük ve sabit (stasyoner) motorların yakıt sistemlerinde kullanılır.

### C.3 Filtrenin Parçaları ve Çalışması:

Yakıt filtreleri değişik firmalar tarafından yapılırlar. Bu nedenle eleman çeşitleri ve genel görünüşleri bakımından bazı küçük farklılık gösterirler. Ancak esas parçaları ve çalışma sistemleri hepsinde aynıdır. Şekil: 1-14,1-15, 1-19 ve 1-20 de filtrelerin ana parçaları görülmektedir. Filtrenin çalışmasına geçmeden önce şu noktayı belirtmekte fayda vardır. Yakıt daima elemanın dışından merkezine geçerken süzülür. Bunun aksine merkezinden dışına geçerken süzülmez. Çünkü böyle bir durumda merkezden çevreye doğru yapılacak basınç, elemanın dağılmasına ve ömrünün kışalmasına yol açar.



Şekil 1-20 Filtrenin parçaları ve çalışması

### Çalışması:

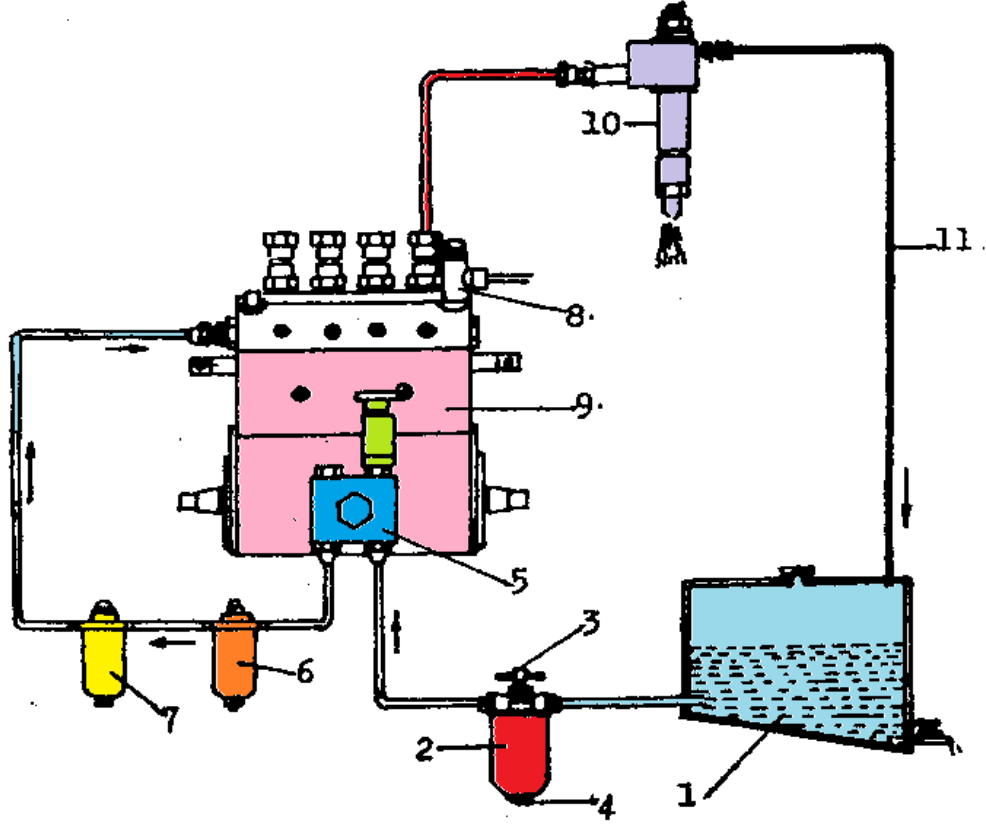
Besleme pompasından gelen basınçlı yakıt, giriş rekorundan girerek gövde ile eleman arasındaki boşluğa dolar. Arkadan devamlı olarak geldiğinden başka gidecek yer bulamayan yakıt, elemana nüfuz ederek merkeze doğru geçer. Bu geçiş anında içindeki pislikleri elemanda bırakır. Yakıtın içindeki büyük zerreler ve su da yoğunluk farkından dolayı dibe çöker. Süzölmüş ve temizlenmiş olarak merkeze toplanan yakıt, çıkış bo-

rusundan çıkış rekoruna, oradan da yakıt pompasına gider. Bazı filtrele sistemdeki yakıtın basıncını ayarlaması için bir emniyet supabı konmuştur. Bu supap, herhangi bir nedenle sistemdeki yakıtın basıncı belli bir değerin üstüne çıkarsa devreye girer ve fazla yakıtı depoya geri gönderir. Yani sistemi korumuş olur.

#### C.4 Filtrelerin Yeri ve Bağlantı Şekilleri:

Yakıt sistemlerinde filtre adetleri, motorun çalışma şartına ve harcadığı yakıtın miktarına göre 1 ile 3 arasında değişir

Sistemde bir filtre kullanıldığı zaman bu filtre, besleme pompası ile yakıt pompası arasına konur. İki filtre kullanılıyorsa ya 1 tanesi depo ile besleme pompası arasına, diğeri besleme pompası ile yakıt pompası



- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 — Yakıt deposu          | 7 — Üçüncü filtre          |
| 2 — Metal elemanlı filtre | 8 — Pompa hava alma vidası |
| 3 — Filtre temizleme kolu | 9 — Yakıt pompası          |
| 4 — Boşaltma tapası       | 10 — Enjektör              |
| 5 — Besleme pompası       | 11 — Geri dönüş borusu     |
| 6 — İkinci filtre         |                            |

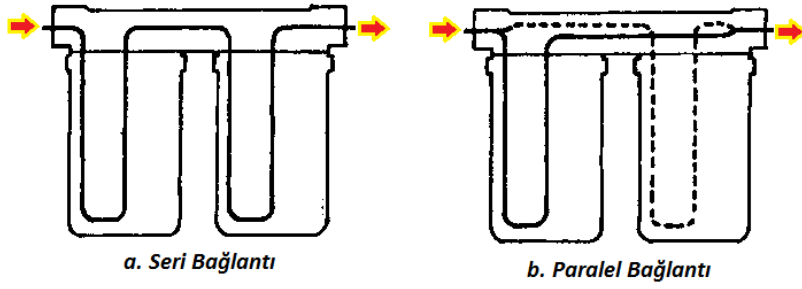
Şekil 1-21 Üçlü filtreleme sistemi

arasına konur, ya da her ikisi de besleme pompası ile yakıt pompası arasına konur. Fakat bugün için tavsiye edilen en iyi filtreleme sistemi üçlü olanıdır (şekil:1-21). Bu sistemde depo ile besleme pompası arasına metal elemanlı, besleme pompası ile yakıt pompası arasına ise, 1 tane 10 – 25 mikron süzme kabiliyetli, bir tane de 3 - 5 mikron süzme kabiliyetli iki filtre konur.

Besleme pompası ile yakıt pompası arasında iki filtre kullanıldığı zaman bunlar;

a) Yakıtın çok iyi süzülmesi isteniyorsa devreye seri olarak,

b) Süzme kapasitesi artırılmak (daha fazla yakıt süzölmek) isteniyorsa, devreye paralel olarak bağlanırlar (şekil: 1-22).



Şekil 1-22 Filtre bağlantı şekilleri

### C.5 Filtrelerin Bakım ve Arızaları:

a) Filtrelerin bakım:

Filtrenin yakıt sistemindeki önemini ve bu sisteme sağladığı faydaları daha önce görmüştük. Bu nedenle filtrelere yapılacak iyi ve zamanındaki bakımlar, yakıt sistemi parçalarının arızalarını azaltır ve uzun ömürlü olmalarını temin eder.

**Filtre bakımı denince akla şunlar gelir:**

- 1 — Filtre boşaltma tapasının sökülerek su, tortu ve pisliklerin boşaltılması.
- 2 — Filtre elemanlarının temizlenmesi (keçe ve metal elemanlı filtrelerde).
- 3 — Filtre elemanlarının değiştirilmesi.

Bütün bu bakım işleri için motor imal eden firmalar, belli zamanlar saptamıştır. Bu zamanlar motor bakım kataloglarında belirtilir. Ancak filtre bakımında esas nokta; motorun çalışma şartları ve koşullarıdır, örneğin, arazide ve tozlu yerlerde çalışan traktör ve iş makinelerinde yakıt, dolayısı ile filtre daha kısa zamanda kirlenir ve bakım ister.

**Genel bir bilgi olarak filtrelerin bakım zamanları şöyledir:**

- 1 — 1500 - 2000 litre yakıt sarfiyatından sonra tapa açılarak su, tortu ve pislikler boşaltılır.
- 2 — 50 saatlik çalışma sonunda eleman sökülerek yıkanır (keçeelemanlı ve metal elemanlı filtrelerde).
- 3 — 7000 litre yakıt sarfiyatı veya 200 - 500 saatlik çalışma sonunda filtre kazanı sökülüp tamamen temizlenir ve elemanı değiştirilir.

**b) Filtrelerin arızaları:**

Filtrelerde oluşan başlıca arızalar şunlardır:

- 1 — Bağlantı boru ve rekorları sızdırabilir.
- 2 — Kapak contası bozulur ve filtre hava alır.
- 3 — Eleman baskı yayı esnekliğini kaybeder veya kırılır.
- 4 — Eleman tıkanır.
- 5 — Emniyet supabı tıkanır veya yay basıncı zayıflar.

## **D. YAKITENJEKSİYON POMPALARI**

### **D.1 Yakıt Pompalarının önemi:**

Dizel motorlarında yakıtın püskürtülmesi, yakıt pompasının saniyenin binde birkaçı kadarlık bir süre çalışması sonucunda olur. Bununla beraber bu kısa zaman aralığında pompanın yakıt basıncını 400-1800 bar'a yükseltir. İşte enjeksiyon pompasının yakıtı yüzlerce bar basınca yükseltmesi, yakıtı ölçmesi ve çeşitli krank dereceleri üzerinden püskürtüp dinlenmesi, gelecek kura hazırlanması gerekir. Başka bir deyimle pompa, gerekli miktardaki yakıtı tam zamanında ve istenilen miktarda motora göndermelidir. Böylece tam bir yanma sağlandığı gibi, daha az yakıtla motordan en fazla güç elde edilir. Püskürtmenin başlangıcındaki ve bitimindeki birkaç derecelik gecikme, motorun çalışmasına ve yakıt ekonomisine ciddi şekilde etki eder. Bu da yakıt pompasının sistemdeki önemini artırır.

### **D.2 Yakıt Enjeksiyon Pompalarının Görevleri:**

Yakıt pompalarının görevlerini şöyle sıralayabiliriz:

- a) Yakıtın basıncını yükseltmek
- b) Yakıtın miktarını ölçmek
- c) Yakıtı istenilen zamanda ve istenilen silindire (Ateşleme sırasını bazalarak) göndermek
- d) Püskürtmeyi çabuk başlatmak ve çabuk bitirmek(Damlama yapmayacak)
- e) Yakıtı silindirlere ateşleme sırasına göre ve eşit dağıtmak.

#### **a) Yakıtın basıncını yükseltmek:**

Bir yakıt pompası yakıtın basıncını yanma odasındaki sıkıştırma sonu basıncı 30 ile 45 bar olmasına rağmen, enjektörden rahatça püskürtülecek bir değere yükseltmelidir, örneğin, sıra pompalarda yakıtın basıncı 80-400 bar'ayükseltilir.cammonrail pompa ise yakıt basıncını 400-1800 bar'a yükseltir.

#### **b) Yakıtın miktarını ölçmek:**

Yakıt pompası motorun gereksinmesine göre yeterli olan yakıt miktarını ölçmeli ve bu miktar her çevrimde ve silindirler arasında değişmemelidir. Her çevrimde aynı miktarda yakıt püskürtülmesi, motorun düzgün çalışması için şarttır.

#### **c) Yakıtı istenilen zamanda silindire göndermek:**

Her motorda belirli devir sayısı ve yük için en iyi püskürtme noktası vardır. Motorların çoğunda bu nokta, devir sayısı ve yüke bağımlı olarak değişir.

#### **d) Püskürtmeyi çabuk başlatmak ve çabuk bitirmek:**

Püskürtmenin çabuk başlaması ve çabuk bitmesi, yakıtın ince zerrelere ayrılmasını doğurur. Bu da bilhassa direk püskürtmeli ve hızı çok motorlar için çok önemlidir.

**e)Yakıtı silindirlere ateşleme sırasına göre ve eşit dağıtmak:** Her silindire gönderilen yakıt miktarlarının eşit olması, silindirlerin eşit yüklenmelerini temin eder.

Aksi takdirde bazı silindirler aşırı yüklenir, motor dengesiz çalışır ve ciddi arızalar oluşur..

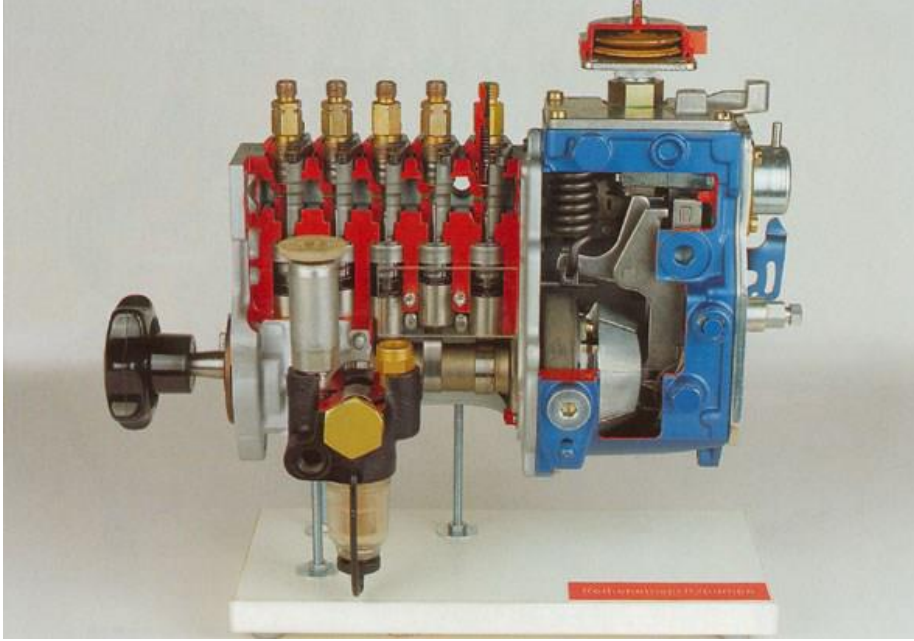
### **D-3 Çeşitleri**

- 1.Sıra (müstakil) tip pompalar
  - 2.Müşterek manifold sistemli pompalar
  - 3.GM tipi enjektör pompalar
  - 4.Cummins PT sistemi pompalar
  - 5.Distribütör tipi yakıt pompaları
- DPA pompa

- DPS pompa
- Roosa - Master pompa
- Amerikan bosch PSB pompa
- Alman bosch pompa

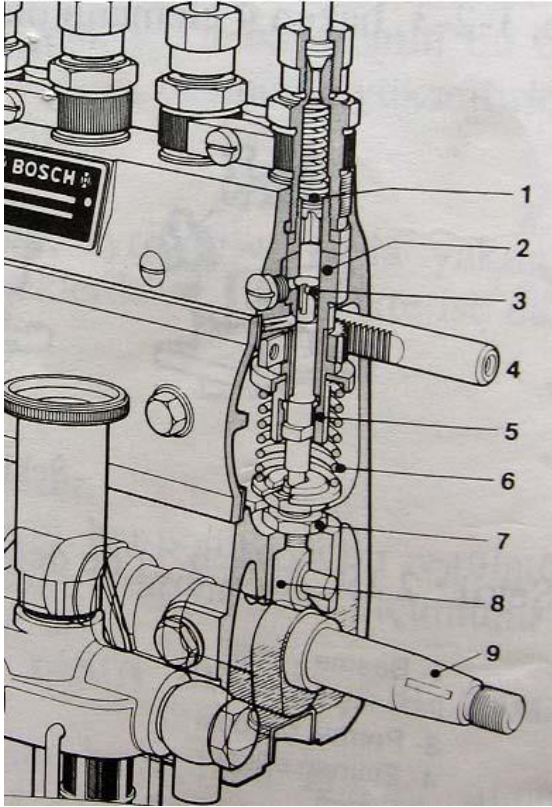
## 1. Sıra Tip Yakıt Enjeksiyon Pompası

### 1.1



Genel Yapısı ve Parçaları

Şekil 1.23: Sıra tip pompa kesiti



- 1.Basma ventili,
- 2.Eleman silindiri,
- 3.Eleman pistonu,
- 4.Kremayer,
- 5.Eleman gömleği,
- 6.Eleman yayı,
- 7.İtici kontra somun,
- 8.Makaralı itici,
- 9.Pompa kam mili

Şekil 1.24 sıra tipi pompanın kısımları

Sıra tipi pompalarda motorun her silindiri için ayrı bir eleman vardır. Eleman, bir silindir ve silindir içerisinde hareket eden bir pistonun meydana gelmiştir. Eleman pistonu silindir içinde ve belli bir kursta aşağı-yukarı hareket eder. Pistonun aşağı hareketini elemanın yayı, yukarı hareketini ise motorun yarı devri ile dönen pompa kam milinden aldığı hareketle makaralı itecek sağlar(şekil 1.3). Sıra tip pompalar, pompa kam milinin pompa veya motor üzerinde olmasına göre adlandırılır. Pompa kam mili pompa üzerinde ise (çoğunlukla böyledir) PE, motor üzerinde ise PF olarak adlandırılır.

Taksi, otobüs, kamyon gibi yüksek devirli araçlarda kullanılan sıra tip pompaları oluşturan parçaları şöyle sıralayabiliriz;

**Pompa Gövdesi** Çoğunlukla alüminyum alaşımından yapılmıştır. Pompanın ana parçasıdır. Diğer parçaları üzerinde taşır. Pompa kam milinin yatakları olduğu alt kısma pompa karteri denir. Pompa motora bağlama kulakları ile bağlanıyorsa PE; flanşla altında bağlanıyorsa PES pompa adını alır.

**Pompa Kam Mili (Eksantrik Mili)** Çelik alaşımından yapılmış, iki ucu bilyeli yataklara pompa karterine yataklarıdır. Üzerinde eleman sayısı kadar kam çıkıntısı ve besleme pompasını çalıştırmak için özel dairesel kam bulunur. Kam mili, motorun ateşleme sırasına uygun kam çıkıntılarından oluşmuştur. Kam yüksekliği püskürtme süresini belirler. Kam milinin konik uçlarından birine regülatör ağırlıkları (mekanik ağırlıklı regülatörlerde), diğerine pompa döndürme kaplini veya avans mekanizması takılır.

### İtecekler

Pompa kam milinin hareketini, eleman pistonuna iletir. Dengeli bir aşınma sağlamak için genelde makaralı şekilde yapılır.

### Pompa Elemanı

Konu sonunda ayrı bir başlık halinde anlatılacaktır

### Sektör Dişli (Yarım Ay) Dişli

Kremayerden aldığı hareketi eleman gömleğine iletir. Eleman gömleğine sökülebilir şekilde bir vida ile bağlanmıştır. Yakıt miktarının ayarlanmasında vida gevşetilerek gömlek sağa-sola çevrilir.

**Eleman Gömleği** Üzerinde eleman pistonun bayrağının geçmesi için bir kanal vardır. Bayrak bu kısma geçtiği için gömleğin sağa sola hareketi pistonu eksenine etrafında çevirir. Böylece yakıt miktarı değiştirilir.

### Eleman Yayı

Kamın yukarı hareket ettirdiği pistonun aşağı hareketini sağlar.

**Kremayer Mili** Pompa gövdesine yataklarıdır. Üzerinde eleman sayısı kadar dişli grubu veya yakıt ayar çatalı vardır. Bir ucu ile regülatör komuta koluna bağlanmıştır.

### Ventil

Konu sonunda ayrı bir başlık halinde anlatılacaktır

### 1.1.1. Pompa Elemanı

#### Görevleri

Pompa elemanı yakıt pompalarında en önemli parçalardan biridir. Yakıtın miktarını ölçmek ve basıncını yükselterek enjektörlere göndermek pompa elemanın görevidir.

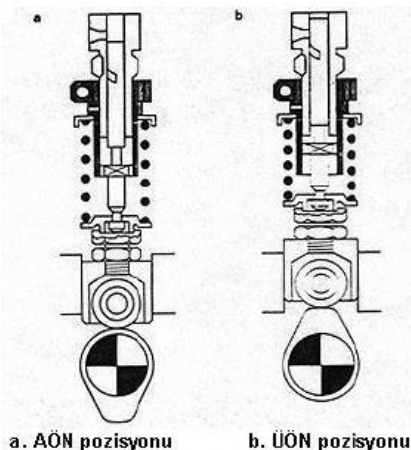
#### Yapısı

Pompa elemanı, eleman silindiri ve eleman pistonu olmak üzere iki kısımdan oluşur. Her iki parça da özel çelik

alaşımından yapılmış ve birbirine çok hassas alıştırılmıştır. İki parça arasındaki boşluk yaklaşık 0,0005 ile 0,001 mm kadardır. Aşındıklarında piston ve silindir beraber değiştirilir. Pompa elemanın çalışmasını anlayabilmek için eleman silindiri ile pistonunu ayrı ayrı inceleyelim.

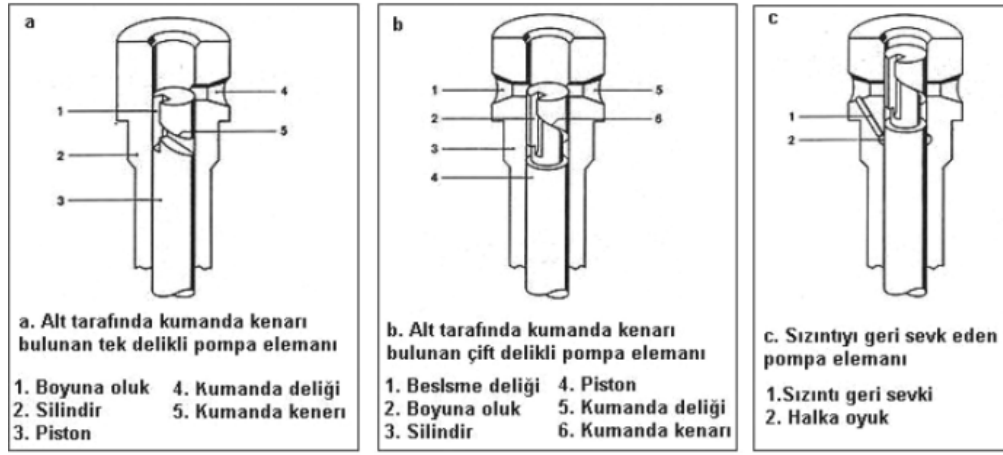
#### Eleman Silindiri

Elemanın hareketsiz parçasıdır. Silindirin dönmemesi için ya pompa gövdesindeki bir pimle veya tespit vidası ile gövdeye tespit edilir. Eleman silindirleri üzerinde yakıtın giriş ve dönüşleri için birden üçe kadar delik bulunur. En çok kullanılan bir ve iki delikli olanlardır.



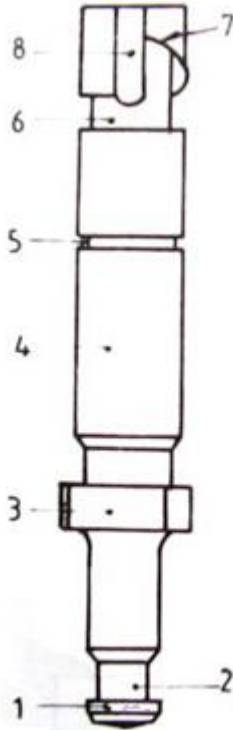
34 Şekil 1.25 Pompa elemanı

Şekil 1-26 Farklı tip eleman silindirleri



### Eleman Pistonu

Eleman pistonunu sap kısmı, baş kısmı, gövde kısmı olarak üçe ayırabiliriz. Aşağıdaki şekilde eleman pistonu ve kısımlarını göreceksiniz.



1. Piston faturası
2. Sap
3. Bayrak
4. Piston gövdesi
5. Yağlama kanalı
6. Azami kesit yüzeyi
7. Yakıt helisi
8. Stop kanalı

Eleman pistonunun sap kısmında eleman yayı ve tablasının oturması için bir faturalı kısım vardır. 3 numara ile gösterilen bayrak, eleman gömleği üzerindeki yuvaya girer, kremayerden gelen hareket eleman pistonuna bayrak üzerinden iletilir. Alt helisli pistonlarda basma başlangıcı sabit basma sonu değişik; üst helisli pistonlarda basma başlangıcı değişik, basma sonu sabit; alt-üst helisli pistonlarda ise hem basma başlangıcı, hem de sonu değişiktir. Eleman pistonları, yakıt helisinin yönüne göre sağ helisli, sol helisli olarak da adlandırılırlar.

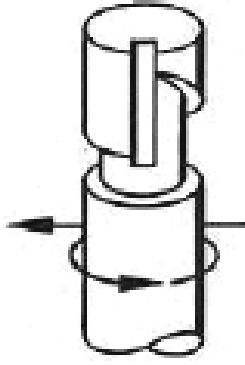
**Bayrak:** üzerindeki L ve R harfleri eleman pistonları üzerindeki yakıt helislerinin yönünü belirler. (L=sol, R=sağ)

**Stop kanalı:** pistonun üzerindeki basınçlı yakıtın azami kesit yüzeyine geçişini ve eleman silindirindeki by-pass (geri dönüş) deliği ile karşılaşarak stopu sağlar.

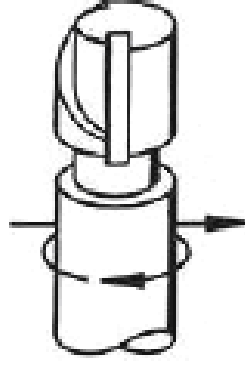
**Azami kesit yüzeyi:** yakıt helisinin hemen altındaki boyun kısmıdır. Stop kanalından gelen yakıtın toplandığı ve by-pass'ın olduğu yerdir.

**Yakıt helisi:** adımı çok büyütülmüş vida dişine benzer bir helistir. Silindire gönderilecek yakıtın miktarını belirler.

**Eleman pistonları:** yakıt helislerinin pistondaki yerine göre alt helisli, üst helisli ve alt üst helisli olmak üzere üçe ayrılır.



Alt helisli



Üst helisli



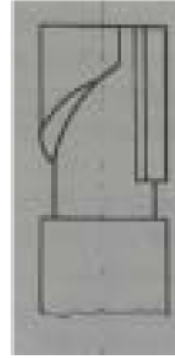
Alt ve üst helisli

Alt helisli pistonlarda basma başlangıcı sabit basma sonu değişik; üst helisli pistonlarda basma başlangıcı değişik, basma sonu sabit; alt-üst helisli pistonlarda ise hem basma başlangıcı, hem de sonu değişiktir. Eleman pistonları, yakıt helisinin yönüne göre sağ helisli, sol helisli olarak da adlandırılırlar.

Sağ helisli eleman



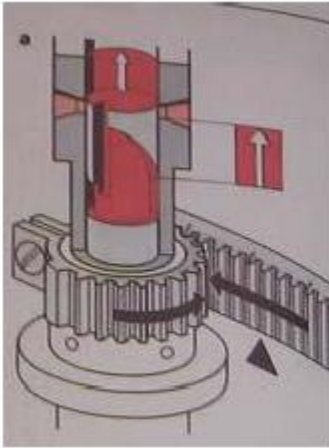
Sol helisli eleman pistonu



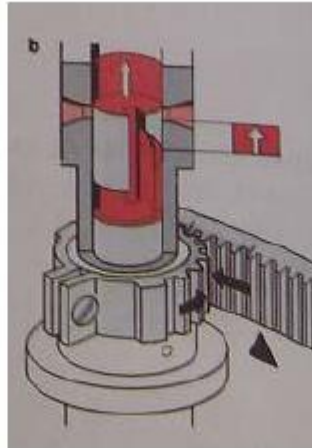
Yakıt helisinin yönüne göre pistonlar

Sağ helisli bir eleman pistonu sağa yani helis yönüne döndürülürse pompanın bastığı yakıt miktarı artar, sola döndürülürse azalır. Sol helislilerde tersi olur. Eleman pistonunun eleman silindiri içerisinde iki hareketi vardır. Birinci hareket aşağı yukarı harekettir. Pompa kam mili, kam yüksekliği (piston kursu) kadardır. Bu hareket ile yakıtın basıncı yükseltilecek enjektörlere gönderilir. İkinci hareket sağa sola dönme hareketidir. Gaz pedalı veya pompa regülatörü yüke ve devire göre pistonu eksen etrafında döndürür. Bu hareketle yakıtın miktarı artırılmış veya azaltılmış olur.

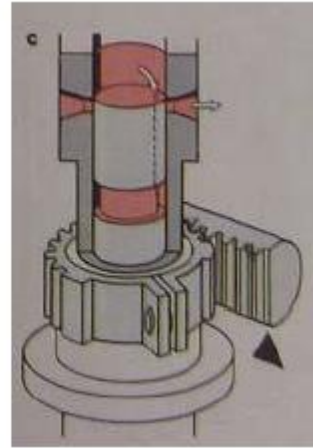
### Gaz Konumlarına Göre Çalışması



Tam gaz durumu



Yarım gaz durumu



Stop durumu

Aşağıdaki şekillerde de görüldüğü gibi pompa elemanını motorun çalışması sırasında üç konumda inceleyebiliriz. Bunlar tam gaz, yarım gaz ve stop durumudur.

Şekilde eleman sol helislidir.

**Tam gazda;** piston sola doğru fazla döndürülmüş olduğu için by-pass deliği karşısındaki helis yüksekliği fazladır ve yakıt miktarı artmıştır.

**Yarım gazda;** piston biraz sağa doğru döndürüldüğü için by-pass deliği karşısındaki helis yüksekliği azalmış ve yakıt miktarı düşmüştür.

**Stop durumunda** ise eleman pistonu tamamen sağa çevrilerek by-pass'la stop kanalı karşılaşmıştır. Bu durumda piston üzerindeki yakıt, stop kanalından by-pass deliği ile yakıt kanalına geri dönüş yapar. Basınç düşer, yakıt basılamaz ve motor durur.

**1.2.1. Ventil Görevleri:** Ventil'in görevlerini şu şekilde sıralayabiliriz;

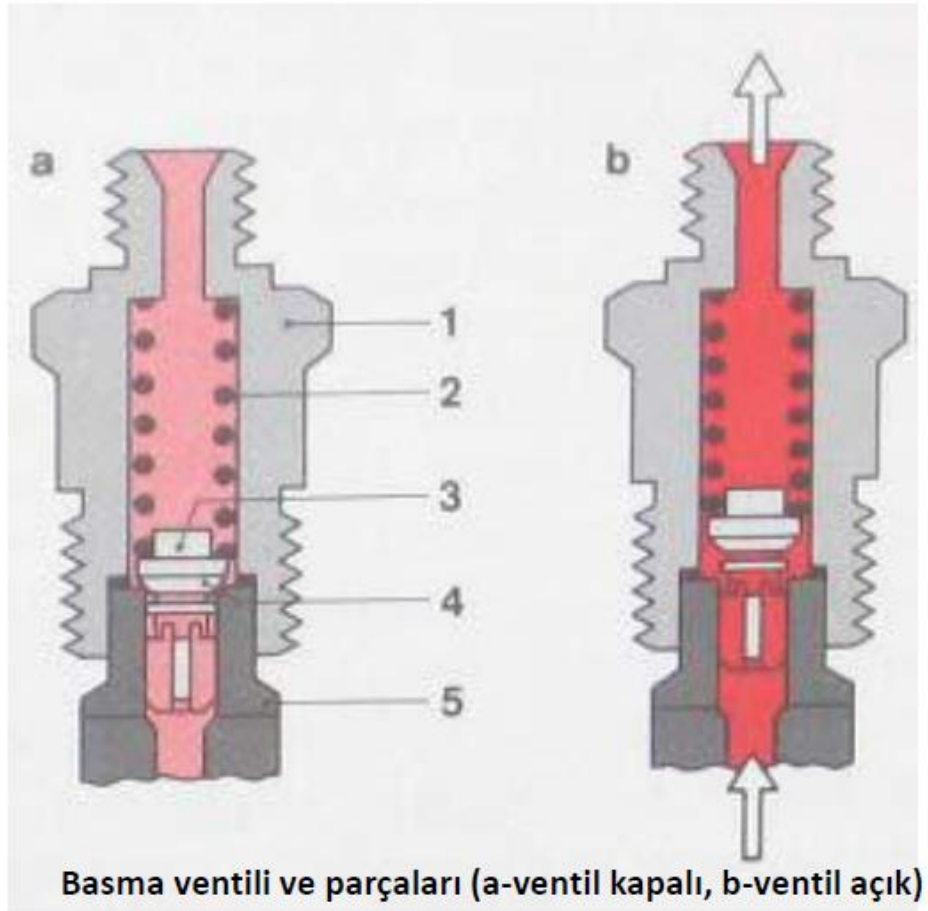
1. Eleman silindirinin üzerini kapatarak kaçırmaz bir hacim meydana getirmek.
2. Basma başlangıcında açılarak yakıtın enjektörlere gitmesini sağlamak.
3. Yüksek basınç borularındaki yakıtın silindire geri dönüşünü engellemek
4. Püskürtme sonunda kapanarak boşalttığı hacim oranında basıncın düşmesini ve enjektörün damlama yapmasını önlemek.

#### •Yapısı

Aşağıdaki resimde basma ventili ve parçalarını inceleyebilirsiniz.

- 1.Çıkış rekoru,
2. Ventil yayı,
3. Ventil supabı,
4. Ventil konisi,
5. Ventil gövdesi

Ventil özel çelik alaşımdan yapılmış olup bakır, plastik veya alüminyum conta kullanılır. Ventil yayı ise özel yay çeliğinden helis şeklinde sarılmıştır. Ventil supabını kapalı tutar. Çıkış rekoru ise ventil yayının üst ucunu sınırlar. ventil gövdesinin yerine tam oturmasını ve yakıtın yüksek basınç borularına geçmesini sağlar.



#### Çalışması

Pompa eleman pistonu üzerinde sıkışan ve basıncı artan yakıt, ventil yayının kuvvetini yenerek yüksek basınç borularına, oradan da enjektörlere geçerek silindir içerisine püskürtülür. Yakıtın püskürtülmesi, yakıt helisinin by-pass deliğini açmasına kadar devam eder. Basmanın bitmesine rağmen pistonun hareketi üst ölü noktaya kadar devam eder. Basınç düştüğü için ventil, yayın basıncı ile yerine oturur. Böylece enjektör borularında ventilin silindirik kısmı sayesinde bir miktar basınç düşüklüğü yaratılarak, hem enjektör iğnesinin yerine oturması, hem de boruların yakıtla dolu olması sağlanır. Buraya kadar olan kısımlarda sıra tip pompaları tanıtmaya çalıştık. Bu aşamada ileride pompaların bakımını yapabilmemiz için gerekli etiket bilgilerini inceleyeceğiz.

Her pompa üzerinde bir etiket bulunur. Etiket üzerindeki harf ve rakamlar o pompanın özelliklerini bize anlatır. Bu amaçla aşağıda örnek bir pompa etiketi incelenmiş, harf ve rakamların ne anlama geldiği gösterilmiştir.

### 1.2.2 Bosch tipi sıra PE-PES pompa etiketi:

**PE 6 P 100 A 320 L S825:**

P : Pompa

E : Kam mili pompa üzerinde

S : Flanşla alından bağlantılı

6 : Eleman sayısı (2,3,4,5,6,8,9,10,12 olabilir)

P : Pompanın büyüklüğü (kursorlarına göre; P=10,11,12 mm)

(M=7mm, A=8mm, B=10mm, MW=8,10mm, Z=12mm, C=15mm)

100 : Eleman piston çapının 10 katı (10 mm)

A : Pompada yapılan değişiklik

320 :

**3.....: Yüzler basamağındaki rakam;1,2,3,4,5,6 olabilir. Bu rakam bize kam mili**

çentiğinin pompanın neresine geleceğini ve besleme pompası sayısını bildirir. Rakam tek sayı ise (1,3,5 gibi) çentik pompanın soluna, rakam çift ise (2,4,6 gibi) çentik pompanın sağına gelir.

Rakam 1-2 olursa besleme pompası yok

Rakam 3-4 olursa besleme pompası var, bir adet

Rakam 5-6 olursa besleme pompası var, 2 adet

**2.....: Onlar basamağındaki bu rakam pompa üzerinde bir regülatör olup olmadığını, varsa pompadaki yerini gösterir(0,1,2 olabilir).**

Rakam 0 olursa regülatör pompa üzerinde değildir.

Rakam 1 olursa regülatör vardır, pompanın solundadır.

Rakam 2 olursa regülatör vardır, pompanın sağındadır.

**0.....: Birler basamağındaki bu rakam pompa üzerinde avans değiştirici olup olmadığını, varsa pompadaki yerini gösterir (0,1,2 olabilir)**

Rakam 0 olursa avans değiştirici yoktur.

Rakam 1 olursa avans değiştirici vardır, pompanın solundadır.

Rakam 2 olursa avans değiştirici vardır, pompanın sağındadır.

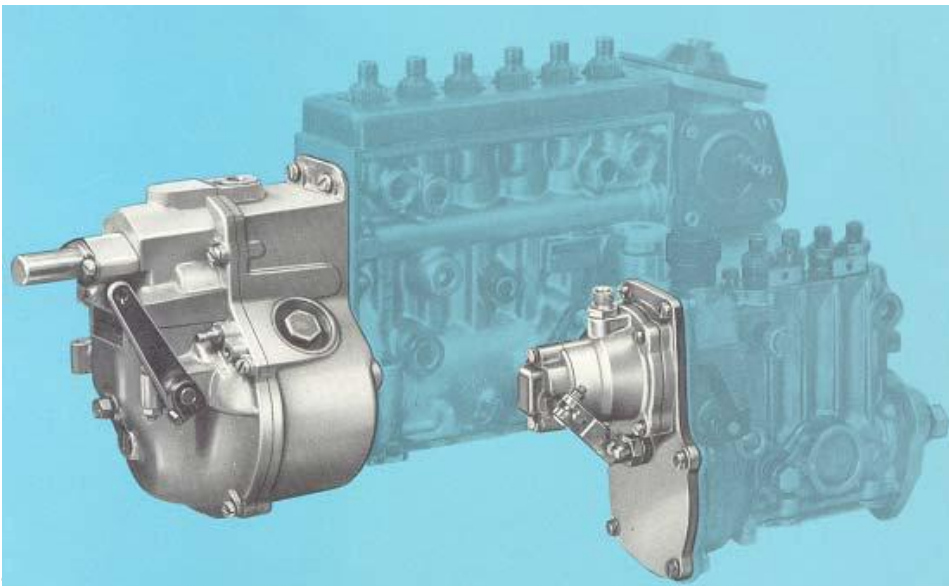
**L : Sola dönüşlü pompa**

**R : Sağa dönüşlü pompa**

**S825 : Pompa tanıtma numarası**

Besleme pompasının takıldığı taraf veya pompa etiketini önümüze aldığımızda, solumuz pompanın solu, sağımız pompanın sağıdır.

### 1.2.3. Regülatör



Yakıt donanımının küçük fakat önemli parçasıdır. Dizel motorlarda, motorun yüküne ve devrine göre gerekli yakıt miktarını otomatik olarak kontrol eden üniteye regülatör denir. Regülatörler yakıt pompası veya motor üzerinde bulunur.

#### **Görevleri**

Sıra tip pompalarda kullanılan regülatörlerin birkaç görevi birden yapması istenir. Bu görevleri şöyle sıralamak mümkündür:

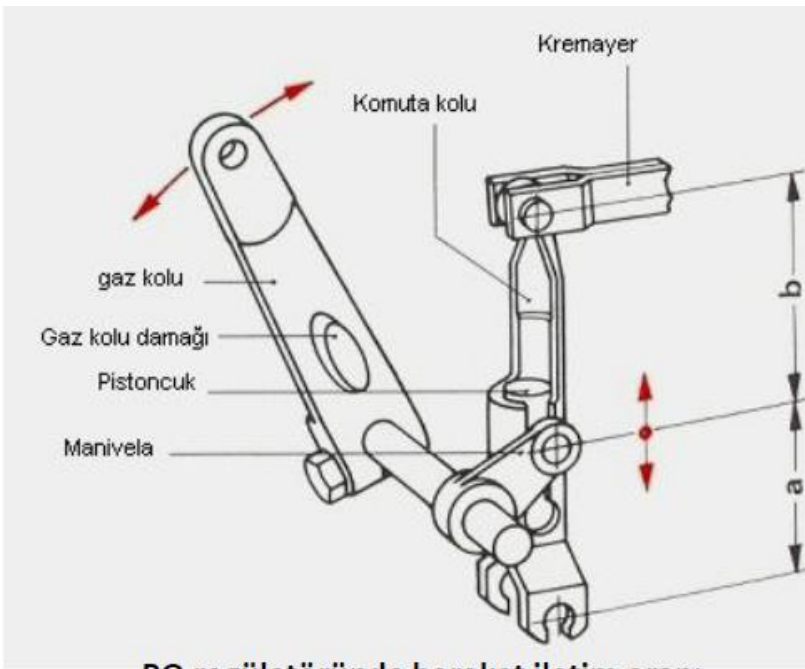
1. Motoru rölantide ve belirli bir devirde, stop ettirmeden çalıştırmak.
2. Motorun rejim hızını (en uygun yakıtla, en yüksek gücün elde edildiği sınırlandırılmış en fazla devir) aşmadan, düzenli bir şekilde çalışmasını sağlamak.
3. Rölanti ve rejim hızı devirleri arasında sürücüye kumanda imkânı vermek.
4. Yüksek devirlerde silindirlere alınan havaya uygun yakıt göndermek

### Çeşitleri ve Yapıları

Sıra tıp yakıt pompalarında kullanılan regülatörler; mekanik regülatörler (hız sınırlandırma regülatörleri, değişik hız regülatörleri), pnomatik (vakumlu) regülatörler olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür. Mekanik regülatörlerin yapılarında ve çalışmasında birçok benzerlik vardır. Genellikle ağırlıklar vardır ve merkezkaç esasına göre çalışırlar. Regülatör yayları ağırlıkları kapattığında, kremayer gaza doğru itilir. Ağırlıkların merkezkaç kuvvetle açılmasında, kremayer stopa çekilir. Yay kuvveti ile ağırlıkların merkezkaç kuvvetinin eşit olması halinde motorun belirli bir devirde çalışması gibi durumlar bütün mekanik regülatörlerde hemen hemen aynıdır.

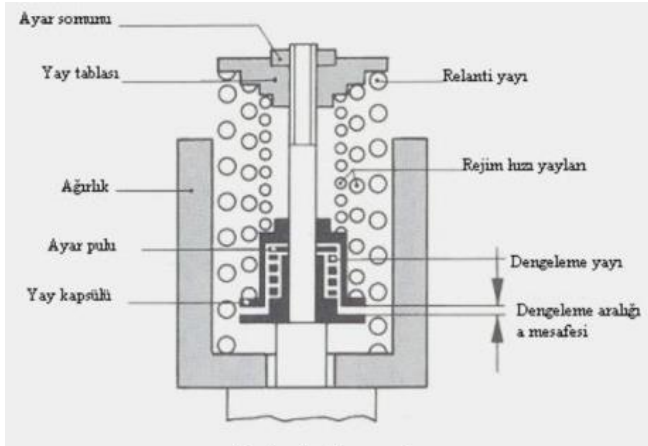
### Çalışması

- Mekanik regülatörler

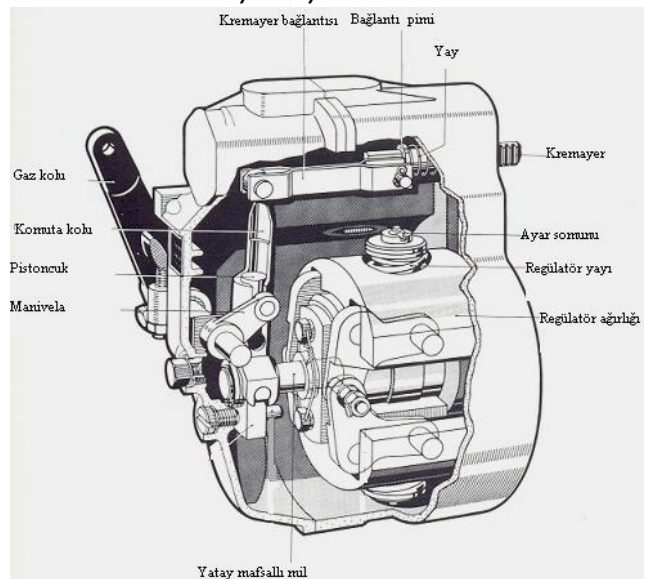


RQ regülatöründe hareket iletim oranı

komuta kolu kremayeri 1,35 mm stop'a çekecektir, yüksek devirlerde  $a/b = 1/3.23$ 'tür



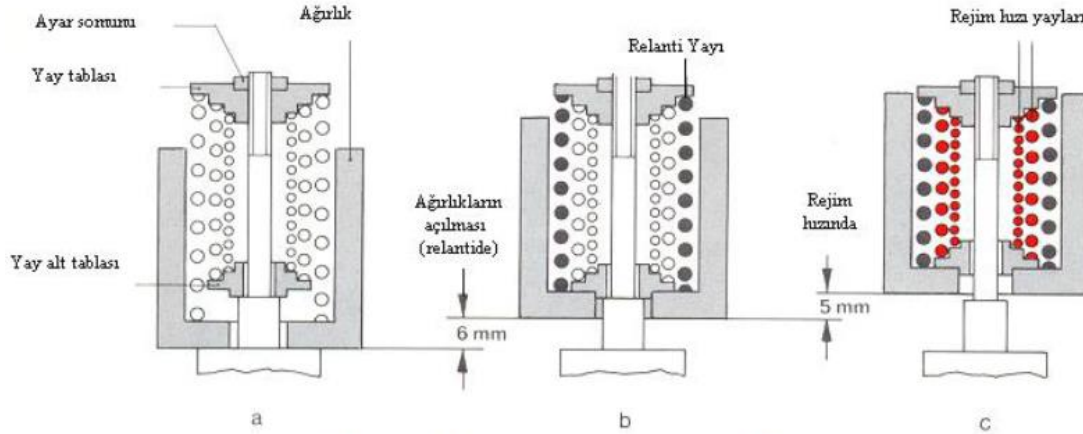
Regülatör ağırlığı ve yayları



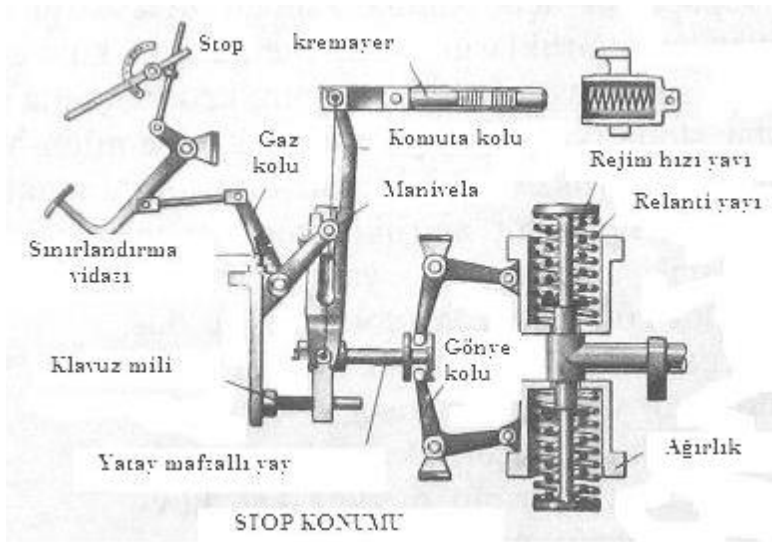
Yatay mafsalh mil

Bir merkez etrafında dönen cisimler daima bu merkezden uzaklaşmaya çalışır. Buna merkezkaç veya santrifüj kuvvet denir. Dönen cisimlerin hızı azalır ise merkezkaç kuvvet de azalır. Hız artarsa merkezkaç kuvvet de artar. Mekanik regülatörün temel çalışma prensibi buna dayanır. Yukarıda temel çalışma prensibi anlatılan mekanik regülatörler, rölanti ve rejim hızını sınırlandırır (Bosch RQ mekanik regülatör, basit ve anlaşılır olduğu için örnek olarak seçilmiştir). Bu Regülatörlerde , pompadaki sarsıntı ve titreşimlerin regülatöre geçmesini önlemek için, regülatör kovani ile pompa kam mili arasında lastik takozlar konmuştur Hareket iletim oranı rölantide;  $a/b = 1/1.35$  ( ağırlıklar 1mm açılırsa regülatör

Ağırlıkların regülatör kovanına göre açılması; rölantide 6 mm, rejim hızını geçince de 5 mm, toplamda 11 mm'dir. Ağırlıklara kumanda eden 4 yay vardır (yay sayısı bazılarında 3 olabilir). Bu yaylar dıştan içe doğru şöyle sıralanır; rölanti yayı, rejim hızı yayı, rejim hızı yardımcı yayı, dengeleme (tork kontrol) yayı.



Regülatör ağırlıklarının motor devrine göre açılması

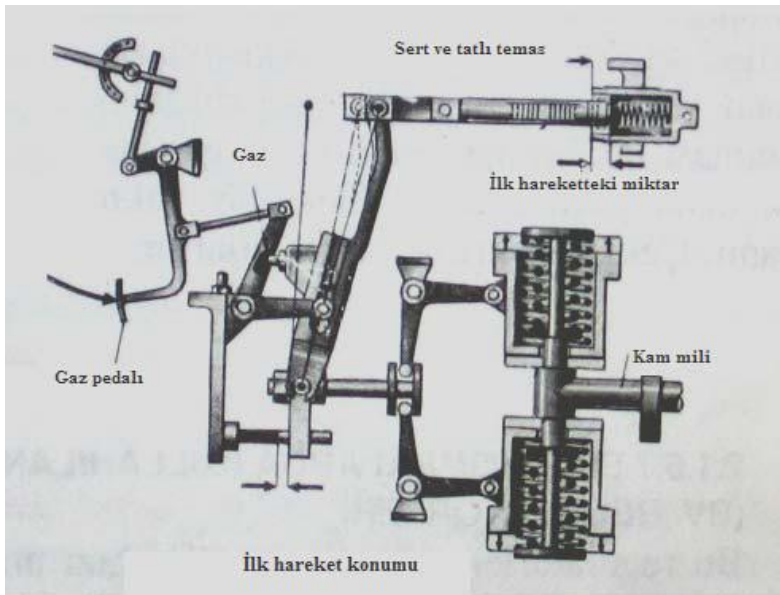


STOP KONUMU

Regülatörün motor devrine göre çalışma durumları aşağıda incelenmiştir

#### Stop Durumu

Altındaki şekilde de görüldüğü gibi gaz pedalına basılmamış veya el gazı stoptadır. Gaz kolu damağı, rölanti sınırlandırma vidasına oturmuştur. Regülatör ağırlıkları kapalı, kremayer mili geride, kayıcı piston komuta kolu silotunun üst kısmındadır.

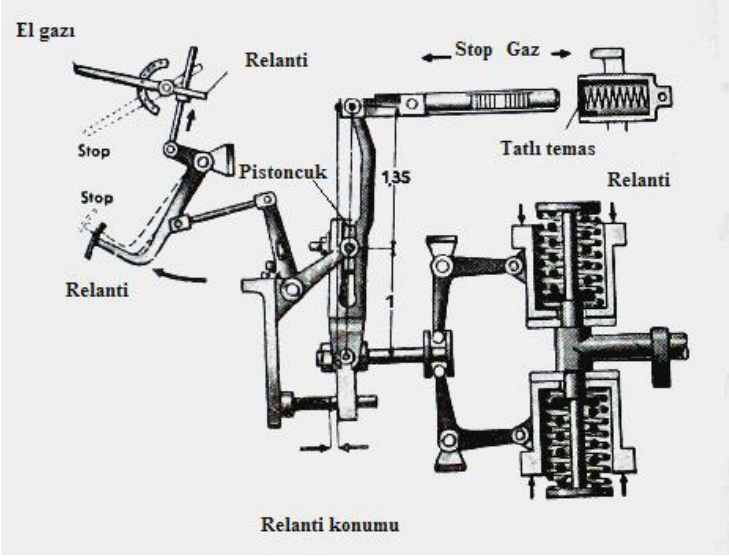


İlk hareket konumu

#### İlk Hareket Durumu

İlk harekete geçme esnasında gaz pedalına basılır ve gaz kolu yüksek devir ayar vidasına dayanır. Kremayer mili ilk harekette fazla yakıt verme yaylı pistonunu iterek tam gaz durumuna gelmiştir.

Motor ilk çalıştırmada tam gaz durumu nedeniyle, yüksek devirde çalışır. Ağırlıklar merkez kaç kuvveti ile açılmaya başlar. Ayak, gaz pedalından kaldırıldığında tekrar kapanarak, rölanti çalışması sağlanmış olur.

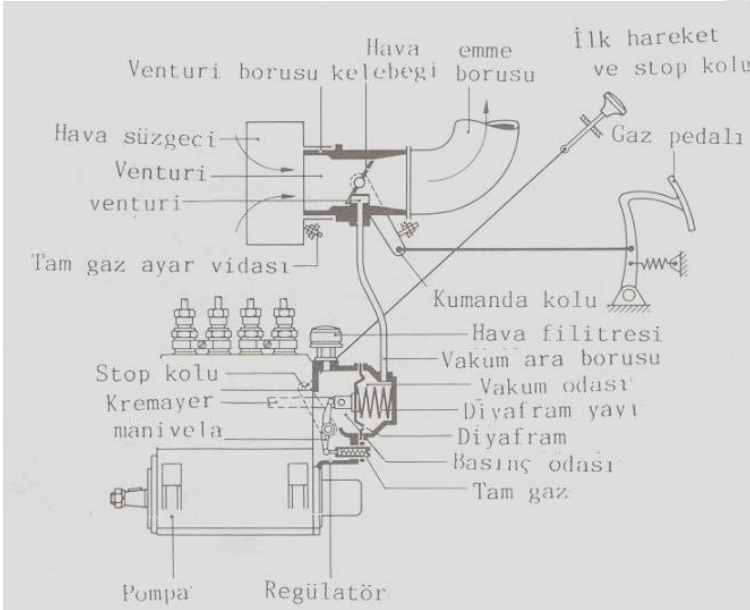
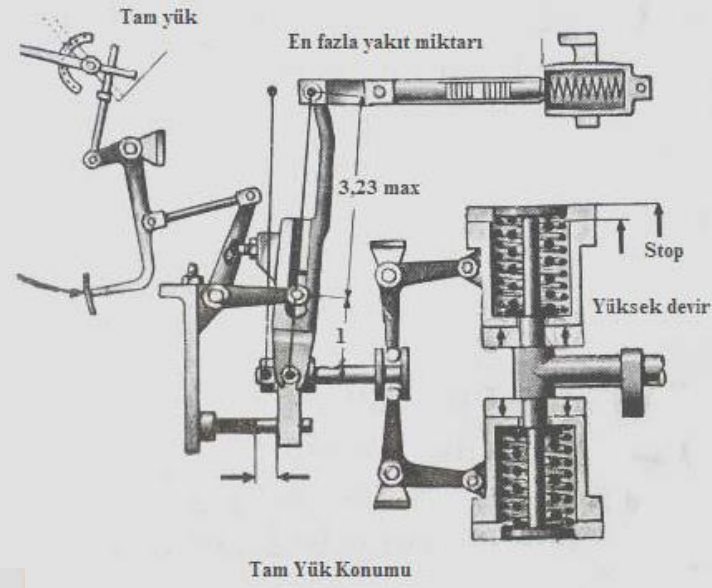


**Rölanti Durumu:** gaz pedalı serbest bırakılmış veya gaz kolu relanti durumuna getirilmiştir. Kremayer gaza biraz itilmiş olduğu için enjektörlere rölanti çalışmasına yetecek kadar yakıt gönderilmektedir. Ağırlıklar rölanti yayı üzerinde çalışmaktadırlar.

### Yüksek Devir Durumu

Gaz pedalına sonuna kadar basılır. Gaz kolu yüksek devir ayar vidasına dayanır.

Kremayer yaylı pistonu tam temas etmiştir. Motor rölanti devrini geçtikten sonra, ağırlıklar rejim hızı tablası yerine dengeleme yayı alt tablasına dayanır. Motorun devri biraz daha artacak olursa emilen hava bir miktar azalır. Dengeleme yayının sıkışması sonucu ağırlıklar 1mm açılır. Açılan ağırlıklar kremayeri bir miktar stop'a çeker. Böylece yakıtın miktarı, emilen havaya göre dengelenmiş olur.



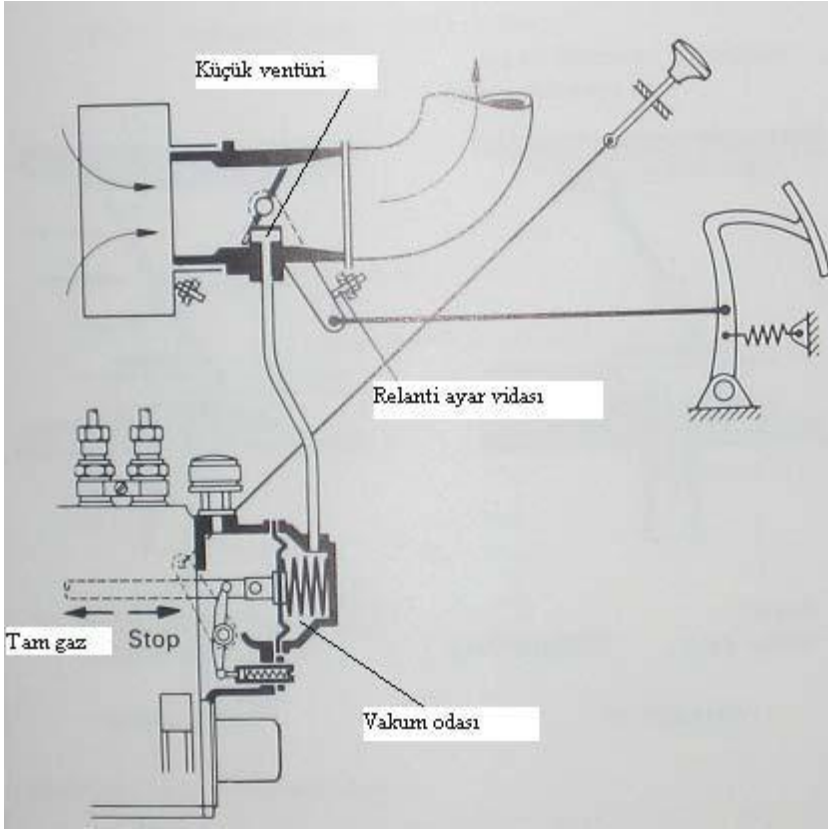
### Pnömatik Regülatörler

Küçük ve yüksek devirli dizel motorlarında kullanılır. Çünkü mekanik regülatörler bu araçlar için ağırdır ve fazla yer kaplamaktadır. Emme manifoldundan geçen havanın, venturi boğazında yarattığı vakum değişikliğine göre yakıtın kontrolünü yapan bir regülatördür.

•Pnömatikregülatör iki ana parçadan oluşmuştur;

### 1.Emme manifoldunda bulunan ventürü kısmı

## 2.Regülatör kısmı



**Ventüri;** hava filtresi ile emme manifoldu üzerindeki boruya yerleştirilmiştir. Daralan bir boğaz olup, emme borusundan geçen havanın hızını artırarak basıncını düşürür. Ventürinin en dar yerinde, havayı açıp kapatan bir hava kelebeği vardır. Kelebek pedala bağlıdır. Hava kelebeğinin durumuna göre, ayar için gerekli vakum düşük, orta ve yüksek devir sayısına göre değişir. Regülatör boşluğu diyafram tarafından iki odaya bölünmüştür. Hava kelebeğine bir boru veya hortumla bağlı olan kısma vakum odası denir. Dış hava ile bağlantılı olan kısma da basınç odası denir. Esnek olan diyafram göbeği kremayer miline bağlıdır. Regülatör yayının basıncı diyafram üzerindeki vakumdan fazla ise kremayer tam gaza doğru itilir. Vakum fazla olursa kremayeristop'a doğru çeker. Motor çalışmadığı zaman, hava kelebeği büyük ventüriyi kapatır ve diyafram yayı

diyaframa baskı yaparak kremayer milini devamlı olarak tam gazda tutar. Motorun marşına basıldığı zaman silindirlere emme zamanında vakum meydana gelir. Bu vakumun etkisi altında kalan açık hava, hava filtresinden, ventüriden geçerek emme manifoldundan silindire dolar. Ventüri bölümünde hava kelebeği büyük ventüriyi kapatmış konumdadır. Küçük ventüriden geçen havanın, hız artması sonucu basıncı düşer. Yani vakum oluşur.

Artan vakum diyaframı etkisi altına alır. Vakumun etkisi altında kalan diyafram, diyafram yayının karşı basıncını yenerek kremayer milini gaz kesme(stop) yönünde çekerek hareket ettirir. Yani motor, marş süresince ve ilk çalıştığında kremayer mili tam gaz konumunda olur. Motor yüksek devirle çalışır çalışmaz regülatör devreye girerek motor devrini rölanti devrine düşürür. Gaz pedalına basıldığında motor hızı artar. Aynı zamanda pedal konumuna uygun olarak hava kelebeği de açılır. Ventüriden geçen hava miktarı çoğaldıkça meydana gelen vakum değeri de yükselir. Vakum değeri, diyafram yayının karşı basıncını yendiği an kremayer milini gaz kesme yönünde çekerek enjektörlere basılan yakıtın miktarını azaltıp, motorun tehlikeli yüksek devirlere çıkmasını engeller. Bu şekilde regülatör çalışmasını tamamlamış olur.

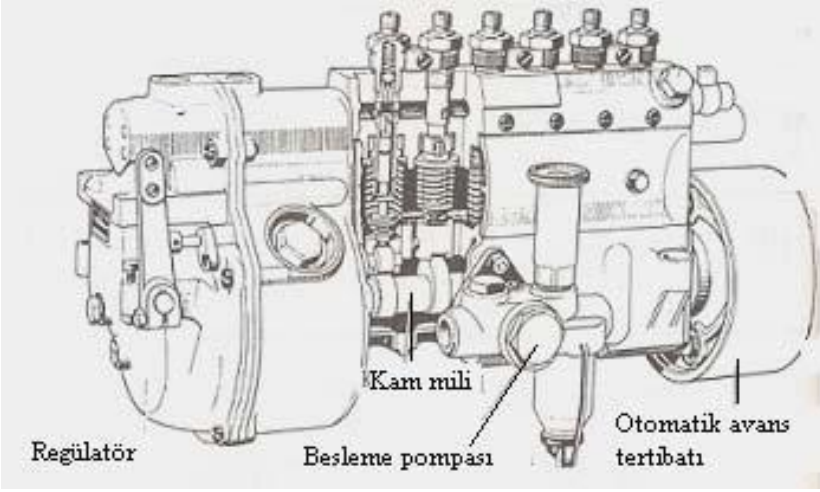
### 1.2.4. Avans Sistemleri

Dizel motorlarda yakıtın püskürtülmesiyle, tutuşma arasında geçen zaman (tutuşma gecikmesi) nedeni ile yakıtın ÜÖN'dan (üst ölü nokta) önce silindirlere püskürtülmesi gerekir. Püskürtme ÜÖN'da olacak olursa, tutuşma gecikmesinden dolayı yanma ÜÖN'yu  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  geçe tamamlanamaması sonucu, motorun gücü ve torku düşer, çekiş azalır. Yanma odasına sıkıştırılan havanın içine enjektör ile püskürtülen yakıtın yanması için ortalama 1 / 300 saniyelik zaman gerekir. O halde piston ÜÖN'ya çıkmadan 1 /300 saniye önce enjektör yakıtı püskürtmeye başlaması gerekir. Bu olaya püskürtme avansı denir. Dakikada 600 devirle çalışan bir motor için, krank mili dönüşü cinsinden 18 derecelik bir püskürtme avansı gerekmektedir.

### Avans tertibatının pompa üzerindeki yeri

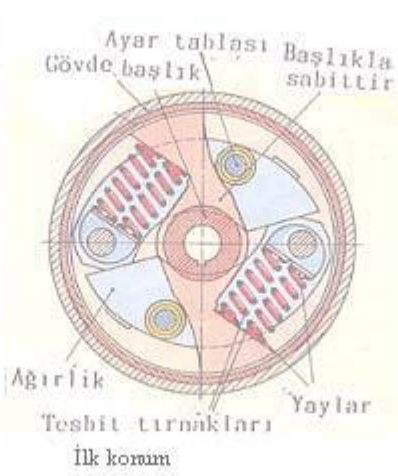
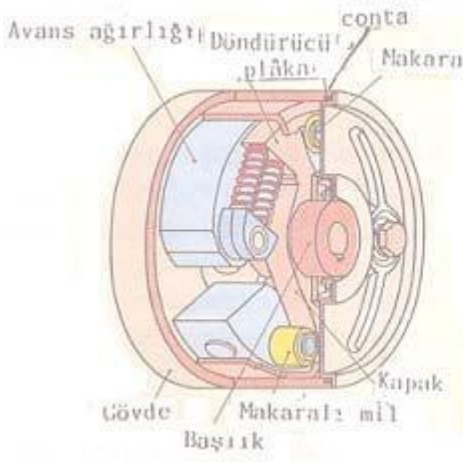
### Görevleri

Avans sistemlerinin görevi, devamlı değişen motor devirlerine göre gerekli olan avans derecesini sağlamaktır.



### Çalışması

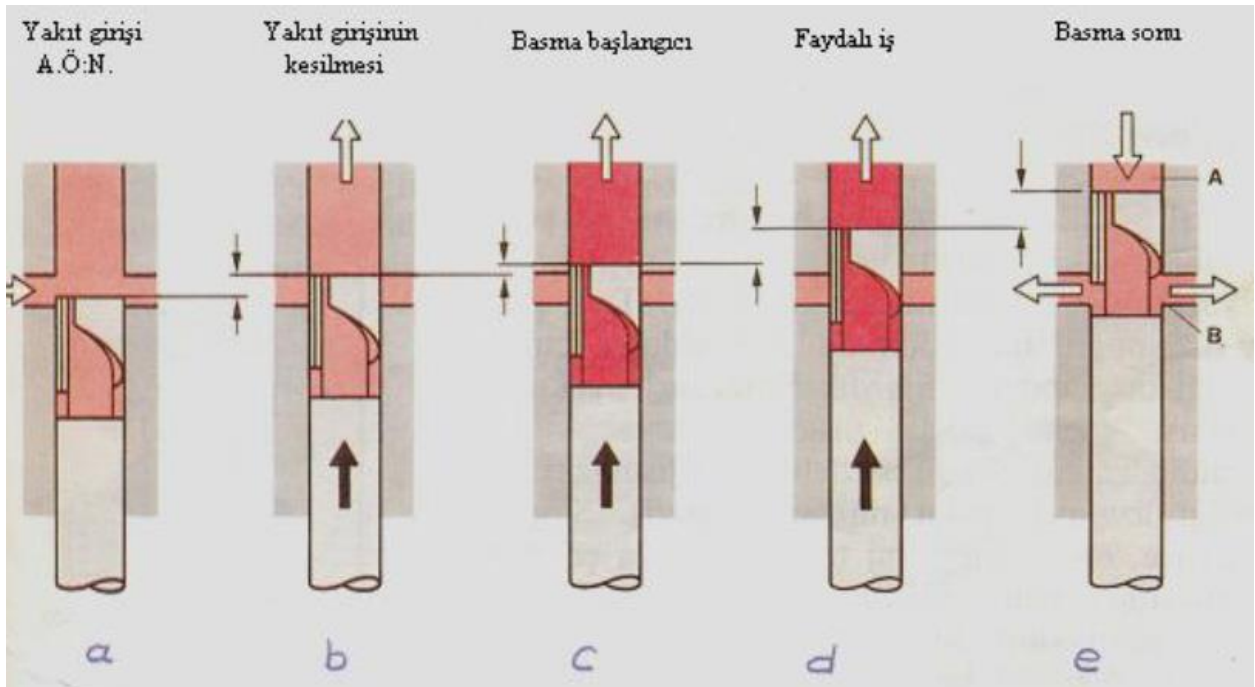
Sıra tipi motorlarda mekanik (otomatik) avans sistemleri kullanılmaktadır. Şimdi mekanik avans mekanizmasının çalışmasını inceleyelim



### Otomatik avansın kesiti ve çalışma durumları

Pompa kam milinin devri arttığında ağırlıklar merkezkaç kuvvetinin yardımıyla yay basınçlarını yenebildiği oranda dışa doğru açılır. Ağırlıkların açılmasıyla pompa kam mili flanşı (kamalı göbek) pompa dönüş yönünde çevrilerek gerekli avans verilir. Pompa devri düştüğünde, yaylar açılarak ağırlıkları eski durumuna getirir ve avansı düşürür.

### 1.2.5. Sıra Tipi Yakıt Enjeksiyon Pompalarının Çalışması

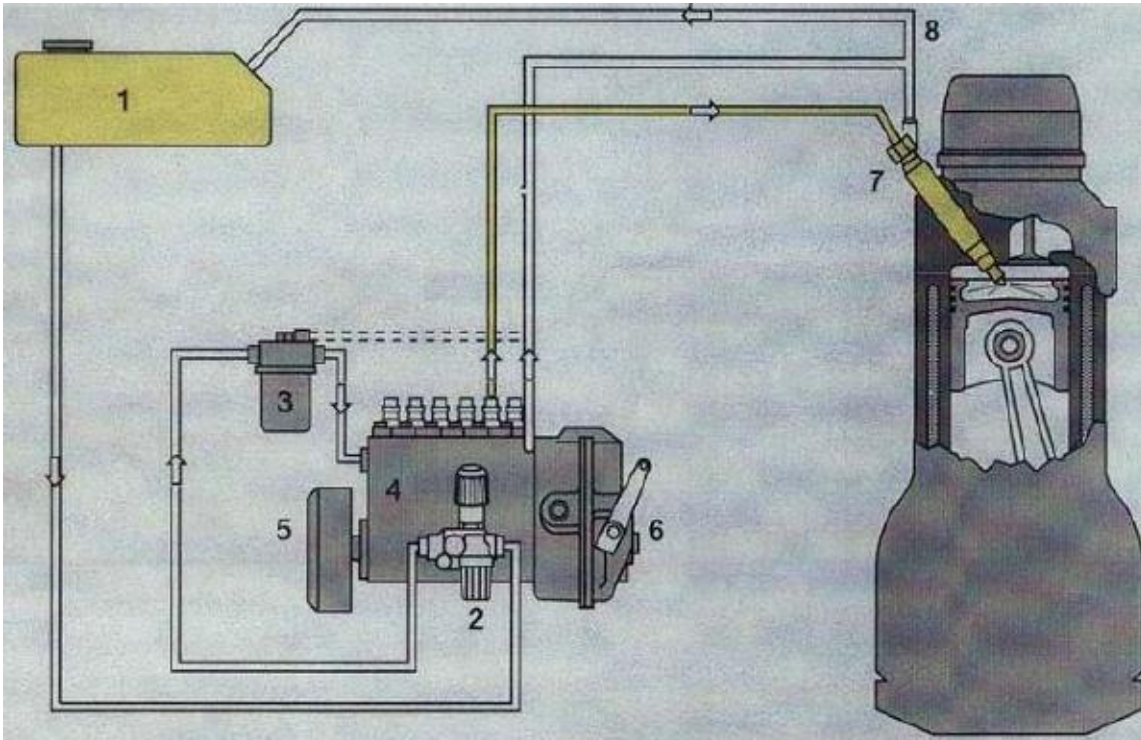


### Sıra tipi pompanın çalışması

Filtreden temizlenerek gelen yakıt, pompa gövdesinin üst kısmında bulunan yakıt kanalına dolar. Pompa kam mili çıkıntısı, makaralı itecek altından ayrıldığında; eleman yayı eleman pistonunu AÖN'ya getirir. Eleman silindirinin giriş ve by-pass deliği açılır. Yakıt bu deliklerden silindire dolar (Şekil.a). Giren yakıtın basıncı az olduğundan ventili açamaz. Kam milinin dönme hareketi ile Ü.Ö.N.'ya hareket eden piston önce her iki deliği kapatır (b), yakıtı sıkıştırmaya başlar (c). Sıkışan ve basıncı artan yakıt ventili açarak enjektör borularından enjektöre gider (d). Enjektör yakıtı püskürtür. Yakıtın püskürtülmesi, yakıt helisinin by-pass deliğini açmasına kadar devam eder (d). Yakıt helisi by-pass deliğini açınca, piston üzerinde sıkışan yakıt, stop kanalından azami kesit yüzeyine oradan da bypass deliği ile yakıt kanalına geçer (e). Basma bitmesine rağmen pistonun hareketi devam eder. Basınç düştüğü için ventil yerine oturur. Böylece ventilin silindirik kısmı, sayesinde enjektör borularında basınçlı yakıt kaldığı için püskürtme hızlı başlar enjektörde damlatma yapmaz. Pompa kam mili döndüğü sürece yukarıdaki işlemler tekrarlanarak devam eder.

### 1.2.6. Sıra Tip Yakıt Enjeksiyon Pompasının Motordan Sökülmesi ve Takılması

Yakıt enjeksiyon pompalarını motordan sökerken aşağıda verilen işlem sırasına dikkat ediniz.



Sıra tip yakıt pompa ve yakıt sistemi bağlantıları

- 1-Yakıt deposu, 2- Besleme pompası, 3- Filtre, 4- Sıra tip pompa,  
5- Avans mekanizması, 6-Regülatör, 7- Enjektör, 8- Geri dönüş hattı

**Yakıt Pompasının Sökülmesi** Besleme pompasının giriş ve çıkış boru ve rekorlarını sökünüz. Yakıt pompası yakıt giriş borusunu ve rekorunu sökünüz.

**Not: Yakıtın yere akmasını önleyip temiz bir kaba alınız.**

Pnomatikregülatör üzerindeki vakum emiş rekorunu ve borusunu, alt rekoru kontra ederek sökünüz. Pompa kaplininin iki adet civatasını sökünüz.

**Not: Bu civatalardan biri uzun ve pimlidir. Bunu pompa kaplini delik olan yere takmak gerekir. Pompayı, 4 tespit civatasını sökerek bağlama plakasından ayırınız.**

**Yakıt Pompasının Takılması** Krank milini dönüş yönünde (sağa doğru) çevirin. Motor 6 silindirli ise 6. silindirin egzoz supabı kapanıp emme supabı açılmaya başlarken 6. silindir bindirmede, 1. silindir ise sentededir. Bu durumda volan muhafaza kapağı üzerindeki delik ortasına, volan üzerindeki TCD (ÜÖN) harfleri

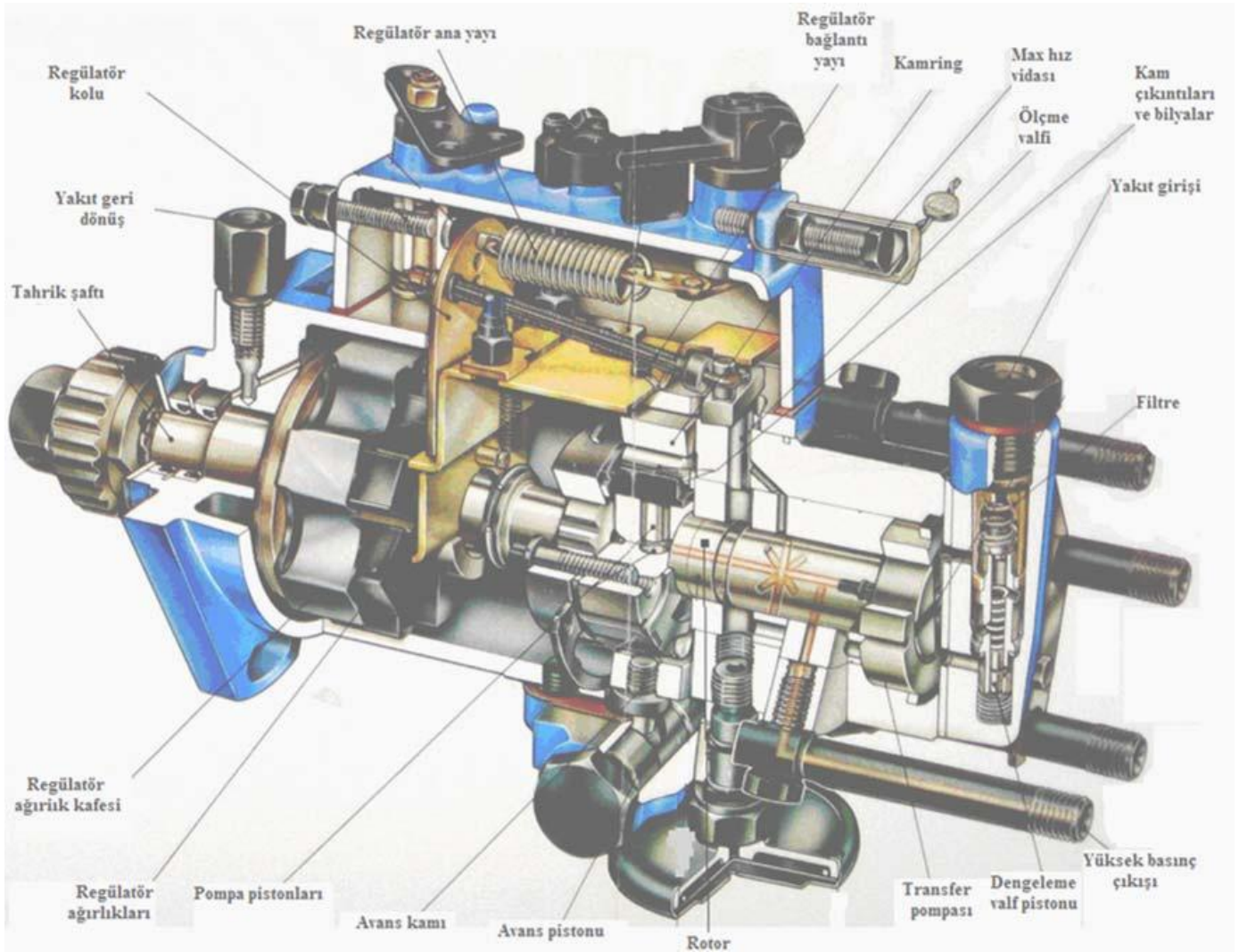
gelmişolabilir. Püskürtme avansı için krank milini dönüş yönünün aksine (sola), verilen avans derecesi kadar çeviriniz.

**Not:**

• Bu işlemlerin daha kolay yapılabilmesi için külbütör muhafaza kapağının ve enjektörlerin sökülmüş olması gerekir. Püskürtme avansı volan üzerinde ya rakamla derece olarak veya harflerle gösterilmiştir. Bu işlem için motorun kataloğundan yararlanınız. • Pompanın dönüş yönünü tespit eden pompa kontrol kapağını açınız. • Pompa kam milini kaplininden (flanş) tutarak dönüş yönünde çeviriniz. Kaplin tarafındaki birinci eleman iticisi yukarı çıkmaya başladığında, kaplin üzerindeki çizgiyi, pompa gövdesindeki çizgi ile karşılaştırın. Bu, birinci elemanın basma başlangıcıdır.

**Not: Bazı Bosch tipi sıra pompalarda, pompa ön kapağı üzerinde R ve L harfleri ile kam mili kaplin tarafında bir çizgi vardır. Pompa dönüş yönüne göre, kam milindeki çizgi ile pompa ön kapağındaki harflerden biri karşılaştığında (örneğin, pompa sağa dönüyorsa kam mili üzerindeki çizgi pompa ön kapağındaki R harfi ile karşılaştırılır) basma başlangıcı sağlanmış olur.**

## 2. D.P.A. TİP POMPA



Distribütör yakıt pompalarının en büyük özeliği, yakıtı bir distribütör gibi motor ateşleme sırasına göre ve eşit miktarlarda enjektörlere göndermesidir. Teknik avantajları da vardır.

• Yapıları basittir ve kolay sökülüp takılırlar.

- Sıra pompalara göre daha az yer kaplar.
- Yüksek devirli motorlarda daha verimli çalışırlar
- Özel yağlamaya gerek yoktur.
- Ayarlanması kolay ve basittir

İşte bu özellikleri nedeniyle bugünün hafif ve yüksek devirli araçlarında çokça kullanılır. Distribütör tip yakıt pompaları birçok değişik tipte yapılmış, fakat bazıları kullanışlı olmadığından kısa ömürlü olmuş. Bazıları ise başarı ile dizel motorlarında kullanılmaya devam etmiştir. Bugün dünyada en çok kullanılan distribütör tip yakıt pompalarından biride DPA tip yakıt pompalarıdır.

### 2.1. Genel Yapısı, Parçaları

DPA pompa yakıt girişi kontrollü, tek silindirli, karşıt pistonlu, distribütörlü bir pompa olarak tanımlanır. Yapısı basit olup üzerinde sıra tipi pompalardaki gibi yaylar bilyeli yataklar dişliler yoktur. Böylece motorun sesiz çalışması temin edilmiş olunur hem de ayrı yağlamaya gerek duyulmaz. Motorun iyi ve düzgün çalışması için gerekli olan avans tertibatı, regülatör ve besleme pompası gibi yardımcı parçalar bir gövde içinde toplanmıştır. Hidrolik ve mekanik regülatörlü olarak yapılırlar. Motora yatay, dikey veya herhangi bir açıda flanşla bağlanırlar.

**D.P.A. Distribütör Tip Yakıt Pompalarının görevleri:** • Yakıtın basıncını yükseltir • Motorun gereksinimine göre yakıtın miktarını ölçer. • Yakıtı belirli zaman aralığında enjektörlere gönderir.

### D.P.A. Distribütör Tip Yakıt Pompalarının parçaları

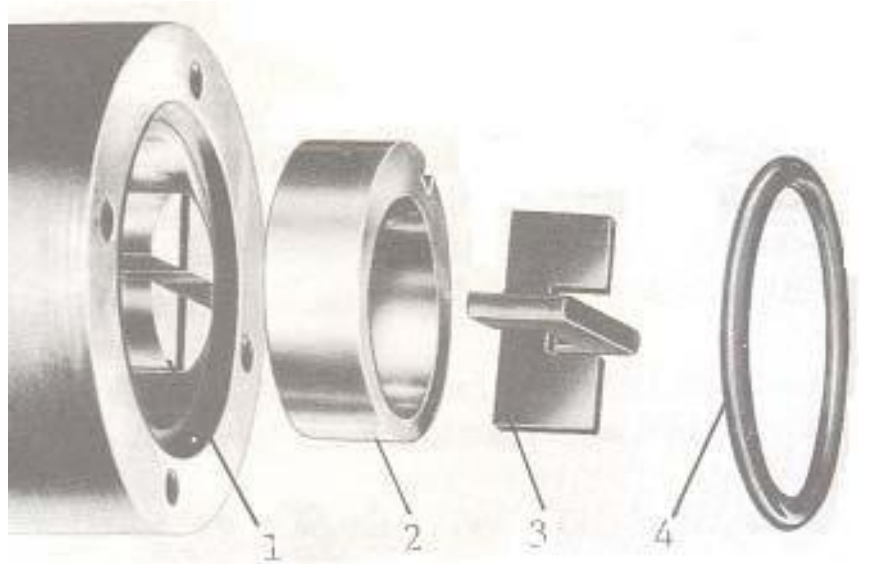
- Pompa kısmı( hidrolik başlık, Rotor, içi kamlı halka)
- Tahrik şaftı ve plakası
- Transfer pompası ve kapağı
- Regülatör (düzenleyici)
- Avans düzeni
- Pompa gövdesi
- **Tahrik şaftı ve plakası:** Her iki ucundan kamalı olan tahrik şaftı, motordan aldığı hareketi plakaya iletir. Plaka ise iki civata ile rotora tespit edilmiştir rotoru ve buna bağlı parçaları döndürerek pompanın çalışmasına yardımcı olur.

#### • Transfer pompası ve kapağı:

Görevi, motorun besleme pompası tarafından gönderilen yakıtı almak, basıncını yükselterek sisteme göndermektir. Transfer pompası bir çift palet ve palet taşıyıcısından oluşur palet taşıyıcısı çelikten yapılmış olup, motorun dönüş yönüne göre sağ veya sol vida ile pompa rotoruna takılır ve hareketini buradan alır.

#### 2.2.1. Yapısı

İki temel parçadan oluşmuştur. Bunlar, hidrolik başlık ve rotordur



**Şekil 2. 2: Transfer (aktarma) pompasının parçaları**

1. Palet taşıyıcı, 2. Palet halkası (gömlek), 3. Paletler, 4. Conta

Transfer pompa kapağı, transfer pompasına kapaklık eder ve kapakta basınç ayar valfi vardır. Regülatör kısmı ve avans tertibatı ayrıca incelenecektir.

## 2.2. Pompa Elemanı

### 2.2.1. Yapısı

İki temel parçadan oluşmuştur. Bunlar, hidrolik başlık ve rotordur.

#### Hidrolik başlık

Hidrolik başlık, rotor gömleği ve dış gövde olarak iki parçadır. Ancak bu iki parça sıkı geçme olarak birleştirilmiştir ve tek parça gibi çalışır. Hidrolik başlık üzerinde motor silindir sayısı kadar yüksek basınçlı yakıtın çıkacağı delik vardır. Ayrıca transfer pompasından basılan ve yakıt ölçme supabından (ölçek valf) ölçülerek gelen yakıtın, rotora geçmesini sağlayan bir irtibat deliği de bulunur.

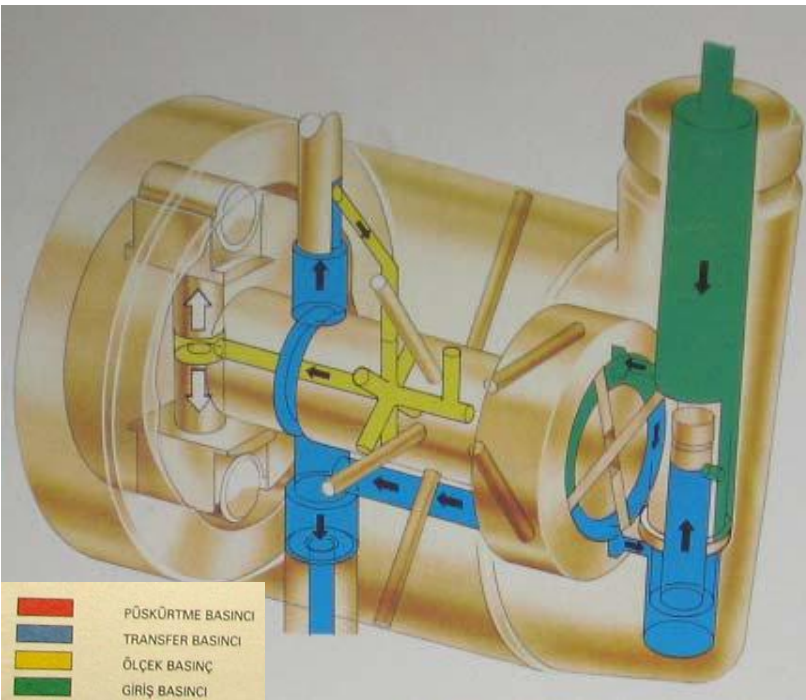
#### Rotor

Rotor, rotor gömleği içinde çok az (0,001 mm) boşlukla çalışır, yüzeyi çok hassas işlenmiş ve sertleştirilmiştir. Rotorun ön tarafında karşıt pistonların çalıştığı bir silindir ve silindir merkezinden rotor eksenine boyunca uzanan bir yakıt kanalı vardır. Rotor üzerinde ön tarafta transfer yakıtının yakıt ölçme supabına geçişini sağlayan dairesel bir yakıt geçiş kanalı ve onun hemen arkasında silindir sayısı kadar giriş deliği vardır. Giriş deliklerinden başka, basınçlı yakıtın enjektörlere dağıtılmasını sağlayan bir adet çıkış deliği bulunur.

Rotor içi kamlı halka içinde dönerken kam çıkıntıları makaralara, makaralar pabuçlara, pabuçlar da pistonlara basınç yaparak yakıtı sıkıştırır ve basıncını artırır. Otomatik avans tertibatı olan pompalarda, içi kamlı halkaya küresel başlıklı bir vida takılır.

Rotorun ön ucuna iki vida ile içi kanallı bir döndürme plakası bağlanmıştır. Döndürme plakası ve rotor, iki taraflı kanallı bir döndürme milinden (tahrik şaftından) hareket alır. Döndürme mili pompa gövdesine sızdırmaz bir şekilde bağlanmıştır. Döndürme plakası, makara pabuç çenelerinin geçtiği ön ve arka ayar saclarını da tespit eder.

### 2.2.2. Çalışması

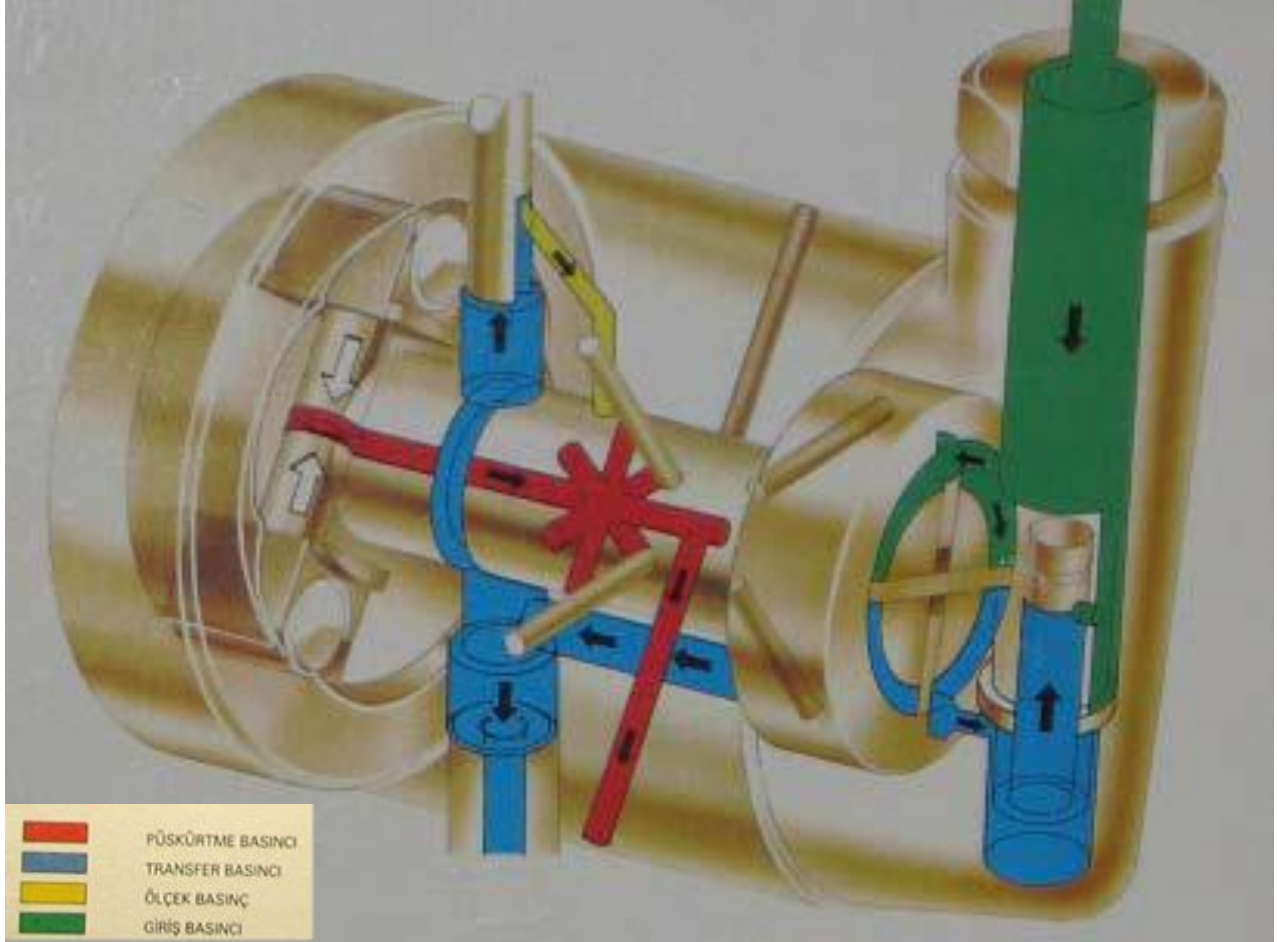


Bu başlık altında konunun daha iyi anlaşılması için pompa elemanının değil de komple pompanın çalışması anlatılacaktır. Marşa basıldığında besleme pompası, depodan çektiği yakıtı transfer pompasına basınçlı olarak gönderir. Yakıt, transfer pompasına gelirken filtreler vasıtasıyla süzülür ve temizlenir. Yakıt giriş rekorundan girerek basınç ayar supabından (dengeleme valfi) transfer pompasına ulaşır. Transfer pompası yakıtın basıncını yükselterek iki kola ayrılan çıkış kanalına basar. Çıkış kanalında bir kısmı hidrolik başlıktaki yatay kanal yoluyla pompaya giderken bir kısmı da basınç ayar supabına geri dönerek kısa devre yapar. Hidrolik başlıktaki yatay kanal vasıtasıyla pompaya gelen yakıt, rotor üzerindeki dairesel kanala dolar.

#### Şekil 2. 3 Yakıtın girişi, pompanın doluşu (şarjı)

Yakıt ölçme supabı tarafından miktarı ölçülen yakıt, rotor gömleğindeki tek giriş deliğine gelir. Eğer bu giriş deliği rotordaki deliklerden herhangi birisiyle karşılaşmışsa yakıt buradan girer ve merkezi delikten geçerek pistonlar arasına dolarak pistonların şarj olmasını sağlar. Bu konumda makaralar içi kamlı halkanın boşluğundadır ve rotor çıkış deliği, rotor gömleğindeki hiçbir delikle karşılaşmamıştır.

Rotor dönmesine devam ettiğinden, makaralar içi kamlı halkanın kam çıkıntılarına gelir. Şekil 2.4' de görüldüğü gibi kam çıkıntıları makaralara, makaralar pabuçları, vasıtası ile pistonlara basınç yapar, yakıt basınç kazanır. Basınçlı yakıt, rotor eksenini boyunca açılan yakıt kanalından giriş deliklerine gelir. Giriş delikleri kapalıdır, Çıkış deliklerinden biri ile karşılaşan yakıt, hangi delikle karşılaşmışsa oraya, oradan da enjektöre gider. Bu tek çıkış deliği motorun iki, rotorun bir devrinde bütün enjektörlere birer defa yakıt göndermiş olur. Mekanik regülatörlü D.P.A. pompalardaki yakıtın geçişi ve pompanın çalışması, hidrolik regülatörlü pompalarda da aynıdır. Fakat yakıt ölçme supabının çalışması değişiktir. Bu konu regülatörler konusunda daha ayrıntılı işlenecektir.



**Şekil 2. 4: Yakıtın basılması (deşarj)**

### **2.3. Regülâtörler**

#### **2.3.1. Görevleri**

Motor devrinin kontrolü gönderilen yakıt miktarına bağlıdır. Regülâtörler yakıtın miktarını, yakıt ölçme supabını kontrol ederek sağlarlar.

#### **2.3.2. Çeşitleri ve Yapıları**

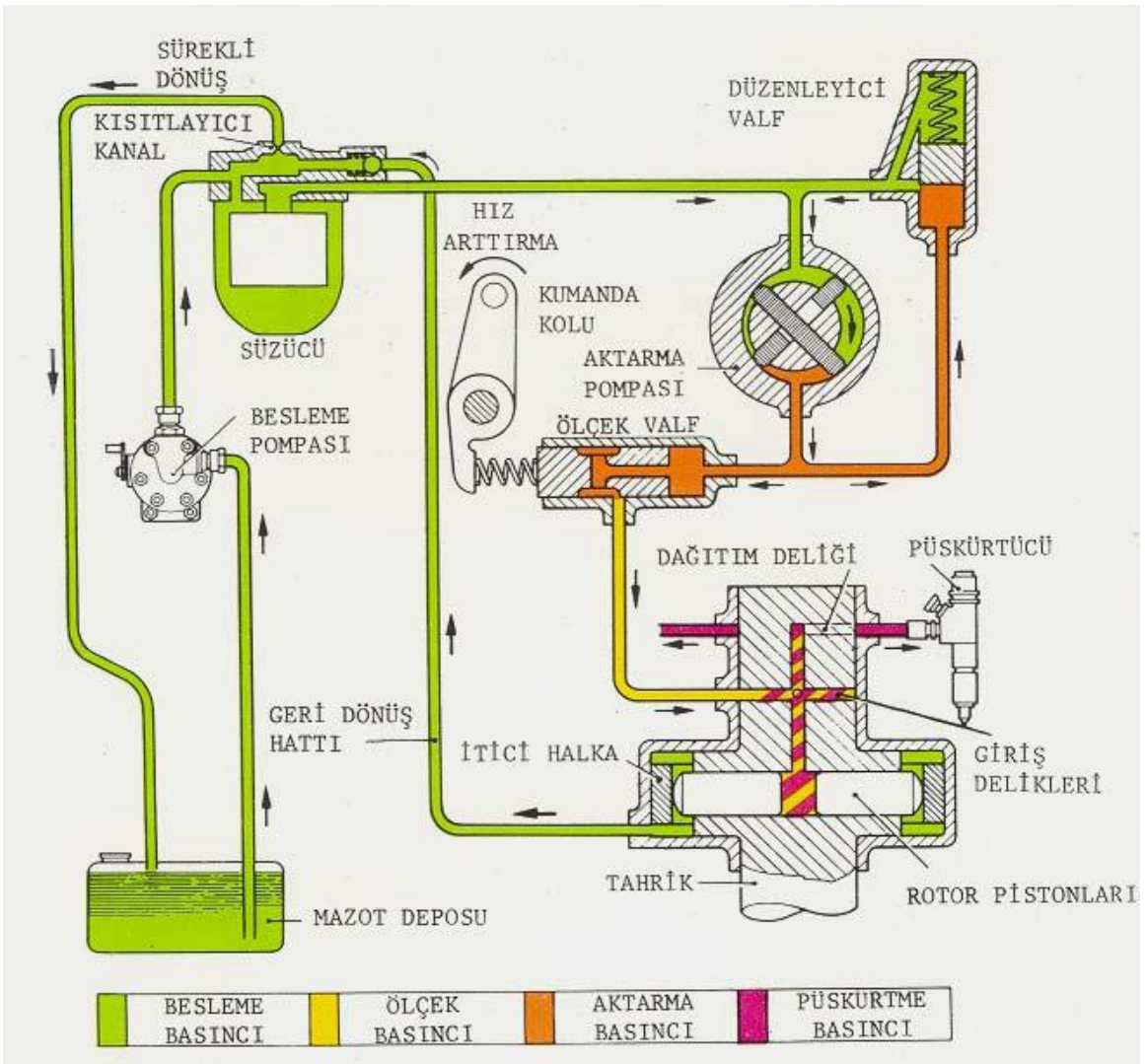
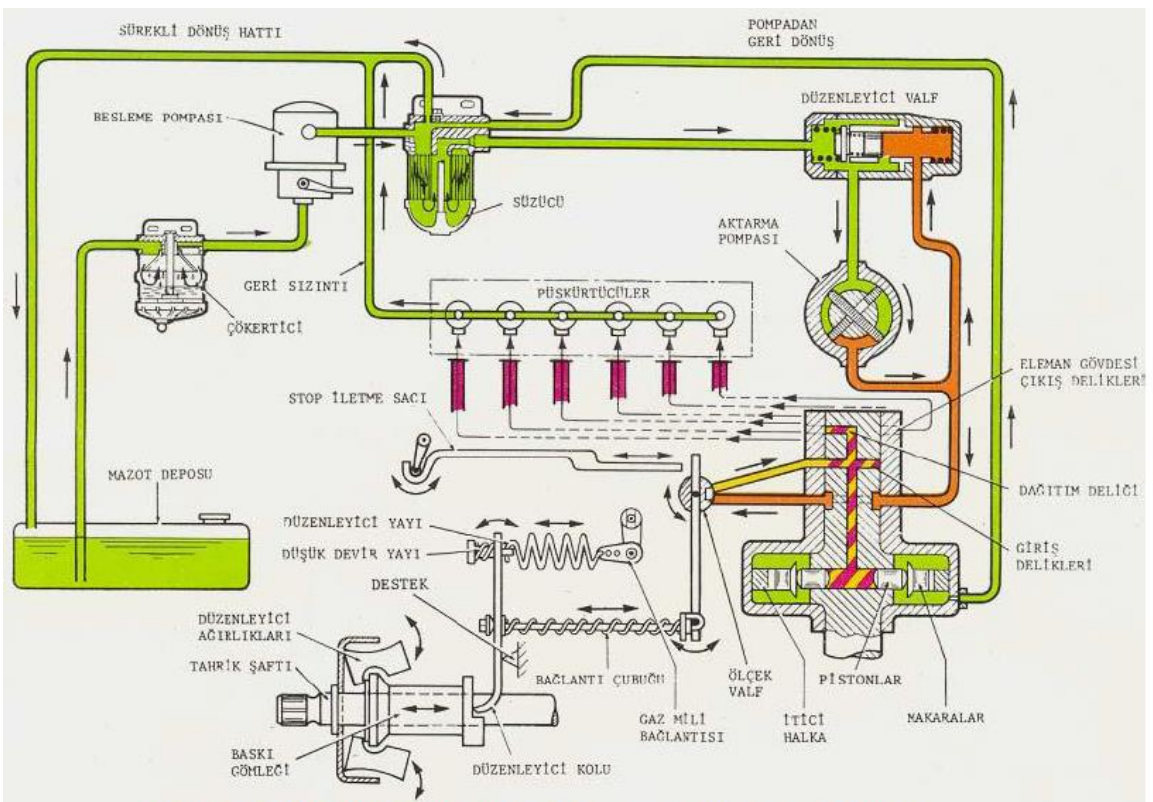
Bugün D.P.A pompalarda iki tip regülâtör kullanılmaktadır. Bunlar mekanik ve hidrolik tip regülâtörlerdir (Bu regülâtörlerin kısımları;Şekil 2.9, 2.10'da gösterilmiştir).

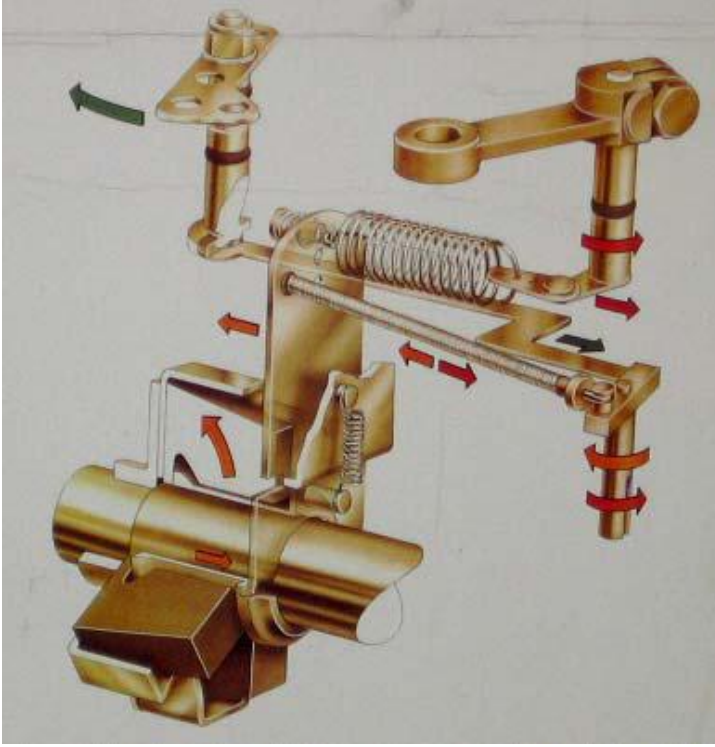
#### **2.3.3. Motorun Yük Ve Devir Durumuna Göre Çalışması**

##### **Mekanik Regülâtörler**

Mekanik regülâtörler, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle açılan ağırlıklar prensibine göre çalışırlar. Şekil 2.7'da mekanik regülâtör ve çalışması görülmektedir

Şekil 2.5'de mekanik regülâtörlü, şekil 2. 6'de hidrolik regülâtörlü bir DPA pompanın çalışması verilmiştir. Şekilleri inceleyerek analiz ediniz.

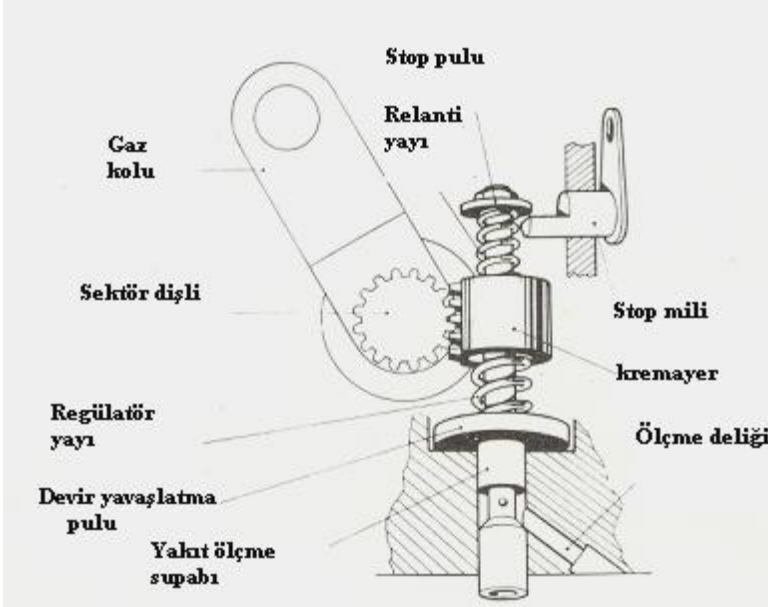




Mekanik regülatörler değişik yük ve devirlerde hassas olarak kontrolü sağlar. Ağırlıklar tahrik şaftından(döndürme mili) aldığı hareketle dönerken, merkezden çevreye doğru açılır ve baskı gömleğini iterler. Bu itme hareketi, sırası ile regülatör kontrol koluna, oradan bağlantı miline ve kumanda kolu ile de dönme hareketine çevrilerek yakıt ölçme supabına iletilir. Yakıt ölçme supabı eksenini etrafında çevrilir. Çevrilme işlemi ile ölçme deliğinin kesiti daralacağından, yakıt miktarı azalır. Yakıt miktarı azalınca, motor devri düşer. Devir düşünce ağırlıklar kapanarak, ölçme deliğini açar. Silindire giden yakıt miktarı artar. Pompanın silindirlere gönderdiği yakıt miktarının azalıp çoğalması çok sık olduğundan, motor devri belli bir devirde sabit tutulur. Yakıt ölçme supabı regülatörden başka gaz kolu ve stop kolu ile de kontrol edilebilir.

**Şekil 2. 7: Mekanik regülatör ve çalışma yönleri**

### Hidrolik Regülatörler



Hidrolik regülatörler yakıt pompasının üst kısmına küçük, dökümden bir gövde içerisine yerleştirilmiştir. Yakıt ölçme supabı, transfer pompası basıncındaki yakıt tarafından hareket ettirilir. Yani sıvı basıncı ile çalışır. Bu regülatöre sahip pompa, mekanik regülatörlü pompadan daha az yer kaplar ancak diğer elemanlar birbirinin benzeridir. Motor devri yükseldiği zaman besleme pompasının bastığı yakıtın miktarı dolayısıyla basıncı artar. Bu basınçlı yakıt, yakıt ölçme supabının alt yüzeyine basınç yapar ve regülatör yayının basıncını yendiği oranda supabı yukarı kaldırır. Yakıt ölçme deliğinin kesiti daralır ve yakıt miktarı azalır, motorun devri düşer. Motor devri düşünce yakıt ölçme supabının altına yapılan basınç azalır ve

**Şekil 2. 8: Hidrolik regülatör ve parçaları**

regülatör yayı yakıt ölçme supabını aşağı doğru iter. Bu çalışma birim zaman içinde çok tekrarlandığından motor belli bir devirde çalışır. Motor devri artırılmak istendiğinde gaz kolu gaz yönüne itilir(Şekil 2.8). Bu itme hareketi kremayer ve regülatör yayı vasıtası ile ölçme supabına iletilir. Bu supap da aşağı doğru inerek yakıt ölçme deliğinin kesitini büyültür, yakıt miktarı artar ve devir yükselir. Motoru durdurmak istediğimizde stop kolunu çekmemiz gerekir. Çekilen stop kolu ölçme supabını yukarı kaldırır ve yakıt ölçme deliği tamamen kapanır. Yakıt buradan geçemediği için motor durur.

## 2.4. Avans Sistemi

### 2.4.1. Görevleri

Motor devri yükseldiği zaman yakıtın normal zamandan önce enjektöre gönderilmesi ve yanma için yeterli zamanın verilmesi gerekir. Bunu sağlayan sistem avans sistemidir.

### 2.4.2. Yapısı



D.P.A. pompalarda hidrolik avans mekanizması kullanılmaktadır. Şekil 2. 9'da avans sistemi görülmektedir.

### 2.4.3. Motorun Yük ve Devir Durumuna Göre Çalışması

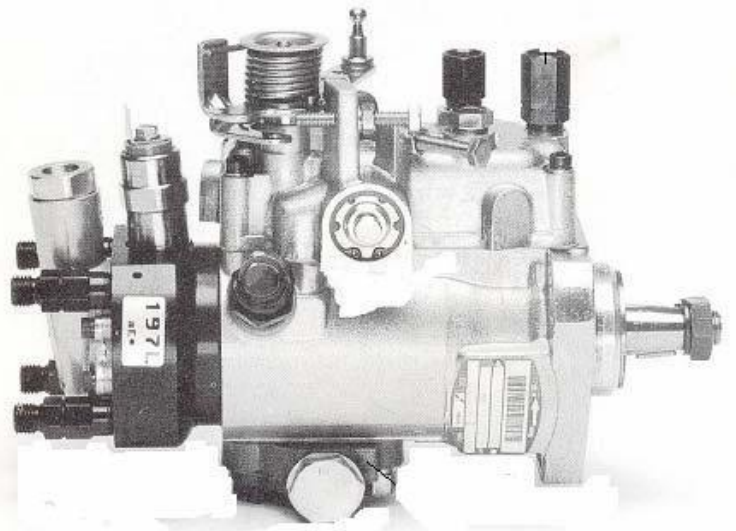
Hidrolik avans tertibatı, transfer pompasının bastığı yakıtın basıncına bağlı olarak çalışır. Transfer pompasından gelen yakıt pistonun arkasına dolar. Motorun düşük devirlerinde transfer pompasının basıncı az olacağından piston, yaylar tarafından yerinde tutulur. Pompa devri yükseldikçe transfer pompasının basıncı da yükselir. Basıncın değerine göre piston, yayların basıncını yenerek hareket eder. Pistonun hareketine uygun olarak küresel başlıklı vidayı ittirir. Küresel başlıklı vida, içi kamlı halkayı rotor dönüş yönünün tersine çevirerek rulmanların kamlara binmesi ve yüksek basınçlı yakıtın enjektöre ulaşmasını öne alır. Yani gerekli avans verilir. Motor devri düştüğünde, transfer pompasının da devri düşer. Buna bağlı olarak yakıtın basıncı da düşeceğinden yaylar pistonu eski konumuna ittirir. Küresel başlıklı vida da pistonun yönünde hareket ederek, daha önce verdiği avans miktarını azaltır. Avans miktarı motorun her devrine göre değişen transfer pompa basıncına uygun olarak değişir. Motorun yüksek devirlerinde avans artar, düşük devirlerinde azalır.

Şekil 2. 9: Hidrolik avans mekanizması

## 3. 3. D.P.S TİP POMPALAR

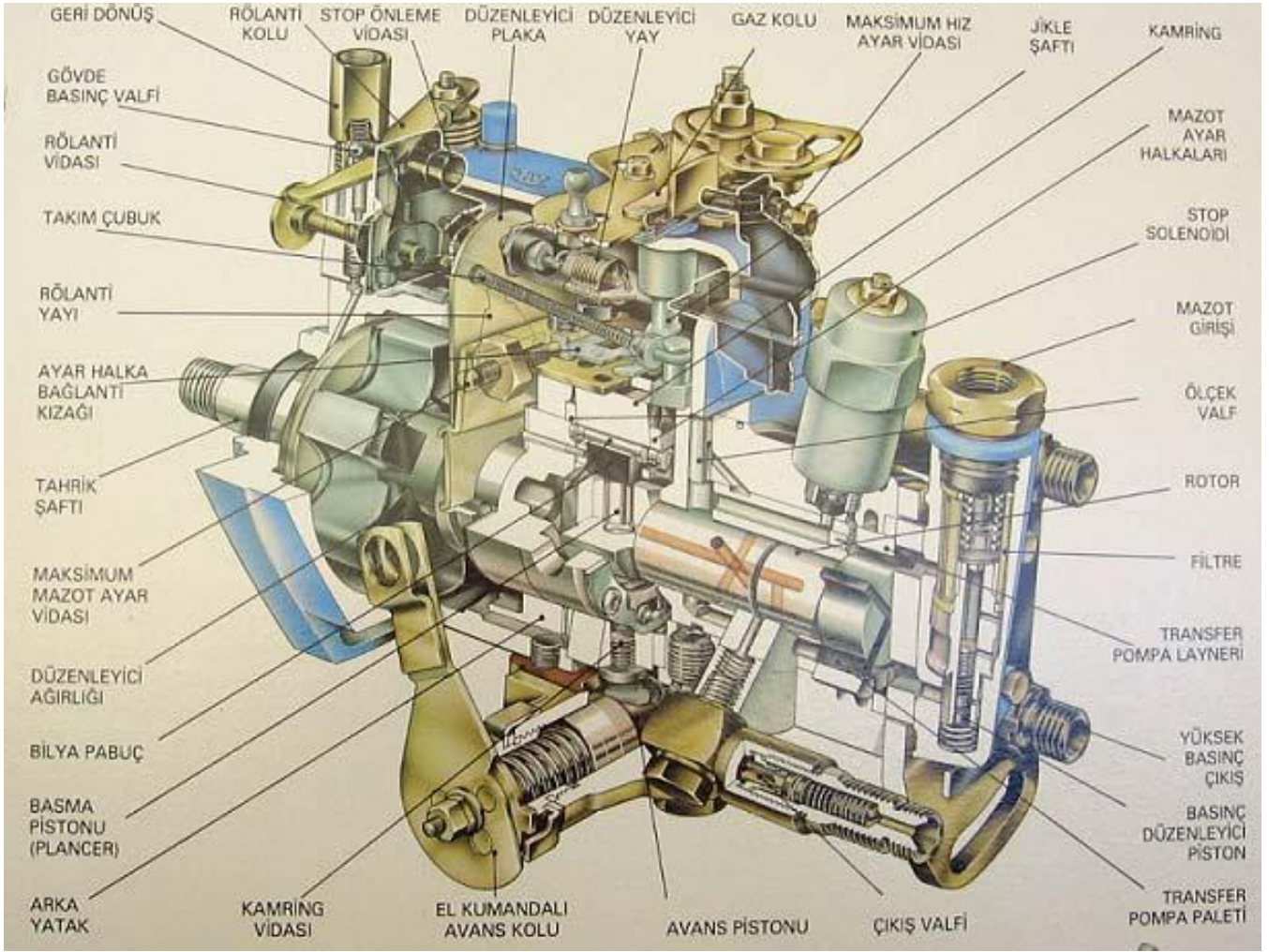
D.P.S. pompalar dizel motorlarda kullanılan distribütör tip pompalardan biridir.

D.P.S pompalar, yapı bakımından sizlere daha önce anlatılan D.P.A pompalara çok benzemektedir. Farklı olan nokta ise yakıt miktarının ayarlanmasında kullanılan halkalardır. Aşağıda D.P.S. pompayı oluşturan parçaların adları verilmiştir.



Şekil 3. 1: D.P.S.

pompanın dış görünüşü



**Şekil 3. 3: Yakıt ayar halkaları**

*Kam ring (içi kamlı halka) ve yakıt ayar halkaları*

*Döndürme mili*

*Transfer pompası*

*Regülatör (düzenleyici)*

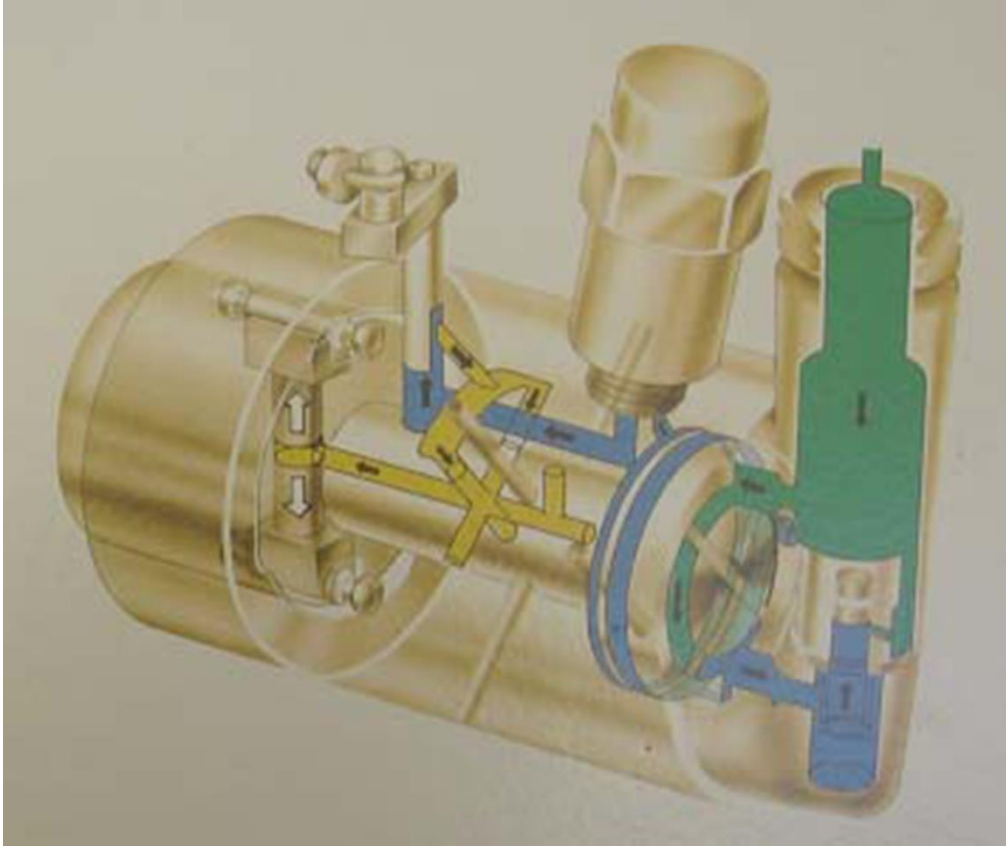
*Avans düzeni*

### **3.2. Pompa Elemanı**

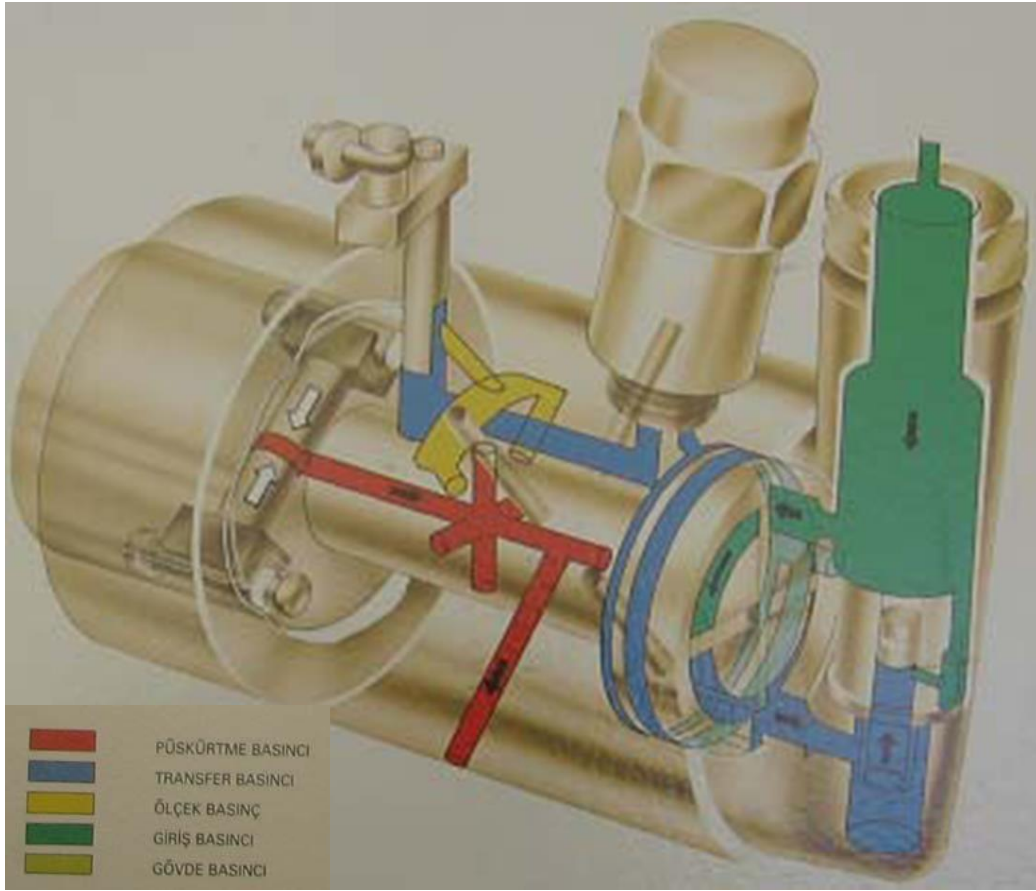
#### **3.2.1. Yapısı**

*Pompa elemanı yapı olarak daha önce anlatılan D.P.A pompa elemanına benzemektedir. Sadece yakıt miktarının ayarlanmasını sağlayan yakıt ayar halkaları farklıdır. Yakıt ayar halkaları eleman pistonun açılma miktarını değiştirerek basılan yakıtın miktarını ayarlar. Arka kapaktan gelen yakıt, transfer pompası tarafından ölçek valfinden geçirilerek rotor giriş delilerinden açılmış olan basma pistonunun önüne dolar.*

*Şekil 3. 4 Rotorun dönmesi ile giriş deliği kapanır ve dağıtım deliği çıkış deliğinden bir tanesi ile karşılaşır. Bu arada içi kamlı halka basma pistonunu ileriye doğru iterek yakıtı sıkıştırır ve püskürtme gerçekleştirilir. Şekil 3. 5.*



**Şekil 3. 4:Yakıtın eleman silindirine alınması (şarj olma)**



**Şekil 3. 5: Yakıtın püskürtülmesi (deşarj)**

### 3.3. Regülatör

#### 3.3.1. Görevleri

Motor devrinin kontrolü gönderilen yakıt miktarına bağlıdır. Regülatörler yakıtın miktarını, yakıt ölçme supabını kontrol ederek sağlarlar.

#### 3.3.2. Çeşitleri ve Yapıları

D.P.S. pompalarda mekanik tip regülatörler kullanılmaktadır.

#### 3.3.3. Motorun Yük ve Devir Durumuna Göre Çalışması

Ağırlıklar merkezkaç kuvvetin etkisiyle dışarıya doğru açılırlar. Açılan ağırlıklar pompaya giden yakıt miktarını azaltacak yönde ölçme supabını hareket ettirir. Azalan yakıt devrin düşmesine neden olur. Devir düşmesi ağırlıkların kapanmasını sağlar. Kapanan ağırlıklar yakıt miktarını artıracak şekilde hareket eder. Bu çalışma, pompanın çalışması süresince devam eder. Aşağıdaki şekilde regülatör ve kısımları gösterilmiştir ( Şekil 3.6).

### 3.4. Avans Sistemi

#### 3.4.1. Görevleri

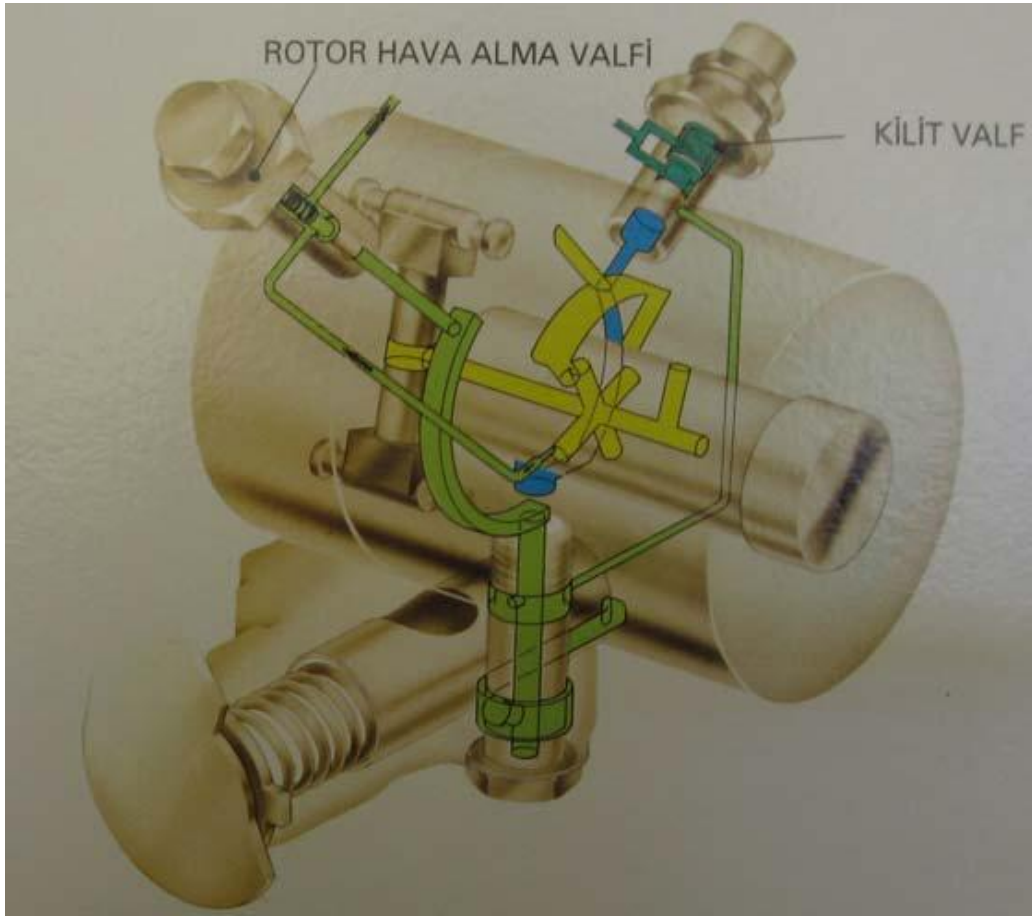
Motor devri değiştiğinde yakıtın püskürtülme zamanının da değiştirilmesi gereklidir. Bunu sağlayan sistem avans sistemidir.

#### 3.4.2. Yapısı

D.P.S. pompalarda hidrolik avans mekanizması kullanılmaktadır. Yakıtın basıncı ile sağa sola hareket ettirilen avans mekanizması gerekli avansı sağlar.

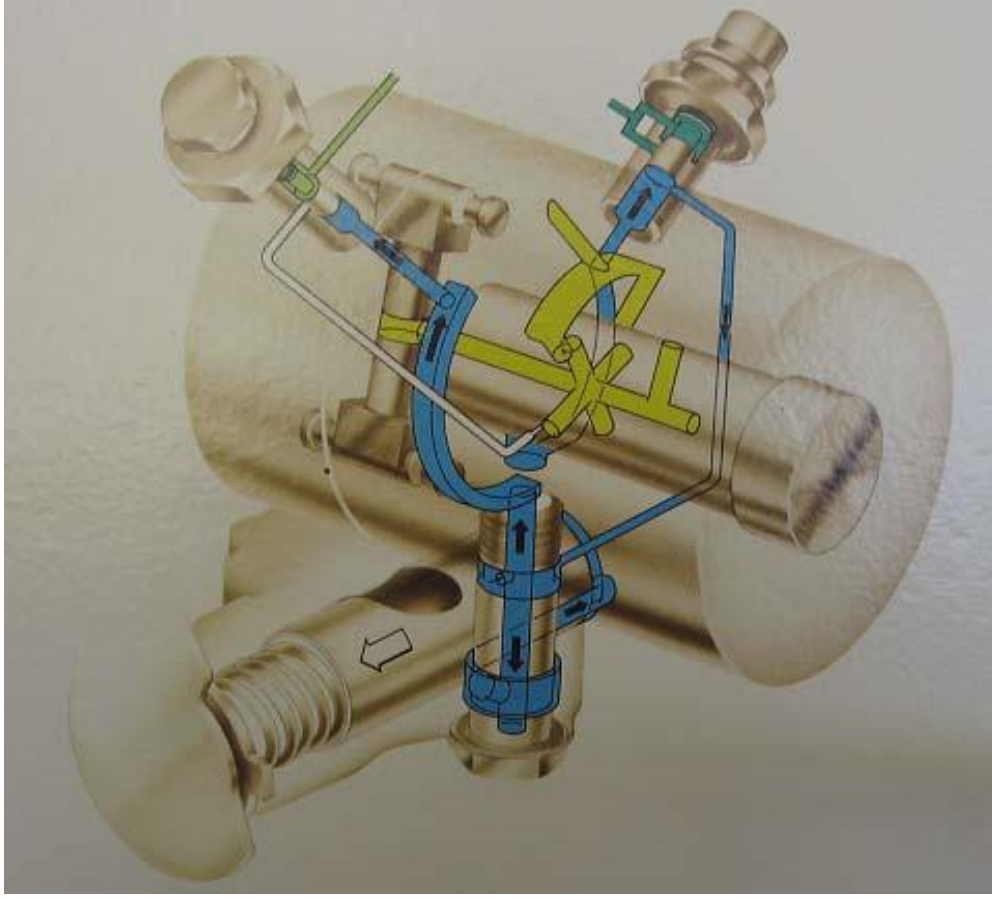
#### 3.4.3. Motorun Yük ve Devrine Göre Çalışması

Şekil 3. 7'de görüldüğü gibi marş devrinde kilit valf kapalı olduğundan avans mekanizmasına yakıt gitmez ve mekanizma çalışmaz .



Şekil 3. 7: Avans mekanizması devre dışı

Motor çalıştığı anda yakıt basıncı artar ve kilit valf açılarak yakıtın avans mekanizmasına gitmesini sağlar.



Şekil 3. 8: Avans mekanizması devrede

#### 4. ENJEKTÖRLER

##### 4.1. Görevleri

Yakıt sisteminin başlıca elemanlarından olan enjektörler, motorda birçok önemli görevi yerine getirecek şekilde tasarlanmıştır. 2500 bar gibi çok yüksek değerlerde yakıtı sıkıştırarak püskürten enjektörler, dizel motorların icadından günümüze kadar sürekli gelişerek değişmiş ve bugünkü durumuna gelmiştir.

➤ **Enjektörlerin başlıca görevlerini şu şekilde sıralayabiliriz;**

- Püskürtme için gerekli basınç oluşuncaya kadar yakıtı yanma odasından uzak tutmak, gerekli olan basınç oluşunca açılıp ani olarak yakıtı yanma odasına püskürtmek, püskürtme sonunda enjektörün damlama yapmasını engellemek için hemen kesmek,
- Püskürtülecek yakıtı atomize etmek (en küçük parçalarına ayırmak),
- Yakıtı silindir içerisinde istenilen derinliğe püskürtmek,
- Yakıtı yanma odasının şekline uygun açıda püskürtmek,
- Yüksek basınçlara karşı dayanıklı olmak,
- Yakıt sistemi ile yanma odası arasında sızdırmazlık sağlamaktır.

##### 4.2. Enjektör Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri

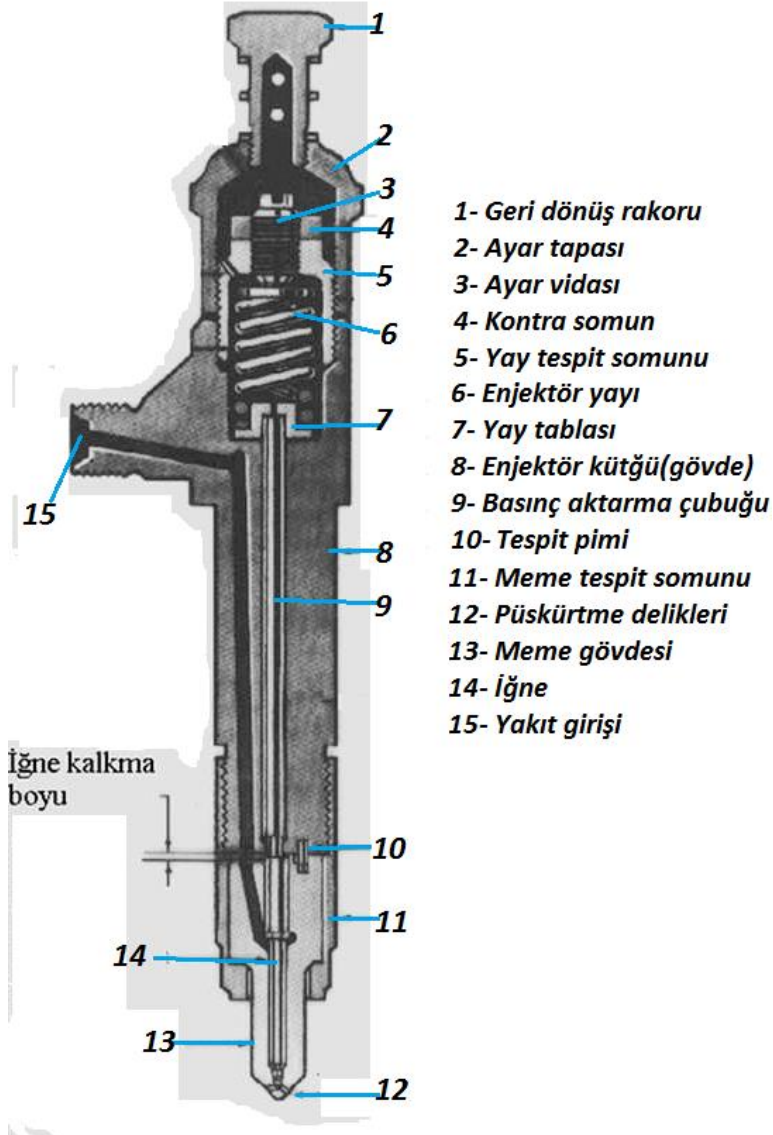
➤ **Enjektörler yapısal özelliklerine göre şu şekilde sıralanabilir;**

- Açık enjektörler (Günümüzde kullanılmamaktadır).
- Kapalı enjektörler
- Elektro hidrolik enjektörler

Motorlarda kullanılacak enjektörlerin memesi seçilirken yanma odası şekli dikkate alınmalıdır. Tek delikli memeler bölünmüş yanma odalı motorlarda, çok delikli memeler ise direkt püskürtmeli motorlarda kullanılır. Birçok tip enjektör memesi kademeli tiptir yani meme iğnesinin yapısına göre püskürtme başlangıcında çok az miktar yakıt püskürtülür ve püskürtmenin sonuna doğru püskürtülen yakıt miktarı artırılır. Kademeli enjektör memesi ile dizel vuruntusu önlenir ve yakıt sarfiyatı düşürülür. Bundan dolayı en çok tercih edilen enjektör memesi kademeli tiptir

#### 4.2.1. Kapalı Enjektörler

Enjektörlere gelen yakıt mekanik ve hidrolik bir kumanda olmadan yanma odasına püskürtülemiyorsa bu tip enjektörlere kapalı enjektörler denir. Şekilde kapalı enjektör görülmektedir.



Kapalı enjektörler kumanda tipine göre;

- Mekanik enjektörler(Mekanik enjektörler günümüzde kullanılmamaktadır)
- Hidrolik enjektörler olmak üzere iki çeşittir.

##### 4.2.1.1 Hidrolik Enjektörler

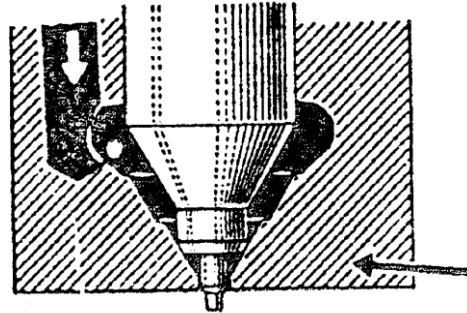
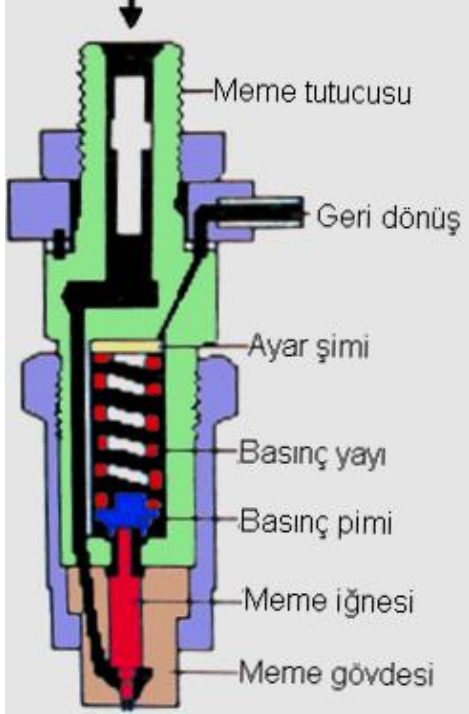
Enjektör meme deliğini kapatan iğne veya supap yakıtın basıncıyla açılıp yakıt püskürtülen enjektörlere hidrolik enjektörler denir.

Hidrolik enjektörler kendi aralarında;

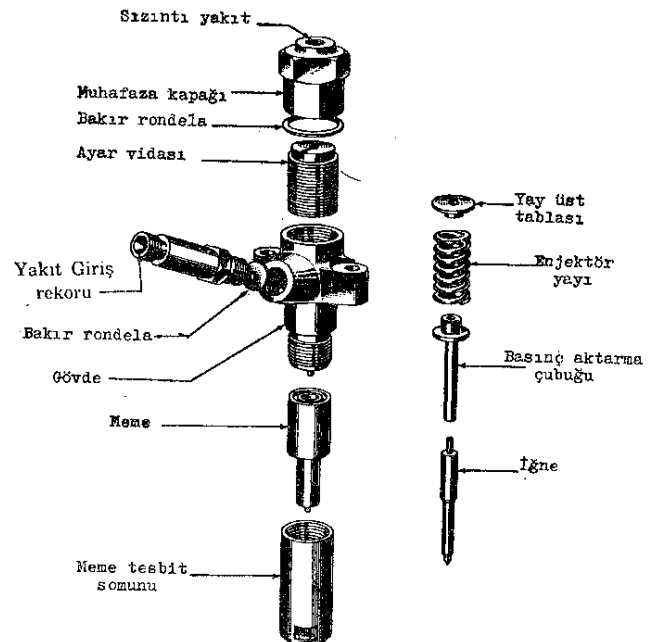
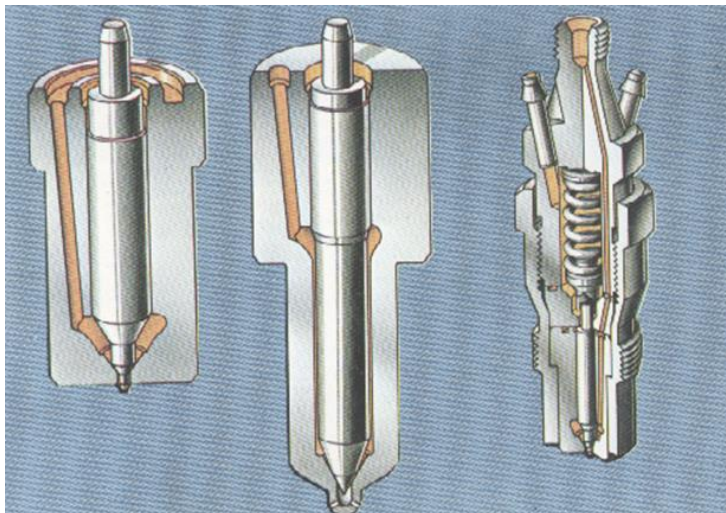
- Tek kademeli hidrolik enjektör
- İki kademeli hidrolik enjektör olmak üzere ikiye ayrılır.

#### 4.2.1.1.1 Tek Kademeli Hidrolik Enjektör

Bu hidrolik enjektörler kısıtlamasız tiptir. Enjektör açılma basıncı motora göre değişir. Püskürtme basıncı, püskürtülen yakıtın hava ile iyice karışmasına ve mümkün olan en kısa sürede yanmasına olanak sağlayacak şekilde seçilir. Resim 4.4'de tek kademeli hidrolik enjektör görülmektedir. Yakıt pompasından basıncı yükseltilmiş ve miktarı ayarlanmış olarak gelen yakıt, giriş rekorundan enjektöre girer. Yakıt gövde üzerindeki dikey kanallar ile meme basınç odasına gelir. Bu sırada enjektör yayı meme iğnesini aşağı doğru itirmekte olup meme deliği kapalıdır. Meme basınç odasına sürekli gelen basınçlı yakıt meme iğnesinin konik kısmına basınç uygulamaya başlar. Yakıtın uyguladığı basınç enjektör yayının basıncını yendiğinde enjektör iğnesi yukarı doğru kalkar. Enjektör meme iğnesinin yukarı kalkması ile açılan meme deliklerinden yakıt atomize durumda silindir içerisine püskürtülür. Yakıt pompası enjektöre yakıt göndermeyi kestiğinde, meme basınç odasındaki yakıt basıncı azalır ve enjektör yayı meme iğnesini aşağı doğru itilerek meme iğnesini yuvasına oturtur. Meme deliklerinin kapanması ile püskürtme sona erer. Tek delikli olanların püskürtme basıncı (80-125 bar) çok delikli olanların püskürtme basıncı (150-300 bar)

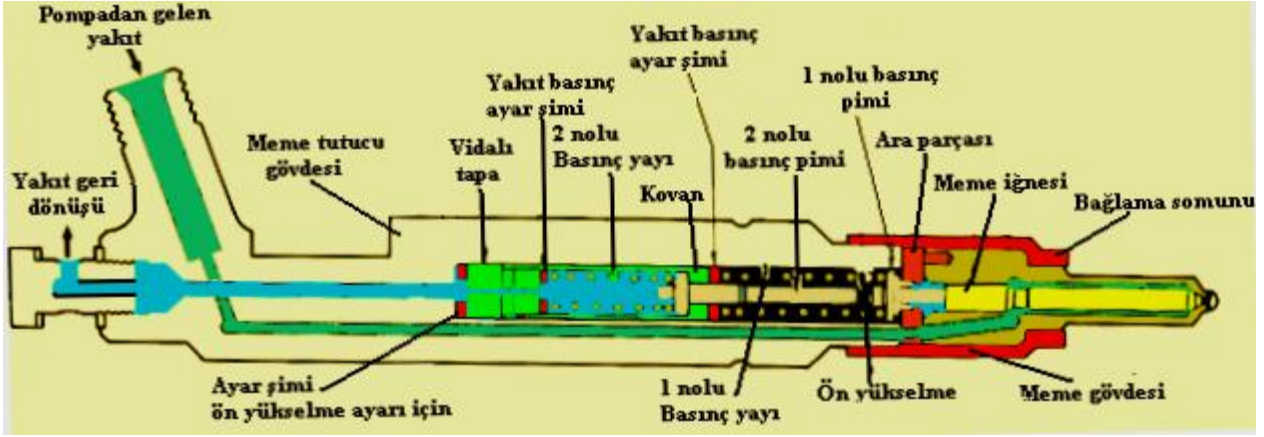


Şekil 4.4: Tek kademeli enjektör



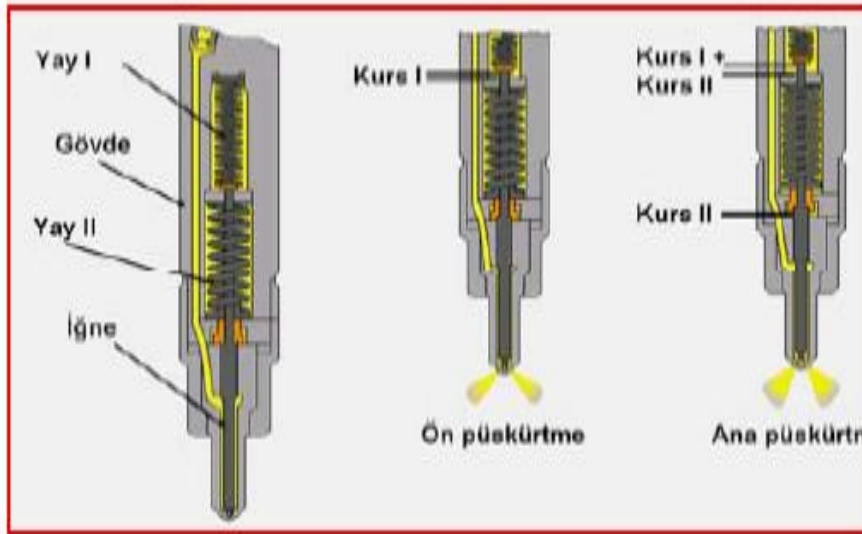
#### 4.2.1.1.2 İki Kademeli Hidrolik Enjektör

Bu tip hidrolik enjektörlerde silindirlere püskürtülecek yakıt basıncı iki kademede kazandırılır. Enjektör meme tutucusu içerisindeki iki adet basınç yayı ve iki adet basınç pimi bulunur. 1 no.lu basınç pimi ile 2 no.lu basınç pimi arasında bir boşluk vardır. Bu boşluk miktarına ön yükselme mesafesi denir. Ön yükselme mesafesi, 1 no.lu basınç yayı ve 2 no.lu basınç yaylarının tansiyonunu ayarlayan şimlerin değiştirilmesi ile ayarlanmaktadır. Şekil 4.5'de iki kademeli hidrolik enjektör ve detaylı parçaları görülmektedir.



Şekil 4.5: İki kademeli enjektör ve elemanları

Yakıt pompasının basıncını yükselterek gönderdiği yakıt enjektör giriş rakorundan girerek, yakıt enjektör dikey kanalından meme basınç odasına gelir. Bu odada biriken yakıtın basıncı artarak (1) numaralı basınç yayının uyguladığı basıncı yener ve meme iğnesini yukarı kaldırır ve böylece yakıtın püskürtülmesi başlamış olur. (1) numaralı basınç piminin (2) numaralı basınç pimine temas etmesinden sonra meme iğnesinin açılma miktarında basınç katalog değerine ulaşıncaya kadar çalışmasında değişiklik olmaz. Yakıt basıncı katalog değerine ulaştıkça (1) numaralı ve (2) numaralı basınç yaylarının uyguladığı basıncı yener ve meme iğnesi bir miktar daha yükselir. Meme iğnesi ara parçasına temas ettikten sonra basınç artsa bile meme iğnesinin açılma miktarında değişiklik olmaz. Yakıt pompasının gönderdiği basınçlı yakıt kesilince enjektör kademeli olarak kapanır. Şekil 4.6'da enjektörün püskürtme şekli görülmektedir.

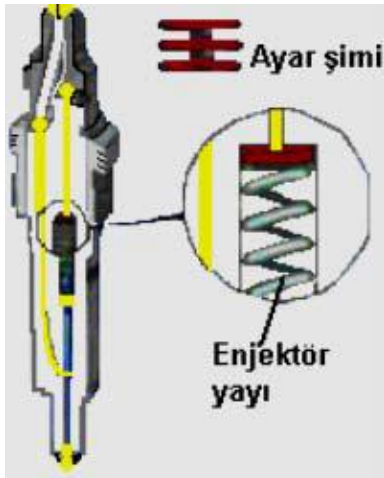


Şekil 4.6: Enjektörün püskürtmesi

#### 4.2.1.1.3 Hidrolik Enjektör Ayarı

Enjektör basınç ayarı;

- Ayar şimi
- Ayar vidası ile olmak üzere iki şekilde yapılır.

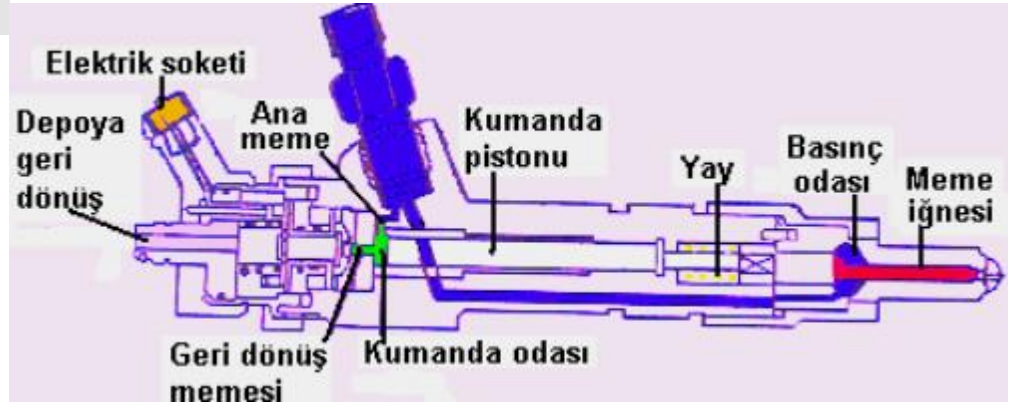


Şekil 4.7: Şim ile enjektör ayarı

Ayar şimli enjektörlerde; şim kalınlığı artırılarak püskürtme basıncı artırılır veya şim kalınlığı azaltılarak püskürtme basıncı düşürülür. Ayar vidalı enjektörlerde ise ayar vidası sıkılarak yayın tansiyonu artırılarak püskürtme basınç değeri artırılır veya ayar vidası gevşetilerek yayın tansiyonu azaltılarak püskürtme basıncı düşürülür. Şekil 4.7'de şim ile ayar görülebilir.

#### 8.2.1.2 Elektro-Hidrolik Enjektörler

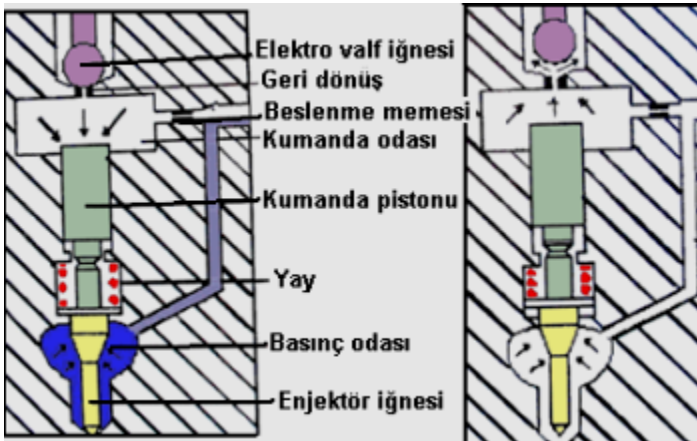
Bu enjektörlerin kumandası, E.C.U'nin iki kademeli kumandası ile gerçekleşir. Her püskürtme sırasında enjeksiyon hesaplayıcısı istenmeyen enjektör bobinine enerji vermez. Enjeksiyon hesaplayıcısı iç emniyet sistemi, motor durduğunda kumanda kademelerini devreden çıkarır. Şekil 4.8'de Elektrohidrolik enjektör ve elemanları görülebilir.



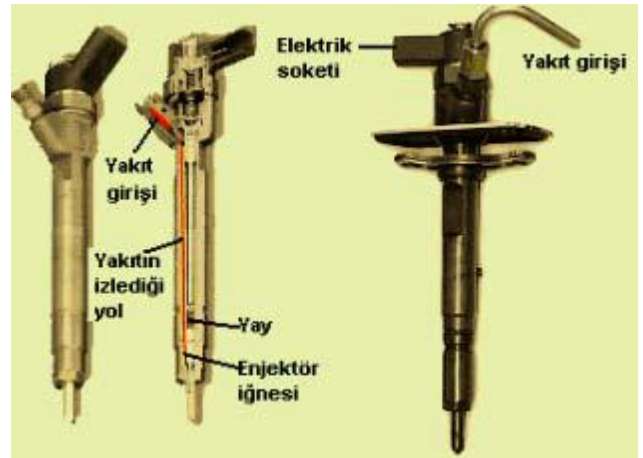
Şekil 4.8: Elektrohidrolik enjektör ve elemanları

#### 4.2.1.2.1 Çalışması

Enjektörün çalışması basınç odası ve kumanda odasındaki basınç farkından sağlanmaktadır. Elektronik valf iğnesi, elektronik valf bobininin beslenmesi esnasında manyetik alan etkisi ile kalkar. Ortak yüksek basınç rampasından gelen basınçlı yakıt enjektörün içerisine girerek dikey kanal vasıtasıyla yakıtın bir kısmı kumanda odasına bir kısmı da basınç odasına geçer. Yakıt basıncı kumanda odası ve basınç odasında aynı olduğunda kumanda pistonu hareketsizdir. Ortak basınç rampasındaki basınç artışı enjektörün kapanmasını kolaylaştıracaktır. Şekil 4.9'da elektrohidrolik enjektörün çalışmasını görebilirsiniz.



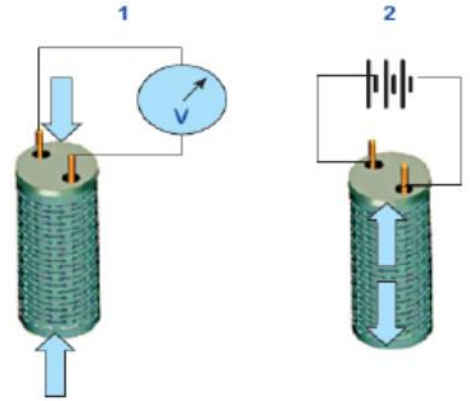
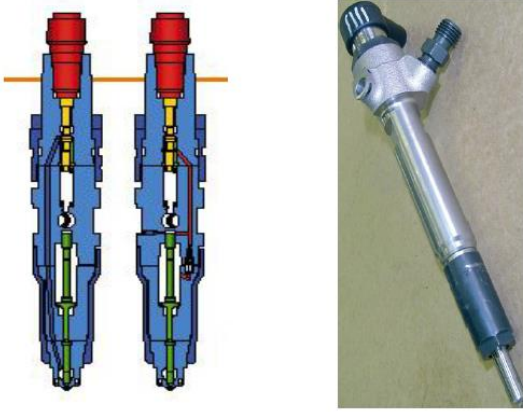
Şekil 4.9: Elektrohidrolik enjektör ve çalışması



E.C.U (Elektronik kontrol ünitesi) EDU vasıtasıyla manyetik valfi besler. Manyetik valfte meydana gelen manyetik alan etkisiyle elektronik valf iğnesi yukarı doğru kalkar ve kumanda odasının yakıt geri dönüş odasındaki basınç dengesi bozulur ve kumanda pistonu ile enjektör iğnesi yukarıya kalkar. Yakıt enjektör deliklerinden silindir içerisine püskürtülür. Enjektörün açılması için 80 voltluk bir gerilim, enjektörün bu konumunu korumak için de 50 voltluk gerilim uygulanır. Elektronik valfler geri dönüş devresinden izole edilmiştir. E.C.U enjektör elektronik valfni beslemeyi kestiği anda elektronik valf yayının basıncı ile valf iğnesi yuvasına oturur. Geri dönüş memesi kapatılmış olduğundan kumanda odasındaki yakıt basıncının artmasıyla enjektör kapanacaktır. Kumanda odası ile basınç odası arasındaki basınç dengelendiğinde enjektör tamamen kapanır.

### Piezo-elektrik enjektörler

Bu enjektörler ne özel bir kalibrasyon ne de ivmeölçer ile enjeksiyonların ayarlanmasını gerektirir. Piezo-elektriksel enjektörler, klasik elektromanyetik enjektörlere göre 4 kez daha hızlı devreye girme olanağı sağlar. Bu durum, yanma olayını daha mükemmel hâle getirmek ve egzoz emisyonunu azaltmak amacıyla her çevrim için yapılan enjeksiyon sayısının katlanarak artırılmasını kolaylaştırır.

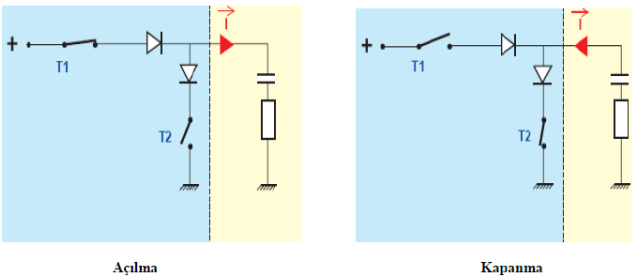


Piezo elektriksel elemanlar seramik kökenli elemanlardır. Bir enjektördeki eleman, seramik katmanların üst üste istiflenmesinden oluşur. Piezo elektrik olayı daha önce bazı tip sensörlerde (basınç, vuruş) de kullanılmıştır. Gerçekten de bir piezo elektriksel elemana bir güç uygulandığında, bu elemanın uçlarından uygulanan güçle doğru orantılı bir gerilim (1) saptanır.

Ters olarak bir piezo elektriksel elemanın uçlarına bir gerilim uygulanması elemanın genişlemesine neden olur (2). Enjektörün içindeki aktüatörün uzaması (40 mikrometre seviyesinde), enjektörün açılmasına neden olur.

### Enjektör Kumandası

Piezo elektriksel enjektör, elektriksel olarak bir kondansatöre benzetilebilir. Akımı toplar ve geri verir.



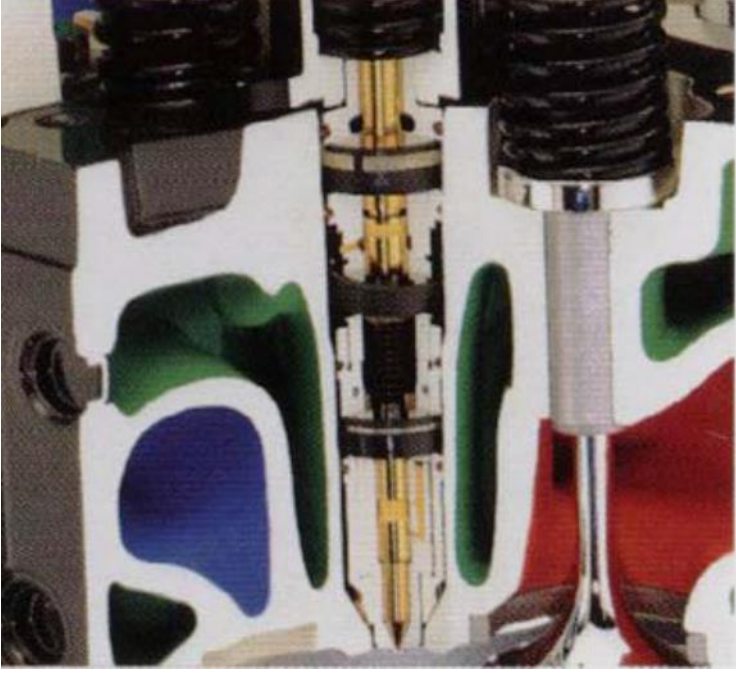
### Açılma Aşaması

Beyin T1 kontağını kapatır (T2 açık), Piezo elektriksel eleman kendini pozitif olarak bir kondansatör gibi şarj ederken bir yandan da uzar. Enjektör açılır. Tam bu aşamada soketi sökülürse enjektör açık kalır. Bu durum bir enjektörün soketinin motor çalışırken sökülmemesi konusundaki uyarıyı açıklamaktadır.

### Kapanma aşaması

Beyin T2 kontağını kapatır ve T1 kontağını açar. Kondansatör boşalır, enjektör akım jeneratörüne dönüşür ve akım yönü tersine döner. Piezo elektriksel eleman ilk konumuna döner ve enjektör kapanır.

### 4.3. Enjektörlerin Soğutulması

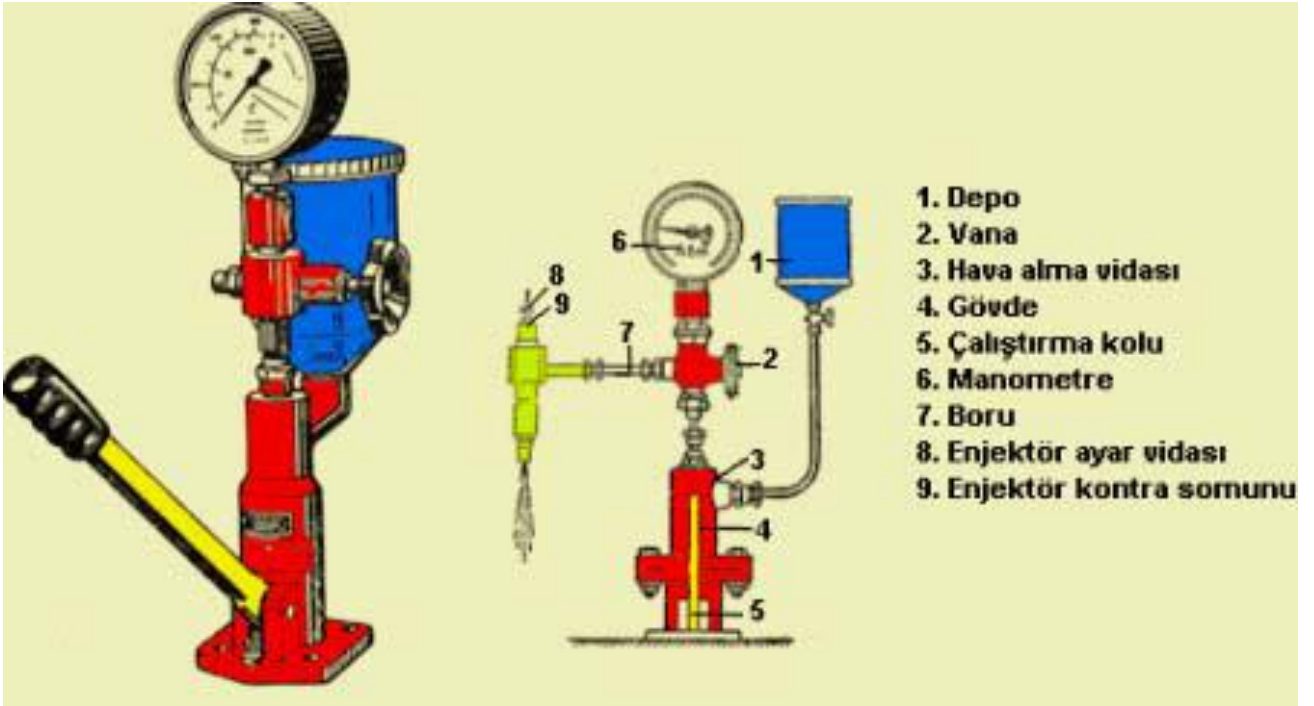


Enjektörler direkt ve endirekt olmak üzere iki şekilde soğutulur. Direkt soğutmada enjektörler, etrafında soğutma suyu bulunan bakır bir kovan içine oturtulur. Enjektör ısı bakır kovan ile soğutma suyuna aktarılır ve enjektör soğutulmuş olur. Endirekt soğutmalı enjektörlerin gövdeleri, silindir kapağındaki su ceketlerinin boyuna doğru açılmış bir yuvaya yerleştirilmiş ve enjektör bakır bir pul ile silindir kapağına sıkıca oturtulmuştur. Enjektör ısını gövdesi üzerinden silindir kapağına, oradan da soğutma suyuna iletir. Resim 4.11'de enjektörün soğutulması için yapılan su kanalları kesit halinde görülmektedir.

### 4.4. Enjektörlerin Kontrol ve Ayarı

- Püskürtme basıncı kontrolü,
- Geri kaçak ve sızıntı kontrolü,
- Püskürtme şekli kontrolü,
- Damlama kontrolü şeklindedir.

Şekil 4.11: Soğutma için yapılan su kanallarının kesiti



Şekil 4.12: Enjektör test kontrol aleti

#### 4.4.1.1. Püskürtme Basıncı Kontrolü

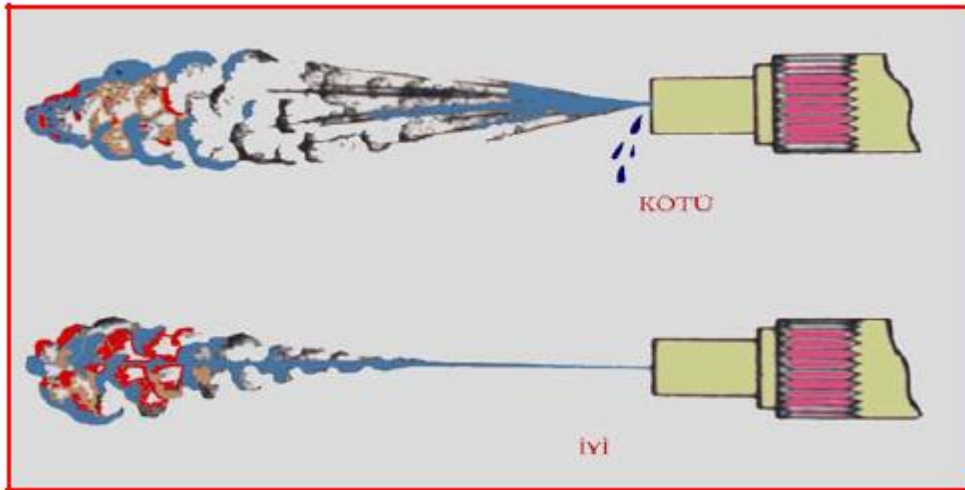
Enjektörün muhafaza kapağı sökülerek, kontrol aletine bağlanır ve kontrol aletinin koluna basılarak enjektör memesinden yakıtın püskürtülmesi sağlanır. Yakıtın enjektörden püskürtülmeye başladığı anda kontrol aletinin manometresinden püskürtme basınç değeri belirlenir. Belirlenen değer katalog değerinden farklı ise ayar şimli enjektörlerde şim kalınlığı artırılarak püskürtme basıncı artırılır veya şim kalınlığı azaltılarak püskürtme basınç değeri düşürülür. Ayar vidalı enjektörlerde ise ayar vidası sıkılarak, yayın tansiyonu artırılarak püskürtme basınç değeri artırılır veya ayar vidası gevşetilerek yayın tansiyonu azaltılıp, püskürtme basınç değeri düşürülür. Eğer enjektör yayı periyodik bakım esnasında değiştirilmiş ise enjektörün püskürtme basınç değeri katalog değerinden %10 fazlasına

ayarlanır. Çünkü yeni yaylar bir süre çalıştıktan sonra esnekliğini bir miktar kaybeder.

#### 4.4.1.2. Geri Kaçak ve Sızıntı Kontrolü

İğne ile yuvası arasındaki boşluğun artıp artmadığının kontrolü yapılır. Enjektör kontrol aletine bağlanarak, kontrol aletinin koluna yavaşça basılır. Kontrol basıncı 150 bar'ayükseltilir ve kontrol aletinin koluna basılı tutularak manometredeki 50 bar'lık basınç düşmesi saniye olarak saptanır (Manometredeki basınç değeri 150 bar'dan 100 bar'a düşmesi esnasında geçen süre saniye olarak bulunur). Bu değer; eski memelerde 6 ila 45 saniye arasında, yeni memelerde 15 ila 45 saniye arasında olmalıdır. Kontrol sırasında bulunan değer eski memelerde 6 saniyeden, yeni memelerde 15 saniyeden az ise iğne ile yuva arasında aşırı veya çizilme olduğunu gösterir. Bu durumda meme değiştirilmelidir. Kontrol sırasında bulunan değer 45 saniyeden fazla ise meme delikleri tıkanmış veya iğne sıkışmıştır. Bu durumda ise parçalar sökülerek iyice temizlenmelidir (1kg/cm<sup>2</sup>=1,033 bar'dır).

#### 8.4.1.3. Püskürtme Şekli Kontrolü



Yakıtın püskürtme şeklinin kontrolüdür. Kontrol aleti ortalama dakikada 60-70 basma yapacak şekilde hareket ettirilir. Bu esnada yakıt püskürtülürken girt girt diye ses çıkarmalıdır. Püskürtülen yakıt demeti katalog değeri ile karşılaştırılır.

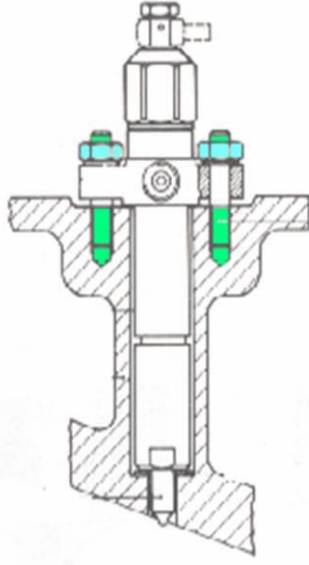
#### 4.4.1.4. Damlama Kontrolü

İğne oturma yüzeyinin yuvasına tam oturup oturmadığının kontrolü yapılır. Enjektör kontrol aletine bağlanarak ucu temiz bez ile kurularak, kontrol aletinin koluna basarak püskürtme basıncı katalog değerinin 10 kg /cm<sup>2</sup> aşağısına kadar yükseltilir. Meme ucuna bir kuru kâğıt değdirilir. Kuru kâğıt üzerinde oluşacak yakıt lekesinin çapı 10-12 mm 'yi geçmemelidir. Şayet damlama fazla ise iğne oturma yüzeyi taşlanır veya meme değiştirilir.

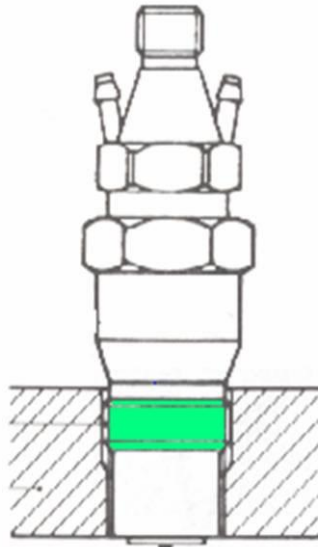
#### 4.4.1.5 Enjektörün motora bağlanması;

- Flanşlı (KB tipi) bağlantı,
- Vidalı (KC tipi) bağlantı,
- Somunlu (KD tipi)

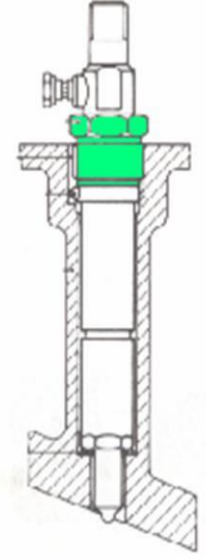
Bağlantı olmak üzere üç şekilde olur.



a) Flanşlı tip

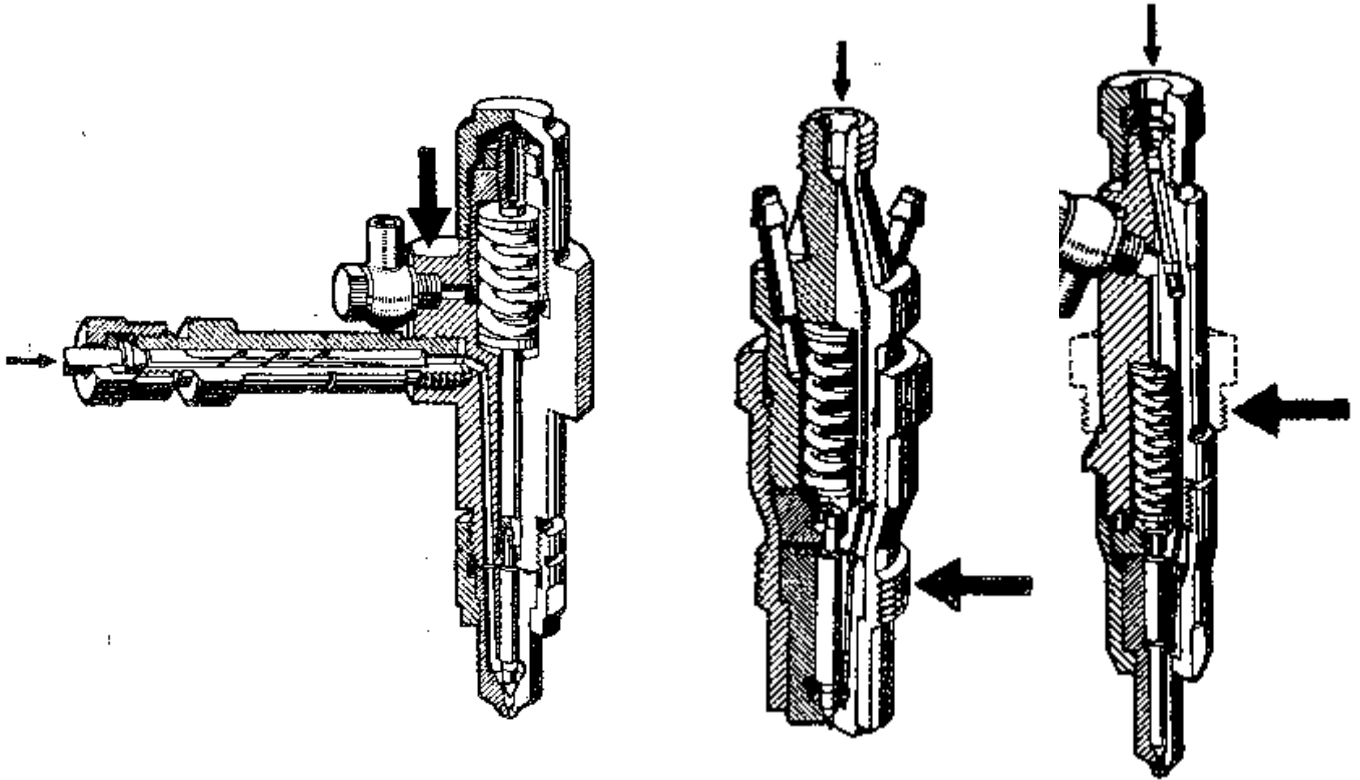


b) Vidalı tip



c) Somunlu tip

**Resim 4.14: Enjektör bağlantıları**

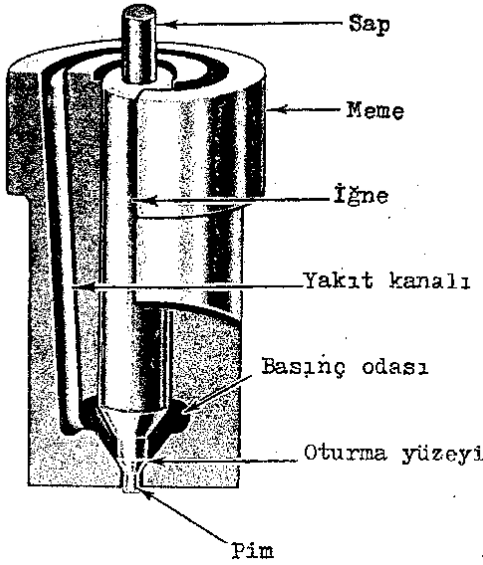


#### **4.4.1.6 Enjektör Memeleri:**

Enjektör memeleri yakıt yolunu yanma odasına açar,kapatır ve yüksek basınçlı yakıtı istenen püskürtme şekline çevirirler. Enjektör gövdesine bir tespit somunu ile bağlanan enjektör memesi iki ana parçadan oluşur. Bunlar

- 1- Meme gövdesi
- 2- Meme iğnesi

Her iki parçada çok iyi kalitede özel çelik alaşımından yapılmış ve çok hassas birbirine alıştırmıştır. Meme ile gövdesi arasındaki boşluk 0,001 mm dir.



Enjektör memeleri üzerinde bulunan püskürtme delik adedine göre

- 1- Tek delikli memeler
  - 2- Çok delikli memeler
- diye ikiye ayrılır.

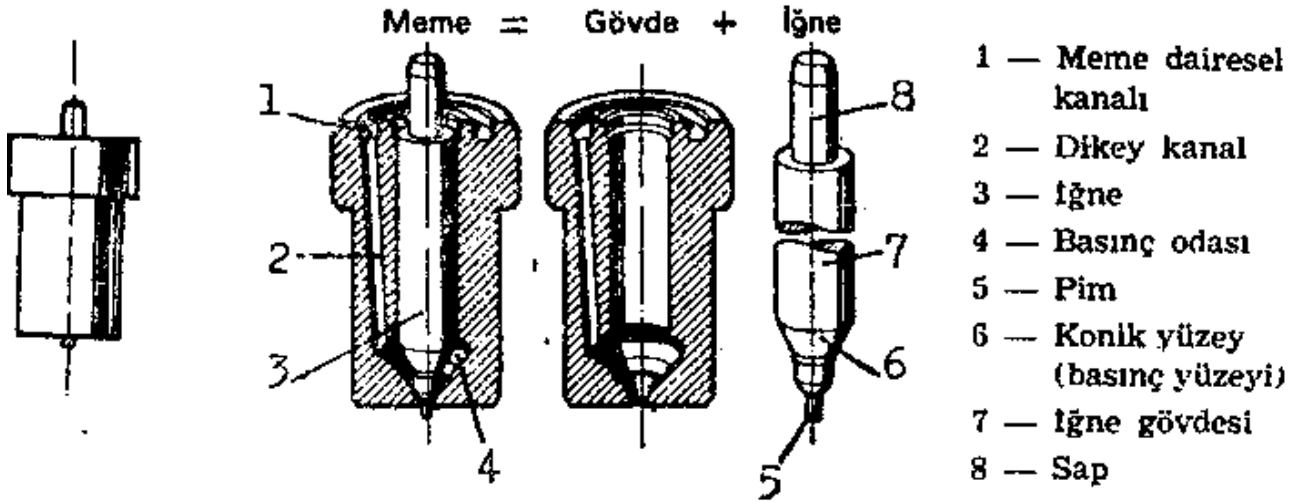
#### Tek delikli memeler

Meme üzerinde bir adet püskürtme deliği varsa bu memelere tek delikli meme denir. Tek delikli memeleri de iğne ucunun meme deliğinden dışarı taşma durumuna göre ikiye ayırabiliriz.

- 1- Pimsiz memeler
- 2- Pimli memeler

#### Pimsizmemeler:

Bumemelerde iğne ucu memedeliğinden dışarı çıkmaz. Genellikle caterpillar ve inter Enjektörlerinde bu meme tipine rastlanır. Pimsiz memelerde püskürtme ince bir sütun halinde olmaktadır.



Pimli memesi olan enjektörler, iyi bir yanma için gerekli türbülansın bulunduğu ön yanma odalı ve türbülans odalı motorlardakullanılır. Püskürtme basınçları 80-125 bar arasında püskürtme açıları ise 0-45° arasında değişir. Bu memelerin pimine verilen şekillere göre yakıtın püskürme şekli kontrol edilir. Üç değişik pim şekli vardır. Bunlar

- 1-Silindirik pimli memeler
- 2-Konik pimli memeler
- 3-Kademeli (kısıcı) pimli memeler



Kapalı



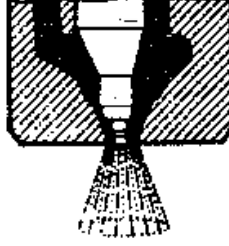
Açık

#### 1-Silindirik pimli memeler:

Bu tip memelerin pimleri silindirik olup püskürtme açıları dardır. Pim meme deliğinden dışarı taşıdığı için deliğin içinde karbon birikimine engel olur. Genellikle ön yanma odalı motorlarda kullanılır.



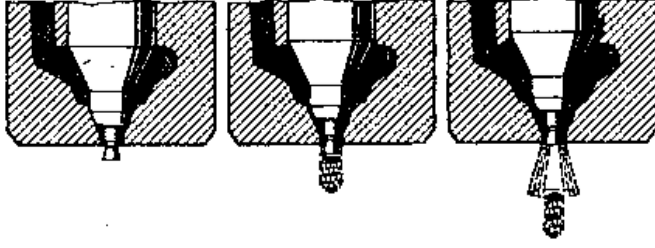
Kapalı



Açık

## 2-Konik pimli memeler:

Bu meme iğnesinin ucunda konik bir pim vardır. Pim silindirik pimli memelerin pimlerine göre daha büyüktür. Bu nedenle püskürtme açıları da daha geniş olur. Püskürtülen yakıtın şekli ortası boş koni şeklindedir. Koninin açısı, iğnenin ucundaki pime verilen açı ile kontrol edilir.



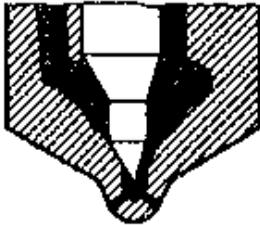
Kapalı Az açık Tam açık

## 3-Kademeli (kısıcı) pimli memeler:

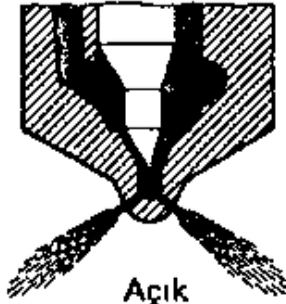
Konik pimli memenin değişik bir şekli olup yanma odasına püskürtülen yakıtın miktarı kontrol edilebilir. Şöyle kienjektöre gelen basınçlı yakıt etkisiyle iğne bir miktar kalkar. Püskürtmenin başlangıcında pimin silindirik kısmı meme deliği içindedir ve yakıtın geçeceği kesit dardır. Dolayısı ile motora az miktarda yakıt püskürtülür. Püskürtülen yakıt miktarı iğne yukarı kalktıkça artar. Çünkü pimin silindirik kısmı meme deliğinden çekildikçe, yakıtın geçtiği kesit

büyümektedir. Yanma odasına püskürtülen yakıtı bu şekilde kontrol etmekle yanmanın daha düzgün ve yumuşak olması temin edilir. Bu tip memeler genellikle yardımcı hava odalı veya enerji hazneli (Lanova) motorlarında kullanılır.

## Çok Delikli memeler :

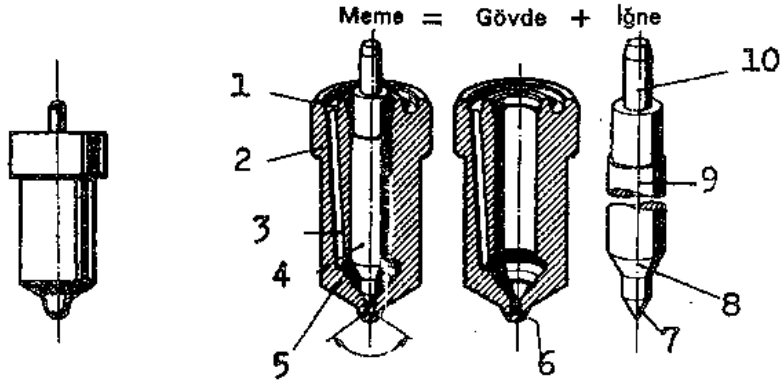


Kapalı



Açık

Bu memeler pimsiz olup, meme ucunda belli bir açı ve aralıklarla delinmiş delikler vardır. Delik adedi 2-12 arasında değişir. Delik çapları ise 0,02mm lik farklarla 0,2 den 0,7mm ye kadar değişik ölçülerde yapılır. Püskürtme açıları 0- 180° arasında değişen çok delikli memelerin püskürtme basınçları da 150-250 bar arasındadır.



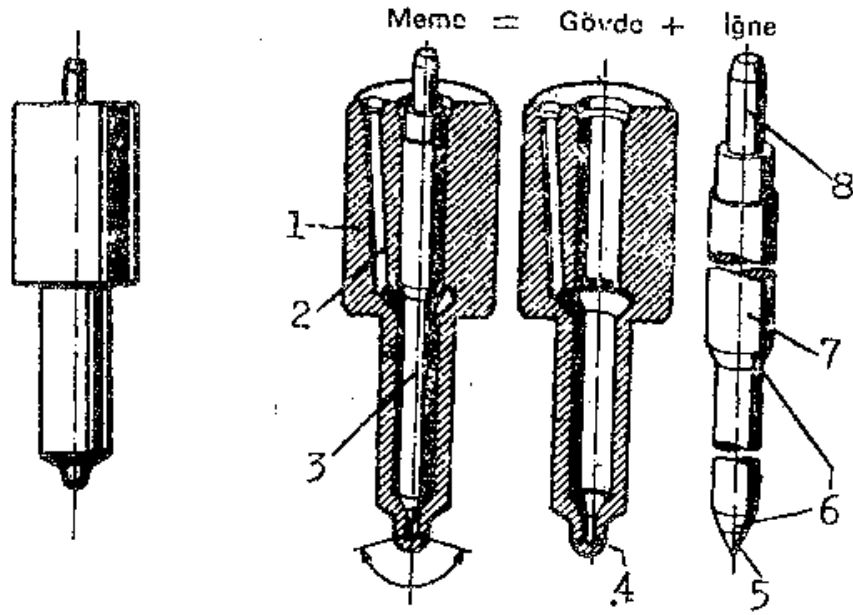
- 1 — Meme dairesel kanalı  
2 — Meme  
3 — Dikey kanal  
4 — İğne  
5 — Basınç odası

- 6 — Meme deliği  
7 — Oturma yüzeyi  
8 — Konik yüzey (basınç yüzeyi)  
9 — İğne gövdesi  
10 — Sap

Genellikle

direk püskürtmeli

motorlarda kullanılan çok delikli memelerin püskürtme şekli yukarıda görülmektedir. Bazı direk püskürtmeli dizel motorlarında enjektör, supaplar arasında dar bir kısma yerleştirilmek zorundadır. Bu nedenle bu motorlar için ucu ince uzun memeler imal edilmektedir. Uzun meme adı verdiğimiz bu tip memelerin standart memeden farkı yalnız boylarındadır. Memenin diğer kısımları ve çalışma şekilleri aynıdır.



Püskürtme açısı

- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| 1 — Meme        | 5 — Oturma yüzeyi               |
| 2 — Dikey kanal | 6 — Konik yüzey (basınç yüzeyi) |
| 3 — İğne        | 7 — İğne gövdesi                |
| 4 — Meme deliği | 8 — Sap                         |

Çok delikli uzun meme ve kısımları

### TEK VE ÇOK DELİKLİ MEMELERİN FARKLARI

FARKLAR	TEK DELİKLİ	ÇOK DELİKLİ
Meme işareti	DN	Standart ... DL Uzun ..... DLL
Delik adedi	1	2 - 12
Püskürtme açısı	0 - 45°	0 - 180°
Püskürtme basıncı	80 - 125 kg/cm <sup>2</sup>	150 - 250 kg/cm <sup>2</sup>
Kullanıldığı yanma odası tipi	Ön yanma odası, Türbülans odası, Hava hazneli yanma odası	Direk püskürtmeli yanma odası

## **Enjektör meme etiketleri ve anlamları :**

**Örnek: DN12SD12**

### **ANLAMI**

**DN:** Tek delikli meme

**DL** : Çok delikli standart meme

**DLL** : Çok delikli uzun meme

**DLF** : Yağ ile soğutulan meme

**DLP** : Düz yuvalı meme

**12:** Püskürtme açısı (derece olarak)

**S:** Meme dış çap harfi

**S:** 17 mm

**T:** 22 mm

**U:** 30 mm

**V:** 42 mm Dış çaplı

**D:**Kademeli pimli meme(silindirik pimli ve konik pimliler için harf yoktur.)

**12:** Özel tanıma numarası

**Örnek: BDLL150S316**

### **ANLAMI**

**B:** İngiliz imalatı

**DLL:**Çok delikli uzun meme

**150 :** Püskürme açısı (derece olarak)

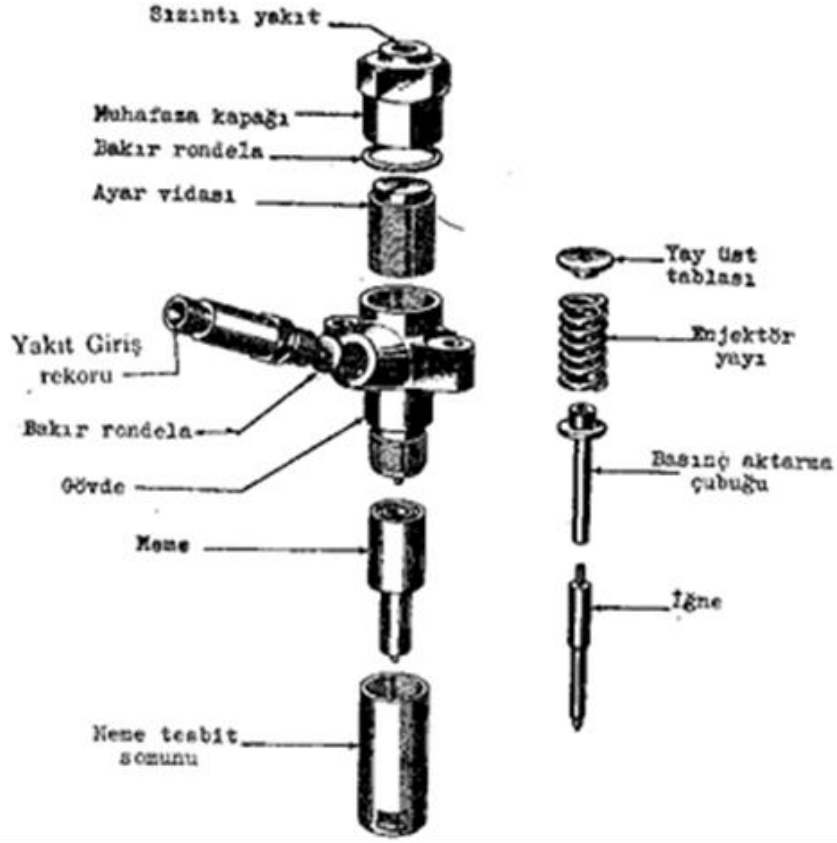
**S:**Meme dış çap harfi

**316:** Özel tanıma numarası

**Enjektörlerin temizlik ve kontrolü**

Enjektörlerin temizliğini şu şekilde yapınız;

- enjektörlerin dış kısımlarını iyice temizleyiniz (Giriş rekoru ağzı tapa ile tıkalı olmalıdır).
- Enjektör ayar cihazına enjektörleri bağlayarak, katalogda belirlenendeğerlere göre ayar işlemini yapınız.
- Enjektörlerin her 500 saatlik çalışmadansonra veya 20.000 kilometrede birsökülüp temizlenmesi ve ayarlarınınkontrol edilmesi gerektiğiniunutmayınız.

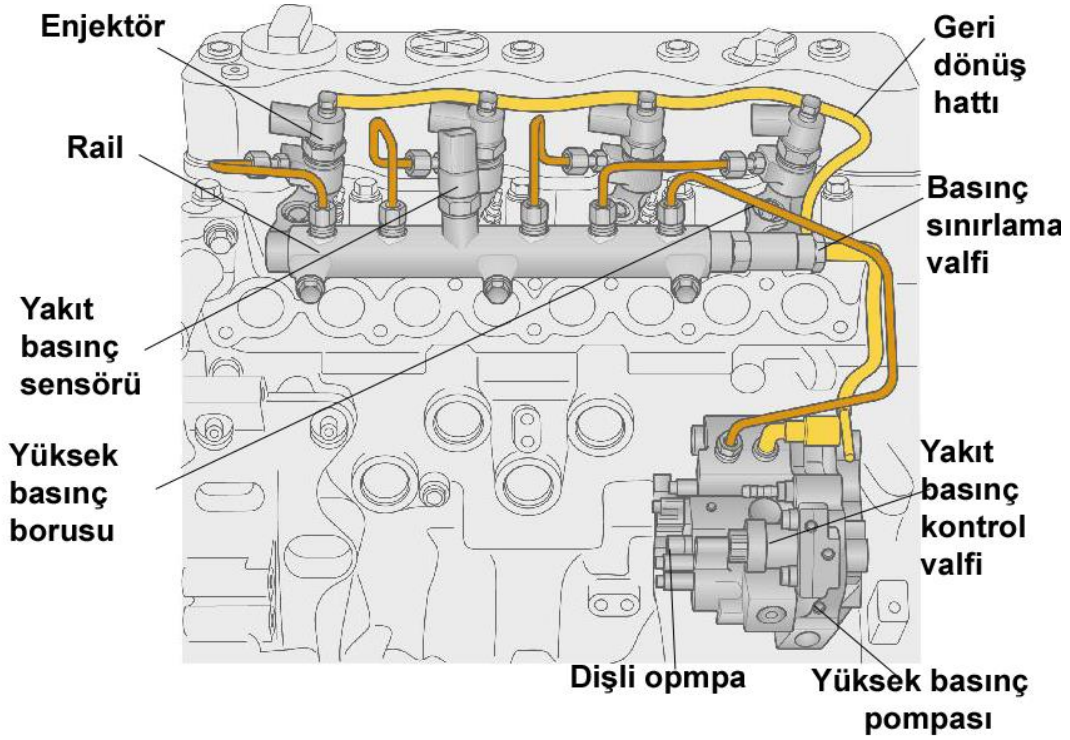


## 5. COMMON RAIL DİZEL ENJEKSİYON SİSTEMİ



Şekil 5.1 Commonrail dizel enjeksiyon sistemi

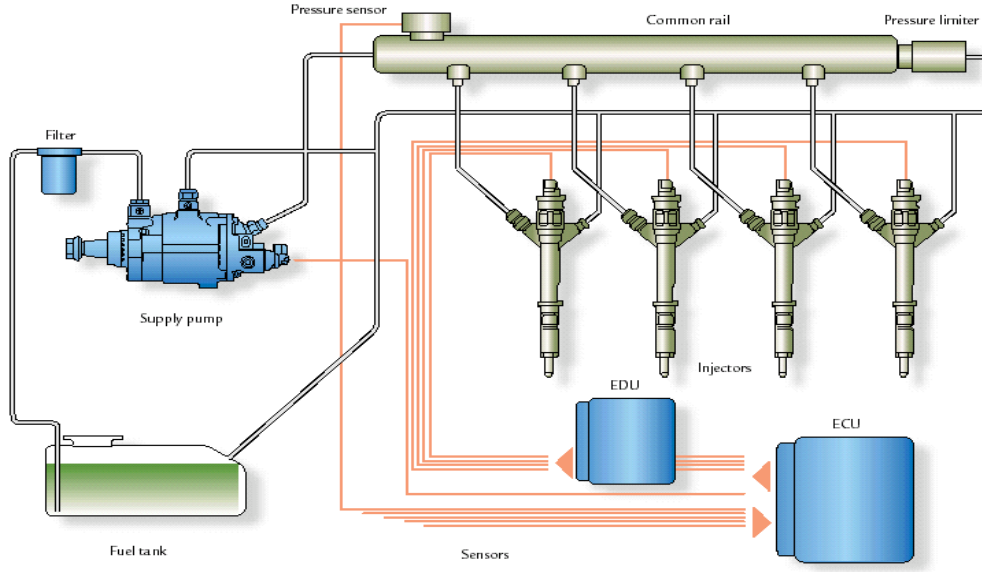
### 5.2.1. CommanRail Dizel Enjeksiyon Sisteminin Genel Yapısı ve Çalışması



**Şekil 5. 2 Commonrail dizel enjeksiyon sisteminin genel görünüşü**

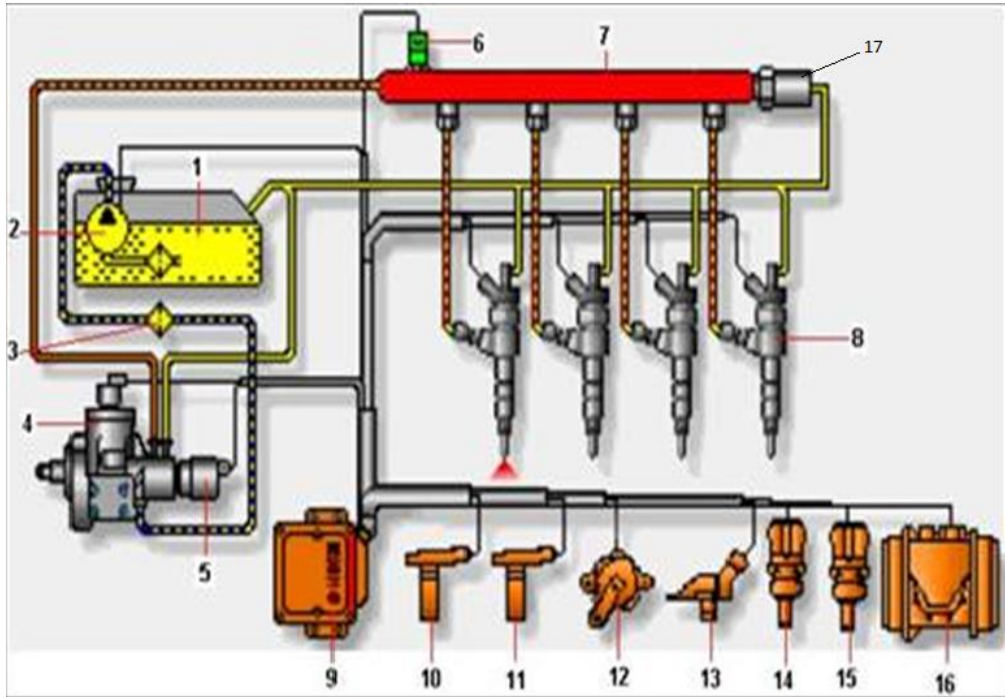
CammonRail (CR) sistemi yeni geliştirilen bir dizel direkt enjeksiyon sistemidir. Bu sistemin, bugüne kadar kullanılan aynı türdeki sistemlere göre yakıt sarfiyatı, egzoz gazı emisyonu, çalışma sistemi ve gürültü oluşumunda da net bir şekilde daha üstün olduğu görülmüştür. Tutuculu püskürtme veya ortak boru anlamına gelen cammon-rail'de, direkt tahrik edilen blok veya tek pompalı sistemlerden farklı olarak basınç oluşumu ve püskürtme ayrılmaktadır. Püskürtme basıncı, motor devir sayısına ve püskürtme miktarına bağımlı kalmadan oluşturulur ve belli sınırlar içerisinde serbest olarak seçilebilmektedir. Geleneksel dizel direkt püskürtücüleri yaklaşık 900 bar'lık basınç ile çalışırken, Commonrailsistemi, yakıtı 1800 bar'a kadar yükselen bir basınç ile ortak bir boru üzerinden enjektörlere dağıtır. Elektronik kontrol ünitesi (ECU), bu yüksek basıncı motorun devir sayısına ve yüküne bağlı olarak ayarlar. Püskürtmeyi, enjektörler üzerinde bulunan ve süratle anahtarlanabilen manyetik supaplar sağlamaktadır. Bu da yine püskürtmenin şekillendirilmesini, püskürtme miktarının ölçülmesini sağlamaktadır. Ayrıca yine bu imkanlar sayesinde yeni sistemin mükemmel bir avantajı olan pilot (ön) püskürtme ortaya çıkmaktadır. Pilot püskürtme, ana püskürtmeden önce oluşarak yakıtın yanmasına ilişkin emisyon oranlarını yüksek derecede iyileştirmektedir. Ön veya çoklu püskürtme ,enjektörün süratli manyetik supaplarına çok kere kumanda edilmesi ile oluşturulur. Ön püskürtme sayesinde direkt püskürtmeli yanma odalarında da, hem zararlı madde ve gürültü emisyonu, hem de yakıt sarfiyat değerleri daha da azaltılmaktadır. Common-rail sistemi, motorda önemli değişiklikler yapılmadan kullanılan püskürtme sisteminin yerini alabilmektedir. Basınç oluşumunun ve püskürtmenin ayrılmasına ilişkin tek şart, bir dağıtıcı boru(rail) ve enjektörlere giden borulardan oluşan, yüksek basınç tutucusudur. Sistemin çekirdek parçası, manyetik kumandalı supapları olan enjektörlerdir. Püskürtme olayı, elektronik

kontrol ünitesinden (ECU) manyetik supapa giden bir sinyal ile başlatılır. Bu arada püskürtülen yakıtın miktarı hem manyetik supapın açılma süresine hem de sistem basıncına bağlıdır. Sistem basıncını, yüksek basınç pompası oluşturmaktadır.



EDU: electronic driver unit  
ECU: electronic control unit

■ Common rail fuel system

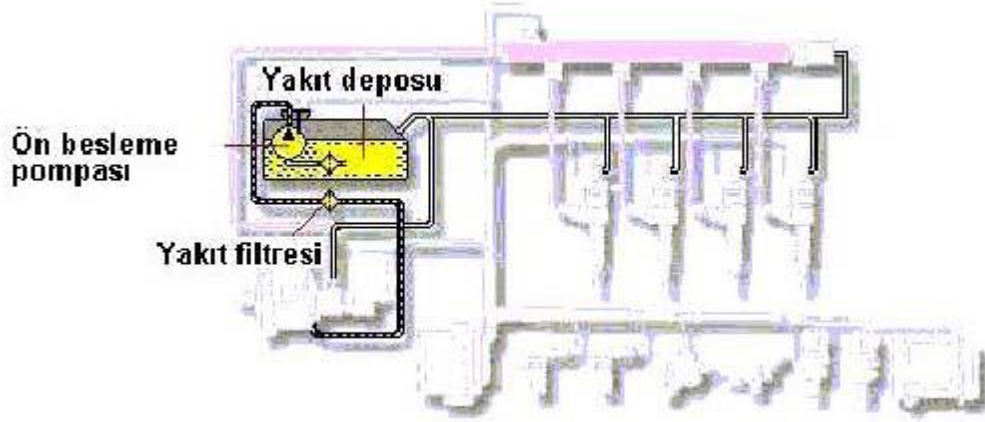


- |                          |                                   |                       |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. Yakıt deposu          | 9. ECU                            | 17. Basınç ayar valfi |
| 2. Ön besleme pompası    | 10. Krank mili hız sensörü        |                       |
| 3. Yakıt Filtresi        | 11. Kam mili sensörü              |                       |
| 4. Yüksek basınç pompası | 12. Gaz pedalı hareket sensörü    |                       |
| 5. Basınç kontrol valfi  | 13. Yüksek basınç sensörü         |                       |
| 6. Rail basınç sensörü   | 14. Hava sıcaklık sensörü         |                       |
| 7. Rail                  | 15. Soğutma suyu sıcaklık sensörü |                       |
| 8. Enjektör              | 16. Hava kutlesi ölçeri           |                       |

Şekil 5.3 Commonrail dizel enjeksiyon sisteminin parçaları

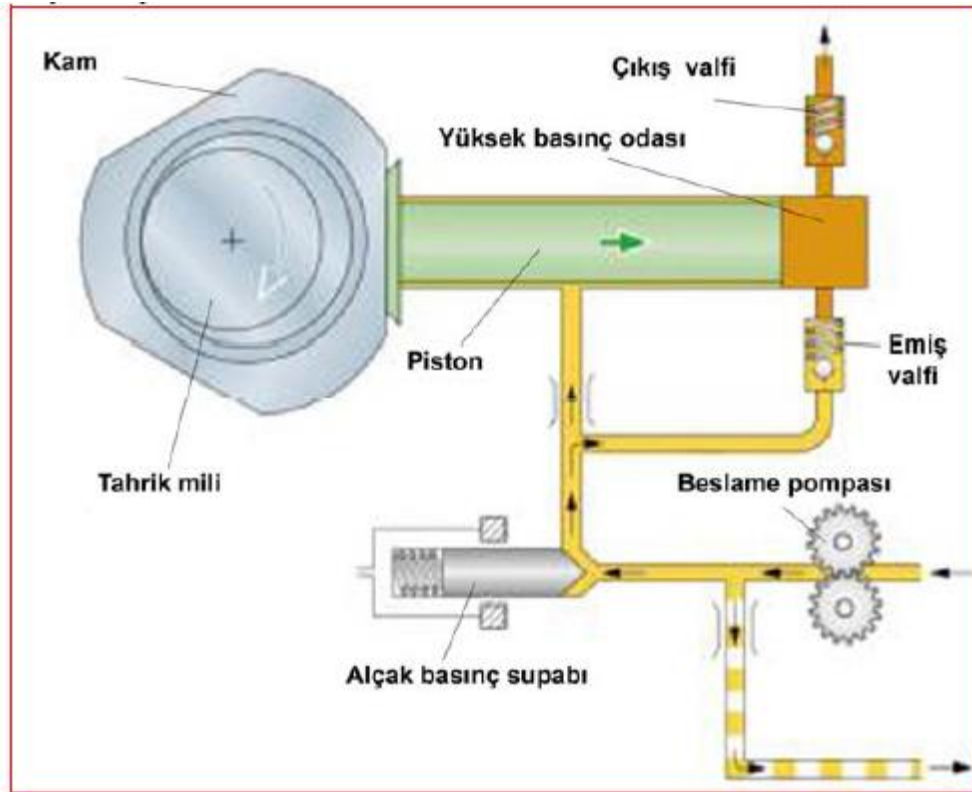
### 5.2.1.1 Alçak Basınç Pompası(Besleme Pompası)

Besleme pompasının görevi yüksek basınç pompasına düzenli bir şekilde yakıt sağlamaktır. Hâlihazırda iki farklı şekli vardır. Elektrikli tip silindirik hücreli yakıt pompası ile mekanik tahrikli dişli tip yakıt pompası kullanılmaktadır



Şekil 5.4 Alçak basınç hattı

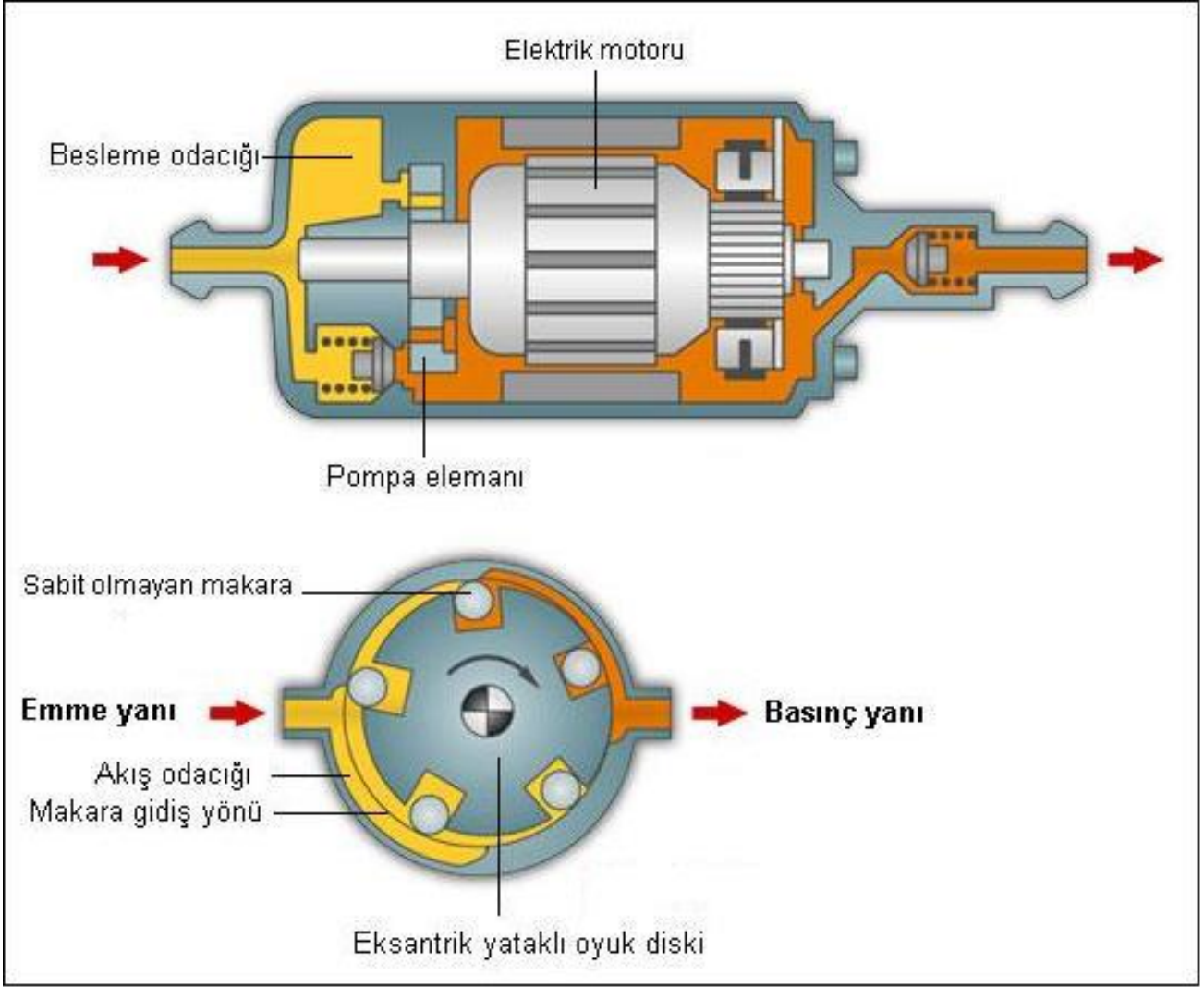
Diğer enjeksiyon sistemlerinde olduğu gibi commonrail sisteminde de alçak basınçlı besleme ilk safhayı oluşturur.



Şekil 5.5 Yakıt basıncının artırılması

Deponun dışında veya içinde bulunan elektrikli pompa, toplama bölümündeki yakıtı emerek motorun çalıştırılması için gereken yakıt ön basıncını sağlar. Yakıt, bir filtre aracılığı ile temizlendikten sonra mekanik ön besleme pompasına ulaşır. Bu kendinden emişli mekanik dişli çark pompası, eksantrik mili tarafından tahrik edilir ve de yüksek basınç pompasına yakıtı sağlar.

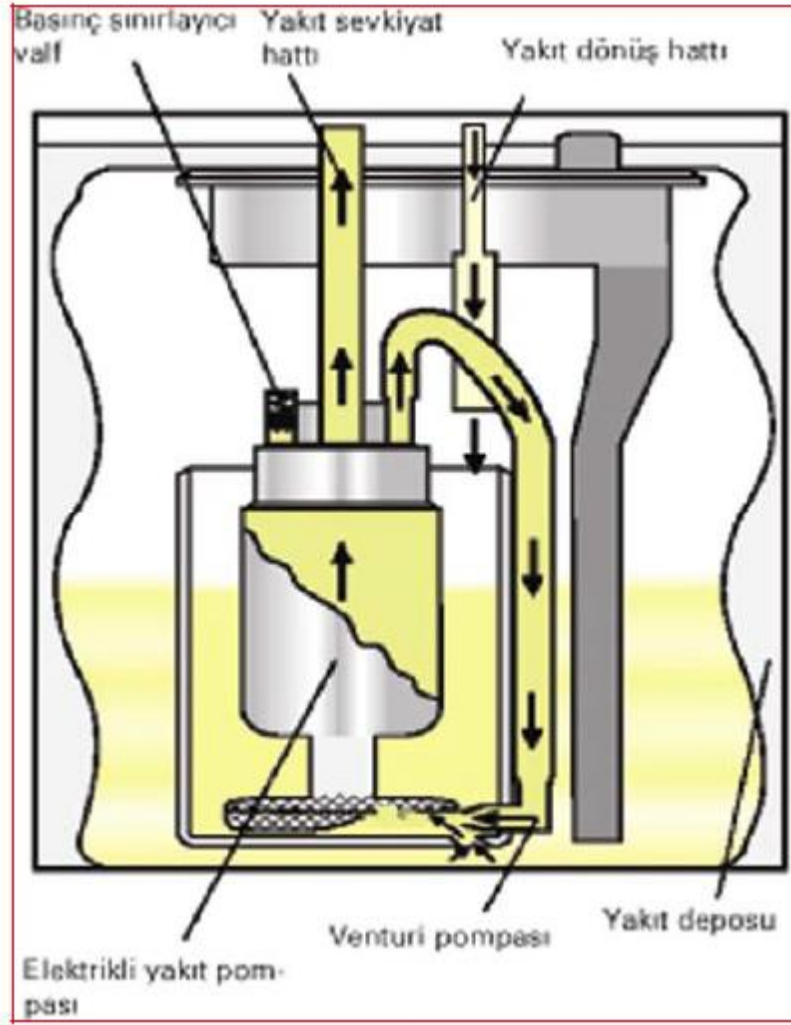
### 5.2.2. Elektrikli Tip Yakıt Pompası



**Şekil 5.6 Elektrikli pompa**

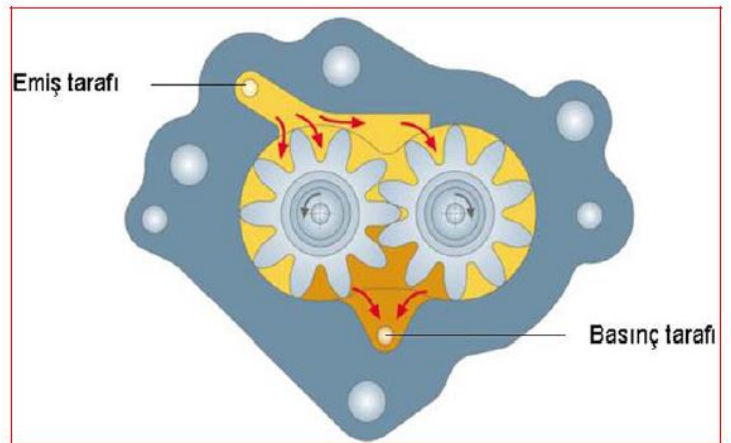
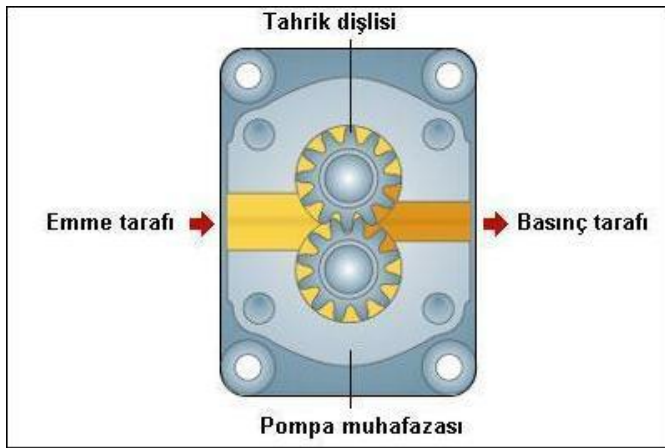
Dizel yakıtı depodan, 12 voltla çalışan elektrikli bir ön besleme pompası vasıtası ile emilir. Elektrikli tip yakıt pompası sadece otomobillerde ve hafif ticari araçlarda kullanılır. Görevi, sadece yüksek basınç pompasına yakıt göndermek değil, aynı zamanda sistemin çalışması sırasında acil bir durumda yakıt akışını kesmektir. Motor dönmeye başladığında, elektrikli tip yakıt besleme pompası motor hızından bağımsız olarak sürekli şekilde döner. Bu yakıt deposundan alınan yakıtın filtreden yüksek basınç pompasına sürekli olarak gönderildiği anlamına gelir. Fazla yakıt, fazla yakıt kontrol valfinden depoya geri gönderilir. Elektrikli yakıt pompaları, hat üzerine veya depo içerisine takılan tipte olabilirler. Elektrikli pompa, hacimsel silindirli tiptedir; daimi mıknatıslı bir motoru vardır. Motor tarafından döndürülen çark, emme kanalından besleme kanalına doğru değişen hacimler oluşturur.

Pompanın iki adet valfi vardır, bu valflerden biri pompa çalışmıyor iken yakıt devresinin boşaltılmasını önleyen, diğeri ise basıncın 5 bar değerini geçmesi halinde, yakıtın tahliyesini sağlayan yüksek basınç valfidir. Elektrik motoru, makaralı hücre pompası elemanını çalıştırarak emme tarafındaki odacığın yakıtla dolmasını sağlar. Pompa elemanında, bir oyuk içindeki yatağa eksantrik olarak bir disk yerleştirilmiştir. Diskte sabit olmayan makaralar bulunur. Yakıt emme tarafında, odacığın tabanı ve makaralar arasında akar. Dönme hareketi ve yakıtın basıncı ile makaralar dönüş yönüne bastırılırlar. Bu şekilde yakıtın basma tarafındaki çıkışa ulaşması sağlanır



**Şekil 5.7 Depo içerisinde bulunan elektrikli pompa**

#### 4.2.3. Dişli Tip Yakıt Pompası



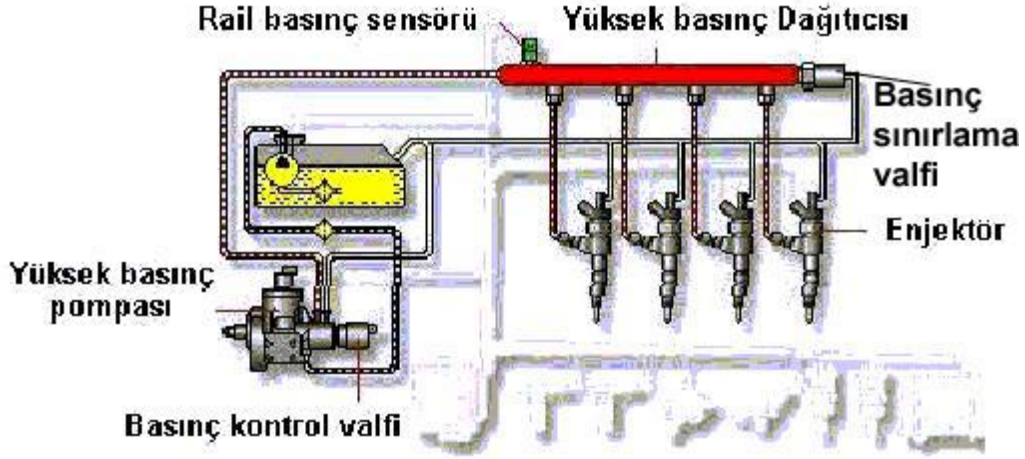
**Şekil 5.8 Dişli tip pompanın çalışma prensibi** **Şekil 5.9 Dişli tip pompanın çalışması**

Otomobillerde ticari araçlarda ve şantiye araçlarında, dişli tip commonrail yüksek basınç pompasına yakıt göndermek için dişli tip yakıt besleme pompası kullanılır. Bu pompa yüksek basınç pompası ile birleşik veya doğrudan motor kam mili tarafından tahrik edilen ayrı bir pompa şeklinde olabilir. Ana parçaları, birbirine

geçirilmiş karşılıklı dönen iki dişli ve gövdedir. Dişliler döndüğü zaman yakıt, dişlileriyle pompa duvarı arasındaki hücreye hapsedilir ve çıkışa (basınç tarafına) yönlendirilir. Dönen dişliler arasındaki temas hattı, pompanın emiş ve basınç bölümleri arasında sızdırmazlık sağlar ve yakıtın geri dönüşünü engeller. Dişli tip yakıt pompasının yakıt gönderme miktarı pratikte motor hızı ile orantılıdır. Bu dağıtım miktarının giriş (emiş) tarafındaki bir emiş valfi ile emişin azaltıldığı veya çıkıştarafından fazla yakıt kesme valfi ile sınırlandırıldığı anlamına gelir. Dişli tip yakıt pompası bakım istemez.

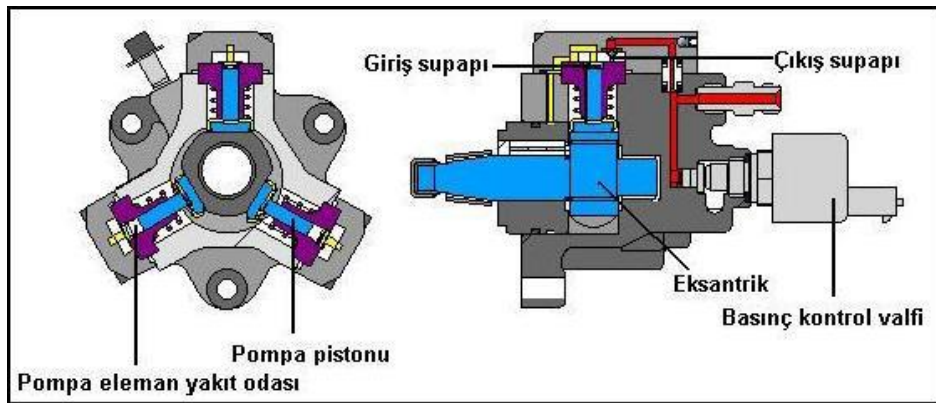
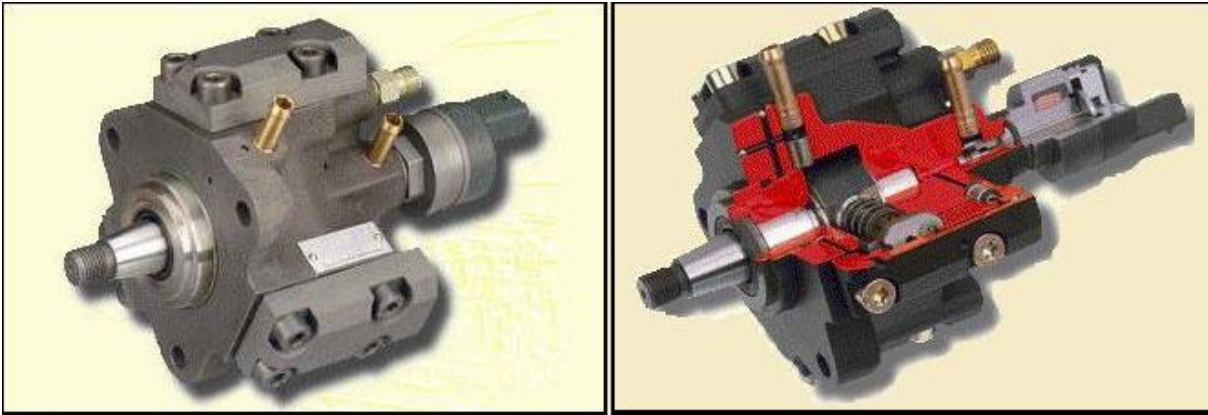
#### 5.2.4 Yüksek Basınç Pompası

Yüksek basınç pompası, 1800 bar'lık azami basınç üreterek, sıkıştırılmış yakıtın yeterli bir miktarını dağıtıcı eşiğine, diğer bir deyimle basınç ayar ünitesine iletir.



Şekil 5.10 Alçak ve yüksek basınç hatları

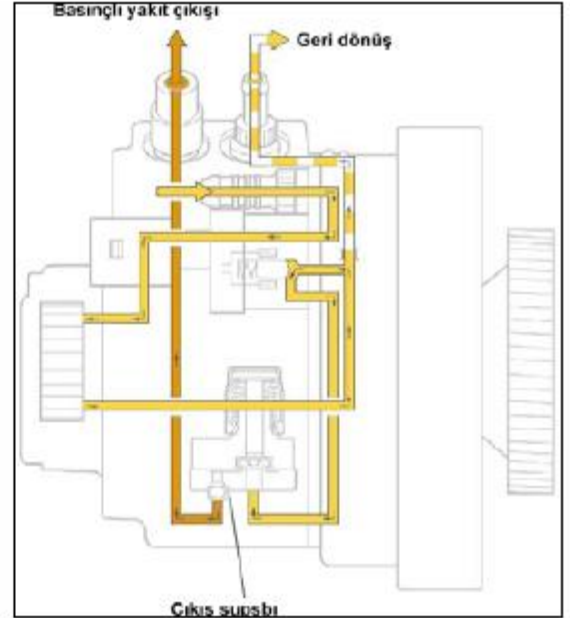
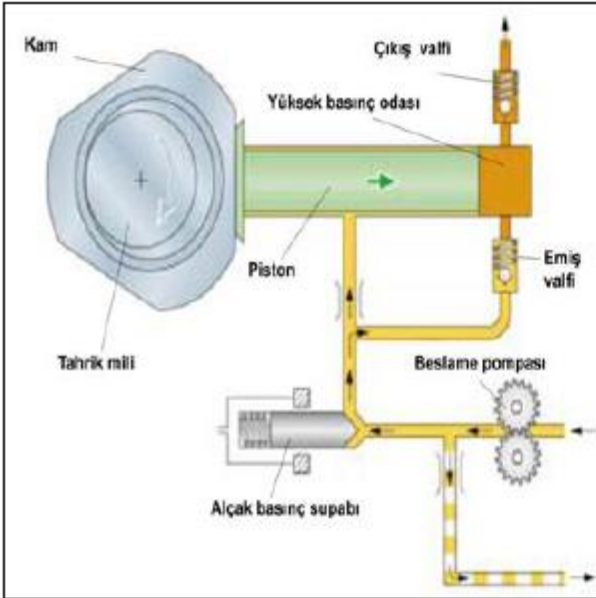
Yüksek basınç pompası, radyal pistonlu tipte bir pompadır. Üç adet radyal pistonu vardır. Pompaya senkronizasyon gerektirmeyen triger kayışı tarafından hareket verilir.



Şekil 5.12 Pompanın çalışması

Pompa, motor ile senkronize edilmesi gerekmeden, motorun dönme hızının yarısına eşit bir hızda döner. Yüksek basınç pompası, alçak basınç ve yüksek basınç beslemesi arasındaki bağlantıyı sağlar. Bu esnada yakıt üç pompa elemanı tarafından sıkıştırılır. Pompa elemanlarının arasında eksantrik kamı ve eksantrik mili bulunur(Şekil 5.12).Eksantriğin hareketi, 120° aralıklı yerleştirilen pistonların aşağı-yukarı hareketine yol açar.

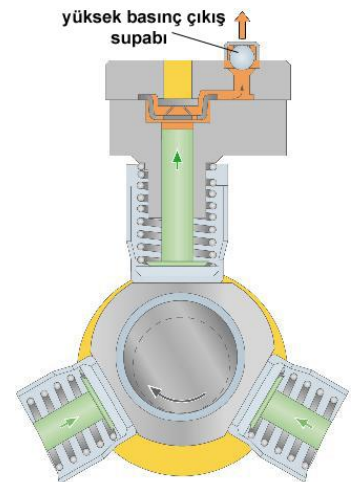
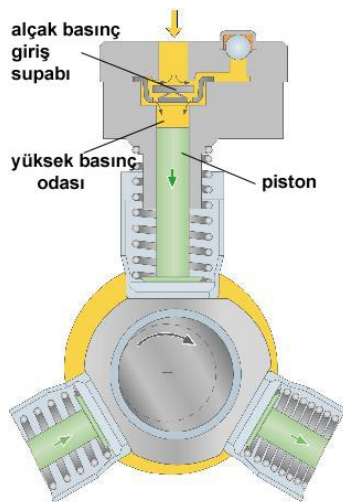
Pompa, uygun kanallar üzerinden, içeride dolaşan aynı dizel yakıt ile yağlanır ve soğutulur. Pompa, uygun şekilde soğutmanın sağlanması için, düşük basınçta en az 0,5 bar ile ve besleme debisinden en az 0,5 l/dk. daha fazla bir debi ile beslenmelidir. Basınç ayar valfi tarafından çekilen yakıt ile pompanın soğutulması ve yağlanması için kullanılan yakıt, atmosfer basıncında depoya gönderilir



Şekil 5 .13 Alçak basınç pompası

Şekil 5 .14 Yüksek basınç pompası

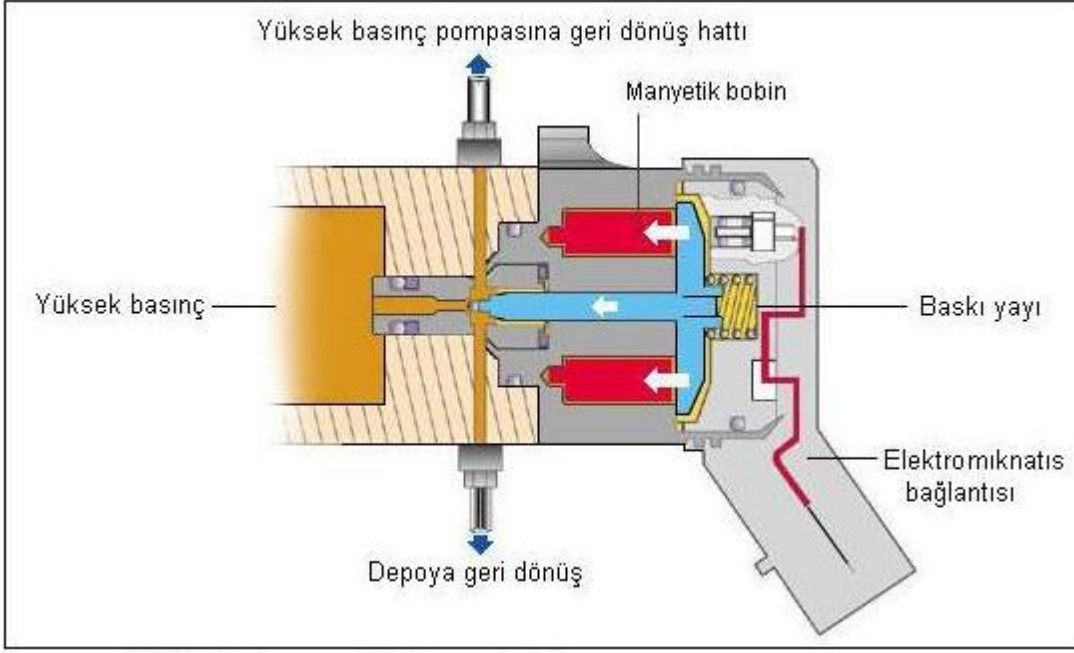
Pompanın çalışma şeklini üç pompa elemanının bir tanesinin örneğinde açıklayalım. Her pompa elemanının üstünde birer giriş ve çıkış supabı bulunur. Pompa elemanlarının birinin pistonunun aşağı doğru hareketi, besleme pompasından gelen yakıtın basıncının, giriş supabının açılma basıncından daha yüksek olmasına yol açar ve yakıt, pompa elemanının yüksek basınç bölgesine emilir. (Şekil 5.15).



Şekil 5 .15 Pompa pistonunun aşağı hareketi

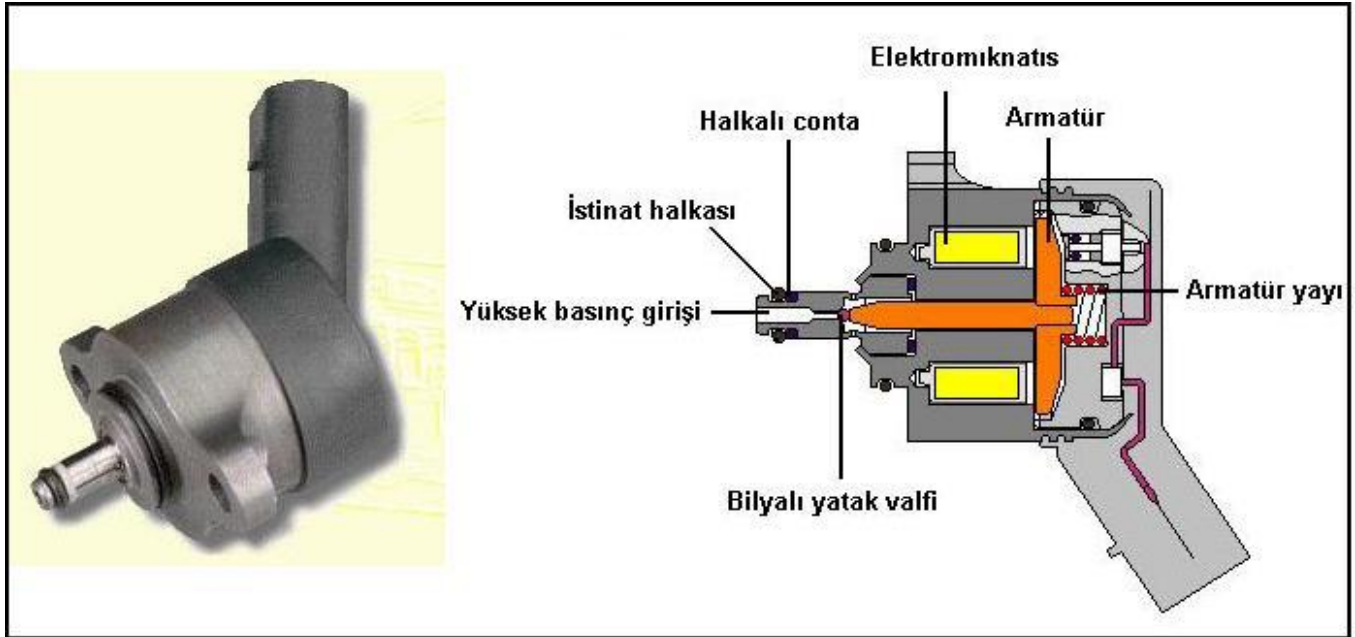
Şekil 5.16 Pompa pistonunun yukarı hareketi

### 5.2.5. Basınç Regülatörü (Basınç Kontrol Valfi)



#### Şekil 5.17 Yüksek basınç pompasının iç yapısı

Basınç regülatörü doğrudan yüksek basınç devresindeki pompanın çıkışına bağlanmıştır. Basınç regülatörünün (basınç kontrol valfinin) görevi ECU tarafından kontrol edilen motorun çalışma durumuna bağlı olarak yakıt hattı (rail) üzerindeki yüksek basınç dolaşımının istenilen değerlerde sabit kalmasını sağlar. Motor çalışmadığı zamanlarda manyetik bobinden akım geçmez. Bu durumda yakıt hattı (rail) basıncı ile baskı yayı arasındaki basınç, mekanik olarak dengelenir. Bu işlemin sonucunda sistemde 100 bar'lık bir yakıt hattı basıncı oluşur. Basınç dengelemesinden dolayı dışarı verilen yakıt, depoya veya yüksek basınç pompasına iletilir. Motor çalıştığında ve yüksek basınç pompası ile yakıt hattı (rail) sisteminde uygun basınç oluştuğunda, supabın manyetik bobinine akım gider. Manyetik güç, armatürü rail bölümüne çeker ve bilyalısupab kapanmaya başlar. Basınç kontrol supabı bir taraftan rail basıncı ile diğer taraftan baskı yayı ve manyetik bobinin dirençleri eşit güce ulaştınca kapanır.

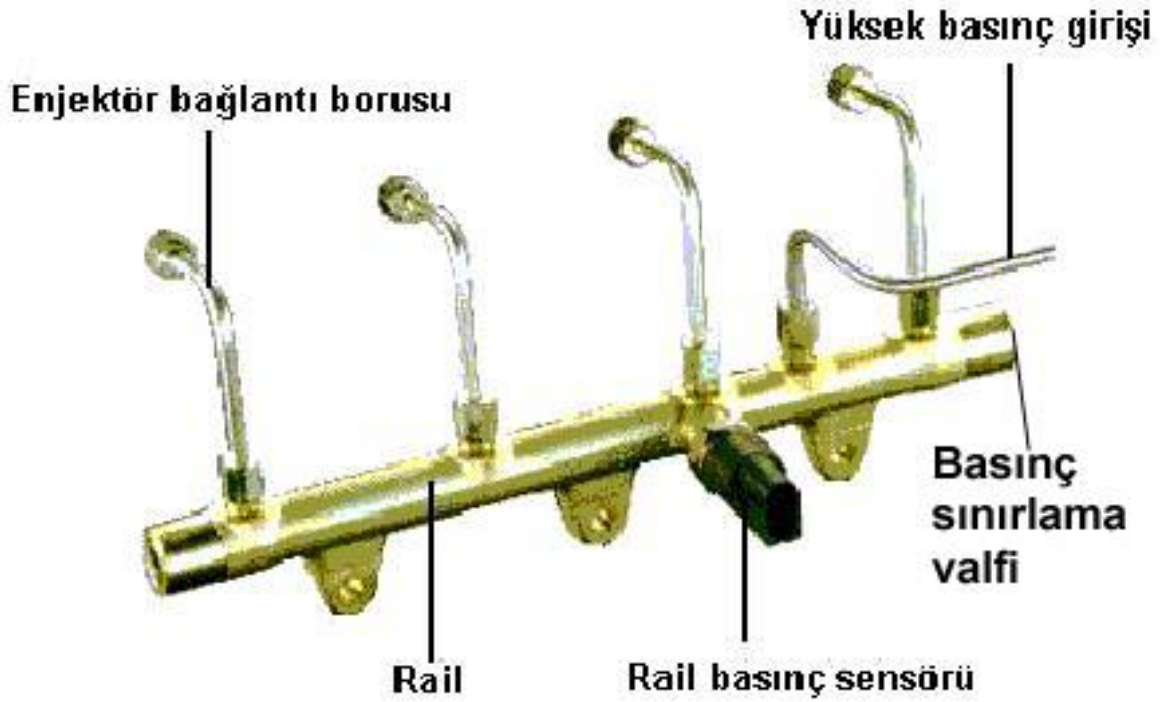


Şekil 5.18 Yakıt hattı (rail) basıncının ayarlanması

Kısaca motor çalışmadığında, basınç valfi devre dışı kalır. Yüksek basınç hattının basıncı, yay basıncından fazla olduğundan ayar valfi açılır. Motor çalıştığında, basınç valfi devreye girer. Ayar valfi kapanınca bir taraftan yüksek basınç, diğer taraftan manyetik ve yay basıncı, bir denge oluştururlar

#### 5.2.6. Yakıt Rampası (Rail)

Yakıt rampası, yakıt hattı, , yüksek basınçlı yakıt dağıtım borusu yada rail olarak isimlendirilir..

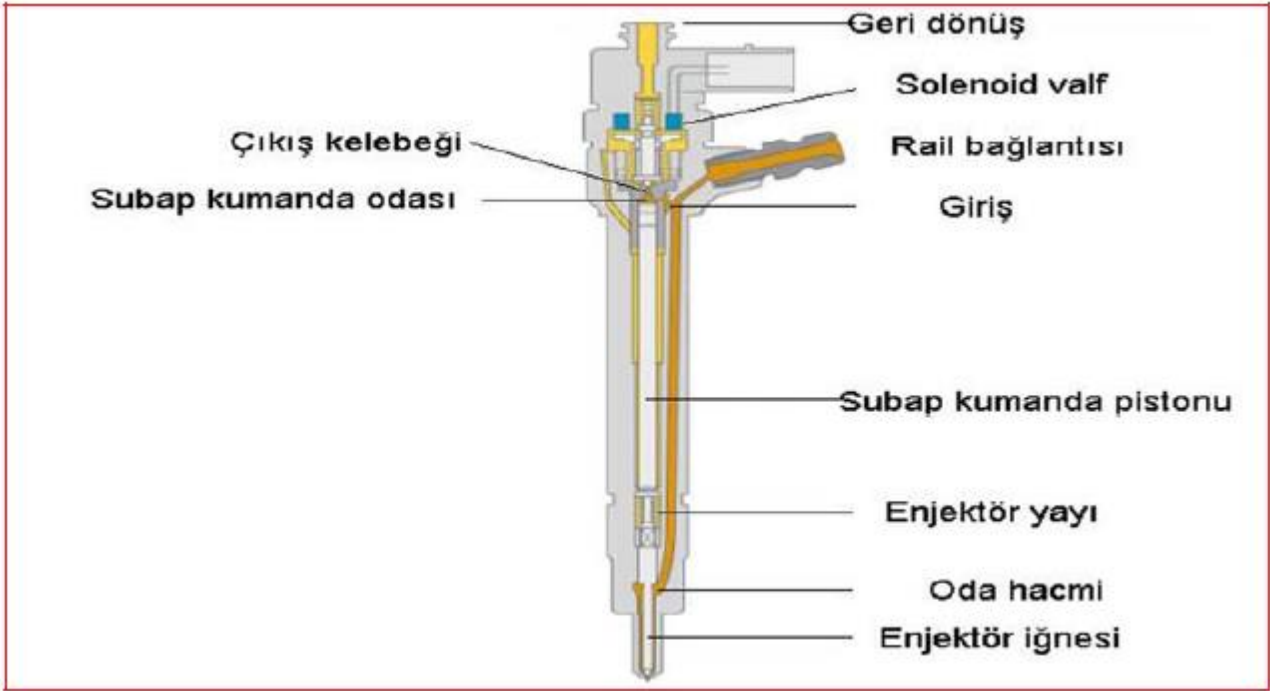


Şekil 4.19 Yüksek basınçlı yakıt dağıtım borusu

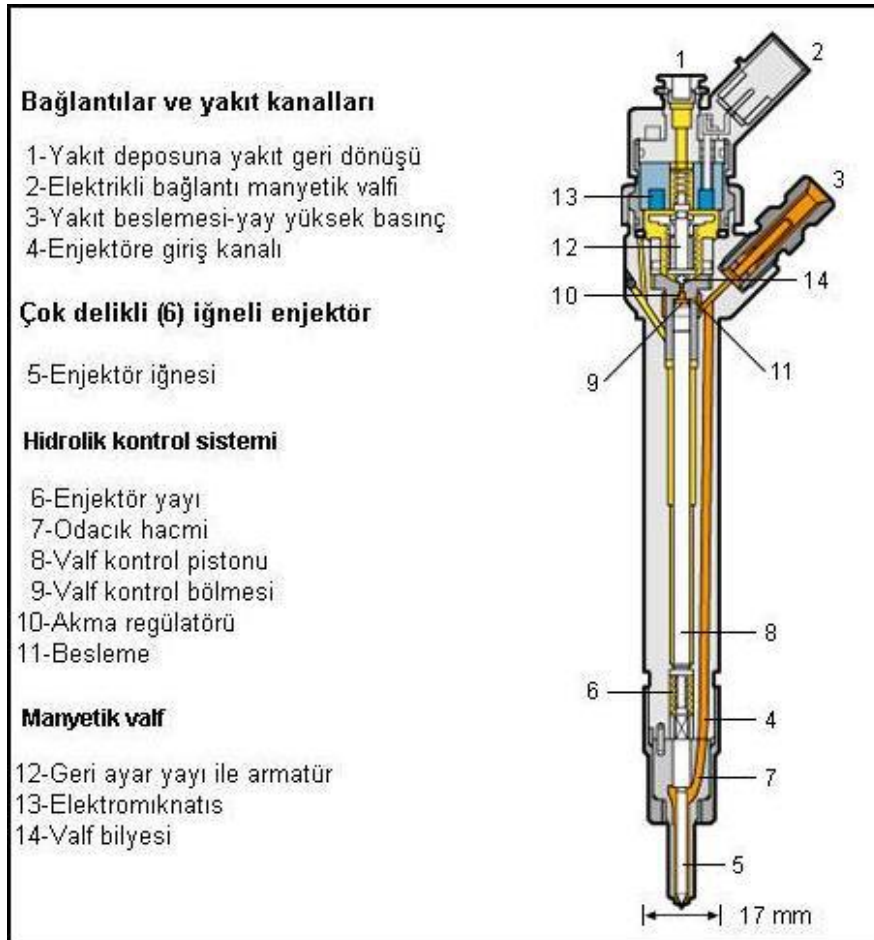
Yüksek basınçlı yakıt dağıtım borusu (rail), her pompa devrinde, üç pompa stroğunun ve enjektörlerin açılmalarının sebep olduğu basınç dalgalanmalarını sönümler. Dağıtıcının iç hacmi, geçici çalışma dönemlerinde basınç adaptasyonunda gecikmelere izin vermeden ve dağıtıcının dizel yakıtı ile doldurulması gereken marşa basma safhasını engellemeden, bu palsları sönümleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Tam yük durumlarında büyük miktarda yakıt enjekte edilirken yakıt galerisinde istenilen basıncın sağlanabilmesi için hacmin yeterli olması gereklidir. Dağıtıcı yakıt rampası (rail), yüksek çalışma sıcaklıklarına dayanıklı çelikten yapılmıştır. Şekil olarak uzundur ve dağıtıcı boyunca uzanan silindirik bir kanala sahiptir. Dağıtıcının üzerinde, braketler vasıtası ile motora bağlanması için delikler mevcuttur.

#### 5.2.7. Enjektörler

Klasik dizel enjektörleri ile commonrail dizel enjektörleri arasındaki en büyük fark commonrail enjektörlerin hidrolik yakıt basıncı ile açılmamasıdır. Commonrail sistem enjektörleri ECU tarafından elektriksel olarak çalıştırılır. Bu, enjeksiyonun başlaması ve enjeksiyon miktarı açısından tam kontrol sağlar. İlave olarak sistem pilot veya ön enjeksiyon ile çok kademeli enjeksiyonu da mümkün kılar. Common-rail sistemi için üretilen elektromanyetik kumandalı özel enjektörler, yüksek bir hassasiyete ve çok dar tolerans limitlerine sahiptir. Bilinen dizel püskürtme tertibatlarında olduğu gibi burada da enjektörler silindir başlıklarına sıkıştırma plakaları ile tespit edilir. Böylece mevcut dizel motorlarına da monte edilebilirler. Silindir başlığında yer aldığından enjektörler çok küçük çapta, (17 mm çapında) üretilirler. Enjektörleri işlev bakımından dört bölüme ayırabiliriz. Bu bölümler şekil 5.21'de ayrıntılı olarak görülmektedir.



**Şekil 5. 20 Commonrail enjektörün yapısı**

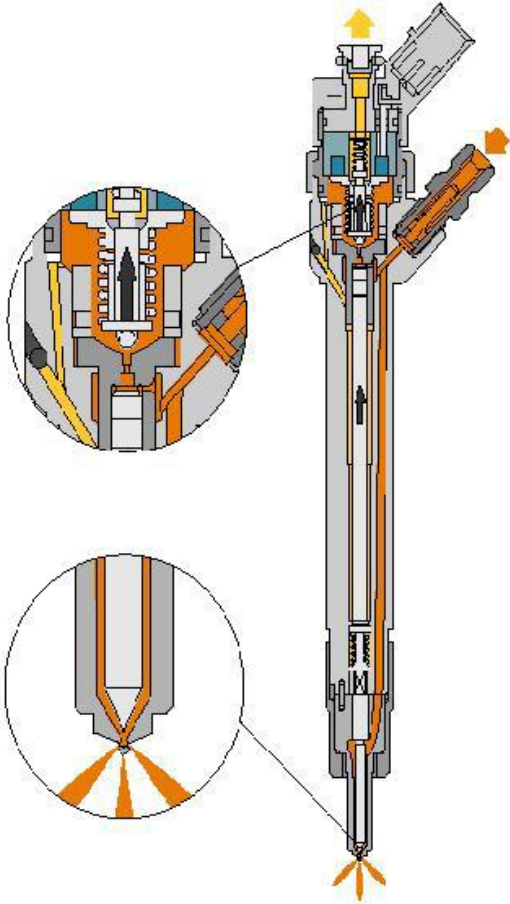


Elektromanyetik kontrollü yakıt enjektörü, yüksek basınçlı bir yakıt besleme kanalı ve ortam basıncında bulunan bir sirkülasyon borusunu içerir. Besleme kanalı, yüksek çalışma basınçlarına dayanıklı bir boru vasıtasıyla rail'e bağlanmıştır; sirküle edilen yakıt depoya gönderilir. Enjektörün çalışma prensibi, üst hazne ile alt hazne arasındaki basınç dengesini kontrol etmektir. Bu enjektörün açılmasını ve kapanmasını sağlar. Valfin içindeki ve aktivatörün hemen üzerindeki bölüm "kumanda odası" olarak adlandırılır ve yakıt enjektörünün çalışmasında büyük rol oynar. Kumanda odası, giriş deliği üzerinden sürekli olarak dizel yakıtı ile beslenen küçük bir odadır. Yakıtın odadan tahliyesi çıkış deliği üzerinden gerçekleşir. Bu deliğin açılmasını bir kumanda solenoidi kontrol eder. Kumanda odasında yer alan besleme basıncındaki dizel yakıtı, basınç çubuğunun üst yüzeyine etki eder.

**Şekil 5. 21 Commonrail enjektörün yapısı**



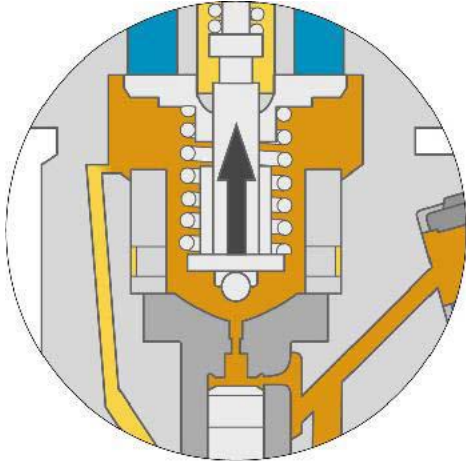
Sürekli olarak yakıtla dolu olan enjektör kapalı durur. Enjektör memesi iğnesinin üst tarafındaki odacıkta rail basıncı olan yakıt bulunur. Rail basıncının enjektör başlığı yayını kaldırıp sürekli bir püskürtme olmaması için manyetik supap ve kontrol pistonu tarafından aksi yönde bir basınç oluşturulur. Manyetik supap devre dışıdır



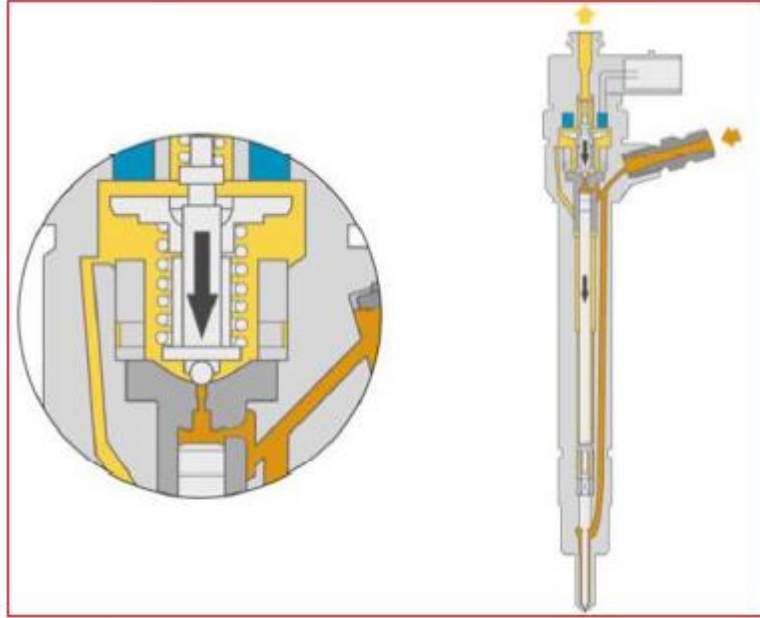
ve armatürün supap bilyası bastırma yayı tarafından çıkış tıkaçındaki yerine bastırılır. Supap kontrol bölmesine yakıt akar ve railin yüksek basıncı oluşur. Supap kontrol pistonundaki rail basıncı ve enjektör memesi yayının gücü, enjektör iğnesini, açma gücüne karşı kapalı tutarlar. Enjeksiyon başlangıcında ECU tarafından enerji gönderilir. Kısa sürede güçlü bir manyetik alan yaratmak için yüksek bir akım gönderilir. Böylece elektromıknatis elektriksel olarak beslendiğinde, kılavuz iğne yukarı hareket eder ve kesit alanı giriş deliğinden daha büyük olan giriş deliği açılır (Şekil 5.25). Sonuç olarak, giriş deliği üzerinden yeterli miktarda akış olmadığından, kumanda odasında mevcut olan dizel yakıtı boşaltılır ve basınç düşer. Basınç çubuğunun üst kısmına etki eden kuvvet azalır ve açma kuvveti değerinin üzerine çıktığında, püskürtücü açılmaya başlar. Sürekli olarak basınç borusu tarafından doldurulan besleme odasından gelen dizel yakıtı püskürtücü üzerinden akmaya başlar ve yakıt silindirlere gönderilir. Yani manyetik supap devreye alındığında veya elektromıknatisin gücü, bastırma yayı ve armatürün toplam gücünün üstüne çıktığında, çıkış bilyesi açılır. Çıkış bilyesi açıldığında yakıt, supap kontrolbölümünden üstteki boşluk vasıtası ile yakıt geri iletme elemanı üzerinden depoya gider. Supap kontrol bölmesindeki basınç düşer ve kontrol pistonu yukarı doğru hareket eder.

#### Şekil 5.25 Enjeksiyon başlangıcı

Supap kontrol bölmesinin basıncı, odacık basıncından az olduğu için supap kontrolpistonu yukarı doğru itilir ve enjektör yayı bastırılır. Kontrol pistonu üst konumda olduğunda enjektör iğnesi tamamen açılarak püskürtme süreci başlar. Enjeksiyon sonunda elektromıknatisin elektriksel beslenmesinin kesilmesi girişdeliğinin kapanmasına sebep olur, bu da daha sonra kumanda odasındaki basıncın hızla artarak orijinal değerine ulaşmasını sağlar. Sonuç olarak, basınç çubuğu pimine etki eden kuvvetler tekrar dengelenirler. Kuvvetlerin dengelenmesi sonucunda, basınç çubuğu ve pim tekrar aşağı doğru hareket eder. Püskürtücüye (enjektör memesi) yakıt akışı durdurulur ve enjeksiyon sona erdirilir. Yani manyetik supap devre dışı kaldığında armatür, bastırma yayının gücü ile aşağı doğru itilir. Bilyenin kapanması ile supap kontrol bölmesinde yine railde olduğu gibi bir basınç oluşur. Supap kontrol bölmesi ile enjektör yayının gücü odacık gücünün üstüne çıktığından enjektör



#### Şekil 5.26



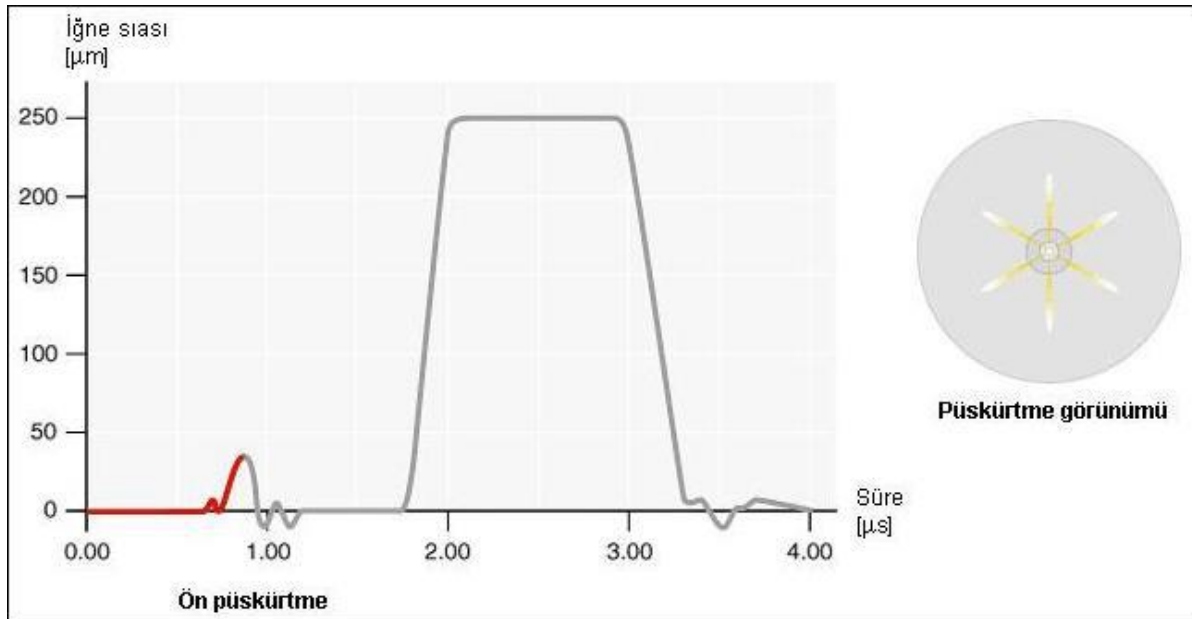
**Şekil 5.27**

püskürtülen yakıt miktarı, son derece hassas olarak tespit edilebilir. Çok delikli enjektörlerin rail basıncı ile birlikte kullanımı yakıtın püskürtme esnasında çok düzgün olarak yayılmasını sağlar.

➤ **Ön Enjeksiyon**

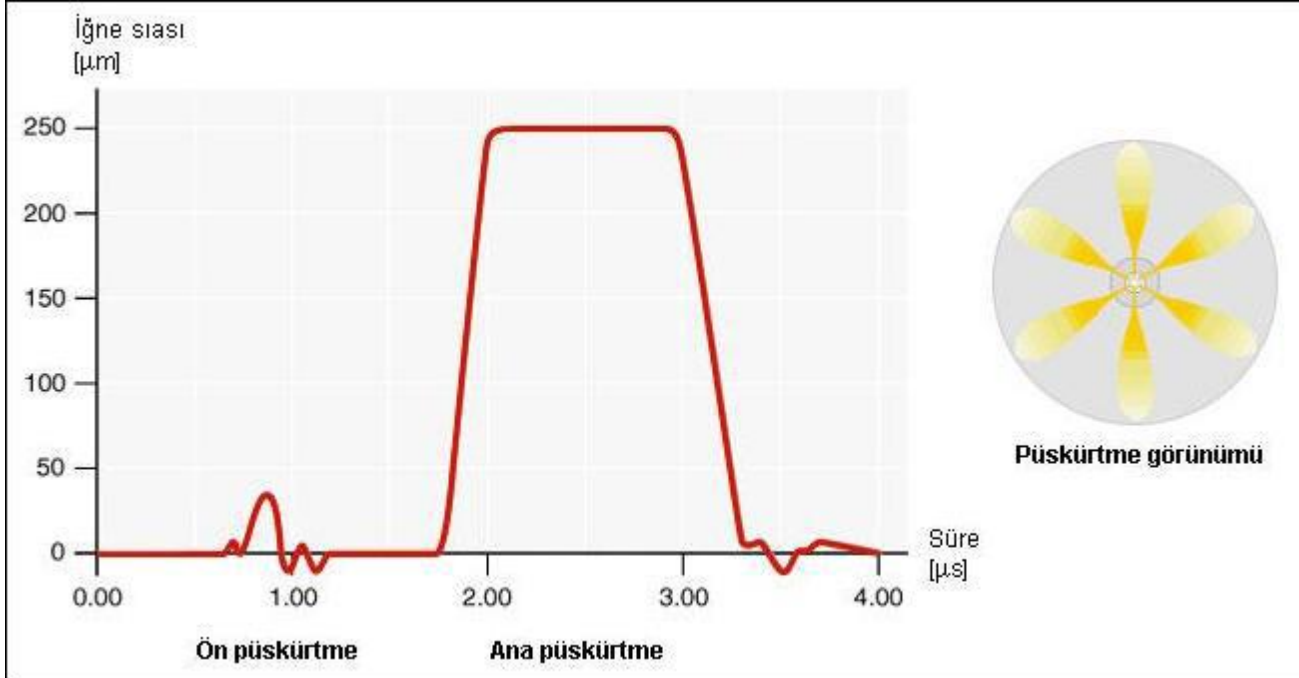
Ana püskürtme başlamadan önce sıkıştırılmakta olan havanın içerisine yakıt püskürtülerek gerçekleştirilir. Bunu sağlamak için enjektör iğnesi kısa süreli olarak sadece milimetrenin yüzde biri kadar kaldırılır ve sonra yine bırakılır.  $2\mu s$ 'den kısa süre sonra ana püskürtme başlar. Kademeli püskürtmenin yararları;

- Ana püskürtmede tutuşma gecikmesinin kısılması (püsküren yakıtın beklemeden yanması),
- Yanma sonu oluşan maksimum basıncın azalması,
- Dizel vuruntusunun dolayısıyla yanma seslerinin azalması,
- Yakıt-hava karışımının en iyi şekilde yakılması,
- Zararlı egzoz gazı çıkışının azalması,
- Yakıt tüketiminin azalması sağlanır.



**Şekil 5.28 Ön püskürtme sırasında zamana bağlı iğne hareketi (iğne sığası)**

Her enjeksiyonda yanma odasına gönderilen yakıt miktarı, esas olarak iki parametreye bağlıdır: Bunlar enjektör memesinin açık kalma süresi ve enjektör besleme odasındaki basınçtır. İlk olarak, besleme odasındaki basıncın hattaki basınca eşit olduğu düşünülebilir. Bununla birlikte, enjeksiyon esnasında, basınçta, enjeksiyonun sebep olduğu hafif bir düşme söz konusudur. Mevcut zamanın çok kısıtlı olmasından, besleme odasındaki basıncın kontrol edilmesi ve ölçülmesi mümkün olmadığı için, enjeksiyon basıncının besleme hattındaki basınç ile aynı olduğu kabul edilir. Şekil 5.28 ve 5.29'da ön ve ana püskürtme sırasında zamana bağlı enjektör iğne hareketi görülmektedir.

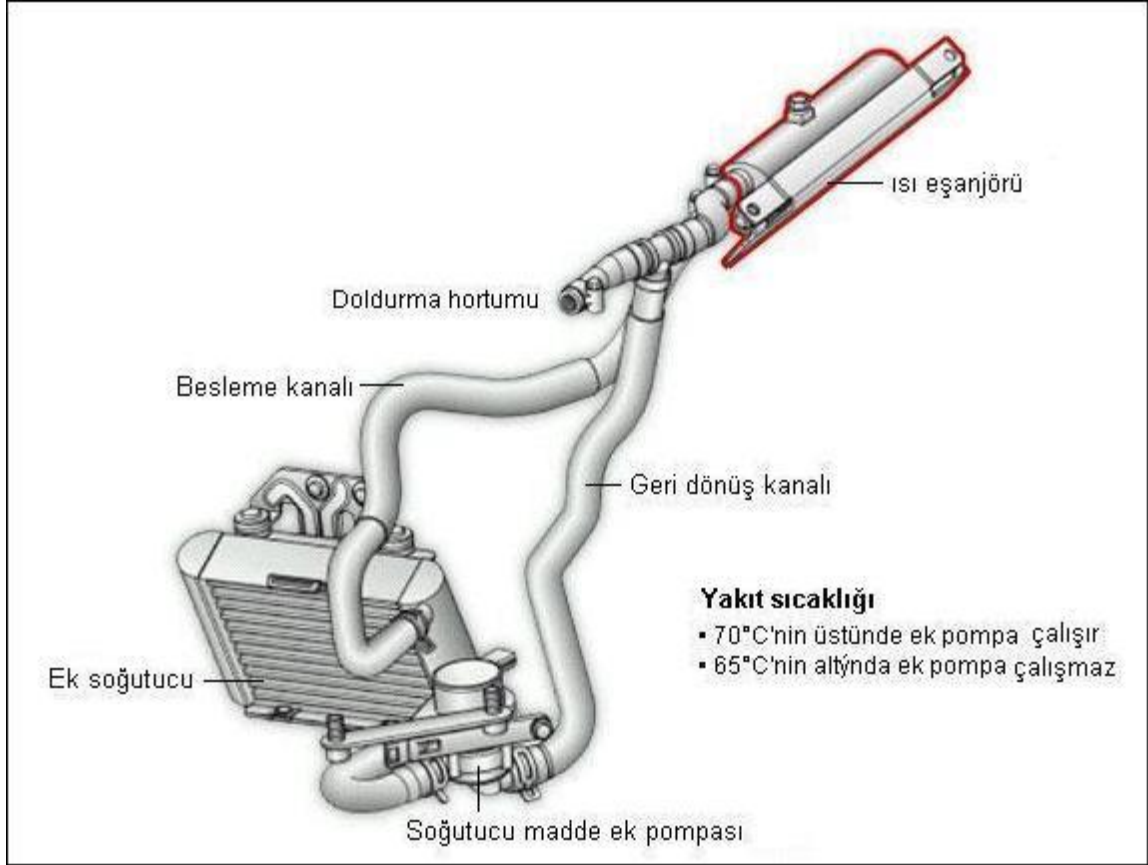


### Şekil 5.29 Ön ve ana püskürtme sırasında zamana bağlı iğne hareketi (iğne sığası)

Enjektör iğnesinin açık kalma süresi, elektriksel kumandanın süresine bağlıdır. Gerçekte elektriksel kumanda süresi ne kadar uzun ise kılavuz iğnenin ve enjektör iğnesinin de o kadar uzun süre açık konumda kalması gerekir. Enjeksiyon süresi ile elektriksel kumanda süresi arasında hemen bir bağlantı kurulamaz. Daha sonra, enjeksiyon süresi için referans belirlendiğinde, elektriksel kumanda süresi veya ET- enerjilenme süresi göz önüne alınacaktır. Enjeksiyonun sona ermesindeki gecikme süresi enjeksiyonun başlamasındaki gecikme süresinden daha uzun olduğu için genellikle enjeksiyon süresi, elektriksel kumanda süresinden daha uzundur. Enjeksiyon avansı belirlenirken, elektriksel kumandanın başlamasındaki gecikme süresi arasındaki fark göz önüne alınmalıdır. Pratikte, common-rail sistemi; enjeksiyon avansı için enjeksiyon başlamasını değil, elektriksel kumandayı referans alır. Aynı düşünce, enjeksiyonun sona ermesi konusunda da geçerlidir. Elektriksel kumandanın sonundan itibaren enjeksiyonun sona ermesindeki gecikme, enjeksiyonun başlamasındaki gecikme süresinden daha uzundur.

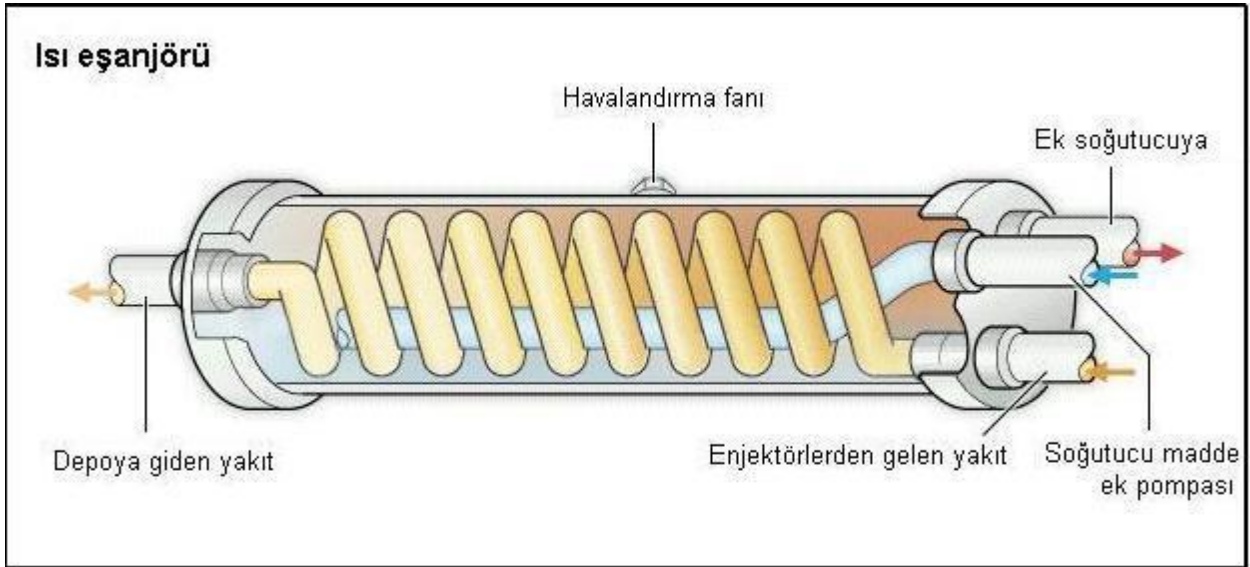
### ➤ Yakıt Soğutucusu

Yanmaya ileilmeyen yakıt, alçak basınç beslemesinin geri dönüş kanalı tarafından tekrar geri taşınır. Yakıtın geri taşınması için, geri dönüş kanalında çeşitli elemanlara ihtiyaç vardır. Yakıt soğutma maddesi dolaşımına entegre edilmiştir. Yakıt, yüksek basınçlı besleme esnasındaki sıkıştırmadan dolayı ısındığı için soğutulduktan sonra geri dönüş kanalına varması gerekir. Hava sıcaklıklarının düşük olduğu zamanlar bimetal ön ısıtma supabı vasıtası ile yakıt, tekrar besleme kanalına iletilir. Bimetal ön ısıtma supabının arızalı olduğu hallerde yakıtın geri dönüşü, bir mekanik by-pass supabı tarafından sağlanır. Araç zemini altındaki havalı yakıt soğutucusu, su ile çalışan yakıt soğutucusuna ilave olarak, geri dönen yakıtın sıcaklığını düşürür. Bir kaza anında yakıtın geri dönüş kanallarına akması mekanik bir çarpma supabı tarafından önlenir. Sulu yakıt soğutucusunda bulunan parçalar, yakıt sıcaklığında gereken düşüşü sağlarlar Yakıtın yükselmiş ısısı, dolaşan soğutma maddesine verilir



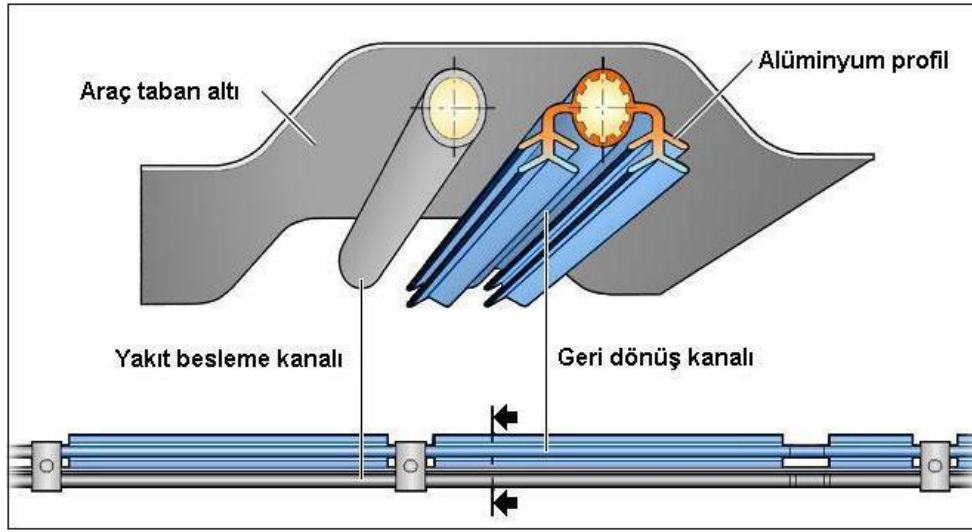
**Şekil 5.30 Yakıt soğutucu devresi**

Elektrikli soğutma maddesi ek pompası, ısınmış soğutma maddesini ek bir soğutucudan geçirerek ısı eşanjörüne geri götürür. Yakıt sıcaklığı 70 °C'yi bulunca devreye girer. Soğutma süreci esnasında yakıt sıcaklığı 65 °C'nin altına düşerse tekrar devreden çıkar. Yakıt soğutma dolaşımı, ana soğutma dolaşımının geri dönüş kanalına doldurma hortumu vasıtası ile bağlıdır (Şekil 5.30 ve 5.31).



**Şekil 5.31 Yakıt soğutma eşanjörü**

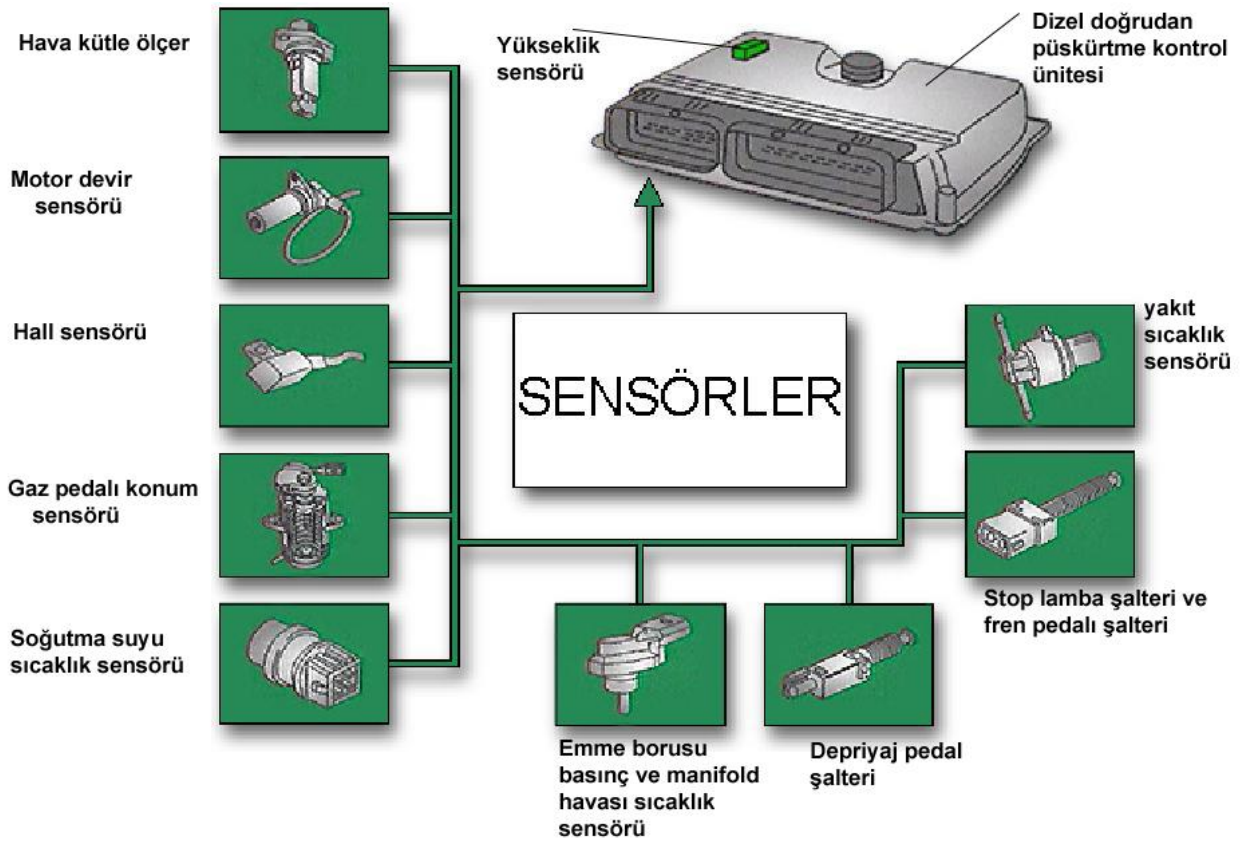
Yakıt, soğutma maddesi dolaşımı tarafından soğutulmasına ilave olarak, aracın zeminaltında bulunan özel şekilli, geri dönüş kanalı ile de soğutulur. Alüminyumun profil yapımşekli, soğutma yüzeyinin büyük olmasını sağlar. Geri dönüş kanalının içindeki üçgen yivler, yakıt sıcaklığının soğutma profiline iletilmesine yarar sağlarlar (Şekil 5.33).



**Şekil 5.32 Yakıt geri dönüş kanalı üzerindeki kanatçıklar**

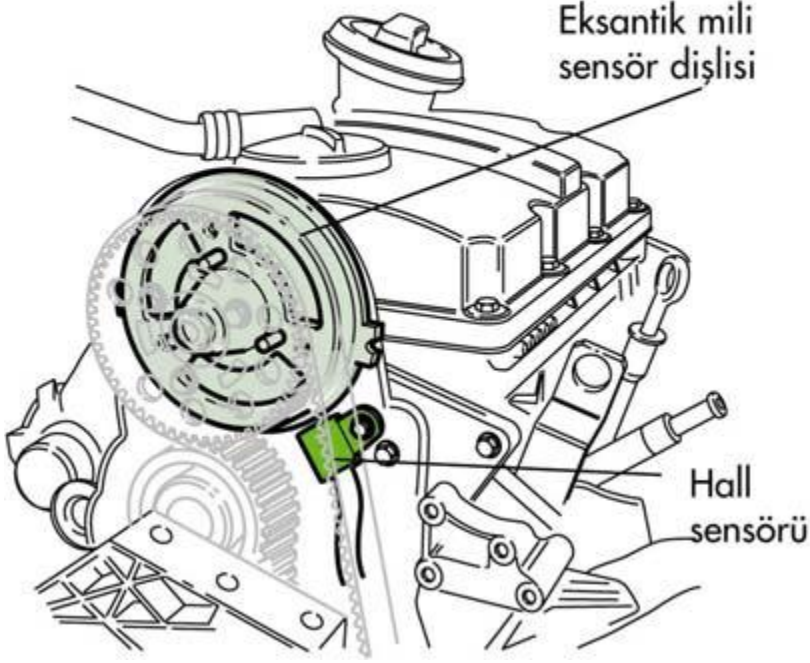
#### 4.2.8. CommonRail Dizel Enjeksiyon Sistemi ile Çalışan Sensörler

Motor yönetim sisteminde, tahrik aksamının kontrolü için gereken tüm bilgiler işlenir. Bunun sağlanması için sensörler, motorun o anki çalışması ile ilgili tüm verileri toplar. Motor kontrol ünitesi bu verilere göre enjektörlerin (aktörlerin) çalışmasını, sürüş durumuna göre düzenler. Sensörler, geçerli olan çalışma durumunu belirlerler ve bunu yaparken örneğin yakıt sıcaklığı, motor devir sayısı veya yük gibi çeşitli fiziki değerleri elektrik sinyallerine dönüştürürler. Common-rail enjeksiyon sistemi için en önemli sensörler; motor devir sensörü, yakıt sıcaklığı sensörü, raildeki yakıt basıncının sensörü, emme borusu basınç sensörü ve eksantrik mili birinci silindir konum sensörüdür (Şekil 5.33).



**Şekil 5.33 Yakıt sisteminde kullanılan elektronik kontrol ünitesi ve sensörler**

## ➤ HallSensörü

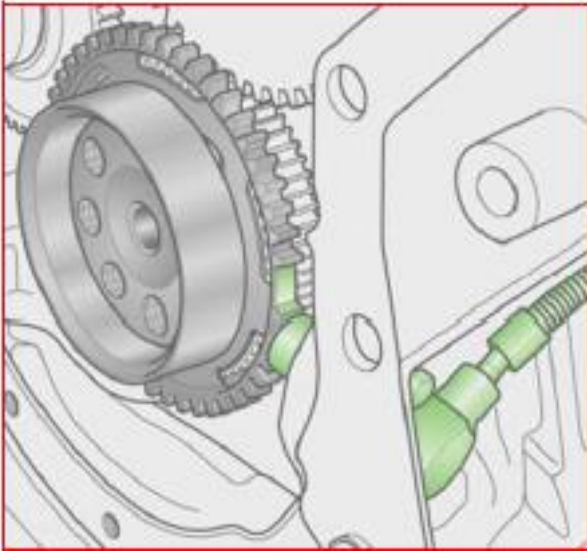


harekete geçirebilir.

Şekil 5.34 Hallsensörünün motor üzerindeki konumu

Hallsensörü, dişli kayış muhafazasında eksantrik mili dişlisinin altına tespit edilmiştir. Hall sensöründen gelen sinyal, motor kontrol ünitesinin motoru çalıştırırken silindirleri algılamasını sağlar (Şekil 5.34). Motor çalıştırılırken motor kontrol cihazının ilgili enjektör valfini harekete geçirmek için hangi silindirin sıkıştırma zamanı içinde olduğunu bilmesi gerekir. Bunun için eksantrik mili sensör dişlisinin dişlerine temas eden ve böylece eksantrik milinin pozisyonunu belirleyen Hallsensöründen gelen sinyali değerlendirir. Eksantrik mili sensör dişlisinin üzerindeki bir dişin sensör önünden her geçişinde motor kontrol ünitesine iletilen bir hall gerilimi oluşur. Dişler birbirlerinden farklı aralıklarla durduğu için hall gerilimleri farklı zaman aralıklarında ortaya çıkar. Böylece motor kontrol ünitesi, silindirleri tanır ve doğru enjektör valfini

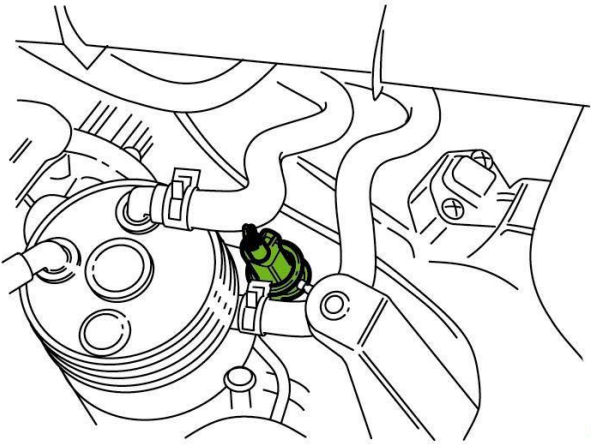
## ➤ Motor Devir Sensörü



Şekil 5.35 Motor devir sensörü

Motor devir sensörü, endüktif bir sensördür. Silindir bloğuna tespit edilmiştir. Sensör dişlisinin çevresi boyunca 56 tane diş ve 2 dolu ve 2 de boş diş vardır. (değişik model araçlarda diş sayıları ve boşluklarda değişiklikler olabilir)Boşluklar birbirine 180° ters durumdadır ve krank milinin pozisyonunu tespit etmeye yarayan izafiyet noktaları olarak iş görür. Motor devir sensöründen gelen sinyal aracılığıyla motorun devir sayısı ve krank milinin pozisyonu en doğru biçimde algılanır. Bu bilgilerle, enjeksiyon zamanı ve enjeksiyon miktarı hesaplanır. Sinyal kesildiğinde, motor durur(Şekil5.35).

### ➤ Yakıt Sıcaklık Sensörü



Yakıt sıcaklık sensörü, negatif sıcaklık katsayılı (NTC) bir sıcaklık sensörüdür. Bunun anlamı şudur: Sensörün direnci sıcaklık arttıkça azalır. Sensör, yakıt pompasından yakıt soğutucusuna giden yakıt, geri hareket kanalında bulunur ve gerçek yakıt sıcaklığını tespit eder. Yakıt sıcaklık sensöründen gelen sinyal, yakıt sıcaklığının algılanmasına yarar. Elektronik kontrol ünitesi, yakıt yoğunluğunun farklı sıcaklıklardaki durumunu göz önüne alması için emmenin başlangıcını ve enjeksiyon miktarını hesaplamak için bu bilgiye ihtiyacı vardır. Sinyal, ayrıca yakıt soğutma pompasının çalıştırılması için gerekli bilgi olarak da kullanılır. (Şekil 5.36).

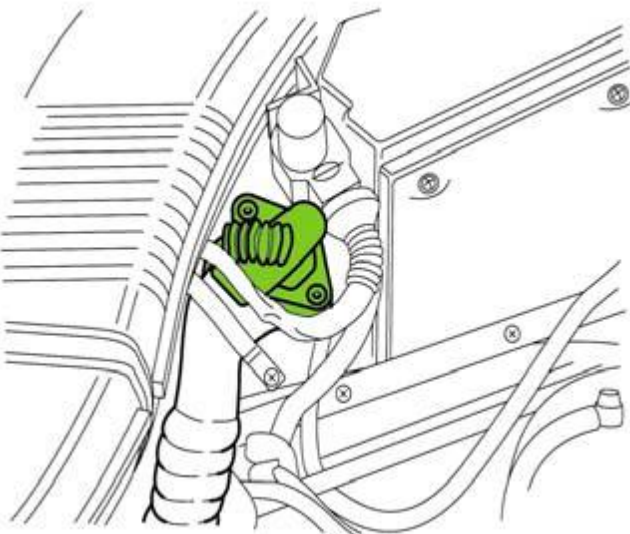
Şekil 5.36 Yakıt sıcaklık sensörünün konumu

### ➤ Hava Kütle Ölçeri



Geri akım algılayıcı hava kütlesi ölçücüsü, emilen havanın kütlesini tespit eder ve emme borusunda bulunur. Valflerin açılması ve kapanmasıyla emme borusunda, emilmiş olan hava kütlesinde geri akımlar oluşur. Geri akım algılayıcı sıcak şeritli hava kütlesi ölçücüsü, geri akmakta olan havayı algılar ve elektronik kontrol ünitesine gönderdiği sinyalde bunu göz önüne alır. Böylece hava kütlesinin ölçümü kesin bir şekilde yapılır. Ölçülen değerler, elektronik kontrol ünitesi tarafından enjeksiyon miktarının ve egzoz geri hareket kütlesinin miktarının hesaplanmasında kullanılır. Hava kütlesi ölçücüsünden gelen sinyal kesildiğinde, elektronik kontrol ünitesi sabit bir değer kullanarak hesap yapar (Şekil 5.37).

Şekil 5.37 Hava kütle ölçeri



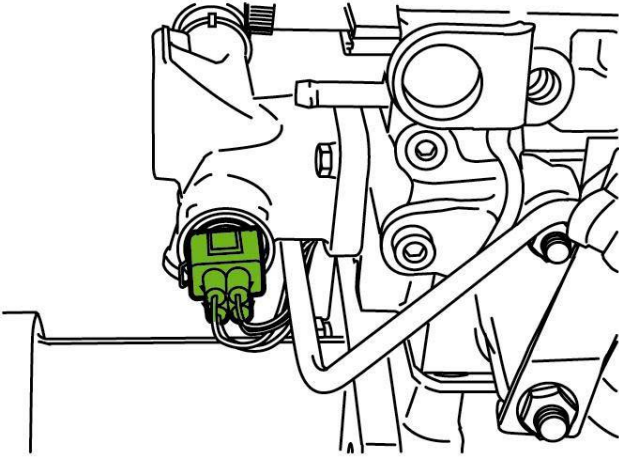
Şekil 5.38



Şekil 5.39

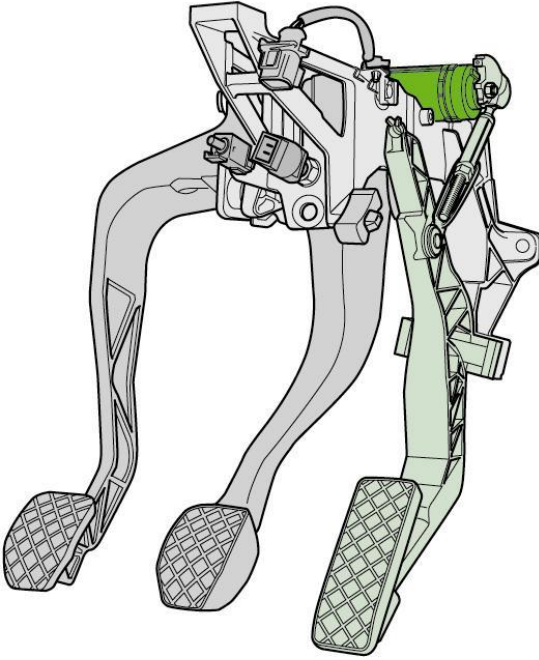
## ➤ Soğutma Suyu Sıcaklık Sensörü

Soğutma suyu sıcaklık sensörü, silindir başının soğutma suyu bağlantısında bulunur. Elektronik kontrol ünitesine o anki soğutma suyu sıcaklığı hakkında bilgi verir. Soğutma suyu sıcaklığı, elektronik kontrol ünitesi tarafından enjeksiyon miktarının hesaplanması amacıyla kullanılır. Sinyal kesildiğinde, elektronik kontrol ünitesi yakıt sıcaklık sensöründen gelen sinyali kullanarak bir değer hesaplar.



Şekil 5.40 Şekil 5.41

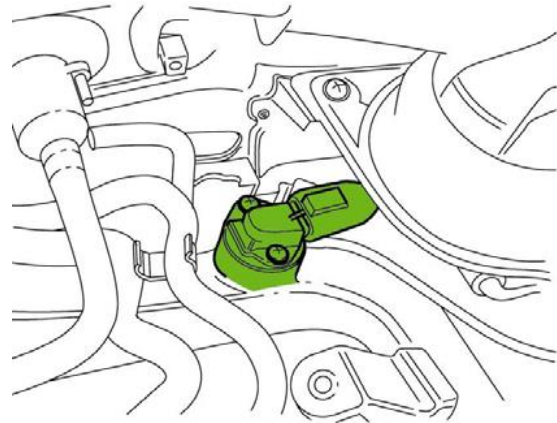
## ➤ Gaz Pedalı Konum Sensörü



Gaz pedalı konum sensörü, pedal tertibatında bulunur. Elektronik kontrol ünitesi, sinyal aracılığıyla gaz pedalinin konumunu algılar. Elektronik kontrol ünitesi, sinyal gelmediği durumlarda gaz pedalinin konumunu algılayamaz. Motor, sürücünün tamir istasyonuna ulaşabilmesi için yüksek devirde çalışmaya devam eder.(Şekil 5.42)

## ➤ Emme Manifoldu Basınç Sensörü

Emme manifoldu basınç sensörü ve emme havası sıcaklık sensörü, emme manifoldu üzerinde bulunur. Sinyal, şarj basıncının test edilmesi için kullanılır. Elektronik kontrol ünitesi tarafından ölçülen şarj basıncı ile olması gereken değer karşılaştırılır. Ölçülen değerle olması gereken değer arasında bir sapma varsa, elektronik kontrol ünitesi, şarj basıncı sınırlayıcı selenoid valf ile şarj basıncını düzenler.



Şekil 5.42 Gaz pedalı konum sensörü

Şekil 5.43

### ➤ Emme Hava Sıcaklık Sensörü

Emme hava sıcaklık sensöründen gelen sinyal, elektronik kontrol ünitesi tarafından şarj basıncının hesaplanmasında düzeltme değeri olarak kullanılır. Böylece sıcaklığın şarj havasının yoğunluğuna olan etkisi de göz önüne alınmış olur. Sinyalin kesilmesi durumunda, elektronik kontrol ünitesi sabit bir değer kullanır. Motorun performansı düşebilir

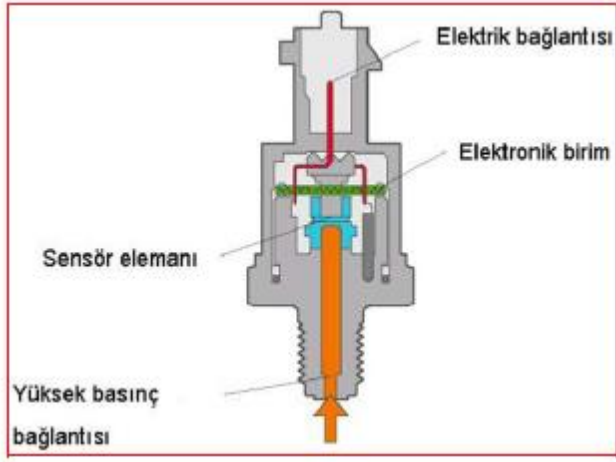
### ➤ Yükseklik Sensörü



Yükseklik sensörü, elektronik kontrol ünitesinin içinde bulunur(Şekil 5.44). Yükseklik sensörü, elektronik kontrol ünitesine o anki ortam hava basıncını iletir. Bu basınç, coğrafi yüksekliğe bağlıdır. Sinyal sonucunda basınç ayarı ve atık gaz geri dönüşümü için yükseklik ayarı gerçekleşir. Aksi takdirde yüksek yerlerde motor siyah duman çıkarır.

### ➤ Yakıt Hattı Basınç Sensörü

Galeri içindeki gerçek yakıt basıncını ölçmek için yakıt rampası(rail) üzerine doğrudan bir basınç sensörü monte edilmiştir. Elektronik kontrol ünitesi (ECU) bu sensörden aldığı bilgiler doğrultusunda basınç regülatörüne kumanda ederek sistem basıncını istenilen değerde tutar(Şekil 5.45 ve 5.46).



Şekil 5.45 Yakıt hattı basınç sensörününüç yapısı Şekil 5.46 Yakıt hattı basınç sensörü