

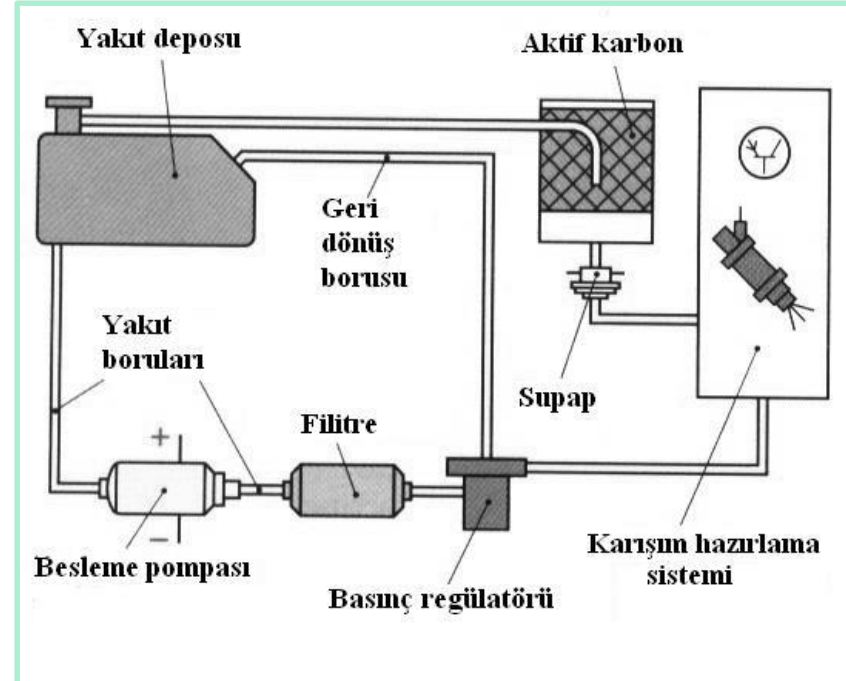
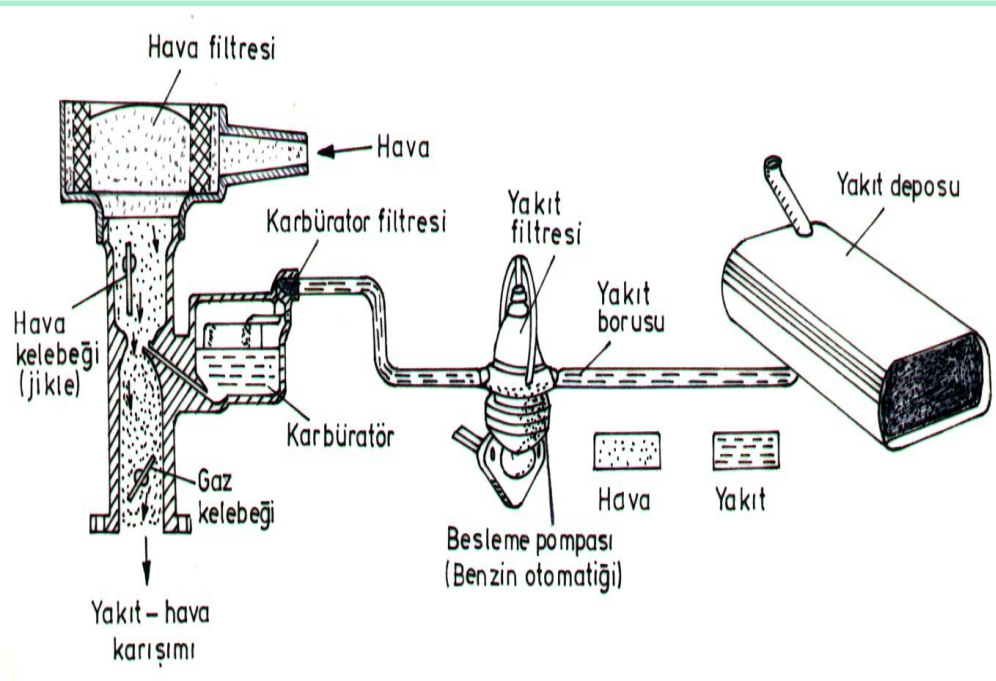


6. YAKIT DONANIMI

■ **Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU**
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü

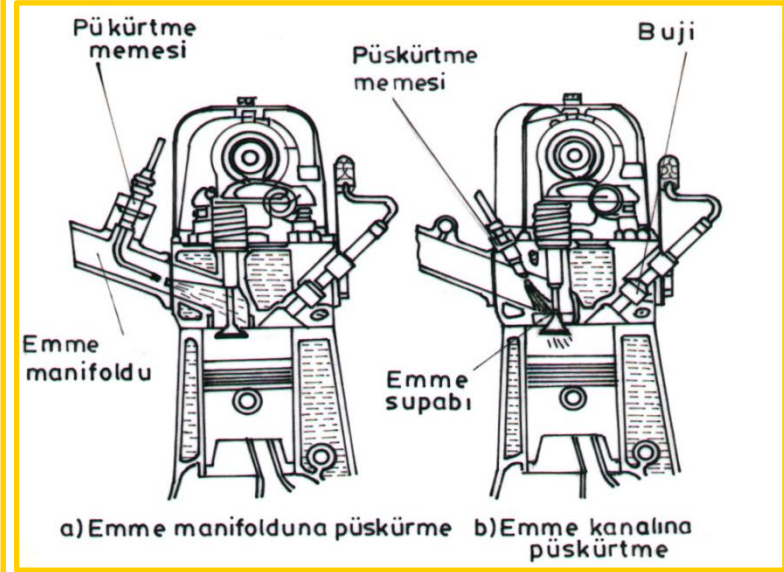
6.1. OTTO Motorların Yakıt Donanımı

- İçten patlamalı bir motorun yakıt (yakıt ve hava) donanımı, yakıt deposu, benzin otomatığı (besleme pompası), karışım hazırlama düzeni, hava filtresi ve iletim borularından oluşmaktadır. **Yakıt donanımının görevi, motorun her türlü çalışma koşulunda, yakıtın depodan karışım hazırlama düzenine taşınmasını, orada yaklaşık 1/15 oranında hava ile karışmasını sağlamaktır.** Karışımın hazırlanması, karbüratörler yada benzin püskürtme sistemleri ile olmaktadır (Şekil 6.1.a ve b). Hava filtresi, emilen havayı temizlemekte ve motorun emme hattındaki gürültüyü sönmülemektedir.



6.1.4. Benzin püskürtme donanımları

- Günümüz motorlarında yaygın olarak kullanılan benzin püskürtme donanımları, karbüratörün görevini üstlenmektedirler. **Bu yöntemde, yakıt, kesin olarak ayarlanmış ve hava içerisine iyi bir şekilde dağıtılmaktadır.** Böylece, benzin püskürtme donanımına sahip bir içten patlamalı motor, içten yanmalı motora benzemiş olmaktadır. Ne var ki, karışım emme zamanında oluşmakta ve ateşleme donanımına gerek duyulmaktadır.
- Püskürtme basıncı 3...40 bar arasında değişmekte ve püskürtme zamanı, emme başlangıcından önce yada emme sırasındadır. Yani, içten yanmalı motorlardaki "sıkıştırılmış hava üzerine yakıt püskürtme" ilkesinden ayrı hareket edilmektedir. Bazı tiplerde, yakıtın sürekli püskürtülmesi yöntemi de uygulanmaktadır. **Yakıt direkt olarak silindir içine püskürtülebileceği gibi, emme manifolduna yada emme kanalına da püskürtülebilir.** Yakıtın püskürtülmesi emme zamanında yapılarak, hava ile iyice karışmayı sağlamak, yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Diğer yöntemde ise, yakıt, emme supabının önüne birikecek şekilde püskürtülmekte ve emme zamanı sırasında havaya karışması sağlanmaktadır. Yakıtın hava içine iyice dağılarak tam homojen bir karışımın oluşması, sıkıştırma zamanında olmaktadır. Püskürme işlemine kumanda, mekanik yada elektronik yöntemlerle sağlanabilmektedir.
- **Silindir içine direkt olarak yapılan püskürtme yönteminde,** püskürtme memesi silindir kapağına yada silindirin yan tarafına yerleştirilmektedir. Silindirlere yapılan direkt püskürtme yöntemiyle, birim hacimden alınan gücü en büyük değerine ulaştırmak olanaklı olmaktadır.
- **Dolaylı püskürtme yönteminde,** benzin emme manifolduna yada emme kanalı içine püskürtülmektedir (Şekil 6.6). Bu yöntemde, püskürtme basıncı, direkt püskürtme yöntemine göre daha düşük olmaktadır. **VIDEO**



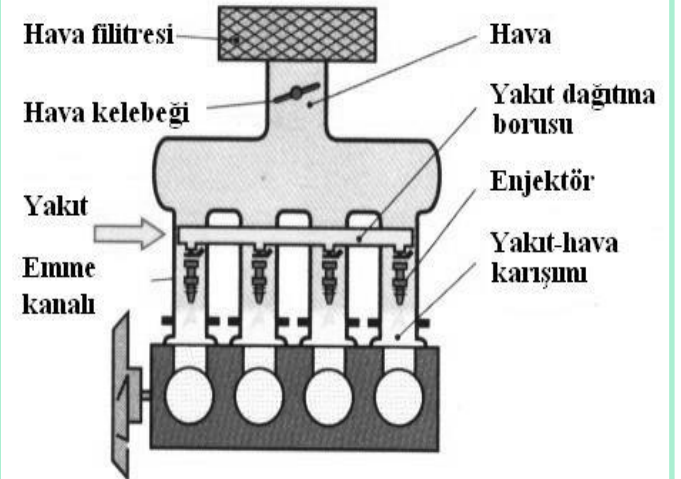
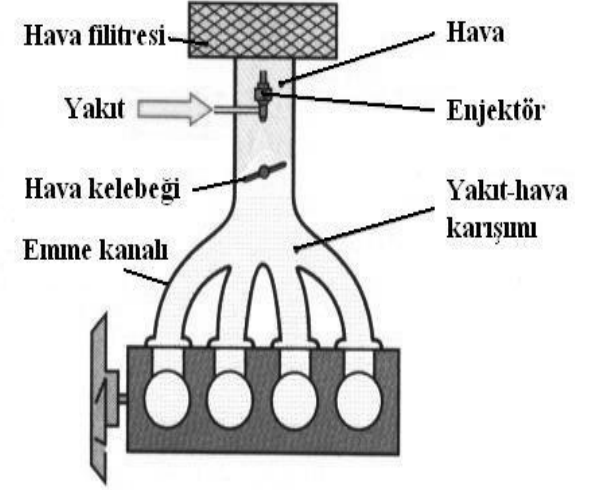
6.1.4.2. Dolaylı benzin püskürtme

Bu püskürtme sisteminde; yakıt emme manifolduna, emme kanalına veya gaz kelebeği muhafazası içine püskürtülmektedir.

Tek nokta püskürtme sistemi (SPI: Single Point Injection): Bu yöntem, gaz kelebeği muhafazasına püskürtme (**TBI: Throttle Body Injection**) olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemde, püskürtme işlemi gaz kelebeği muhafazasının merkezine, kelebek önüne gerçekleştirilmektedir (Şekil 6.9). Yakıt hava karışımının hazırlanması sırasında oluşan, gaz kelebeği aralığındaki parçalanma ve sıcak emme manifoldu cidarlarındaki buharlaşma ilave ısıtma düzeniyle iyileştirilmektedir. Uzun akış yolu ve manifold ayrımlarında yakıt hava karışımının homojen dağılım sağlayamaması, çok noktalı püskürtme sistemine göre olumsuz özelliklerdir. Bunun dışında, cidarlarda homojen karışım oluşmasını engelleyen, ıslak tabaka oluşmaktadır.

Tek nokta püskürtme sistemi, çok noktalı püskürtme sistemine göre çok daha basit bir yapıya sahiptir. **Ford, skoda, felicia. tipo**

Çok noktalı püskürtme sistemi (MPI: Multi Point Injection): MPI'de, her silindir için ayrı düzenlenmiş olan supapla püskürtme işlemi yapılmaktadır. Püskürtme supabı, emme kanalında emme supabı önüne veya emme manifolduna yerleştirilmektedir (Şekil 6.10). Böylece, her silindir için aynı uzunlukta iletim yolu ve homojen karışım hazırlanması sağlanmaktadır. **Octavia, fabia tempra, accent**

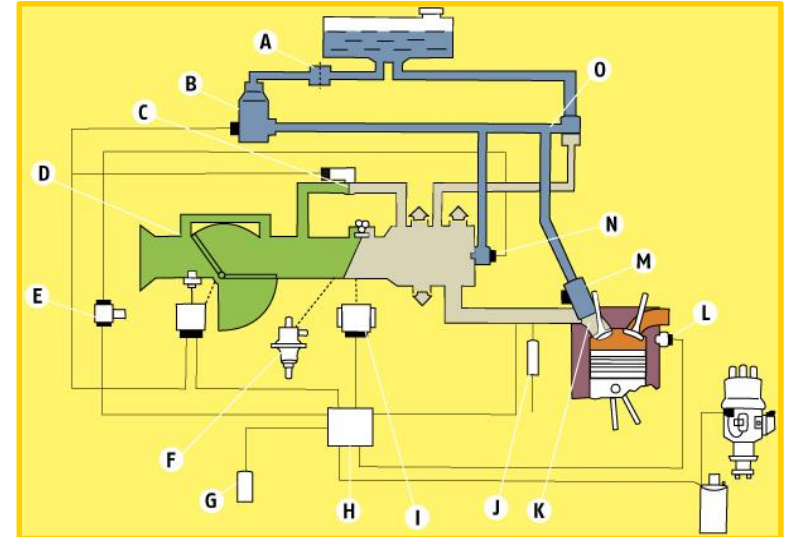
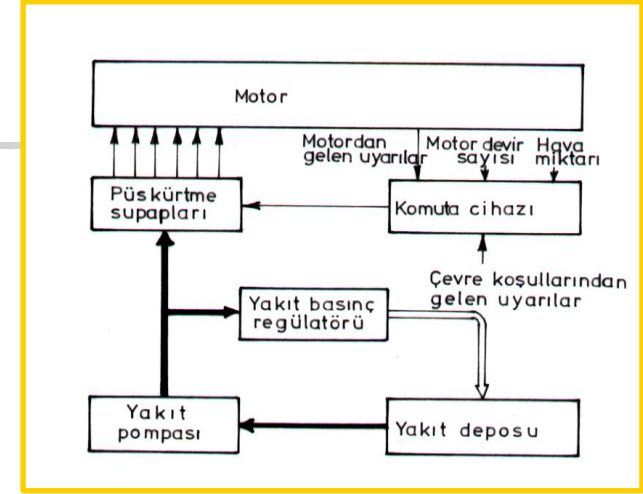


Benzin püskürtme donanımları

- Benzin püskürtme donanımları, değişik firmalar tarafından geliştirilerek çok sayıda uygulama tipi ortaya konulmuştur. Bunlardan önemli uygulamalar aşağıda verilmiştir:
-
- Hava miktarı kumandalı (L-Jetronic) benzin püskürtme donanımı,
- Hava kütlesi ölçümlü (LMM) benzin püskürtme donanımı,
- Basınç kumandalı (Motronic) benzin püskürtme donanımı,
- Merkezi püskürtmeli (Mono-Jetronic) benzin püskürtme donanımı,
- MULTEC (Multiple Technology) merkezi benzin püskürtme donanımı,
- Sürekli, elektronik (KE-Jetronic) benzin püskürtme donanımı,
- Sıcak film hava ölçerli (Motronic) benzin püskürtme donanımı,
-
- Bunlardan benzini kesikli püskürten **L-Jetronic** ve sürekli püskürtme yapan **KE-Jetronic** yöntemleri detaylı olarak incelenecektir.

6.1.4.3. L-Jetronic benzin püskürtme donanımı

- Bu sistemde; yakıt donanımı, hava debisi ölçeri, uyarıcılar (termik zaman rölesi, sıcaklık uyarıcısı) ve elektronik komuta cihazı yer almaktadır (Şekil 6.12).
- BMW, Peugeot , golf
- Bu yakıt donanımı; elektrikle tahrikli yakıt pompası, yakıt filtresi, basınç regülatörü, ilk hareket supabı ve yakıt pompasını çalıştırma rölesinden oluşmaktadır (Şekil 6.13). Hava debi ölçeri emilen havanın miktarını sürekli olarak komuta cihazına bildirir. Uyarıcılar, yakıt püskürtme ve dağılımı ile ilgili, gerekli tüm bilgileri komuta cihazına iletirler. Elektronik komuta cihazı; hava miktarı, sıcaklık, gaz kelebeği açıklığı, ilk çalıştırma durumu ve motor devir sayısı ile ilgili bilgileri toplar ve değerlendirir. Bu değerlendirme sonucunda, püskürtmenin başlama zamanını supaplara bildirerek ilgili silindir için püskürtme yaptırır.
- Yakıt donanımındaki yakıt pompası depodan yakıtı alarak, yakıt filtresi üzerinden püskürtme supaplarına iletir. Sistemde bulunan yakıt basınç regülatörü, basma hattındaki yakıtın basıncını kesin bir değerde sabit tutar. Motor tipine bağlı olarak, bu basınç 2,5 yada 3 bar olmaktadır. Püskürtülen miktardan fazla basılan yakıtın bir kısmı, basınç regülatöründen depoya dönmektedir.

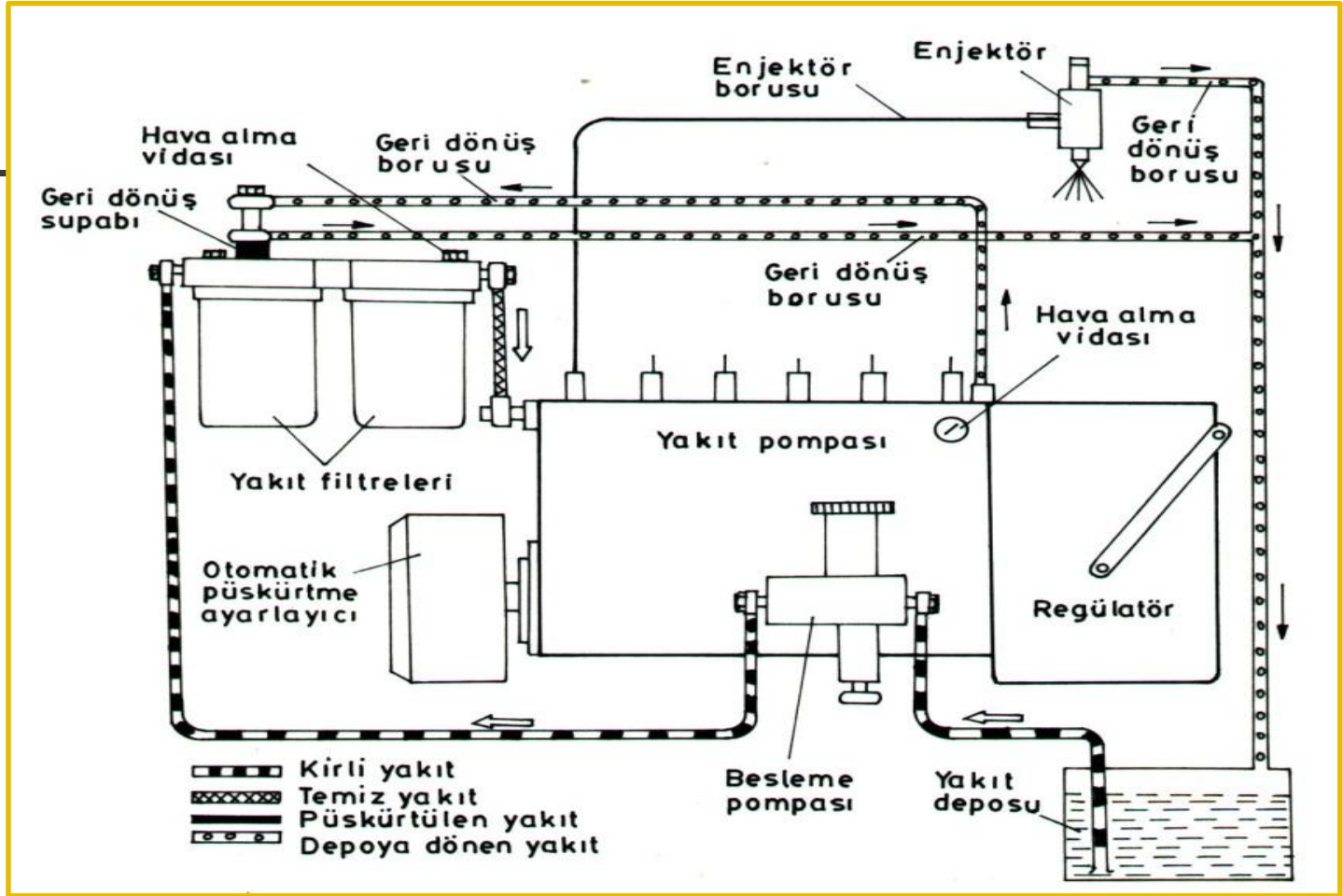


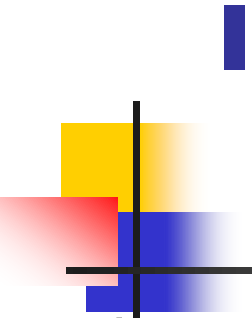


İçten Yanmalı Motorların Yakıt Donanımı

6.2. İçten Yanmalı Motorların Yakıt Donanımı

- **İçten yanmalı motorların yakıt donanımının görevi;** motorun yüklenme (gaz) durumuna bağlı olarak, gerekli yakıt miktarını, ateşleme sırasına göre ve tam ateşleme anında, yüksek basınç altında yanma odalarına püskürtmektir.
- **Donanımın başlıca elemanları;**
 - yakıt deposu,
 - besleme pompası,
 - yakıt filtresi,
 - yakıt pompası,
 - enjektörler,
 - yakıt boruları
 - geri dönüş borularından oluşmaktadır.
- İyi emisyon (egzoz gazı) karakteristikleri için, yakıt, tam yükte dahi, yanma odasında **yeterli hava ile homojen olarak karışabilecek** şekilde ölçülmelidir. Ayrıca, motor hızının önceden belirlenen rölanti devrinin altına düşmemesi ve maksimum motor devrini aşmaması için, yakıt miktarı kontrol edilmelidir.
- Püskürtme zamanlaması, motor hızı ve yüküne göre belirlenmektedir. Ana yanmanın piston UON'yu geçtikten sonra meydana gelmesi için, püskürtme zamanı motor hızına göre değiştirilmelidir.



- 
- İçten yanmalı motorlarda, yanma başladıktan sonra meydana gelen yanma basıncı, olabildiğince üniform tutulmalıdır. Bunu gerçekleştirmek için, püskürtme esnasında yakıt dağılımı hesaplanmaktadır. Her bir krank mili dönüşü için, aynı zaman periyodunda, aşırı basınç ve zararlı emisyon oluşmasını engellemek yönünden, uygun miktarda yakıt püskürtülmelidir.
 - Yukarıda belirtilen koşulları sağlayabilmek için, günümüze değin çok sayıda değişik tipte yakıt püskürtme yöntemleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlardan bir kısmı uygulamadan tamamen kaldırılmıştır. Bir kısmı da giderek önemini yitirmektedir. **Günümüzde mekanik ayarlayıcı (regülatörlü) püskürtme donanımlarının gelişmiş örneği olan "mekanik regülatörlü dağıtıcı pompaya sahip püskürtme sistemi" yaygın kullanılmaktadır. Elektronik regülatörlü püskürtme donanımları ise giderek önem kazanmaktadır.**
 - Tüm sistemlerde yer alan ve yakıtın iyi bir biçimde temizlenmesini sağlayan yakıt filtreleri incelendikten sonra, yakıt püskürtme donanımları açıklanacaktır.

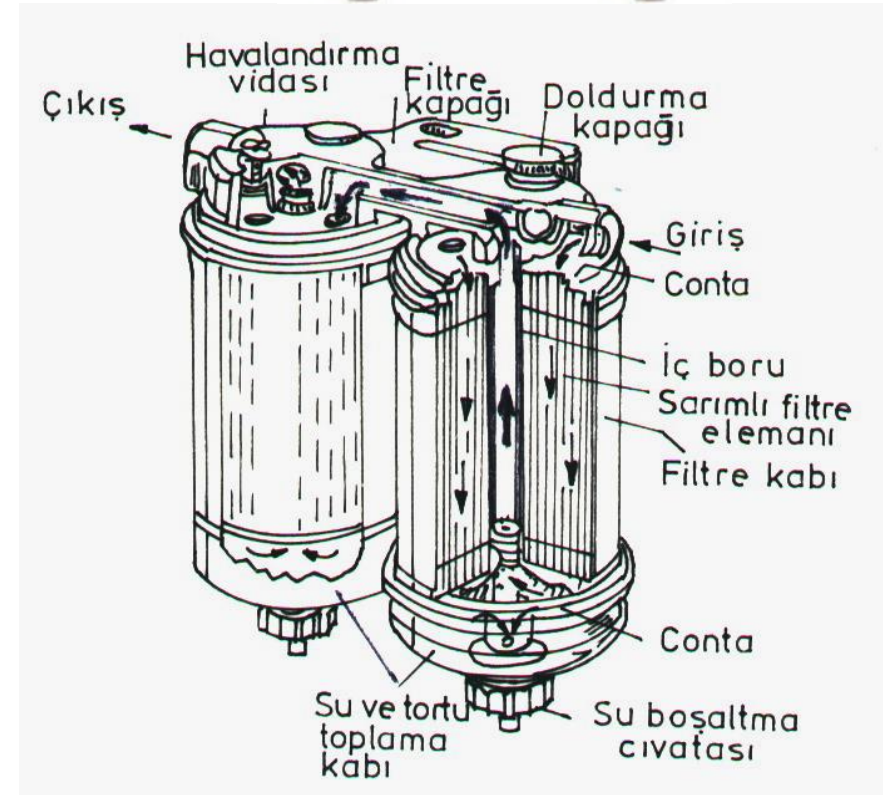
6.2.1. Yakıt filtreleri

- **Yakıt filtresinin görevi**, yakıt içinde bulunan ve büyüklükleri genellikle 0,001...0,002 mm olan yabancı cisimciklerin, yakıt pompasına ve enjektörlere gitmesini engellemektir. Petrolün damıtılması sırasında önemli ölçüde temizlik yapılmasına karşın, **motorin içinde mineral parçacıkları** bulunabilmektedir. Ayrıca, depolama sırasında meydana gelen oksidasyon (reçineleşme) ile de, yakıt içinde tortu birikebilmektedir. Yakıt pompası ve enjektörlerin, yakıt ile temas eden **hassas işlenmiş parçaları** bulunduğu için, çok kısa çalışma süresinde, kirli yakıttan zarar görebilmektedirler. Bu organların pahalı parçalarını kısa sürelerle yenilemek yerine, yapıya yakıt filtresi eklemek daha ekonomik olmaktadır.
- Filtreler, elemanlarının yerleşimi yönünden,
 - bir elemanlı,
 - çok elemanlı seri tip
 - çok elemanlı paralel tip biçimlerinde olmaktadır.
- Elemanların yapısı yönünden de
 - atılabilir elemanlar (kağıt filtreler)
 - temizlenebilir elemanlar olarak filtreleri sınıflamak mümkündür.

İki kademeli filtrelerde, filtre elemanları seri olarak bağlanmış durumdadır.

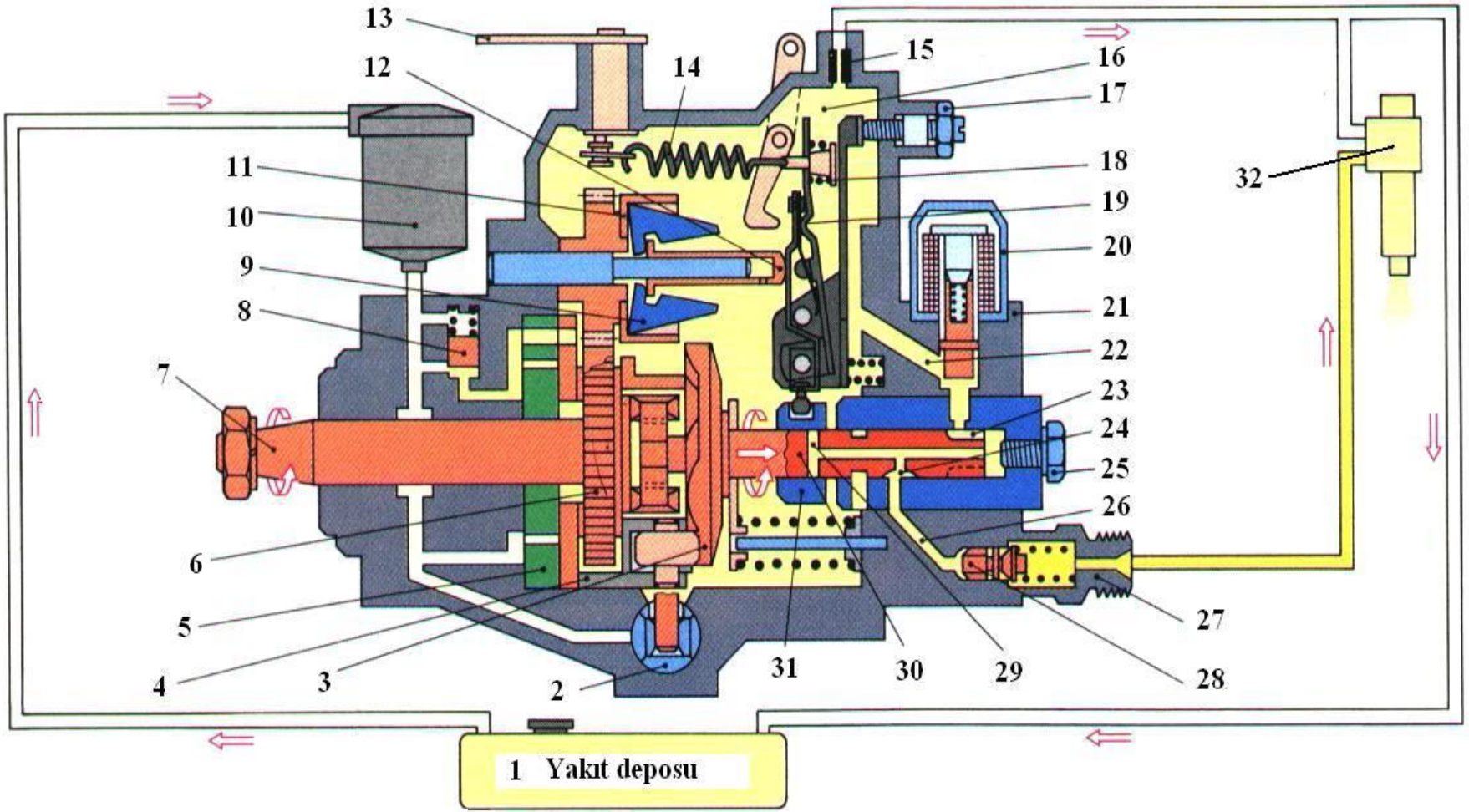


- Temizlemenin tam sağlıklı olabilmesi için, birinci filtrede temizlenen yakıt, ikinci filtreye geçerek tekrar temizlenmektedir. Filtre kaplarının altında, genellikle boşluk bırakılarak yakıt içinde bulunabilecek suyun buraya toplanması sağlanmaktadır. Suyu birlikte dibine çöken tortu, zaman zaman boşaltma musluğundan boşaltılmaktadır (Şekil 6.33).
- **Paralel yakıt filtreleri, gücü 118 kW'dan büyük olan içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır.** Bu yapı biçiminde, iki filtre elemanı, iki ayrı kolda aynı anda temizleme işlemi yaparak temizlenen yakıtın debisi iki katına çıkarılmış olmaktadır.



6.2.2. Mekanik regülatörlü dağıtıcı pompaya (VE) sahip püskürtme sistemi

- Uyum yeteneğinin yüksek oluşu nedeni ile VE dağıtıcı pompanın çok geniş bir kullanım alanı vardır. Mekanik regülatörlü yakıt pompalarının en gelişmiş tipi bu pompadır (Şekil 6.34).
- **Bu püskürtme sisteminin önemli yararlı yönleri;**
 - ağırlığının az ve kompakt yapılı olması,
 - montajında özel yer istememesi,
 - yağlama devresine gerek duyulmaması,
 - yüksek basınç elemanının bir adet olması
 - elektronik ayarlara uygunluğu olmaktadır.



- | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Yakıt deposu | 8. Basınç ayar supabı | 14. Regülatör yayı | 21. Dağıtıcı kafa | 28. Yüksek basınç supabı |
| 2. Hidrolik avans düzeni | 9. Santrifüj ağırlık | 15. Geri dönüş sınırlayıcısı | 22. İçeri akış kanalı | 29. Ayar kanalı |
| 3. Eksantrik tablası | 10. Yakıt filtresi | 16. Pompa iç odası | 23. Dolum kanalı | 30. Dağıtıcı piston |
| 4. Yuvarlama halkası | 11. Devir sayısı regülatörü | 17. Tam yük ayar vidası | 24. Dağıtma kanalı | 31. Devir sayısı ayar halkası |
| 5. Besleme pompası | 12. Regülatör kovanı | 18. Rölanti yayı | 25. Bağlama civatası | 32. Enjektör |
| 6. Regülatör tahrik dişlisi | 13. Devir sayısı ayar kolu
(gaz kolu) | 19. Regülatör manivela kolu | 26. Çıkış kanalı | |
| 7. Pompa tahrik mili | | 20. Elektrikli stop düzeni | 27. Basınç supabı tutucusu | |

Dağıtıcı pompaya sahip yakıt donanımı; yakıt deposu (1), yakıt filtresi (10), besleme pompası (5), basınç ayar supabı (8), hidrolik avans düzeni (2), pompa tahrik mili (7), eksantrik tablası (3), dağıtıcı piston (30), devir sayısı regülatörü (11), devir sayısı ayar halkası (31), elektrikli stop düzeni (20), yüksek basınç supabı (28), enjektör (32) ve diğer organlardan oluşmaktadır.

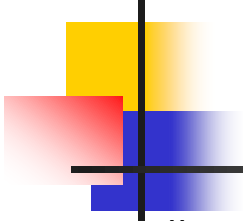
- Bu organlardan tahrik mili, pompa gövdesine yataklandırılmıştır. Besleme pompası, devir sayısı regülatörü, eksantrik tablası ve dolayısıyla dağıtıcı piston bu mil tarafından tahrik edilmektedir. Dağıtıcı piston, silindir sayısına göre çevrede delikleri bulunan dağıtıcı kafa ve devir sayısı ayar halkası içerisinde bulunmaktadır. Dağıtıcı piston, eksantrik tablasının etkisiyle, dönü ve ileri-geri hareketini birlikte yapmaktadır. Dağıtıcı kafa üzerinde ayrıca, yüksek basınç supapları ve elektrikli stop düzeni bulunmaktadır.
- Devir sayısı regülatörü mekanik yapılı olup, tahrik dişlileri, santrifüj ağırlıklar ve regülatör kovanından oluşmaktadır. Devir sayısı değiştikçe, santrifüj ağırlıklar açılarak (yada kapanarak) regülatör kovanını ileri-geri hareket ettirmektedir. Regülatör kovani da manivela koluna etki ederek, devir sayısı ayar halkasını ileri-geri hareketlendirmektedir.

Sistemin alışması

Besleme pompası; yakıtı depodan, filtre üzerinden emerek, dağıtıcı pompanın içine basmaktadır. Yüksek basınç pompa elemanına yeterli yakıtın iletilmesi ve soğutmanın sağlanabilmesi amacıyla, iletim miktarı 100...180 l/h arasında olmaktadır. Pompanın içi, belli bir basınç altındaki yakıtla tamamen dolu olup, fazla yakıt geri dönüş sınırlayıcıdan geçerek depoya dönmektedir. Devir sayısının artışıyla, besleme pompasının bastığı yakıt miktarı da artmaktadır. Pompa iç basıncının devir sayısına bağlı olarak sabit tutulması bir basınç ayar supabıyla sağlanmaktadır. Fazla yakıt, supap üzerinden, pompanın emme hattına geri gönderilmektedir.

Püskürtülecek yakıt, içeri akış kanalı ve dağıtıcı piston üzerindeki dolum kanalından yüksek basınç odasına gelmektedir. Dağıtıcı piston, tahrik milinden aldığı hareketle dönmektedir. Pistonun doğrusal hareketi de eksantrik tablası ve geri getirme yayı ile sağlanmaktadır. Tahrik mili tarafından hareketlendirilen eksantrik tablası eksantrik çıkıntıya sahiptir.

Bu eksantrik çıkıntı yuvarlanma halkası üzerine radyal olarak yerleştirilmiş makaralara gelince, kam tablası ve dağıtıcı piston ileriye doğru itilmekte ve yüksek basınç odasındaki yakıt sıkıştırılmaktadır.



- Dağıtıcı pistonun dönü hareketiyle, dağıtıcı kafadaki çıkış kanalı ile piston üzerindeki dağıtma kanalı birbirini karşılamaktadır. Bu sırada, piston üzerindeki dolun kanalı, içeri akış kanalını karşılamadığından yakıtın içeriye dolması durdurulmuştur. Çıkış kanalı ile dağıtma kanalı birbirini karşılamış durumda iken, dağıtıcı pistonun ileri hareketi ile, yakıt sıkıştırılmakta ve oluşan basıncın etkisi ile yüksek basınç supabı açılarak yakıt enjektöre gönderilmektedir. Püskürtülen yakıtın miktarı, dağıtıcı piston ileri hareketine devam ederken, piston üzerindeki ayar kanalının, devir sayısı ayar halkası önündeki boşluğu karşılama durumuna bağlıdır. Ayar kanalı boşluğa geldiğinde, basınç odasındaki yakıt pompanın içine geri akacağından, yüksek basınç düşer ve püskürme son bulur.
- Devir sayısı ayar halkasının konumunu, devir sayısı ayar kolu ve regülatör belirlemektedir. Gaz kolu rölanti durumunda iken, regülatör yayı en gevşek durumdadır. Bu durumda devir sayısı ayar halkası eksantrik tablasına en yakın konumdadır. Rölanti yayının etkisi ile çok az yakıt püskürtülmektedir. Motor devir sayısı yükseltmek istendiğinde, gaz kolu regülatör yayını germekte ve regülatör manivela kolu devir sayısı ayar halkasını yüksek basınç odasına doğru sürmektedir. Böylece, her defasında püskürtülen yakıtın miktarı artacağından devir sayısı yükselecektir. Yükselen devir sayısı, regülatördeki santrifüj ağırlıkların, regülatör yayı gerdirmeye kuvvetini yenerek, açılmasına ve devir sayısı ayar halkasının eksantrik tablasına doğru hareketine neden olur. O andaki gaz durumu için denge oluşur ve püskürtülen yakıt miktarı sabitlenerek motor belirli bir devir sayısı ile döner. Motorun gaz kolunun konumu değiştirildikçe aynı olaylar tekrar eder.
- Motor stop edileceği zaman elektrikli stop düzeneyle, yüksek basınç odasına yakıtın girişi kapatılarak, enjektörlere yakıt gidişine son verilmektedir.

6.2.3. Elektronik regülatörlü yakıt püskürtme sistemleri (EDC)

- Elektronik ayarlayıcı (regülatörlü) püskürtme sisteminde, püskürtme başlangıcı kesin doğru olarak ve yakıt miktarı da son derece doğru olarak ayarlanmaktadır.
- Yakıt miktarının belirlenmesi; rölanti ayarı, emme basıncı, hava sıcaklığı ve yakıt sıcaklığına bağlı tam yük ayarı, maksimum devir sayısı ayarı ve ilk çalıştırma ayarı kademelerinde olmaktadır.
- Bunların dışında, egzoz gazındaki zararlı artıkların azaltılması ve zorunlu doldurmalı motorlarda doldurma basıncının ayarlanması da elektronik ayar sistemiyle olmaktadır.
- Elektronik ayarlayıcının sağladığı önemli düzeltmeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:
 - 1. Egzoz gazı sınır değerlerine uyumun sağlanması,
 - 2. Yakıt tüketiminin azaltılması,
 - 3. Gücün ve dönme momentinin optimize edilmesi,
 - 4. Motor gürültüsünün azaltılması,
 - 5. Motorun sakin çalışmasının optimize edilmesi,
 - 6. Araç hızının sorunsuz ayarlanması,
 - 7. Motor tiplerinin değişik araçlara kolaylıkla uyumu.

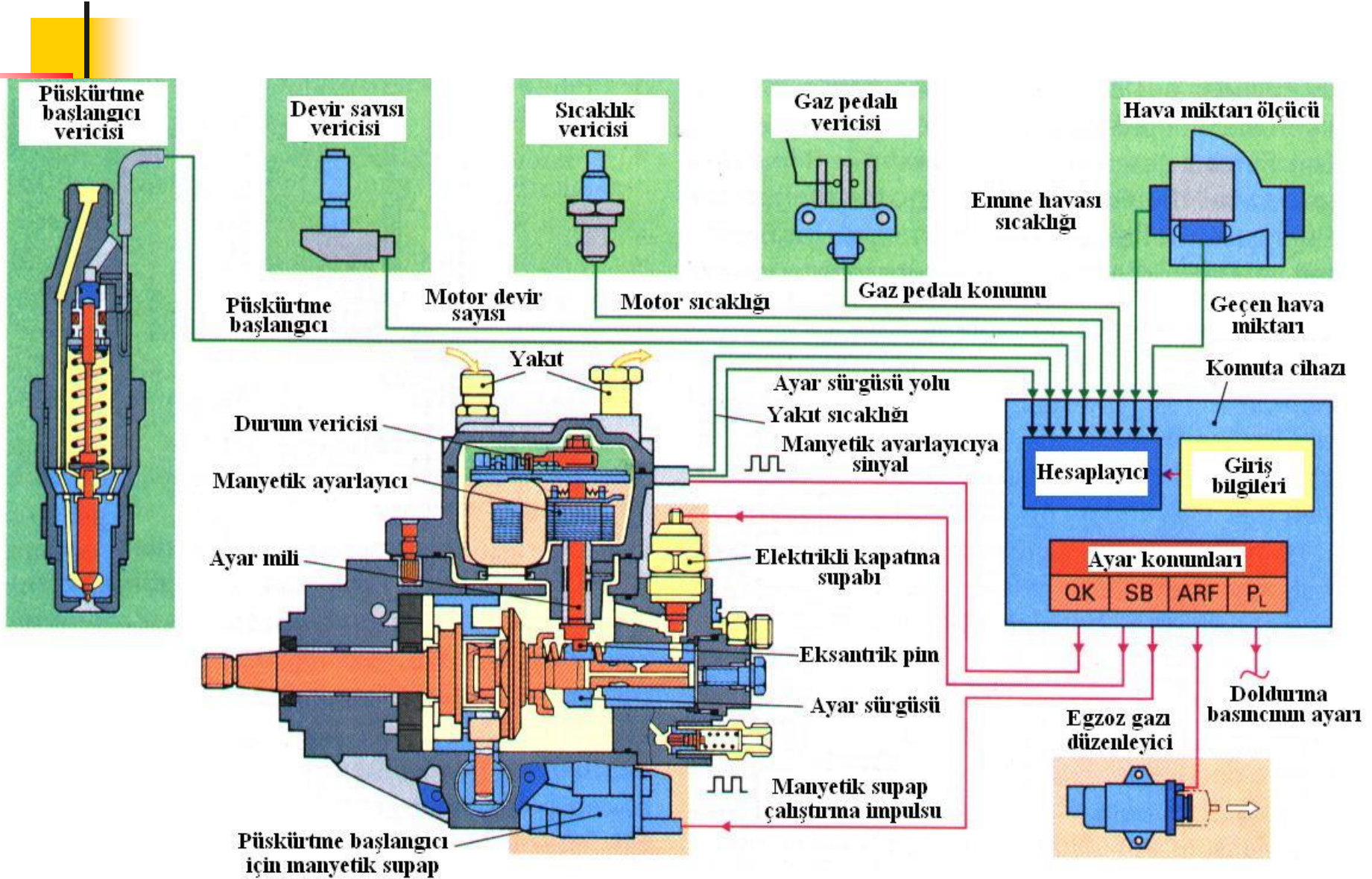
Elektronik ayarlayıcı; algılayıcılar, elektronik kumanda cihazı, egzoz gazı ve zorunlu doldurma sistemi ayarlayıcılarından oluşmaktadır.

- **Elektronik ayarlayıcı yakıt püskürtme sistemleri; pistonlu pompalı, pompa-enjektör elemanlı ve common-rail (ortak basınç depolu) tiplerde olabilirler.**

6.2.3.1. ■ Elektronik regülatörlü, pistonlu pompalı yakıt püskürtme donanımı

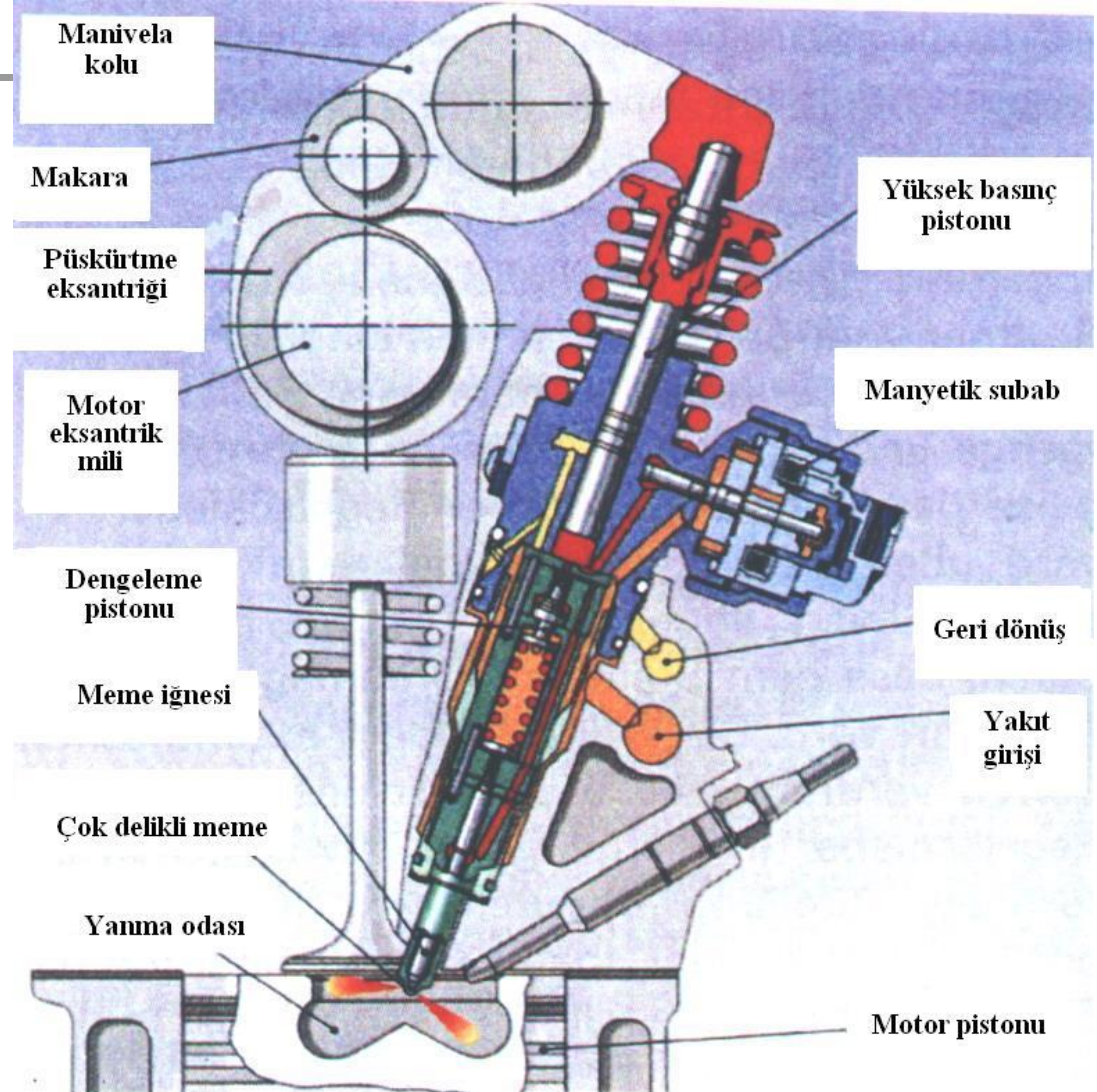
- Bu püskürtme pompasında, yakıt miktarını ayarlayan mekanik düzen bir elektromanyetik sistem ile kontrol altına alınmıştır (Şekil 6.36). Daha önce var olan hidrolik avans düzeni, bir manyetik supap ile donatılarak püskürtme başlangıcının kesin kontrolü sağlanmıştır.
- Püskürtme başlangıcının (avans) ayarı, daha önce mekanik regülatörlü sistemde açıklanan hidrolik ayarlayıcıya hassas manyetik bir supap ile kumanda edilerek sağlanmaktadır. Sürekli açık duran supap, ayarlayıcı pistonuna etki eden basıncın düşmesine ve ayar halkasının geç püskürtme (rötar) yönünde dönmesine neden olmaktadır. Manyetik supap kapanınca basınç yükselmekte ve ayar halkası erken püskürtme (avans) yönünde dönmektedir. Manyetik supabın bu düzenli açılıp kapanmaları, püskürtme başlangıcını optimum bir biçimde ayarlamaktadır.
- Yakıt miktarının ayarlanmasında; pedal konumu, regülatör ayar yolu ve emilen hava miktarı elektriksel büyüklüğe dönüştürülerek temel veri olarak hesaplayıcıya (mikro işlemciye) gönderilmektedir.
- Ayrıca, motor devir sayısı bir ÜÖN vericisinden, püskürtme başlangıcı bir enjektör taşıyıcısındaki vericiden mikro işlemciye iletilmektedir. Bu giriş sinyalleri hesaplayıcı tarafından değerlendirilerek, oluşturulan çıkış sinyali, manyetik ayarlayıcıdan gelen giriş sinyali ile karşılaştırılmaktadır. Gerekli düzeltme sinyali manyetik ayarlayıcıya gönderilerek, eksantrik pim dönmesini ve ayar sürgüsünün ileri-geri hareketini sağlar. Sürgü üzerindeki delik, piston üzerindeki kanal ile erken, yada geç karşılaşarak, püskürtülen yakıt miktarını ayarlamaktadır. Öngörülen devir sayısına erişilirken, her bir silindire püskürtülen yakıt miktarı birbirinden farklı olabilmektedir.

Şekil 6.36. Elektronik regülatörlü, pistonlu pompalı yakıt püskürtme donanımı.

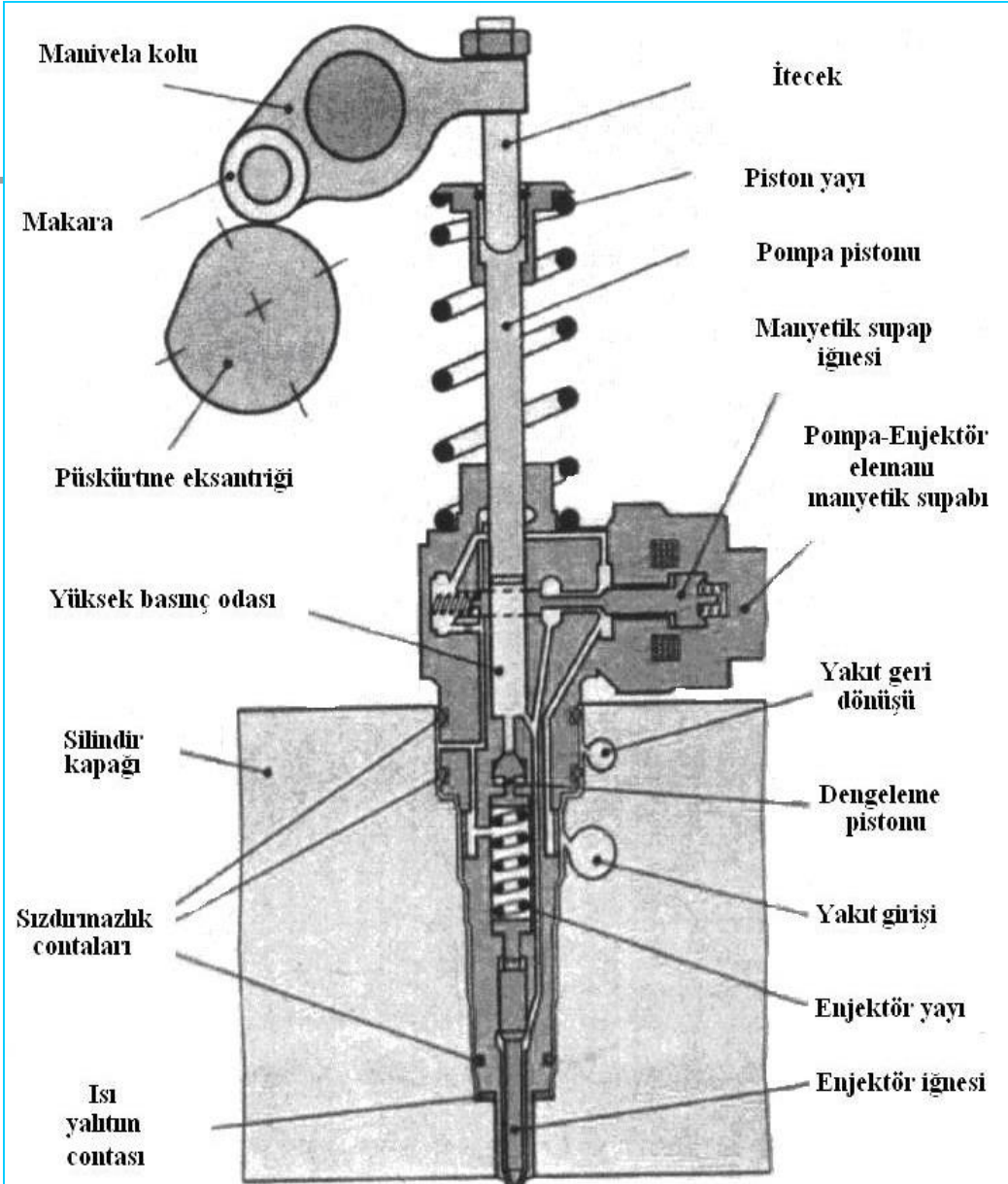


6.2.3.2. Pompa-enjektör püskürtme sistemi

Bu sistem elektronik ayarlanabilen bir püskürtme sistemi olup, motorun her silindiri için, silindir kapağında bir pompa-enjektör elemanı bulunmaktadır (Şekil 6.37).



2. Pompa-enjektör püskürtme sistemi

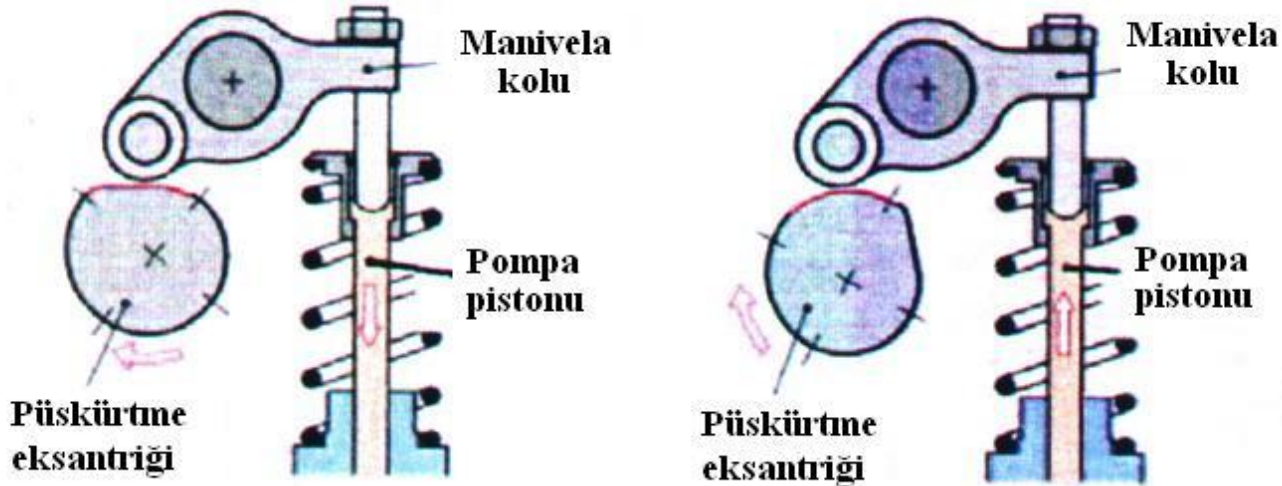


Enjektörün yapısına benzeyen pompa-enjektör püskürtme sistemi aşağıda verilen elemanları içermektedir (Şekil6.38):

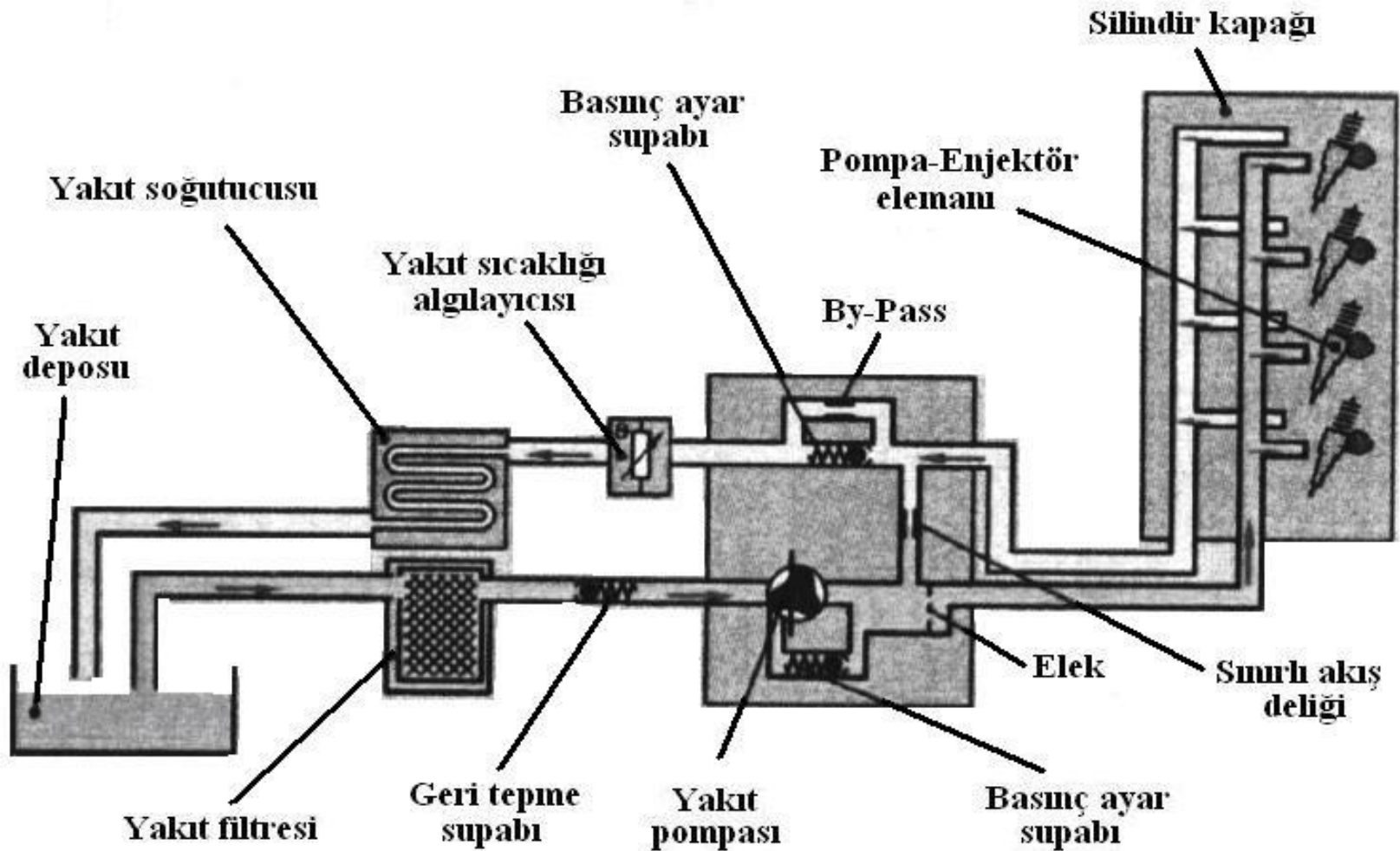
- Yüksek basınçlı pompa elemanı,
- Püskürtme oluşumunu kontrol eden manyetik supap,
- Püskürtme enjektörü ve püskürtme memesi.

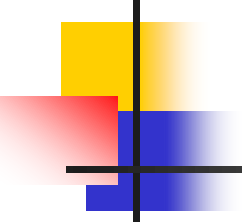
Şekil 6.39. Püskürtme eksantriği

- Pompanın pistonu, ya dolaylı olarak manivela kolu aracılığıyla, yada doğrudan motorun eksantrik mili tarafından tahrik edilmektedir (Şekil 6.39).
- Eksantrik çıkıntının ön yüzü (basma yüzeyi) yüksek meyilli olduğundan, pompa pistonu çok hızlı bir şekilde aşağıya doğru hareket ederek, yüksek basıncın hızla oluşmasını sağlamaktadır. Eksantrik çıkıntının arka yüzü düşük meyilli olduğundan, piston yayının etkisi ile yavaşça geriye gelmektedir.



Yakıt besleme sistemi: (Şekil 6.40): Motorun eksantrik mili tarafından tahrik edilen yakıt besleme pompası, yakıtı, pompa-enjektör püskürtme elemanına iletmektedir. Püskürtmede kullanılmayan fazla yakıt, pompa-enjektör elemanının soğutulmasını sağlamaktadır. Kullanılmayan yakıt, silindir kapağındaki geri dönüş borusu aracılığıyla yakıt sıcaklığı algılayıcısı ve yakıt soğutucu üzerinden depoya dönmektedir.

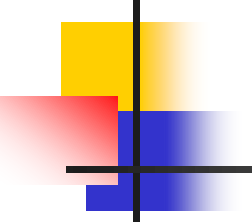


- 
- Basma hattında bulunan basınç ayar supabı, pompa-enjektör elemanının sabit basınç altında beslenmesini gerçekleştirmektedir. Geri dönüş hattındaki basınç ayar supabı ise, geri dönen yakıtın basıncını sabit tutarak manyetik supap iğnesine etkiyen kuvvetin aynı kalmasını sağlamaktadır. Basma hattı ile geri dönüş hattı arasında bulunan sınırlı akış deliği (drosel) basma hattında oluşan yakıt buharı kabarcıklarının doğrudan dönüş hattına geçmesini sağlamaktadır. Geri dönüş hattında, basınç supabı yanında bulunan sınırlı akış deliği (by-pass) ise, sistemde bulunan havanın (örneğin, yakıt deposunun boşaltılması sonucu sisteme giren hava) boşaltılmasına yardımcı olmaktadır.
 - Dolma periyodunda, yüksek basınç silindiri içinde bulunan pompa pistonu, yayın etkisi ile yukarıya doğru hareket etmektedir. Manyetik supap açık olduğundan, yüksek basınç silindiri içine yakıt dolmaktadır.

. Şekil 6.41. Pompa-enjektör püskürtme sisteminde motor gereksinimi ve püskürtme şekli.

- Püskürtme periyodunda, pompa pistonu eksantrik çıkıntı tarafından aşağıya doğru itilmektedir. Manyetik supap açık olduğu sürece, yüksek basınç silindiri içindeki yakıt girişi doğru itilmektedir. Elektronik kumanda cihazı tarafından manyetik supap çalıştırılarak yüksek basınç silindirine yakıt girişi kapatılmaktadır. Bu durumda, piston püskürtme basıncını oluşturmakta ve enjektör iğnesi yakıtın sağladığı hidrolik etki ile açılmaktadır. Böylece, püskürtme periyodu başlamaktadır. Püskürtme; ön püskürtme, kısa bir ara ve esas püskürtme olmak üzere bölümlenmektedir. Pompa-enjektör püskürtme sisteminde, püskürtmenin şekli optimum bir yanma sağlanması için motorun gereksinimlerine tam olarak uymaktadır (Şekil 6.41).



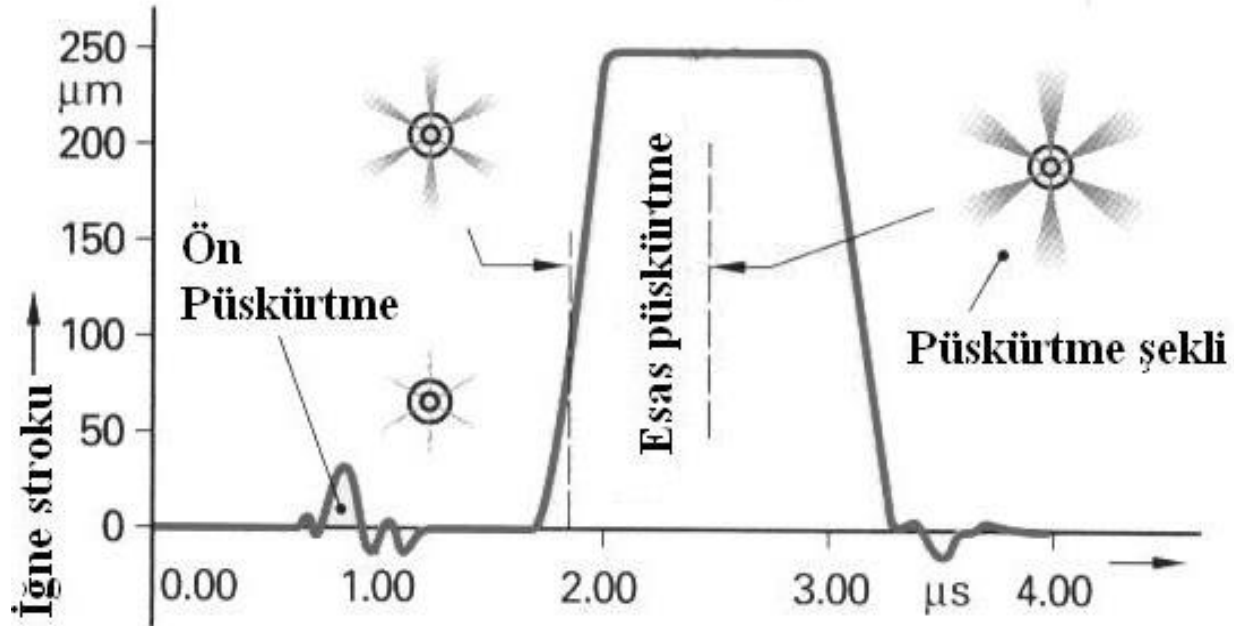
- 
- Ön püskürtmede, düşük bir basınç ile az miktarda yakıt püskürtülmektedir. Ön püskürtme, dengeleme pistonunun aşağı hareketi ve buna bağlı yüksek basınç odası hacminin büyümesi ile son bulmaktadır. Basınç anlık bir süre düşmekte ve püskürtme memesi kapanmaktadır. Ön püskürtme, mümkün olduğunca yumuşak ve zararlı bileşenleri az bir yanmanın oluşmasını sağlamaktadır.
 - Aşağıya doğru harekete devam eden pompa pistonu, basıncın yeniden yükselmesini ve püskürtme memesinin açılmasını sağlamaktadır. Esas yakıt, yüksek basınç altında az önce başlayan yanmanın içine püskürtülmektedir. Elektronik komuta cihazı manyetik supabın akımını kestiğinde püskürtme son bulmaktadır.
 - Manyetik supabın yay kuvveti, yüksek basınç odasının yakıt girişi ile bağlantısını sağlamaktadır. Pompa pistonu yakıtı tekrar girişe doğru gönderirken yüksek basınç hızla düşmekte ve püskürtme memesi kapanmaktadır.
 - **Bu püskürtme tekniğinin yararlı yönleri;**
 - zararlı bileşenlerin azaltılması,
 - düşük yakıt tüketimi,
 - ön püskürtmenin olanaklı olması
 - silindirlerin birbirinden bağımsız çalışması olarak sıralanabilmektedir.

6.2.3.3. Common-Rail (ortak basınç depolu) püskürtme sistemi

- Çevre kirliliği önleme normlarının katı kuralları, üreticileri, motordaki yanmayı en iyi şekilde sağlamaya zorlamaktadır. Common rail (ortak basınç depolu) sistemi, yaklaşık **1350 bar'lık püskürtme** basıncı ile yanmanın iyileştirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, enjektörlere elektronik olarak kumanda edilmesiyle **gürültü düzeyinde** azalma ve daha zevkli bir sürüş gerçekleşmektedir.
- **Püskürtme basıncı**; motor devir sayısı ve püskürtme miktarından **bağımsız olarak** oluşturulabilmekte ve belirli sınırlar içerisinde seçilebilmektedir.
- Geleneksel içten yanmalı motor direkt püskürtme sistemleri **450 bar'lık** ve pistonlu pompalı elektronik regülatörlü sistemler yaklaşık **900 bar'lık** basınç ile çalışırken, Common rail sistemi, yakıtı **1350 bar'a** ulaşan bir basınç ile ortak depo üzerinden enjektörlere dağıtmaktadır.

- Bu sistemde, ortak depo hacmi enjektörlerin püskürttüğü yakıt miktarına oranla çok büyük olduğundan, püskürtme anında önemli basınç dalgalanmaları oluşmamaktadır. Püskürtmeyi enjektörler üzerinde bulunan manyetik supaplar sağlamaktadır. Bu da, püskürtmenin şekillendirilmesi, püskürtme miktarının ölçülmesi ve yakıtın püskürtülmesi açısından yeni olanaklar sağlamaktadır. Ayrıca, bu donanım sayesinde, önemli bir avantaj olan ön püskürtme yapılabilmektedir.

- Ön püskürtme, esas (ana) püskürtmeden önce oluşturularak, yakıtın yanmasına ilişkin emisyon oranları iyileştirilmektedir. Ön veya çoklu püskürtme, manyetik supaplara çok kere kumanda edilmesiyle oluşturulmaktadır (Şekil 6.42). Böylece hem zararlı madde emisyonları ve gürültü azaltılmakta, hem de içten yanmalı motorun verimi arttırılmaktadır.



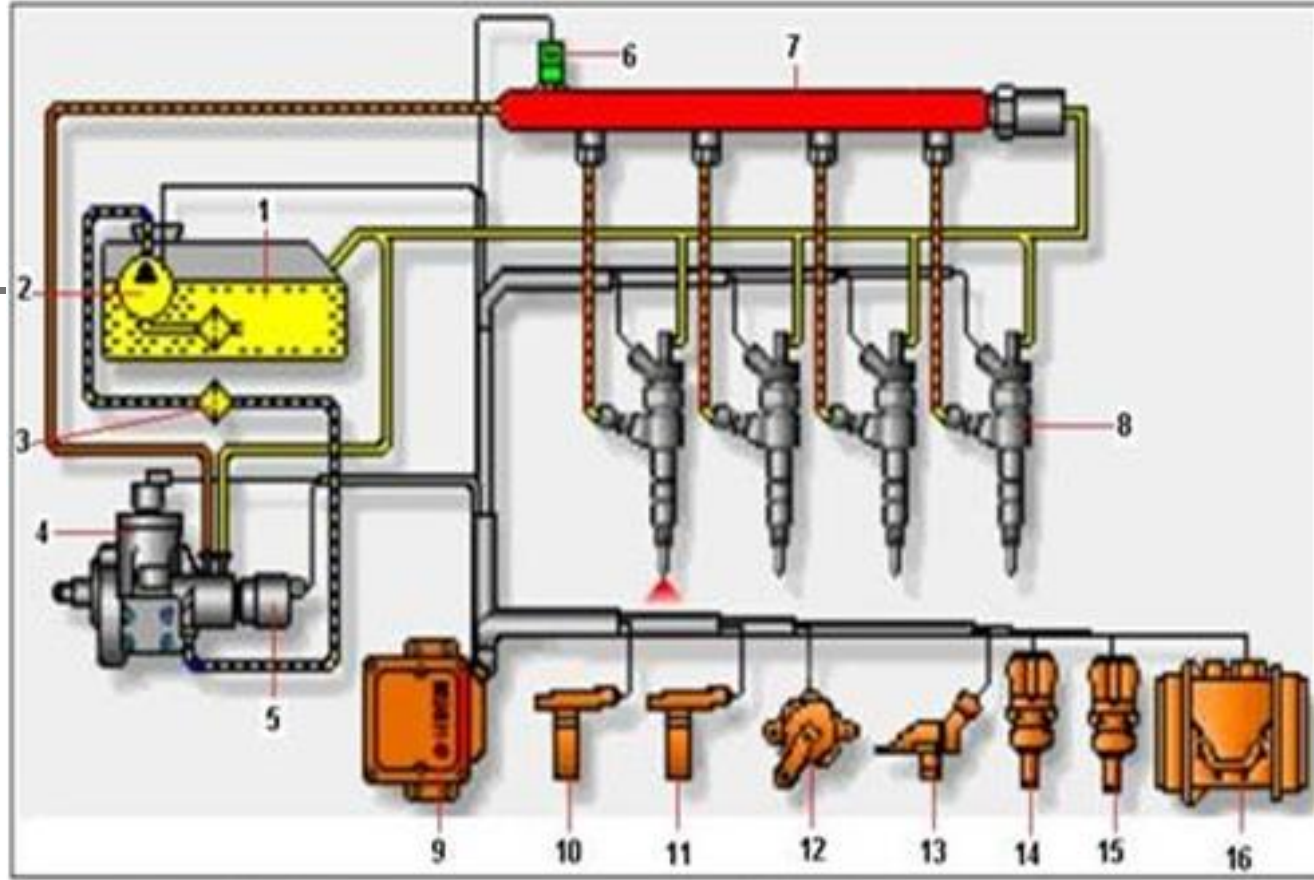
Common rail püskürtme sistemi;

- alçak basınç devresi,
- yüksek basınç devresi
- elektronik ayar düzeninden oluşmaktadır (Şekil 6.43).

Alçak basınç devresinde; yakıt deposu, ön ısıtıcı, filtre, yakıt besleme pompası, elektrikli kapatma supabı ve yakıt soğutucu yer almaktadır.

Yüksek basınç devresindeki elemanlar; yüksek basınç pompası, yüksek basınç iletim boruları, ortak basınç deposu, ve her silindir için bir enjektör olarak sıralanabilir.

Elektronik ayar düzeni ise; komuta cihazı, çeşitli algılayıcılar, ortak basınç deposu, basınç ayar supabı ve enjektördeki manyetik supaptan oluşmaktadır.



1. Yakıt deposu

2. Ön besleme pompası

3. Yakıt Filtresi

4. Yüksek basınç pompası

5. Basınç kontrol valfi

6. Rail basınç sensörü

7. Rail

8. Enjektör

9. ECU

10. Krank mili hız sensörü

11. Kam mili sensörü

12. Gaz pedalı hareket sensörü

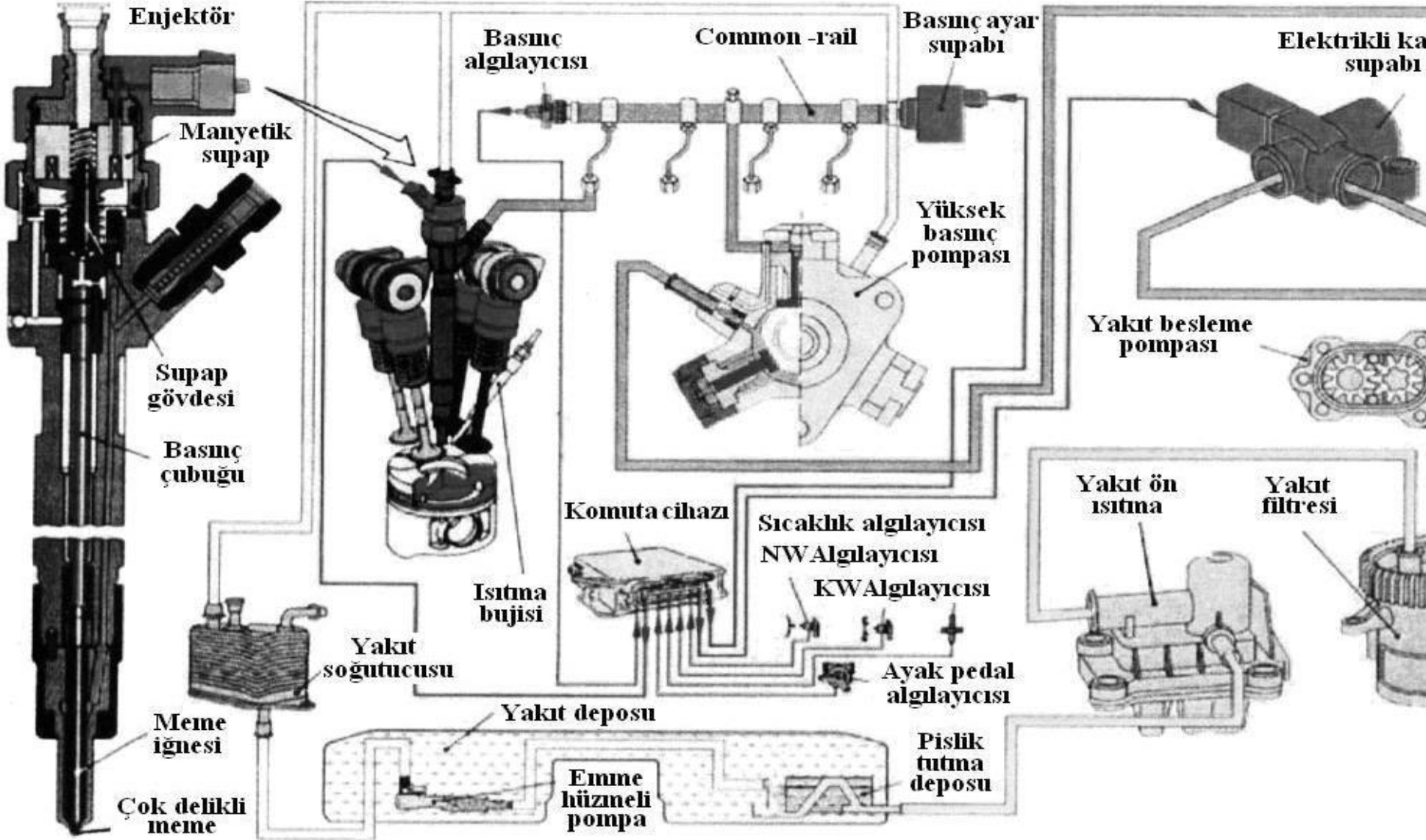
13. Yüksek basınç sensörü

14. Hava sıcaklık sensörü

15. Soğutma suyu sıcaklık sensörü

16. Hava kütlesi ölçeri

Şekil 6.43. Common-rail sisteminin genel yapısı.



6.2.3.3. Common-Rail (ortak basınç depolu) püskürtme sistemi

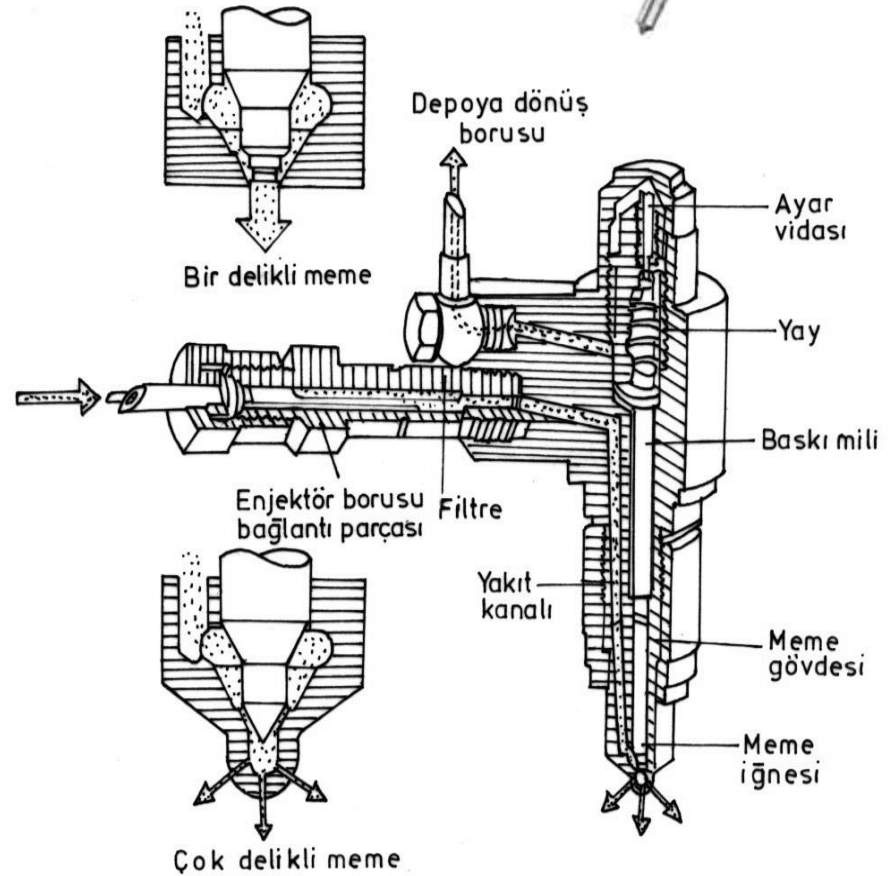
- Besleme pompası tarafından oluşturulan vakum yardımıyla, yakıt depodan emilmektedir. Emilen yakıtın basıncı, besleme pompasında belirli bir basınca kadar yükseltilmektedir. Emilen yakıt, ön ısıtmada belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra, fitrede temizlenir. Yakıt; basınçlı, temiz ve sıcaklığı arttırılmış şekilde yüksek basınç pompasına iletilir. Yüksek basınç pompası, yakıtı sürekli olarak ortak basınç deposuna göndermektedir. Buradan yakıt, kısa püskürtme boruları aracılığıyla enjektörlere ulaştırılmaktadır. Püskürtme miktarı ve zamanı, komuta cihazının kontrolü altındaki manyetik supaplar tarafından düzenlenmektedir. Kullanım fazlası yakıt, ısı eşanjöründe soğutulduktan sonra, dönüş kanalı üzerinden depoya geri gönderilmektedir.
- Püskürtme başlangıcının ve yakıt miktarının ayarı, komuta cihazında oluşturulan çıkış uyarılarının etkisi altında, enjektör üzerindeki manyetik supap tarafından sağlanmaktadır. Yakıt miktarına ayrıca, komuta cihazının kontrolü altında, yüklenmeye bağlı sürekli ayarlanan ortak deponun basıncı da etkili olmaktadır.

6.2.4. Enjektörler

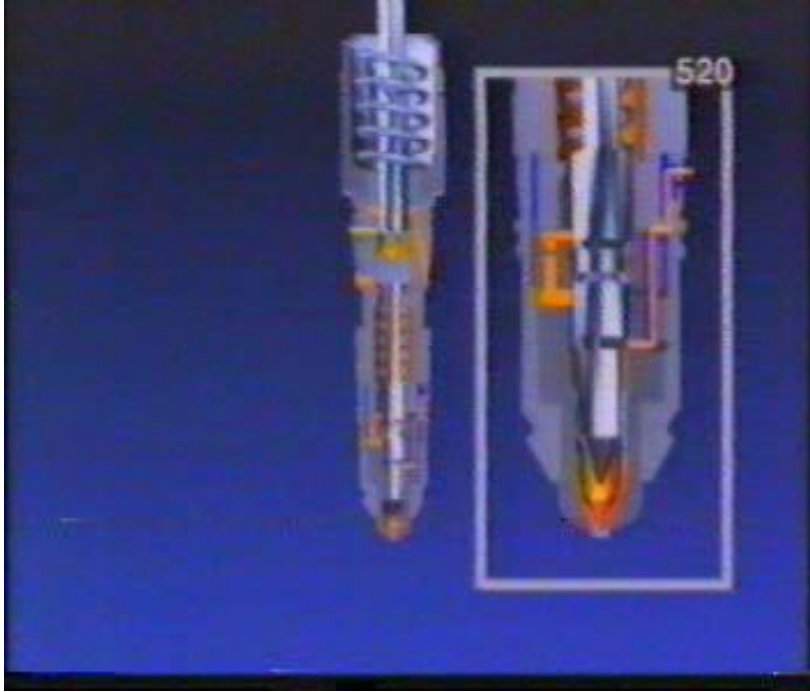


Yakıt pompasında basıncı ve miktarı ayarlanmış bulunan yakıt, basınca dayanıklı ince borularla ateşleme sırası gelmiş bulunan silindire ait enjektöre gönderilir. Enjektör, silindir kapağına vidalanmış bir elemandır. Enjektörün meme denilen ince delikli püskürtme parçası, motorun yanma odası içine açılmaktadır (Şekil 6.44).

Yakıt pompasının bastığı yakıt, enjektör boruları ile enjektöre iletilir. Enjektör içindeki kanaldan geçen yakıt, enjektör memesine kadar ulaşır. Yay basıncının etkisi ile enjektör iğnesi meme deliğini kapadığından, püskürmenin başlayabilmesi için, yakıt basıncının etkisi ile iğnenin yukarıya kalkarak deliği açması gerekmektedir. İğnenin konik yüzeyine etkiyen yakıt basıncı düşey bileşeni, yayın sıkıştırma kuvvetini yendiğinde, meme deliği açılarak, püskürme başlamaktadır. Yakıt pompasının belirlediği miktarda yakıt püskürünce, yayın etkisiyle meme kapanarak püskürme işlemi son bulmaktadır.



Şekil 6.44. Enjektör.



- Enjektörde çalışan parçaların yağlanması yakıt ile sağlanmaktadır. Çok iyi bir şekilde yuvasına alıştırılmış bulunan enjektör iğnesi çevresinden, yağlama görevi yaptıktan sonra sızan yakıt, günde birkaç damla olarak, geri dönüş borusu ile depoya dönmektedir.
- **Enjektör memeleri, motorun yanma odası tipine bağlı olarak bir veya çok delikli olabilir. Direkt püskürtmeli motorlarda, enjektörün açılma basıncı 150...250 bar kadardır ve memeler çok deliklidir. Ön yanma odalı motorlarda ise, püskürme basıncı 80...130 bar'a kadar düşmekte ve memede bir delik bulunmaktadır. Püskürtme anında basınç 2000 bar'ın üstüne çıkabilmektedir.**

- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2012. Motorlar ve Traktörler. Düzeltilmiş II. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1603, Ders Kitabı: 555, 299 s., Ankara.
- SARAL, A., ONURBAŞ AVCIOĞLU, A. ve K. ELİÇİN, 2008. Termik Motorlar Uygulama Örnekleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1564, Ders Kitabı: 517, 111 s., Ankara.
- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2006. Termik Motorlar (Yenilenmiş 4. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları: 1550, Ders Kitabı: 503, 294 s., Ankara