

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

YENİ NESİL DİZEL YAKIT SİSTEMLERİ

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. SELENOİD VALF'Lİ POMPA-ENJEKTÖR ÜNİTELERİ.....	3
1.1. Genel Yapısı.....	3
1.2. Sistemi Oluşturan Parçalar	4
1.3. Pompa-Enjektör Selenoid Valfleri	5
1.3.1. Basma Başlangıcı	5
1.3.2. Enjeksiyon Miktarı	5
1.3.3. Sinyalin Kesilme Etkisi	5
1.3.4. Pompa-Enjektör Selenoid Valfindeki Akımın Kontrolü	6
1.3.5. Pompa-Enjektör Selenoid Valfindeki Akım Akışı.....	6
1.4. Besleme Pompası	7
1.5. Pompa-Enjektör Ünitesinin Çalışması	11
1.5.1. Yakıtın Yüksek Basınç Odasına Dolması	11
1.5.2. Ön (Pilot) Enjeksiyon İşlemi.....	12
1.5.3. Ön (Pilot) Enjeksiyonun Sona Ermesi	14
1.5.4. Ana Enjeksiyon İşlemi	15
1.5.5. Ana Enjeksiyon İşleminin Sona Ermesi.....	16
1.6. Yakıtın Pompa-Enjektör Ünitesinden Geriye Dönüşü	17
1.7. Pompa-Enjektör Ünitelerinde Kullanılan Ek Sistemler	17
1.7.1. Yakıt Soğutma Sistemi.....	17
1.7.2. Yakıt Ön Isıtma Sistemi	18
1.8. Pompa-Enjektör Üniteli Sistemlerde Kullanılan Sensörler.....	19
1.8.1. EGR Elektrovanası Konum Sensörü	19
1.8.2. Soğutma Suyu Sıcaklık Sensörü	19
1.8.3. Yakıt Sıcaklık Sensörü	20
1.8.4. Emme Havası Basınç Sensörü.....	20
1.8.5. Motor Devir ve ÜÖN Sensörü	21
1.8.6. Eksantrik Mili Sensörü.....	21
1.8.7. Hava Kütle Debimetresi	21
UYGULAMA FAALİYETİ.....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	28
2. COMMON RAIL DİZEL ENJEKSİYON	28
2.1. Genel Yapısı.....	28
2.2. Sistemi Oluşturan Parçalar	29
2.2.1. Alçak Basınç Pompası.....	29
2.2.2. Yakıt Yüksek Basınç Pompası	32
2.2.3. Yakıt Ayar Regülatörü (Basınç Regülatörü).....	33

2.2.4. Yakıt Rampası (Rail).....	35
2.2.5. Enjektörler	36
2.3. Common Rail Dizel Enjeksiyon Sistemine Kumanda Eden Sensörler	42
2.3.1. Hall Sensörü	43
2.3.2. Motor Devir Sensörü	43
2.3.3. Hava Kütlesi Ölçücüsü.....	45
2.3.4. Soğutma Suyu Sıcaklık Sensörü	45
2.3.5. Gaz Pedalı Konum Sensörü.....	46
2.3.6. Emme Manifoldu Basınç Sensörü.....	46
2.3.7. Yükseklik Sensörü.....	47
2.3.8. Yakıt Hattı Basınç Sensörü	47
2.4. Common Rail Sisteminde Hava Almak	48
2.5. Common Rail Dizel Enjeksiyon Sisteminin Çalışması.....	48
UYGULAMA FAALİYETİ.....	51
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	55
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	56
3. DİZEL MOTORLARDA EMİSYON KONTROL SİSTEMLERİ.....	56
3.1. EGR Sistemi.....	56
3.1.1. EGR Sisteminin Kullanılma Nedenleri	56
3.1.2. EGR Sisteminin Görevleri	58
3.1.3. Sistemi Oluşturan Parçalar	60
3.1.4. EGR Sisteminin Çalışması	61
3.2. Dizel Motorlarında Katalitik Konvertör.....	62
3.2.1. Görevi.....	62
3.2.2. Yapısı ve Çalışması	62
3.2.3. Arızası, Bakımı ve Onarımı	63
3.3. Kurum (Partikül) Tutucu.....	63
3.3.1. Görevi.....	63
3.3.2. Yapısı ve Çalışması	64
3.4. Alev Söndürücü.....	65
3.4.1. Görevi.....	65
3.4.2. Yapısı ve Çalışması	66
UYGULAMA FAALİYETİ.....	67
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	70
MODÜL DEĞERLENDİRME	71
CEVAP ANAHTARLARI.....	71
KAYNAKÇA	71

AÇIKLAMALAR

ALAN	Motorlu Araçlar Teknolojisi
DAL / MESLEK	Otomotiv Elektromekanik ve İş Makineleri
MODÜLÜN ADI	Yeni Nesil Dizel Yakıt Sistemleri
MODÜLÜN TANIMI	Yeni nesil dizel yakıt sistemlerini tanıma arızalarını teşhis etme, onarma, ayar ve bakımını yapma becerisinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Dizel Motorları Yakıt Sistemleri modülünü almış olmak
YETERLİK	Bu modülün iş başında uygulamalı olarak işlenmesi gerekir. Önce temrinlik araç üzerinde çalışılmalı daha sonra araç gereç üzerinde çalışılmalıdır.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Araçlarda kullanılan dizel motorları yakıt sistemlerini kontrol ederek bakım ve onarımını yapabilecektir. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Selenoid valfli pompa enjektör ünitelerini kontrol ederek değiştirebilecektir.2. Common Rail dizel enjeksiyon sisteminin kontrollerini ve onarımını yapabilecektir.3. EGR valfini kontrol edip değiştirebilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Dizel motorları atölyesi Donanım: El aletleri, pompa enjektör test cihazı, Common Rail kesit elemanları, selenoid Pompa kesit elemanları piezo enjektör kesit elemanları, bilgisayar ve multimedya eğitim CD'leri vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dizel motorları tarihî bir süreç içerisinde hızla gelişme hâlinde olmuştur. Bu süreçte yakıt sistemi elemanları, yakıt kalitesi, enjektör püskürtme açıları, yanma odası şekilleri, ön yanma gibi yenilikler dizel motorunun teknik olarak üst seviyelere çıkmasına neden olmuştur.

Klasik dizel motorlarında kullanılan pompa-enjektör grupları; kullanılan parça sayıları itibariyle daha karmaşık, yaptıkları görev itibariyle daha teferruatlı bir yapıya sahip idi. Alınan verim ise günümüz yeni nesil dizel motorlarına nazaran daha düşük seviyelerde idi.

1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü gereği motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar arasında günümüzde emisyon standartları ile kontrol altına alınmış olan karbon monoksit(CO), yanmamış hidrokarbonlar(HC) ve azot oksitler (NOx) bulunmaktadır. Ayrıca dizel motorlarından kaynaklanan katı partiküller (PM) de yönetmelikler tarafından sınırlandırılmaktadır. Son 30-40 yıllık dönem içerisinde bu konuda önemli gelişmeler sağlanmış ve emisyon kontrolü öncesinde ortalama değer olarak CO, HC ve NOx emisyonları için sırasıyla 50, 7 ve 2,5 [g/km] mertebesinde olan taşıt emisyonları günümüzde aynı bileşenler için motor çıkışında sırayla 10, 2 ve 1,3 [g/km] mertebelerine düşürülerek EURO-IV emisyon standartları sağlanmaktadır.

Otomobil kullanımında beklenen bu artışlara karşın Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği (ACEA) tarafından araçların ürettikleri CO₂ miktarının 1996 değerlerine göre %25 azalma ile 2008 yılında ortalama olarak 140 gCO₂/km değerine düşürülmesi hedeflenmektedir. 2012 yılı için hedeflenen filo ortalama değeri ise 120 gCO₂/km'dir.

Bu nedenle (ACEA) normlarına ulaşmak için özellikle kullanılan yakıtın kalitesiyle doğrudan ilişkilendirilmesi, eurodizel gibi egzoz emisyonunu düşüren yakıtların kullanılması, buna paralel olarak sıkıştırma oranını arttıran aşırı doldurmalı sistemlere ihtiyaç duyulması, common rail teknolojisi ile yüksek basınçlı püskürtme yeni nesil dizel motorlarına olan ihtiyacı artırmıştır.

Bu modül ile yeni nesil dizel yakıt sistemindeki değişiklikleri daha iyi kavrayarak yakıtın ve sistemin parçalarını mukayese edecek, özellikle çevre kirliliğinin önemini çok daha iyi kavrayacak ve sistemi oluşturan elemanların bakım, onarım ve ayarlarını yapabilmek için iyi bir başlangıç yapmış olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Yeni nesil dizel yakıt sistemi elemanlarının bakım ve ayarlarını yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

- Atölyenizde, klasik dizel motorları inceleyiniz.
- Yeni nesil dizel motorlarının farklılıklarını inceleyiniz.
- Selenoid pompa. Piezo enjektör, Common Rail'in yapısını inceleyiniz.

1. SELENOİD VALF'Lİ POMPA-ENJEKTÖR ÜNİTELERİ

1.1. Genel Yapısı

Pompa-Enjektör ünitesi, adından da anlaşılacağı gibi yakıt pompası, kumanda ünitesi ve enjektör memesinin tek bir yapıda toplandığı enjeksiyon pompasıdır. Motorun her silindiri için bir pompa-enjektör ünitesi bulunur. Bu tip pompa enjektöre, birim enjektör de denilmektedir.



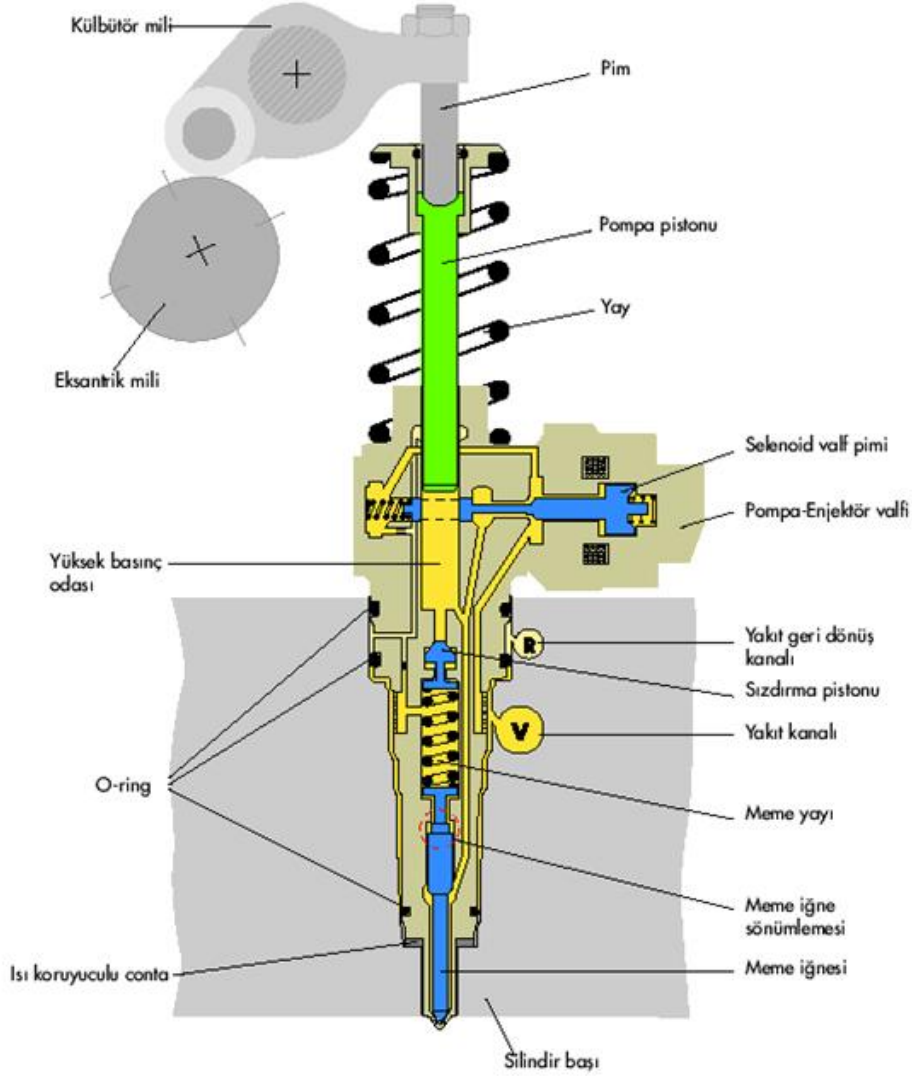
Resim 1.1: Enjektör pompa

Birim Enjektör Sistemi (UIS) doğrudan dizel püskürtmeye yönelik bir sistemdir. Bu teknoloji aynı zamanda pompa-meme sistemi olarak da bilinir. Birim Enjektör Sistemlerini özellikle, en fazla sekiz silindirli ve silindir başına 80kW performansa sahip ağır ve orta büyüklükteki ticari taşıtlarda kullanır. İki kumanda ünitesinin kullanılması hâlinde, bu teknoloji 16 silindire kadar motorlarda da kullanılabilir.

Tıpkı diğer tip yakıt enjeksiyon pompalarında olduğu gibi enjektör pompa sisteminin görevleri şunlardır:

- Enjeksiyon için gerekli yüksek basıncı üretmek,
- Yakıtı doğru zamanda doğru miktarda püskürtmek,
- Püskürtmeyi çabuk başlatıp çabuk bitirmektir.

1.2. Sistemi Oluşturan Parçalar



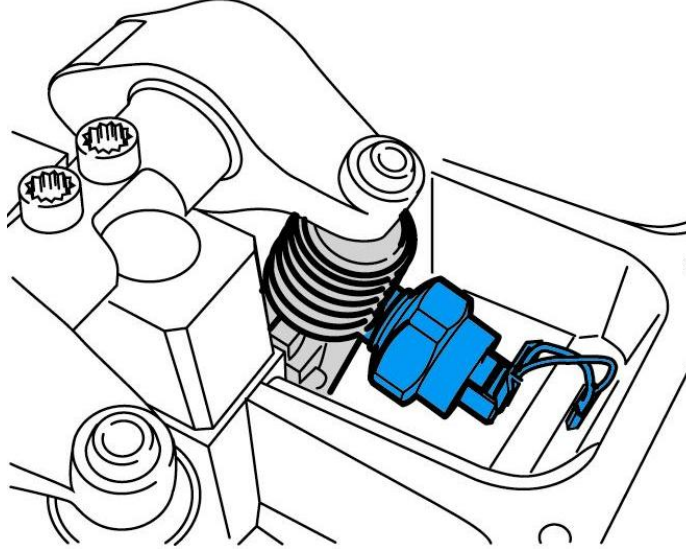
Şekil 1.1: Enjektör-pompa kesit çizimi

- Pompa pistonu
- Pompa pistonu geri getirme yayı
- Selenoid valf pimi

- Enjektör pompa valfi
- Yüksek basınç odası
- Sızdırma pistonu
- Enjektör meme yayıEnjektör meme iğnesi

1.3. Pompa-Enjektör Selenoid Valfleri

Pompa-enjektör selenoid valfleri, akış bağlantısı oyuk vidası aracılığıyla enjektör-pompa ünitelerine tespit edilmiştir. Basma başlangıcı ve enjeksiyon miktarı motor elektronik kontrol ünitesi tarafından enjektör-pompa selenoid valfleri üzerinden kontrol edilir.



Şekil 1.2: Enjektör-pompa selenoidi

1.3.1. Basma Başlangıcı

Motor elektronik kontrol ünitesi, silindirlerdeki enjektör-pompalarından birini harekete geçirdiği andan itibaren manyetik bobinin selenoid valf pimi, yuvasına doğru bastırılır ve yakıtın, enjektör-pompa ünitesinin yüksek basınç odasına giden yolunu kapatır. Bundan sonra enjeksiyon işlemi başlar.

1.3.2. Enjeksiyon Miktarı

Enjeksiyon miktarı, selenoid valfin çalıştırılma zamanı tarafından belirlenir. Enjektör-pompa valfi kapalı olduğu sürece, yanma odasına yakıt püskürtülür.

1.3.3. Sinyalin Kesilme Etkisi

Bir pompa-enjektör valfi devre dışı kalırsa motor düzgün çalışmaz, güç düşer. Pompa-enjektör valfinin ikinci bir güvenlik fonksiyonu da vardır.

- Valf açık kalırsa enjektör-pompa ünitesinde bir basınç oluşturulamaz.

- Valf kapalı kalırsa enjektör-pompa ünitesinin yüksek basınç odası artık yakıtla dolmaz. Her iki durumda da silindirin içine hiç yakıt püskürtülmez.

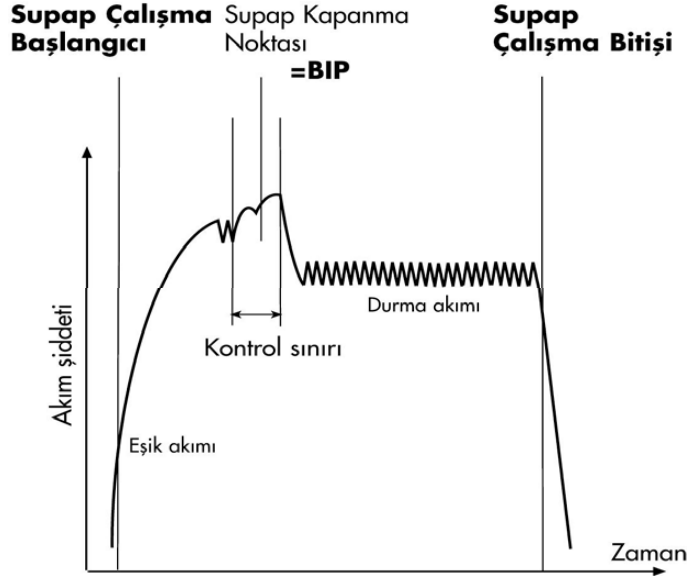
1.3.4. Pompa-Enjektör Selenoid Valfindeki Akımın Kontrolü

Motor elektronik kontrol ünitesi, enjektör-pompa selenoid valfindeki akımı kontrol eder. Cihaz, bu bilgiden, pompalama başlangıcını düzenlemek amacıyla gerçek pompalama başlangıcı üzerinden bir geri besleme alır ve valfin fonksiyonel arızalarını tespit edebilir.

Enjeksiyon işlemi, bir enjektör-pompa valfinin çalıştırılmasıyla başlar. Bu sırada bir manyetik alan oluşur, akım şiddeti artar ve valf kapanır. Selenoid valf piminin yuvasına bastırılması sırasında akımın akışında göze çarpan bir dalgalanma görülür. Bu dalgalanma, Enjeksiyon Periyodunun Başlangıcı BIP (Beginning of Injection Period) olarak adlandırılır. BIP, enjektör-pompa valfinin ne zaman tam olarak kapanacağını ve böylece pompalama işleminin ne zaman başlayacağını motor elektronik kontrol ünitesine sinyal hâlinde bildirir.

1.3.5. Pompa-Enjektör Selenoid Valfindeki Akım Akışı

Valf kapalı olduğunda akım şiddeti, sabit bir durma akımı değerine düşer. İstenen pompalama süresine erişilmişse çalışma biter ve valf açılır. Pompa-Enjektör valfinin ve BIP (enjeksiyon periyodu başlangıcı) gerçek kapanma noktası, valfin bir sonraki enjeksiyon için ne zaman çalıştırılacağını hesaplanması amacıyla motor kontrol ünitesi tarafından algılanır. Pompalama başlangıcının mevcut değeri, motor kontrol ünitesindeki olması gereken değerden sapıyorsa, valfin çalışma başlangıcı düzeltilir.



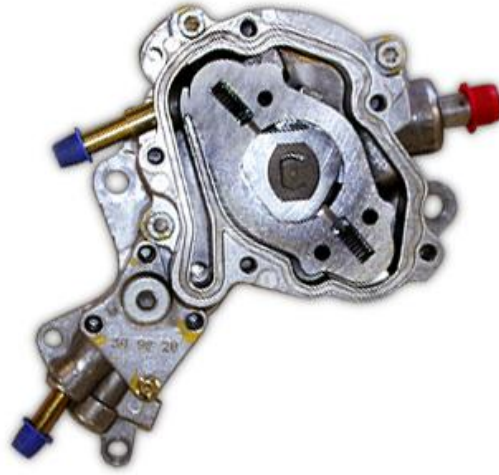
Şekil 1.3: Enjektör pompa selenoid valfindeki akım değişimi

Valfin fonksiyonel arızalarının tespit edilebilmesi için supap kapanma bölgesi (BIP) motorun elektronik kontrol ünitesi tarafından kontrol edilir. BIP, sorunsuz bir çalışmada kontrol sınırının içinde yer alır. Fonksiyonel bir arıza olması durumunda, BIP kontrol sınırının dışına çıkar. Bu durumda pompalama başlangıcı, bilinen sabit bir değer aracılığıyla

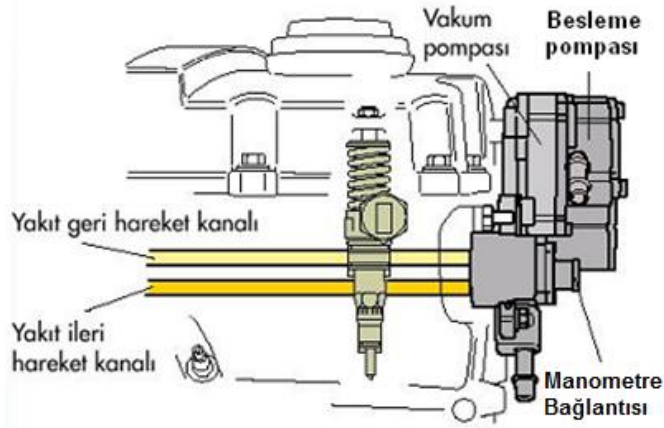
kontrol edilir. Herhangi bir düzenleme mümkün değildir. Pompa enjektör ünitesinde hava varsa, selenoid valf pimi kapanırken daha küçük bir direnç oluşur. Valf, daha hızlı kapanır ve BIP beklenenden daha önceki bir noktada ortaya çıkar. Bu durumda otomatik teşhiste “kontrol sınırı aşıldı” mesajı çıkar.

1.4. Besleme Pompası

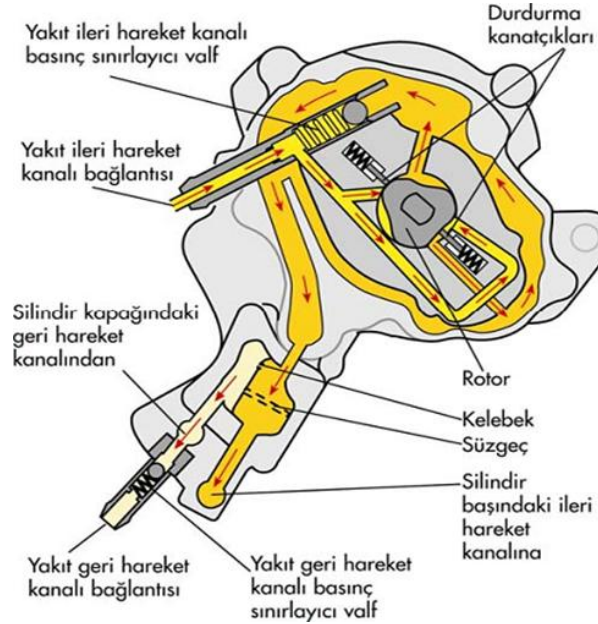
Besleme pompası silindir kapağında, vakum pompasının hemen arkasında bulunur. Görevi, yakıtı depodan alarak enjektör- pompa ünitelerine iletmektir. Her iki pompa da eksantrik mili tarafından birlikte tahrik edilir ve bu nedenle ikili pompa olarak adlandırılır.



Resim 1.2: Besleme pompası



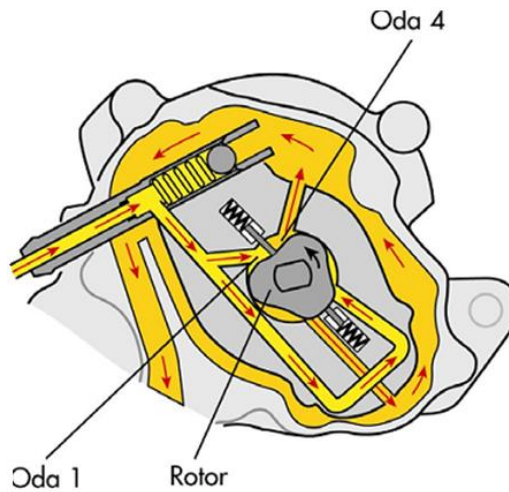
Şekil 1.4: Besleme ve vakum pompası



Şekil 1.5: Besleme pompasının iç yapısı

Besleme pompası, durdurma kanatçıklarına sahip bir pompadır. Bu yapıda durdurma kanatçıkları, bir yay kuvvetiyle rotora doğru bastırılır. Bunun avantajı, pompanın henüz düşük devirlerde bile yakıt pompalamasıdır. Kanat hücreli pompalar, devir sayısının bu hücrelerin statördeki kaçma kuvvetini yenecek kadar yüksek olduğu zaman yakıt emer. Pompanın içindeki yakıt hareketi, yakıt deposu boş olsa bile rotorda daima yakıt olacak şekilde gerçekleşir. Böylece kendi kendine yürüyen bir emme işlemi gerçekleşir.

➤ **Çalışması**

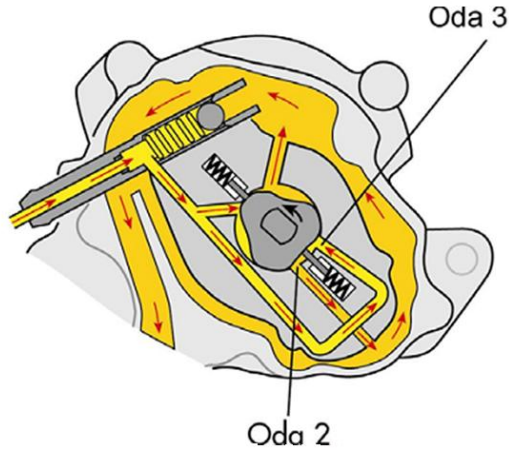


Şekil 1.6: Besleme pompasının çalışması

Besleme pompası, hacmin emme işlemiyle artırılması ve pompalama işlemiyle azaltılması prensibiyle çalışır. Yakıt, her defasında aynı anda iki odaya emilir ve iki odadan pompalanır. Emme ve pompalama odaları, durdurma kanatçıkları ile ayrılmıştır (Şekil 1.4).

Şekil 1.6'daki resimde, yakıt birinci oda tarafından emilir ve daha önce üçüncü oda tarafından emilmiş olan yakıt dördüncü oda tarafından pompalanır. Birinci odanın hacmi, rotorun dönmesiyle artar. Bu sırada dördüncü odanın hacmi azalarak yakıt sıkıştırılır ve sıkışan yakıtın basıncı artar.

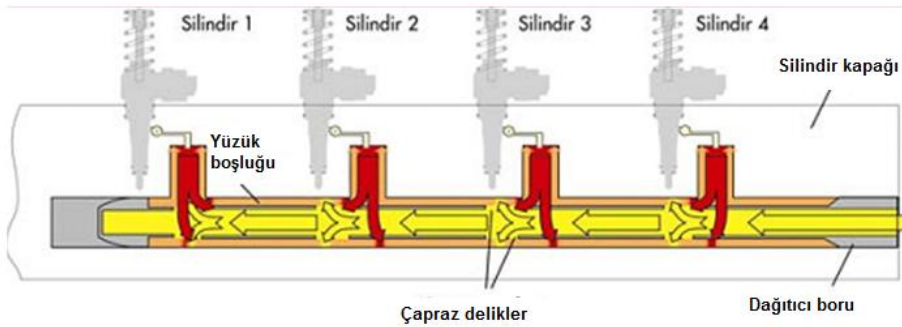
Şekil 1.7'deki resimde diğer iki oda devrededir. Daha önce birinci oda tarafından emilen yakıt, ikinci oda tarafından pompalanır ve üçüncü oda tarafından emilir.



Şekil 1.7: Besleme pompasının çalışması

➤ Dağıtıcı boru

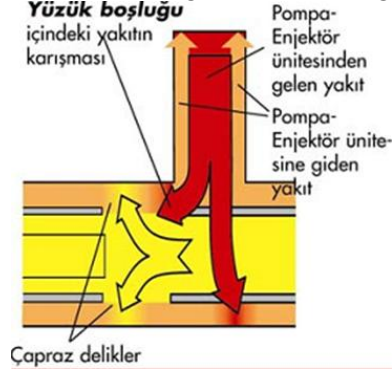
Silindir kapağındaki yakıt kanalının içinde bir dağıtıcı boru bulunur. Bu borunun görevi, yakıtı pompa enjektör ünitelerine eşit olarak dağıtmaktır.



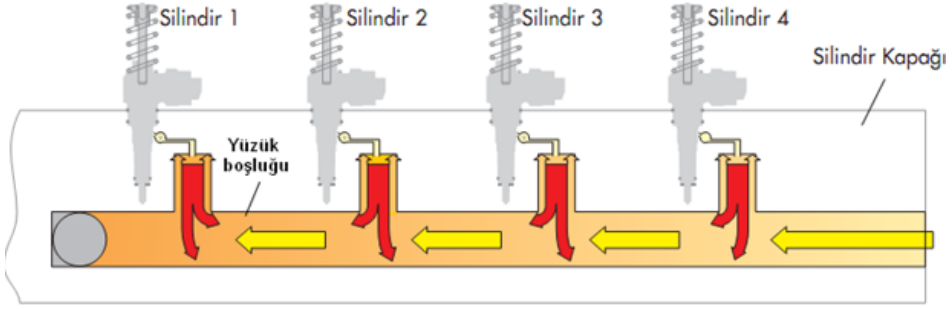
Şekil 1.8: Dağıtıcı boru

Besleme pompası, yakıtı silindir kapağındaki ileri hareket kanalına pompalar. Yakıt, kanalında dağıtıcı borunun iç tarafında birinci silindir yönünde ilerler. Yakıt, dağıtıcı boru ve silindir başı bükümündeki yüzük boşluğunun içine gelir. Burada enjektör- pompa üniteleri tarafından ileri hareket kanalına geri itilmiş olan sıcak yakıtla karışır. Böylece tüm

silindirlerdeki yakıt kanallarında eşit bir sıcaklık oluşur. Tüm enjektör-pompa üniteleri aynı miktar yakıtla beslenir. Böylece motorun düzgün çalışması sağlanmış olur.



Şekil 1.9: Dağıtıcı borudaki sıcak ve soğuk yakıtın karışması

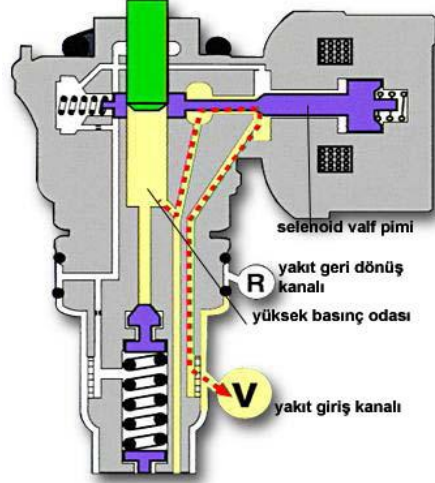


Şekil 1.10: Yakıt borusunda sıcaklık dağılımı

Dağıtıcı boru olmasaydı pompa-enjektör ünitelerindeki yakıt sıcaklığı eşit olmayacaktı. Pompa enjektör üniteleri tarafından ileri hareket kanalına geri itilmiş olan sıcak yakıt, yakıt kanalına gelmekte olan soğuk yakıt tarafından silindir 4'ten silindir 1 yönüne doğru itilir. Böylece yakıt sıcaklığı silindir 4'ten silindir 1'e doğru artar ve pompa-enjektör üniteleri farklı miktarda yakıtla beslenir. Bunun sonucunda motor düzgün çalışmaz ve ön silindirlerde yakıt sıcaklığı çok yüksek olurdu (Şekil 1.10).

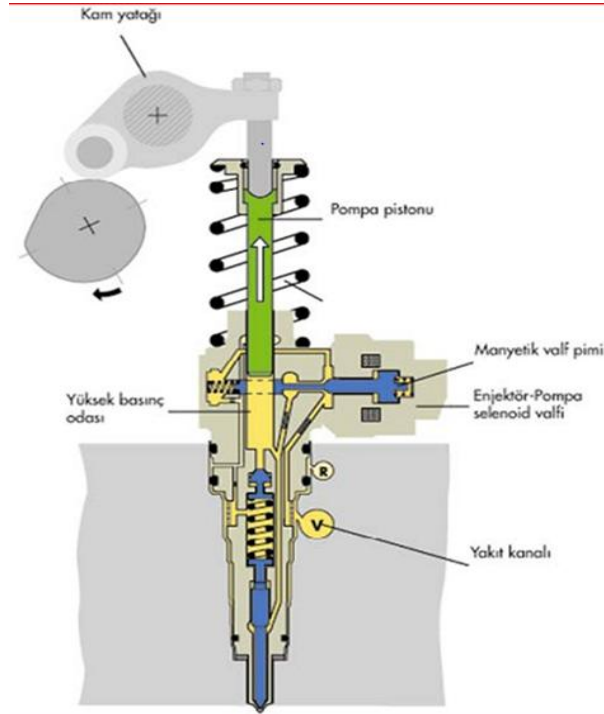
1.5. Pompa-Enjektör Ünitesinin Çalışması

1.5.1. Yakıtın Yüksek Basınç Odasına Dolması



Şekil 1.11: Yakıtın yüksek basınç odasına dolması

Yakıtın yüksek basınç odasına alınması işlemi pompa pistonu, piston yayının kuvveti sebebiyle yukarı hareket eder ve böylece yüksek basınç odasının hacmini arttırır. Enjektör-pompa için kullanılan selenoid valf, hareketine başlamaz. Selenoid valf pimi hareketsizdir ve besleme pompası tarafından gönderilen yakıtın yüksek basınç odasına akmasına izin verir. Yakıt ileri hareket kanalındaki basınç nedeniyle yüksek basınç odasına hızla dolar.

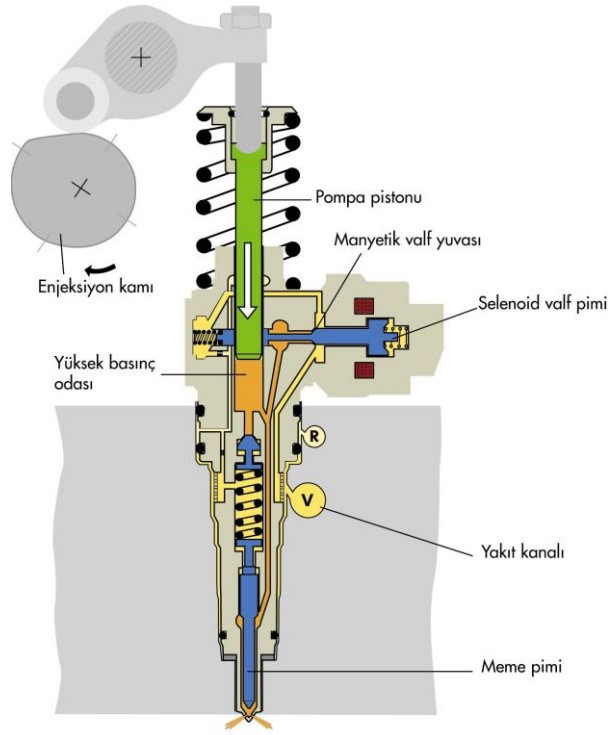


Şekil 1.12: Pompa pistonunun yukarı hareketi

1.5.2. Ön (Pilot) Enjeksiyon İşlemi

Verimli bir yanmanın ön şartı, iyi bir karışım oluşturabilmektir. Bunun için yakıtın doğru miktarda, doğru zamanda ve yüksek bir basınçla püskürtülmesi gerekir. Bundan küçük sapmalar olduğunda bile sonuç olarak zararlı yüksek gaz emisyonları, yanma sesleri veya yüksek yakıt tüketimi görülür.

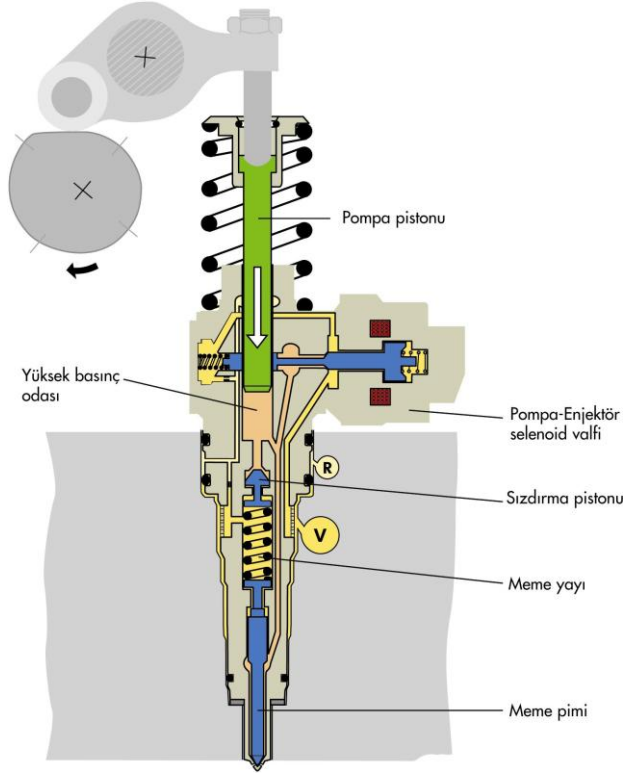
Motorda yanma sonucunda meydana gelen sesi azaltmak ve daha iyi bir yanma işlemi elde etmek için asıl enjeksiyonun başlamasından önce düşük basınçlı az miktarda yakıt yanma odasının içerisine püskürtülür. Bu püskürtme, ön enjeksiyon olarak adlandırılır.



Şekil 1.13: Ön enjeksiyonun başlaması

Az miktardaki yakıtın yanmasıyla yanma odasındaki basınç ve sıcaklık artar. Bu, asıl enjeksiyon miktarının hızlı bir şekilde tutuşması için gerekli ortamı hazırlar ve böylece ateşleme avansını azaltır. Ateşleme avansının az olması, bir dizel motordaki yanma işlemi için önemlidir. Tutuşma gecikmesi, enjeksiyonun başlangıcıyla yanma odasındaki basıncın artmaya başlaması (yanmanın başlangıcı) arasındaki süredir. Bu süre zarfında büyük miktarda yakıt püskürtülmesi, basıncın aşırı hızla yükselmesine ve sonuçta aşırı yüksek yanma sesine neden olabilir. Ön enjeksiyon, ön ve asıl enjeksiyon arasındaki enjeksiyon molası, yanma odasındaki basıncın ani artmasını engeller, bunun yerine kademeli olarak artmasını sağlar. Sonuç olarak düşük yanma gürültüsü ve daha az zararlı emisyonlar elde edilir. Pompa pistonu, enjeksiyon kamı tarafından kam yatağı üzerinden aşağıya doğru bastırılır. Böylece yakıtı yüksek basınç odasından, yakıt ileri hareket kanalına doğru akmaya zorlar. Enjeksiyon işlemi, motor kontrol ünitesi tarafından başlatılır. Bunun için motor kontrol ünitesi, enjektör-pompa valfine kumanda ederek selenoid ünitesi valf pimi, yuvasına doğru bastırılır ve yüksek basınç odasından hazneye giden yolu kapatır. Böylece yüksek basınç odasında basınç oluşmaya başlar. Yakıtın basıncı 180 bara ulaştığı zaman, enjektör meme yayının kuvvetinden daha büyük olacağı için enjektör meme pimi, yukarı kalkar ve ön enjeksiyon işlemi başlar.

1.5.3. Ön (Pilot) Enjeksiyonun Sona Ermesi

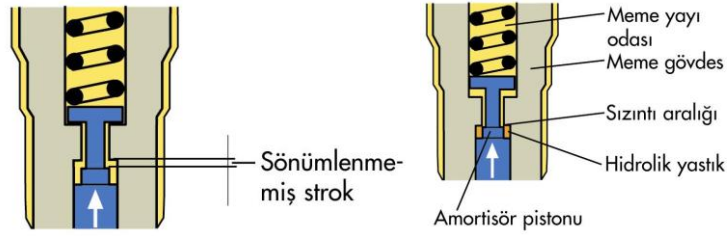


Şekil 1.14: Sızdırma pistonunun aşağı hareketi

Ön enjeksiyon sırasında pompa pistonunun sıkıştırdığı yakıt, enjektör memesinden püsküren yakıttan daha fazla olduğu için yakıt basıncı artar. Yükselen basınç nedeniyle sızdırma pistonu, meme yayını sıkıştırarak aşağı doğru hareket eder ve yüksek basınç odasındaki hacmi artırır. Yüksek basınç odasındaki hacmin artmasından dolayı basınç kısa bir süre için düşer ve meme yayı, meme pimini (enjektör iğnesini) iterek meme deliklerinin kapanması sağlanır. Böylece ön enjeksiyon işlemi sona erdirilir. Sızdırma pistonunun aşağı doğru hareketi meme yay basıncını artırarak, meme piminin sonraki aşama olan, asıl enjeksiyonda bir kez daha açılabilmesi için ön enjeksiyondakinden daha büyük bir yakıt basıncına gerek duymasını sağlar.

Ön enjeksiyon işleminde meme piminin yukarı kalkması, hidrolik bir yastık aracılığıyla yumuşatılır. Böylece enjeksiyon miktarının süresi ve basıncı ayarlanabilir. Tüm strokun ilk üçte birlik bölümünde meme pimi sönümlenmeden açılır. Bu sırada ön enjeksiyon miktarı yanma odasına püskürtülür.

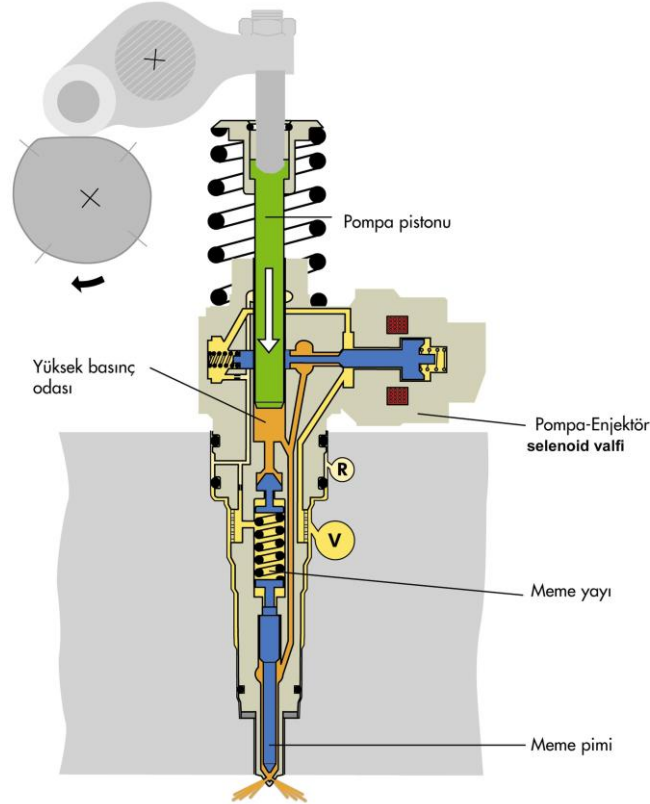
Amortisör pistonu meme gövdesinin deliğine girdiği andan itibaren yakıt meme piminin üzerinden sadece küçük bir sızıntı aralığından meme yayı odasına girebilir. Böylece meme piminin ön enjeksiyon esnasında yukarı kalkmasını sınırlayan hidrolik bir yastık oluşur.



Şekil 1.15: Enjektör meme piminin hidrolik olarak yastıklanması

1.5.4. Ana Enjeksiyon İşlemi

Yakıtın olabildiğince tam yanabilmesi, iyi bir karışımın oluşturulmasına bağlıdır. İyi bir karışım, yakıtın yüksek bir basınç altında çok küçük partiküller halinde yanma odasına püskürtülüp, basıncı ve sıcaklığı artmış hava ile iyi bir şekilde karıştırılmasıyla elde edilir. Motorda tam yanma, zararlı gaz emisyonlarının azalıp, motor performansının artmasına neden olur. Enjektör -pompa sisteminin ön enjeksiyonu, enjeksiyon molası, artan basınçlı ana enjeksiyon ve enjeksiyonun hızlı şekilde sona ermesinden oluşan süreç, motorun ihtiyacıyla birebir örtüşmektedir.



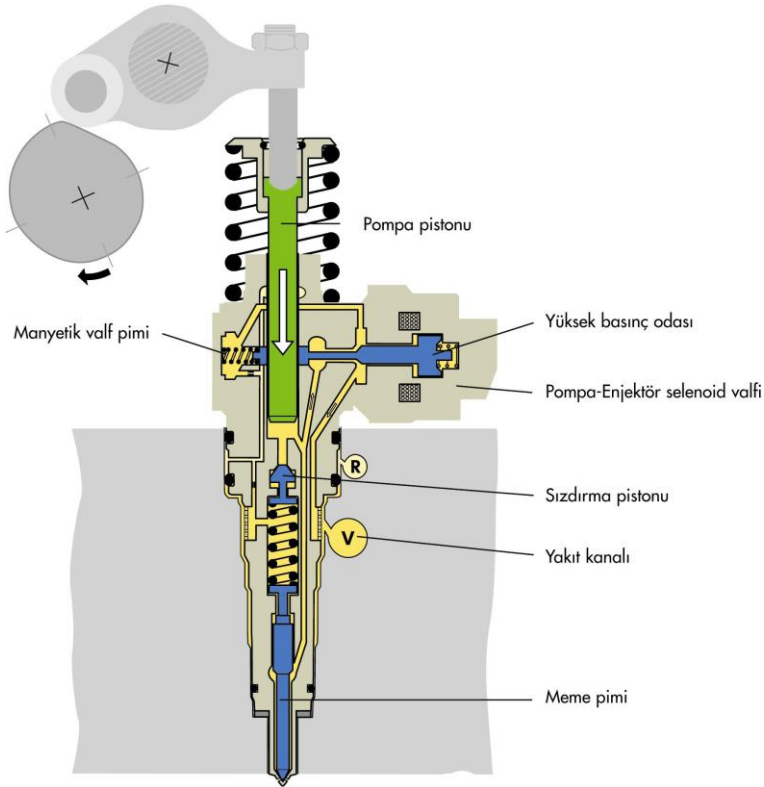
Şekil 1.16: Yüksek basınçlı ana enjeksiyon

Meme piminin kapanmasından kısa bir süre sonra yüksek basınç odasındaki basınç, tekrar artar. Enjektör-pompa selenoid valfi, bu sırada hala kapalıdır ve pompa pistonu aşağı doğru hareket eder. Yaklaşık 300 barda yakıt basıncı, önceden gerilmiş olan meme yayınıninkinden büyüktür. Meme pimi tekrar (enjektör iğnesi) kalkar ve asıl enjeksiyon

miktarı püskürtülmeye başlanır. Basınç, bu sırada 2200 bara kadar yükselebilir çünkü yüksek basınç odasında, meme deliklerinden kaçabilecek yakıttan daha fazla yakıt birikmiştir. Motorun maksimum gücünde yani yüksek devirde ve aynı zamanda yüksek enjeksiyon miktarında basınç da en yüksek değerini alacaktır.

1.5.5. Ana Enjeksiyon İşleminin Sona Ermesi

Motor kontrol ünitesi enjektör-pompa selenoidinin akımını kesmesiyle enjeksiyon sona erer. Bu sırada selenoid valf pimi, selenoid valf yayı tarafından açılır ve pompa pistonu tarafından itilen yakıt, yakıt ileri hareket kanalından kaçar. Basınç düşer. Meme pimi kapanır ve sızdırma pistonu meme yayı tarafından hareketine başladığı yere doğru bastırılır. Ana enjeksiyon sona ermiştir. Enjeksiyonun sonunda önemli olan, enjeksiyon basıncının hızlı bir şekilde düşmesi ve meme piminin hızlı bir şekilde kapanmasıdır. Böylece, düşük enjeksiyon basınçlı ve yüksek çaplı damlacık şeklindeki yakıtın yanma odasına girmesi engellenmiş olur.



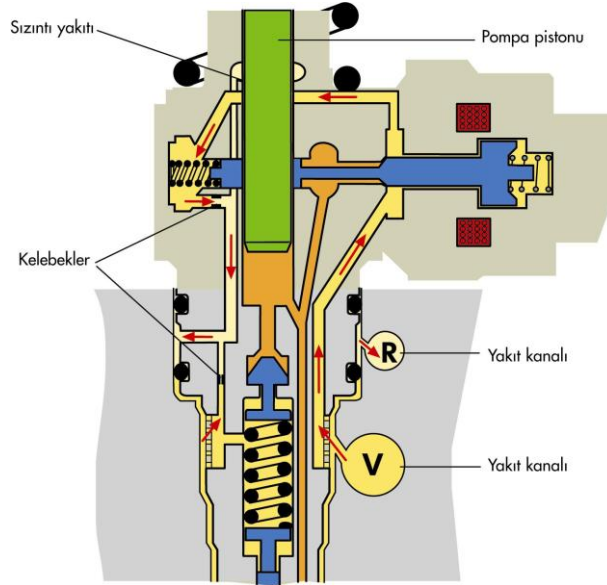
Şekil 1.17: Ana enjeksiyonun sona ermesi

1.6. Yakıtın Pompa-Enjektör Ünitesinden Geriye Dönüşü

Her silindir için kullanılan geri dönüş rekorlarına bağlanan hortumlar yardımı ile kullanılmayan yakıt depoya / filtreye geri dönmektedir.

Yakıtın pompa-enjektör ünitesindeki geriye akışının şu görevleri vardır:

- Pompa-enjektör ünitesinin soğutulması: Bunun için yakıt, yakıt ileri hareket kanalından pompa-enjektör ünitesinin kanallarının içinden akarak yakıt geri hareketine doğru sürüklenir.
- Pompa pistonundaki sızıntı yakıtının çıkartılması sağlanır.
- Yakıt ileri hareket kanalındaki buhar kabarcıklarının yakıt geri hareketindeki kelebeklerden dışarı atılması sağlanır.



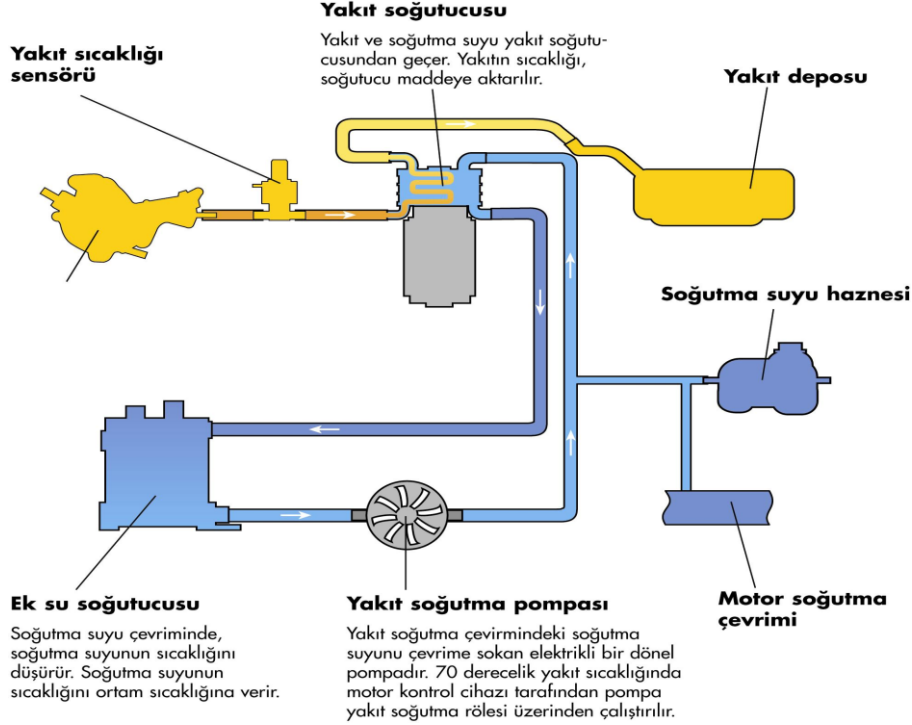
Şekil 1.18: Yakıt kanalı

1.7. Pompa-Enjektör Ünitelerinde Kullanılan Ek Sistemler

1.7.1. Yakıt Soğutma Sistemi

Pompa-Enjektör ünitelerindeki yüksek basınç nedeniyle yakıt o kadar ısınır ki yakıt deposuna gönderilmeden önce soğutulması gerekir. Bunun için yakıt filtresinde bir yakıt soğutucusu bulunur. Bu soğutucu, geri akmakta olan yakıtı soğutur ve böylece yakıt deposunu ve yakıt borularını aşırı sıcak yakıttan korur. Yakıt soğutma çevrimi ve Enjektör Pompa ünitelerinden geri akmakta olan yakıt, yakıt soğutucusunun içinden geçer ve yüksek sıcaklığını yakıt soğutma çevrimindeki soğutucu maddeye verir. Yakıt soğutma çevrimi, motor soğutma çevriminden ayrıdır. Bu, soğutma suyunun sıcaklığı çalışma sonucu ısınmış olan motorda yakıtı soğutmak gerektiği için vardır. Soğutma suyu haznesi yakınında yakıt

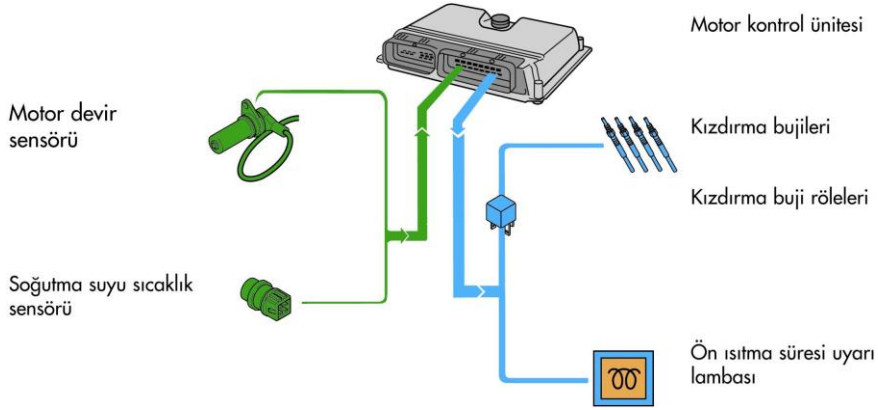
soğutma çevrimi motor soğutma çevrimiyle birleşir. Böylece yakıt soğutma çevrimi dolar ve sıcaklık dalgalanmaları sonucu oluşan hacim değişimleri dengelenmiş olur. Bağlantı, yakıt soğutma çevrimi daha sıcak olan motor soğutma çevrimi tarafından olumsuz etkilenmeyecek şekilde seçilmiştir.



Şekil 1.19: Yakıt soğutma sistemi

1.7.2. Yakıt Ön Isıtma Sistemi

Ön ısıtma tesisatıyla düşük sıcaklıklarda motorun çalıştırılması kolaylaşır. Motor kontrol ünitesi tarafından +9°C'nin altındaki sıcaklıklarda devreye sokulur. Kızdırma bujilerinin röleleri motor kontrol ünitesi tarafından enerjilenir. Motor kontrol ünitesi, daha sonra bujiler için gerekli akımı devreye sokar.



Şekil 1.20: Ön ısıtma tesisatı

Kızdırma işlemi bitince uyarı lambası söner ve motor çalıştırılabilir. Motor her çalıştırıldığında, ön ısıtma olup olmadığına bakılmaksızın son kızdırma gerçekleşir. Böylece yanma sesleri azalır, rölanti kalitesi artar ve karbondioksit emisyonları düşer. Son kızdırma fazı, en fazla dört dakika sürer ve 2500 devir / dakika değeri aşılmca kesilir.

1.8. Pompa-Enjektör Üniteli Sistemlerde Kullanılan Sensörler

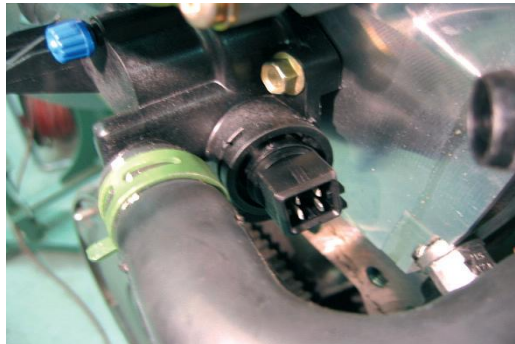
Sensörlerin çoğunun görevleri ve çalışması elektronik kontrollü dizel araçlarda kullanılan sensörlerle aynıdır. Bundan dolayı sadece yeni sensörler incelenecektir.

1.8.1. EGR Elektrovanası Konum Sensörü

EGR elektro vanasının içine entegre edilmiş bir potansiyometredir. EGR elektro vanasının konumunu kontrol etmek için kullanılır.

1.8.2. Soğutma Suyu Sıcaklık Sensörü

Soğutma suyu sıcaklık sensörü, silindir başının soğutma suyu hortum bağlantısında bulunur. Beyine anlık soğutma suyu sıcaklığı hakkında bilgi verir.



Resim 1.3: Su termik direnci

1.8.3. Yakıt Sıcaklık Sensörü

Yüksek basınç pompası çıkışındaki yakıt geri dönüş hortumu üzerinde yer alır. Enjektör geri dönüş devresinden ayrılması mümkün değildir. Sıcaklık alanı: - 23 °C/+ 120 °C



Resim 1.4: Yakıt sıcaklık sensörü

1.8.4. Emme Hava Basınç Sensörü

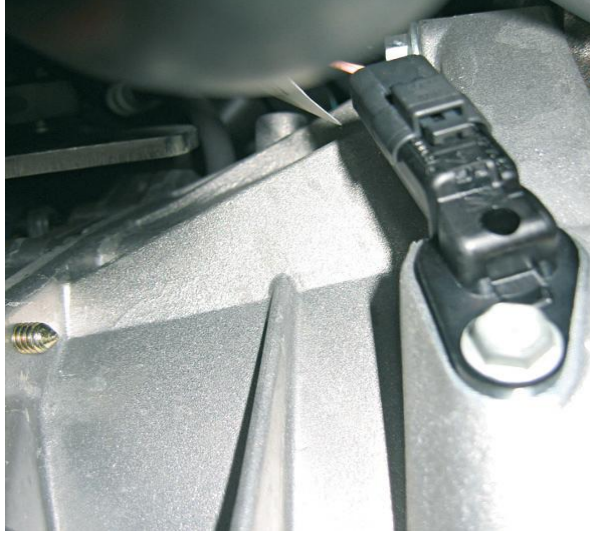
Motor bölümünde göğüs sacı üzerine tespit edilmiştir. Piezo elektrik prensibine göre çalışır. Hava emme borusuna bağlıdır. Emme basıncına bağlı olarak değişen bir gerilim üretir. Turbo basıncı düzenleme elektrovanasına kumanda etmek için kullanılır. Elektronik kontrol ünitesi tarafından tarafından 5 V akımla beslenir. 0,2-3 bar arası çalışma basıncı vardır.



Resim 1.5: Emme basınç sensörü

1.8.5. Motor Devir ve ÜÖN Sensörü

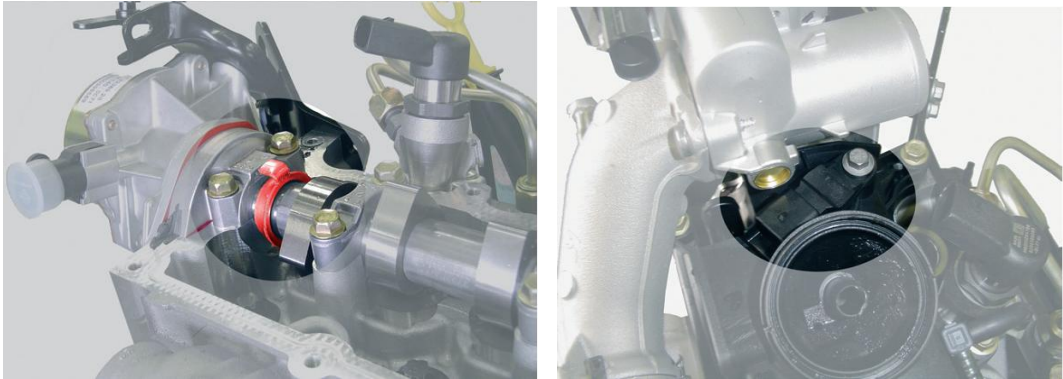
Endüktif tiptir, debriyaj muhafazasının arka kısmına sabitlenmiştir. İşaret dişlisi motor volanına entegredir.



Resim 1.6: Motor devir ve ÜÖN sensörü

1.8.6. Eksantrik Mili Sensörü

Hall etkili tip olan bu sensör, külbütör kapağının motor volanı tarafına veya silindir kapağının üzerinde, kam mili kasnağına yakın bir yere yerleştirilmiştir. Manyetik algılayıcı tipindedir. Kam mili kasnağının üzerine, sensörün elektronik beyine göndereceği kare sinyali üretmesi için bir işaret noktası konulmuştur. Motorun zamanlarına bağlı olarak püskürtme sırasını belirlemede kullanır.



Resim 1.7: Eksantrik mil sensörü

1.8.7. Hava Kütle Debimetresi

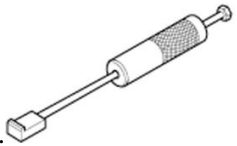

Beynin arkasında bulunur, sıcaklık sondası (CTN) ile entegredir.

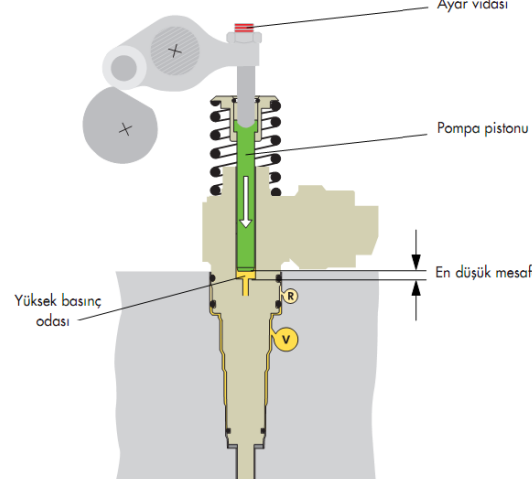


Resim 1.8: Hava kütle debimetresi

UYGULAMA FAALİYETİ

Dizel motorları yakıt sistemlerinin bakım ve onarımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Enjektör-Pompa ünitesini motor üzerinden sökünüz.</p>	<p>➤ Araç katalogunda belirtilen işlem sırasına göre uygun aparat kullanarak sökünüz.</p>  <p>Pompa-Enjektör ünitesinin silindir başından çıkartılmasına yarar</p>
<p>➤ Söktüğünüz enjektörün kontrollerini yapınız.</p>	<p>➤ Enjektör-pompa ünitesinin kontrollerini otomobil üreticisinin tavsiye ettiği cihazla işlem sırasını takip ederek yapınız.</p>
<p>➤ Enjektör-pompanın gerekli ayarlarını yaparak motor üzerindeki yerine takınız.</p>	<p>➤ Enjektör-pompa ünitesinin yerleştirilmesi sırasında doğru yerleştirme yerine dikkat edilmelidir. Enjektör-pompa ünitesinin silindir kapağına dik durmaması durumunda tespit vidası çıkabilir. Böylece enjektör-pompa ünitesi ve silindir kapağı zarar görebilir. Bunun için atölye el kitabındaki talimatlara uyunuz.</p>  <p>Pompa-Enjektör ünitelerinin O-ringlerinin montajına yarar</p> <p>Pompa-Enjektör ünitesinin kamasındaki tespit vidasının montajına yarar</p>

	 <p>➤ Enjektör pompa ünitesi yerleştirildikten sonra yüksek basınç odasının tabanı ve pompa pistonu arasındaki mesafenin enjektör pompa ünitesinin ayar vidasının en alçak durumda olacak şekilde ayarlanması gerekir. Bu ayarla pompa pistonunun sıcaklık genişmesi sonucu yüksek basınç odasının tabanına vurması engellenmiş olur.</p>
<p>➤ Yakıt sisteminin havasını alınız motoru çalıştırınız.</p>	<p>➤ Hava alma noktalarından sistemin havasını alınız.</p> <p>➤ Tüm kontrolleri yaptıktan sonra motoru çalıştırınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Enjektör-pompa ünitesini motordan söktünüz mü?		
2. Uygun aparat kullandınız mı?		
3. İşlem basamakları sırasını takip ettiniz mi?		
4. Enjektör-Pompa ayarı yaptınız mı?		
5. Aparat kullanarak enjektör-pompayı motora bağladınız mı?		
6. Sistemin havasını aldınız mı?		
7. Gerekli tedbirleri aldıktan sonra motoru çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Enjektör pompa ünitesini oluşturan kısımlar nelerdir?
 - A) Yakıt pompası, enjektör memesi, çek valf
 - B) Enjektör memesi, besleme pompası, şamandıra
 - C) Kumanda ünitesi, regülatör, yakıt pompası
 - D) Yakıt pompası, kumanda ünitesi enjektör memesi
2. Enjektör pompa ünitesinde kamın hangi kısmı yakıtın basıncının artmasına neden olur?
 - A) Oyuk kısmı
 - B) Kesik kısmı
 - C) Düz flanş kısmı
 - D) Eğik kısmı
3. BIP nedir?
 - A) Enjeksiyon periyodu sonu
 - B) Enjeksiyon periyodu başlangıcı
 - C) Enjeksiyon periyodu ünitesi
 - D) Enjeksiyon işletim programı
4. Dağıtıcı boru olmasaydı ne olurdu? Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
 - A) Silindirlere giden yakıt sıcaklığı farklı olurdu.
 - B) Enjektör pompa ünitelerine farklı miktarlarda yakıt giderdi.
 - C) Motor düzgün çalışmaz ve ön silindirlerde yakıt sıcaklığı çok fazla olurdu.
 - D) Pompa-enjektör ünitelerine yakıt daha rahat giderdi.
5. Pompa enjektör ünitesindeki yüksek basınç odasına yakıt ne zaman dolar?
 - A) Pompa pistonu yukarıda, valf pimi hareketsiz
 - B) Besleme pompası çalışıp valf pimi kapandığında
 - C) Valf pimi kapalı, kontak anahtarı açık
 - D) Kontak anahtarı açık, piston aşağıda
6. Ön enjeksiyon işlemi sırasında basınç ne kadardır?
 - A) 280 bar
 - B) 150 bar
 - C) 210 bar
 - D) 180 bar

7. Pompa enjektör ünitesinin meme yayı asıl enjeksiyonda ne kadar basınçta kalkar?

- A) 280 bar
- B) 330 bar
- C) 300 bar
- D) 380 bar

8. Enjektör pompa ünitesinde asıl enjeksiyon sırasında oluşan en yüksek basınç ne kadardır?

- A) 1550 bar
- B) 1800 bar
- C) 1650 bar
- D) 2200 bar

9. Aşağıdakilerden hangisi yakıt sıcaklık sensörünün çalışma aralığıdır?

- A) -23/50°C
- B) 23/100°C
- C) -23/120°C
- D) -50/120°C

10. Aşağıdakilerden hangisi motorun zamanlarına bağlı olarak püskürtme sırasını belirler?

- A) Hava kütle debimetresi
- B) Motor devir sensörü
- C) ÜÖN sensörü
- D) Eksantrik mili sensörü

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Common Rail dizel enjeksiyon sisteminin bakım ve onarımını araç kataloguna ve standartlara uygun olarak yapabileceksiniz.

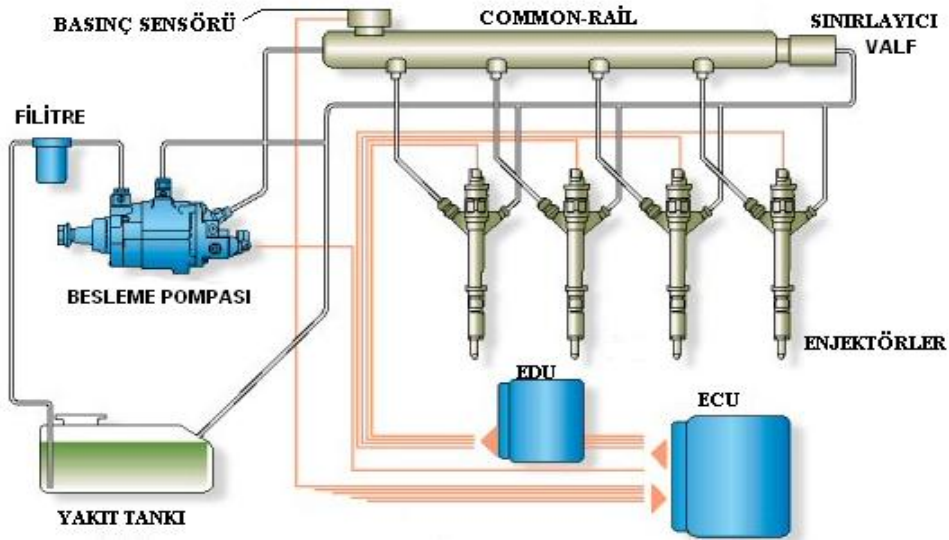
ARAŞTIRMA

- Common Rail dizel yakıt sisteminin gelişim safhalarını araştırınız.
- Common rail yakıt sistemlerine geçilmesinin motorların çalışmasına ve yakıt ekonomisine ne gibi faydaları olmuştur, araştırınız.

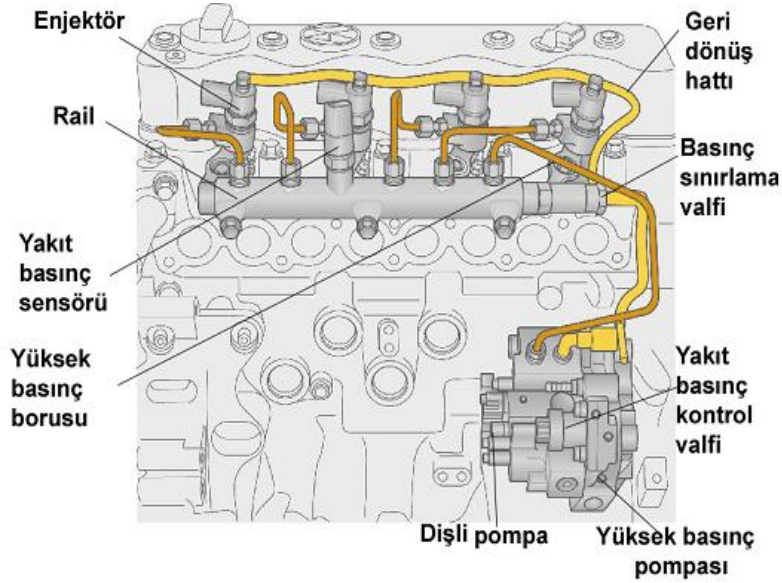
2. COMMON RAIL DİZEL ENJEKSİYON SİSTEMİ

Common Rail (CR) sistemi, bir dizel direkt enjeksiyon sistemidir. Bu sistemin, bugüne kadar kullanılan aynı türdeki sistemlere göre yakıt sarfıyatı, egzoz gazı emisyonu, çalışma sistemi ve gürültü oluşumunda net bir şekilde daha üstün olduğu görülmüştür. Common Rail sistemi, yakıtı 2000 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.

2.1. Genel Yapısı



Şekil 2.1: Common Rail dizel enjeksiyon sistemi



Şekil 2.2: Common Rail dizel enjeksiyon sisteminin genel görünüşü

Dizel motora sahip araçlarda bilindiği üzere yakıt direkt olarak silindirlerin içine gönderilmektedir. Yakıtı enjektörlere gönderen döner pompanın yerini artık common Rail sistemi aldı. "Kütük" olarak adlandırılan bir dağıtıcıdan silindirin o anlık ihtiyacı kadar yakıtın geçmesine olanak sağlar. Basit mantık olarak yüksek basınç üreten çok güçlü bir pompa, elektronik kontrol merkezi ve geliştirilmiş enjektörlerden oluşan sistem oldukça hassas bir yapıya sahiptir. Ödüllü pek çok otomobilin sahip olduğu motor teknolojisi olan Common Rail sisteminde, sisteme girebilecek en küçük toz zerreciği bile büyük sorunlara yol açabilmektedir.

2.2. Sistemi Oluşturan Parçalar

Common Rail yakıt sistemi aşağıdaki şekilde görülen elemanlardan meydana gelmiştir.

2.2.1. Alçak Basınç Pompası

2.2.1.1. Görevi

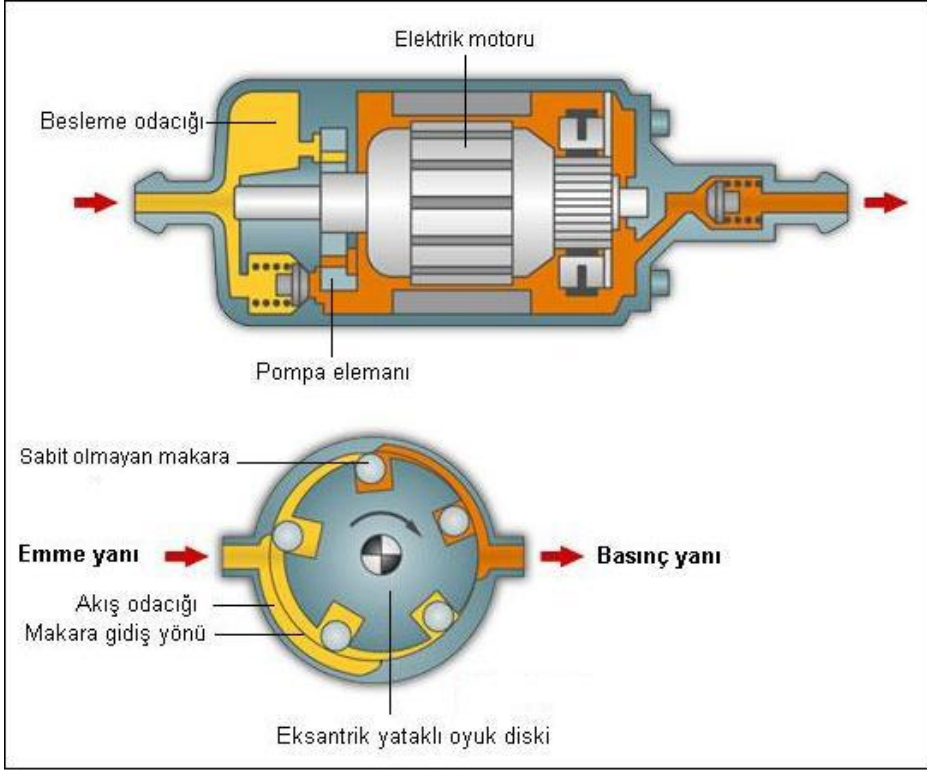
Besleme pompasının görevi yüksek basınç pompasına düzenli bir şekilde yakıt sağlamaktır. Diğer enjeksiyon sistemlerinde olduğu gibi common Rail sisteminde de alçak basınçlı besleme ilk safhayı oluşturur.

2.2.1.2. Çeşitleri, Yapısı ve Çalışması

Hâlihazırda iki farklı çeşidi vardır. Elektrikli tip silindirik hücreli yakıt pompası ile mekanik tahrikli dişli tip yakıt pompası kullanılmaktadır.

➤ Elektrikli tip alçak basınç pompası

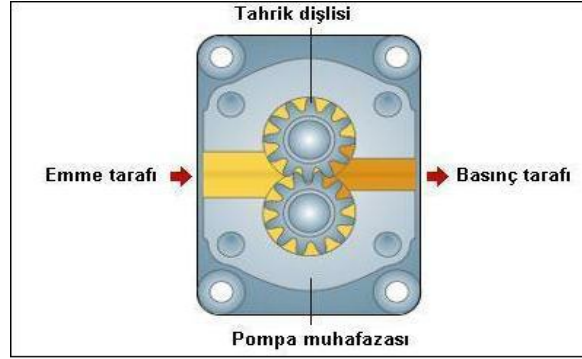
Günümüz yeni nesil dizel yakıt sistemlerinde sıkça kullanılan besleme pompası türü elektrikli besleme pompalarıdır.



Şekil 2.3: Elektrikli tip alçak basınç pompası

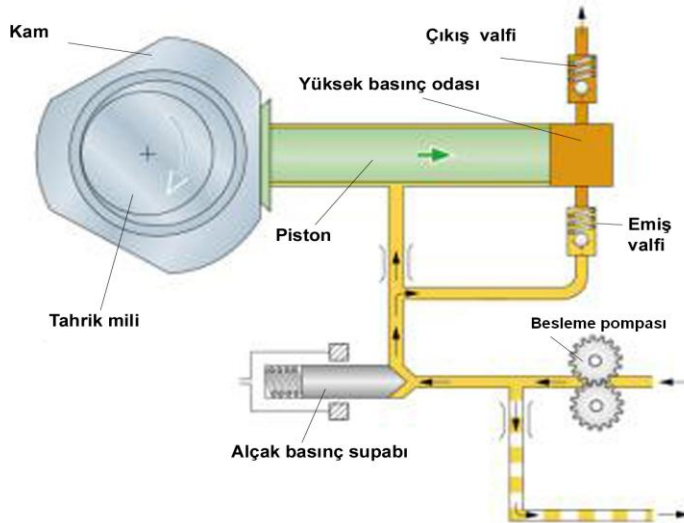
Dizel yakıtı depodan, 12 voltla çalışan elektrikli bir ön besleme pompası vasıtası ile emilir. Elektrikli tip yakıt pompası sadece otomobillerde ve hafif ticari araçlarda kullanılır. Görevi, yüksek basınç pompasına yakıt göndermek ve aynı zamanda sistemin çalışması sırasında acil bir durumda yakıt akışını 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. Kullanılmayan yakıt, fazla yakıt kontrol valfinden depoya geri gönderilir. Elektrikli yakıt pompaları, hat üzerine veya depo içerisine takılan tipte olabilirler. Elektrikli pompa, hacimsel silindirik 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 hâlinde, 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 bastırılır. Bu şekilde yakıtın basma tarafındaki çıkışa ulaşması sağlanır.

➤ **Dişli tip alçak basınç pompası**



Şekil 2.4: Dişli tip alçak basınç pompası

Otomobillerde, ticari araçlarda ve iş makinelerinde dişli tip 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 çıkış tarafından fazla yakıt kesme valfi ile sınırlandırıldığı anlamına gelir. Dişli tip yakıt pompası bakım istemez.



Şekil 2.5: Yakıt basıncının artırılması

Bazı Common Rail sistemlerde iki adet besleme pompası bulunabilir. Deponun dışında veya içinde bulunan elektrikli pompa, depodaki yakıtı emerek motorun çalıştırılması için gereken yakıt ön basıncını sağlar. Yakıt, bir filtre aracılığı ile temizlendikten sonra mekanik besleme pompasına ulaşır.

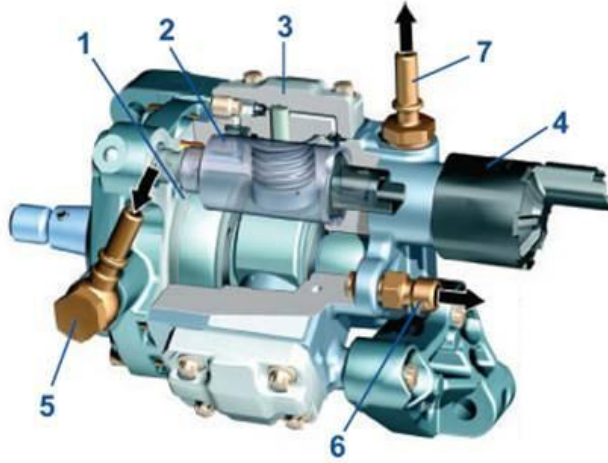
2.2.2. Yakıt Yüksek Basınç Pompası

➤ Görevi

Yüksek basınç pompası, hareketi eksantrik kayışı tarafından sağlanan döner tip bir pompadır. Depodan yakıtı çekebilmek için dâhili bir besleme (5 bar) pompası içerir. Maksimum enjeksiyon basıncı 2000 bar'dır. Pompa, eski nesil dizel motor pompalarının aksine, "yakıt ölçme ve enjeksiyonu zamanlama" işlevini yerine getirmez.

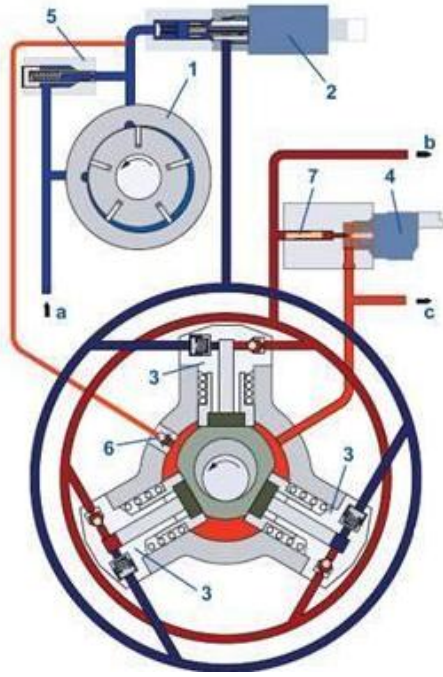
➤ Yapısı

Yüksek basınç pompası, yıldız şekilde konumlandırılmış 3 pompalama elemanına sahiptir.



Resim 2.1: Yüksek basınç pompası

- 1 Besleme pompası
- 2 Debi regülatörü
- 3 Pompalama silindiri
- 4 Basınç regülatörü
- 5 Yakıt girişi
- 6 Yüksek basınç çıkışı
- 7 Geri dönüş



- 1 Besleme pompası
- 2 Debi regülatörü.
- 3 Yüksek basınç pompa elemanı
- 4 Basınç regülatörü.
- 5 Alçak basınç düzenleme supabı.
- 6 Supap.
- 7 Filtre.
- a Yakıt girişi
- b Yüksek basınç çıkışı.
- c Yakıt geri dönüşü.

Şekil 2.6: Pompalama prensibi

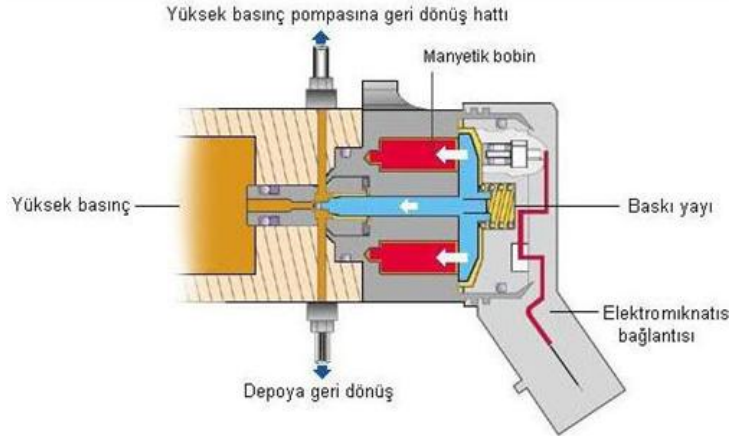
➤ Çalışması

Yakıt filtresinden geçen yakıt, depodan besleme pompasıyla (1) emilir. Ardından, supaba (6) ve debi regülatörüne (2) yollanır. Mekanik bir klape (5), sürekli olarak 5 bar'lık bir emme basıncında tutulmasını sağlar. Yağlanmasını sağlamak için yakıt, yüksek basınç pompasının içine bir supaptan (6) geçerek ulaşır ve ardından yakıt geri dönüş borusuna (c) akar. Motor kontrol beyni tarafından kontrol edilen debi regülatörü (2), yüksek basınç pompalama elemanlarına (3) iletilecek yakıt miktarını saptar. Üç pompa elemanının yüksek basınç çıkışları birleşir ve ana yüksek basınç (b) çıkışına yönlendirilir. Basınç regülatörü (4) yüksek basınç kanalıyla yakıt geri dönüşü arasında yer alır. Yüksek basınç çıkışına yönlendirilen yakıt miktarını düzenler.

2.2.3. Yakıt Ayar Regülatörü (Basınç Regülatörü)

➤ Görevi

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.



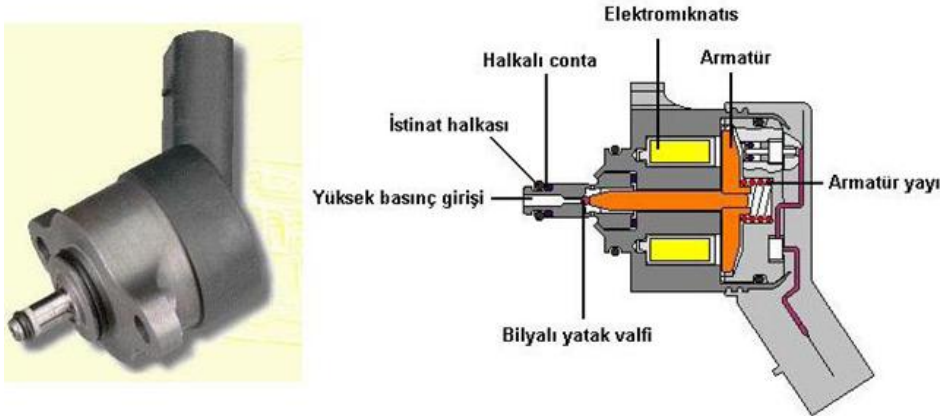
Şekil 2.7. Yüksek basınç pompasının iç yapısı

➤ **Yapısı**

Basınç regülatörü doğrudan yüksek basınç devresindeki pompanın çıkışına bağlanmıştır. İç kısmında armatür, armatür yayı, bilyalı subap, elektro mıknatis, dış kısmında ise beyin ile bağlantıyı sağlayan soket bağlantısı vardır. Partiküllere karşı aşırı hassastır ve kesinlikle sökölmemelidir.

➤ **Çalışması**

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 bilyalı supap kapanmaya başlar. Basınç kontrol supabı bir taraftan rail basıncı ile diğer taraftan baskı yayı ve manyetik bobinin dirençleri eşit güce ulaşınca kapanır.



Şekil 2.8: 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 oluşturur.

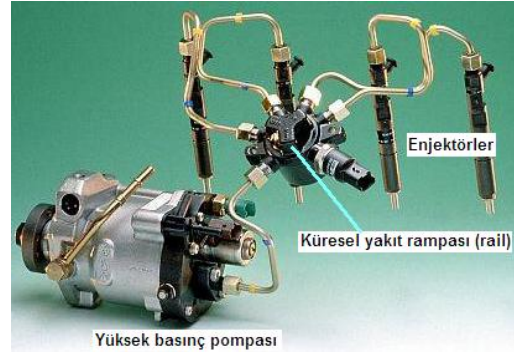
2.2.4. Yakıt Rampası (Rail)

➤ Görevi

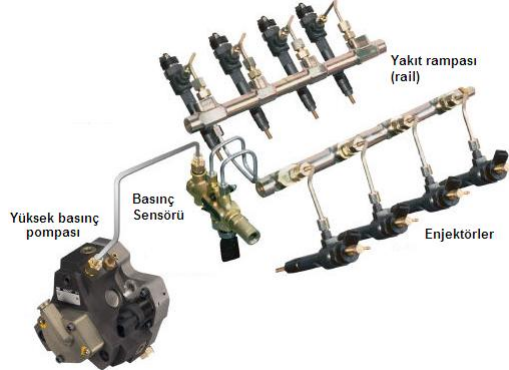
Yakıt rampası, yakıt hattı, yüksek basınçlı yakıt dağıtım borusu ya da rail olarak isimlendirilir. Enjektörlere yüksek basınç boruları aracılığı ile basınçlı yakıt, yakıt rampasından gelir. Yakıt rampası (rail) her pompa devrinde, üç pompa stroğunun ve enjektörlerin açılmalarının sebep olduğu basınç farklılıklarını sönmüler.

➤ Yapısı

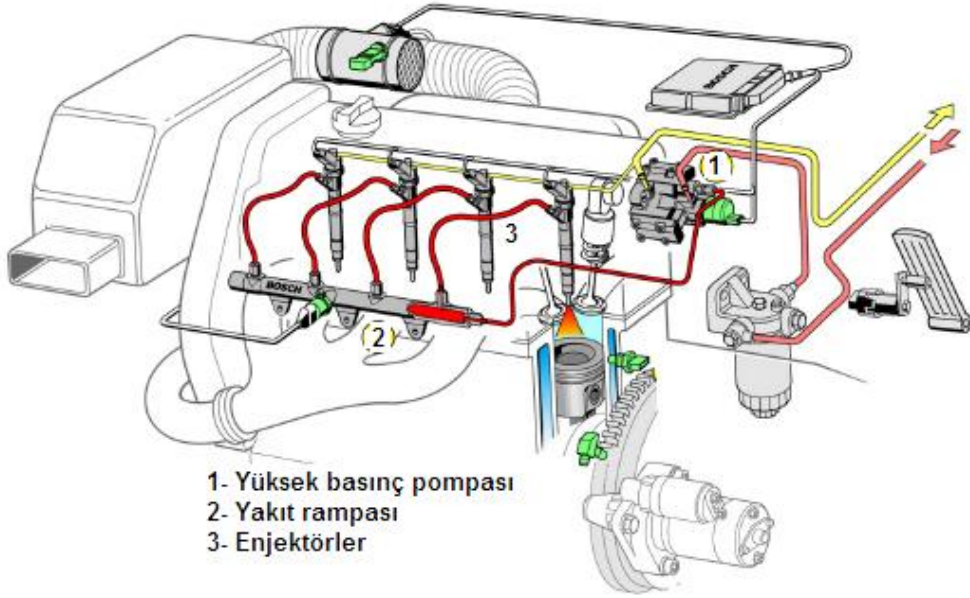
Dağıtıcının iç hacmi, geçici çalışma dönemlerinde basınç adaptasyonunda gecikmelere izin vermeden ve dağıtıcının dizel yakıtı ile doldurulması gereken marşa basma safhasını engellemeden, bu palsları sönmüleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Dağıtıcı (rail), yüksek çalışma sıcaklıklarına dayanıklı çelikten yapılmıştır. Dağıtıcının üzerinde, braketler vasıtası ile motora bağlanması için delikler mevcuttur.



Resim 2.2: Silindir tipi yakıt rampası ve enjektörler Resim 2.3: Küresel tip yakıt rampası ve enjektörler



Resim 2.4: V8 motorda kullanılan yüksek basınç pompası, basınç sensörü, ikili yakıt rampası ve enjektörler



Şekil 2.9: Common Rail yakıt sistemi elemanlarının motor üzerindeki konumu

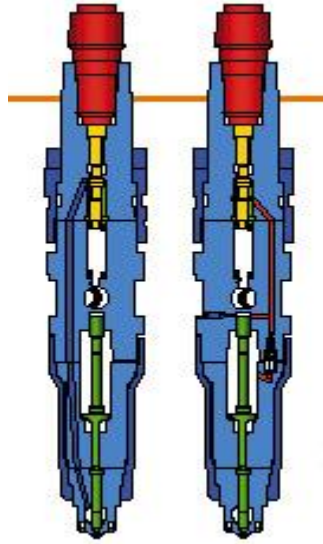
2.2.5. Enjektörler

Enjektörler yüksek basınç borusuyla enjeksiyon rampasından (rail) gelen yakıtla beslenir. Kanaldaki deliklerin sayısı ve konumları sistemlere göre değişir. Hareketli parçaların yağlanması motorinle yapılır. Klasik dizel enjektörleri ile Common Rail dizel enjektörleri arasındaki en büyük fark Common Rail enjektörlerin hidrolik yakıt basıncı ile açılmamasıdır. Common Rail 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 edilebilir. Silindir başlığında yer aldığından enjektörler çok küçük çapta, (17 mm çapında) üretilir.

Common rail yakıt sistemlerinde kullanılan enjektör çeşitleri :

➤ Piezo-elektriksel enjektörler

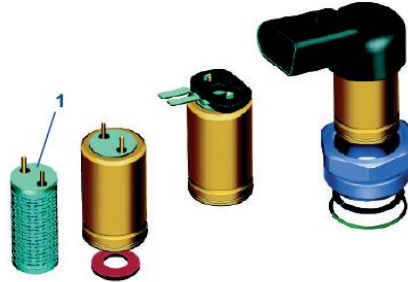
Bu enjektörler ne özel bir kalibrasyon ne de ivmeölçer ile enjeksiyonların ayarlanmasını gerektirir. Piezo-elektriksel enjektörler, klasik elektromanyetik enjektörlere göre 4 kez daha hızlı devreye girme olanağı sağlar. Bu durum, yanma olayını daha mükemmel hâle getirmek ve egzoz emisyonunu azaltmak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



Şekil 2.10: Enjektör kesiti

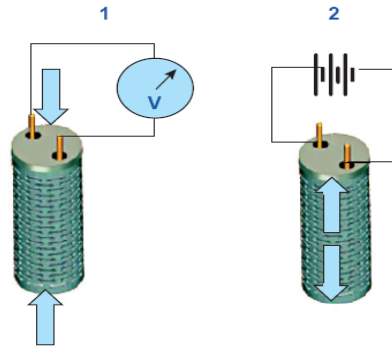


Resim 2.5: Piezo elektrisel enjektör



Şekil 2.11. Piezo elektrğin çalışma prensibi

Piezo elektrisel elemanlar seramik kökenli elemanlardır. Bir enjektördeki eleman, seramik katmanların üst üste istiflenmesinden oluşur.

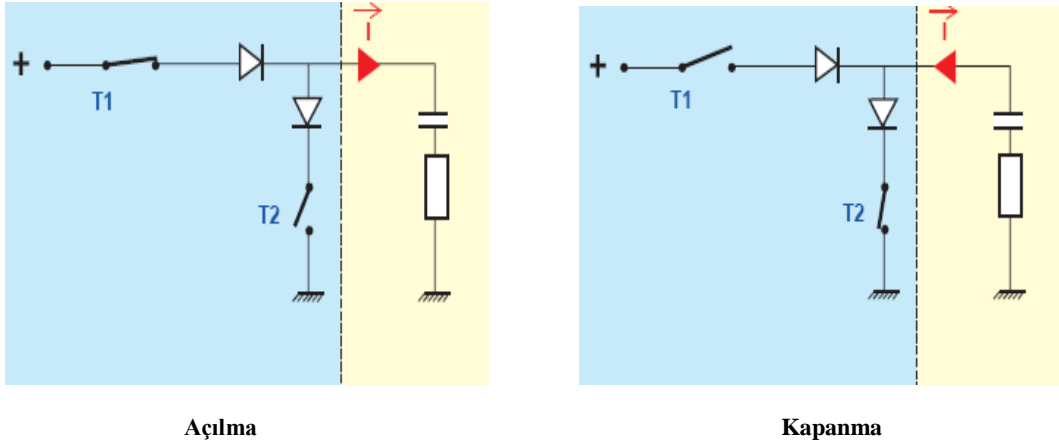


Şekil 2.12: Piezo elektrik prensibi

Piezo elektrik olayı daha önce bazı tip sensörlerde (basınç, vuruntu) 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 genişmesine neden olur (2).

Enjektörün içindeki aktüatörün uzaması (40 mikrometre seviyesinde), enjektörün açılmasına neden olur.



Şekil 2.13: Enjektör kumanda devre şeması

- **Enjektör Kumandası**

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

- **Açılma safhası**

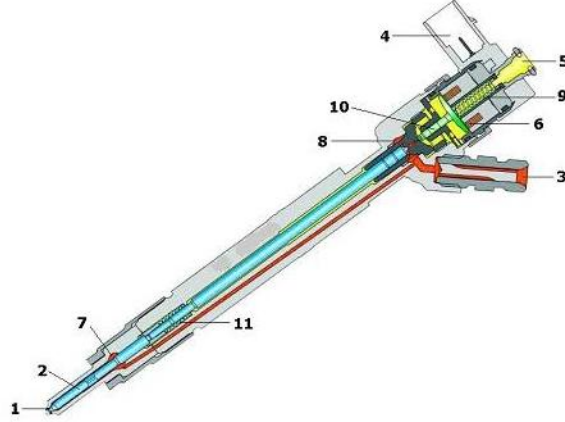
Beyin T1 kontağını kapatır (T2 açık), Piezo elektriksel eleman kendini pozitif olarak bir kondansatör gibi şarj ederken bir yandan da uzar. Enjektör açılır. Tam bu aşamada soketi sökülürse enjektör açık kalır. Bu durum bir enjektörün soketinin motor çalışırken sökülmemesi konusundaki uyarıyı açıklamaktadır.

- **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.

➤ **Hidrolik enjektörler**

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 vasıtası ile raile bağlanmıştır; sirküle edilen yakıt depoya gönderilir.



Şekil 2.14: Enjektör kesiti

- Püskürtme delikleri
- İğne
- Yüksek basınç girişi
- Soket
- Geri dönüş
- Bobin
- Alt oda
- Kumanda odası
- Supap yayı
- Supap
- İğne yayı

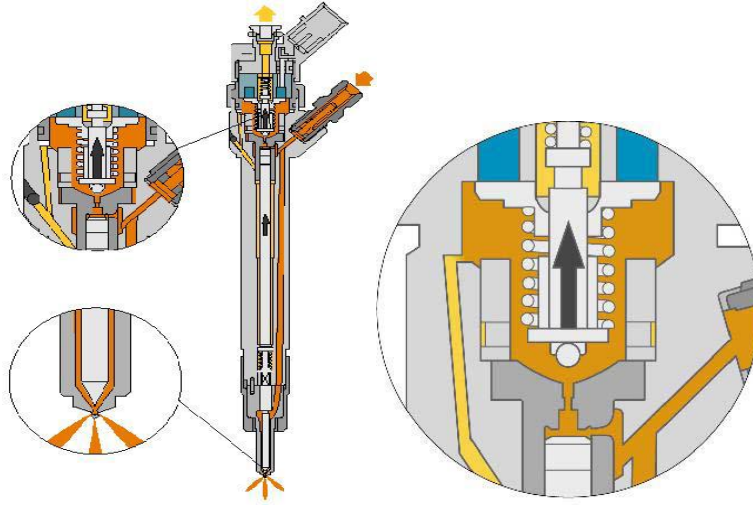
Enjektörün çalışma prensibi, üst hazne ile alt hazne arasındaki basınç dengesini kontrol etmektir. Bu enjektörün açılmasını ve kapanmasını sağlar. Valfin içindeki ve aktüvatörün hemen üzerindeki bölüm “kumanda odası” olarak adlandırılır. Kumanda odası, giriş deliği üzerinden sürekli olarak dizel yakıtı 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. Dolayısı ile bu alana etki eden kuvvet , kumanda odasındaki basınca bağlıdır. Kumanda solenoidi, kumanda odasındaki basıncı kontrol altında tutar ve aktüvatörün yakıtın gelmesini ne zaman ve ne kadar süre ile sağlayacağını belirler. Kumanda odasındaki basınç, giriş deliğinin açılması ve kapanması ile kontrol edilir.

Giriş deliğine, küresel bir kapatıcı (bilye) etki eder; bu kapatıcıya bir kılavuz iğne kumanda eder. Kılavuz iğne, normal olarak bir yay tarafından kapalı konumda tutulur. Elektromıknatıs elektriksel olarak beslendiğinde, yay kuvveti yenilir ve kılavuz iğne yukarı hareket eder. Böylece küresel kapatıcı, giriş deliğinin açılmasını sağlar. Kılavuz iğnenin yukarı kaldırılması, bir ayar vidası ile sınırlanır. Basınç çubuğu-pim grubu yukarı konumda iken, püskürtücü basınçlı yakıt ile beslenir. Basınç çubuğu-pim grubu aşağıdaki kuvvetlerin altındadır. Yay tarafından oluşturulan ve pim üzerine etki eden, kapanma yönündeki elastik

kuvvettir. Bu kuvvet, borudaki basınç sıfıra düştüğünde, püskürtücünün sızdırmazlığını sağlayarak yakıtın silindire içine damlamasını önler.

Kumanda odasında mevcut olan basınç çubuğunun üst yüzeyine etki eden, yakıtın basıncıdır. Bu basınç, kapanma yönünde etkili olan kuvveti oluşturur. Besleme odasında mevcut olan yakıtın basıncı, dairesel halka şeklindeki yüzeye etki eder. Bu yüzey, dış tarafta püskürtücü içindeki pim içinde kaydığı çap tarafından, iç tarafta ise konik yuvarın sızdırmazlık sağlanan kenarındaki çap tarafından sınırlanır. Buradaki basınç, açılma yönünde etkili olan bir kuvvet oluşturur.

Enjektörün çalışması çok karmaşık bir süreci kapsar. Küçük adımlara ayırarak açıklayalım. Enjektör serbest konumda, elektromıknatıs elektriksel olarak beslenmez ve kılavuz iğne kapalı konumdadır.



Şekil 2.15: Enjektörün püskürtme durumu

Giriş deliği üzerinden beslenen kumanda odasındaki basınç, hattaki basınca eşittir. Dolayısı ile basınç çubuğu-pim grubuna kapanma yönünde etki eden kuvvetler açılma kuvvetini yener. Püskürtme sürecinin önemli parçalarından bir tanesi, enjektör memesi iğnesidir. Enjektör memesi iğnesi, enjektör memesi yayı ile yuvasına bastırılır. 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 elektromıknatıs elektriksel olarak beslendiğinde, kılavuz iğne yukarı hareket eder ve kesit alanı giriş deliğinden daha büyük olan giriş deliği açılır.

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 elektromıknatısın gücü, bastırma yayı ve armatürün toplam gücünün üstüne çıktığında, çıkış bilyesi açılır. Çıkış bilyesi açıldığında yakıt, supap kontrol bölümünden üstteki boşluk vasıtası ile yakıt geri iletme elemanı üzerinden depoya gider. Supap kontrol bölmesindeki basınç düşer ve kontrol pistonu yukarı doğru hareket eder. Supap kontrol bölmesinin basıncı, odacık basıncından az olduğu için supap kontrol pistonu yukarı doğru itilir ve enjektör yayı bastırılır. Kontrol pistonu üst konumda olduğunda enjektör iğnesi tamamen açılarak püskürtme süreci başlar.

Enjeksiyon sonunda elektromıknatısın elektriksel beslenmesinin kesilmesi giriş deliğinin 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 pimi 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, yine odacık gücünün üstüne çıktığından enjektör iğnesi kapanarak püskürtme sona erer.

Enjektörlerin manyetik supaplar ile kontrol edilmesi suretiyle püskürtme süresi ve 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 µs'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.

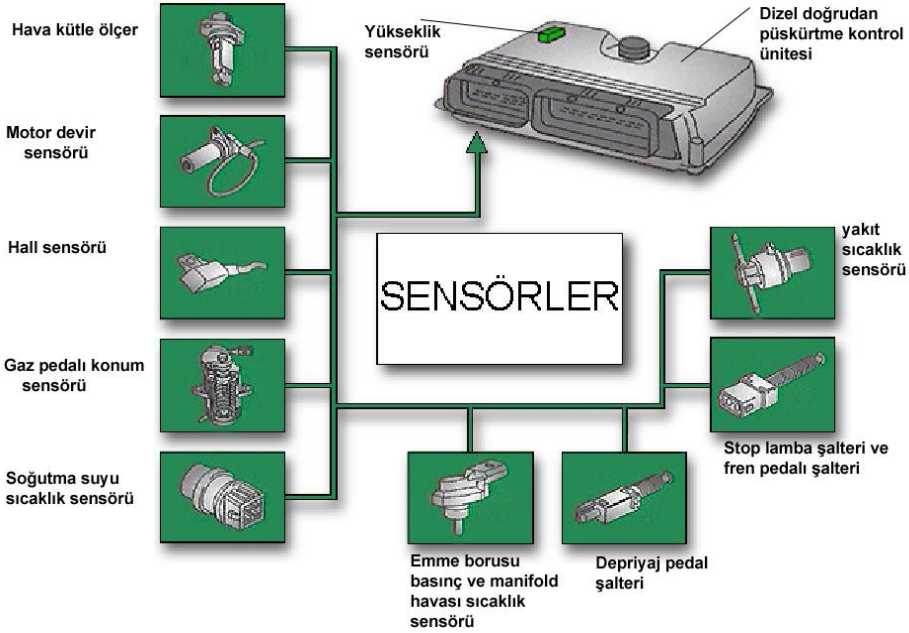
Her enjeksiyonda yanma odasına gönderilen yakıt miktarı, esas olarak iki parametreye bağlıdır: Bunlar enjektör memesinin açık kalma süresi ve enjektör besleme odasındaki basınçtır. İlk olarak besleme odasındaki basıncın hattaki basınca eşit olduğu düşünülebilir.

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.

2.3. Common Rail Dizel Enjeksiyon Sistemine Kumanda Eden 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 çalışmasını, sürüş durumuna göre düzenler. Sensörler, geçerli olan çalışma durumunu belirler ve bunu yaparken örneğin yakıt sıcaklığı, motor devir sayısı veya yük gibi çeşitli fiziki değerleri elektrik sinyallerine dönüştürür.

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.

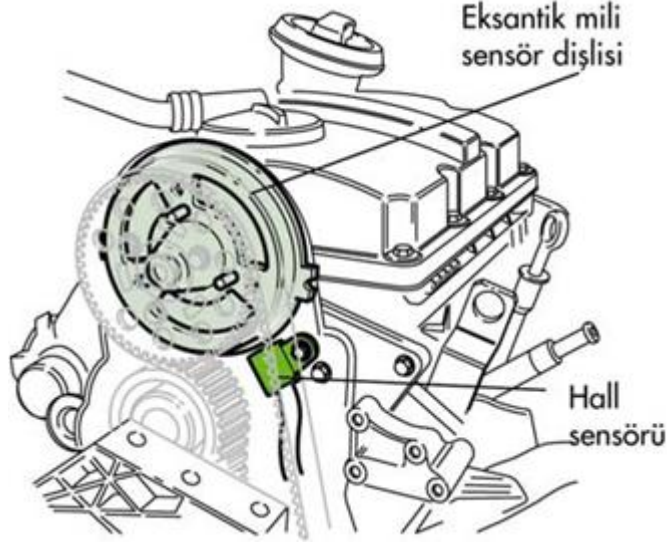


Şekil 2.16: Yakıt sisteminde kullanılan elektronik kontrol ünitesi ve sensörler

2.3.1. Hall Sensörü

Hall sensörü, dişli kayış muhafazasında eksantrik mili dişlisinin altına tespit edilmiştir. Hall sensöründen gelen sinyal, motor kontrol ünitesinin motoru çalıştırırken silindirleri algılamasını sağlar.

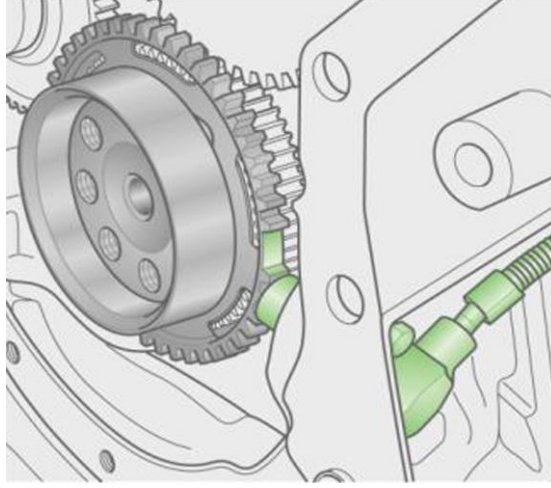
Motor çalıştırılırken motor kontrol cihazının ilgili enjektör valfını harekete geçirmek için hangi silindirin sıkıştırma zamanı içinde olduğunu bilmesi gerekir. Bunun için eksantrik mili sensör dişlisinin dişlerine temas eden ve böylece eksantrik milinin pozisyonunu belirleyen hall sensöründen gelen 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 valfını harekete geçirebilir.



Şekil 2.17: Hall sensörünün motor üzerindeki konumu

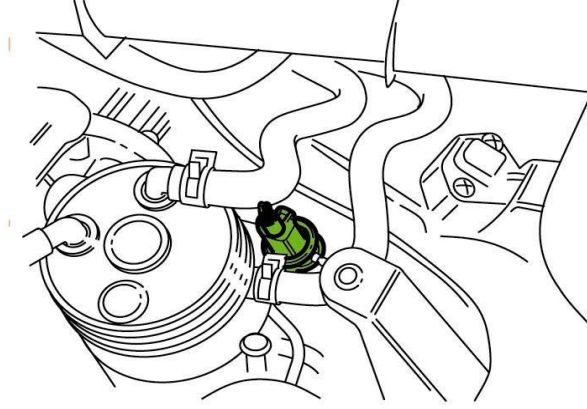
2.3.2. Motor Devir Sensörü

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.).



Şekil 2.18: Motor devir sensörü

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.



Şekil 2.19: Yakıt sıcaklık sensörünün konumu

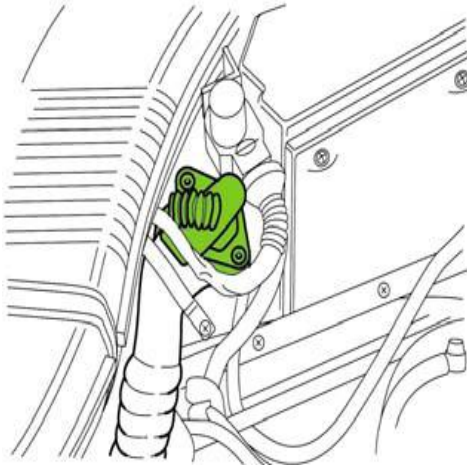
Yakıt sıcaklık sensörü, negatif sıcaklık katsayılı (NTC) bir sıcaklık sensörüdür. Bunun anlamı şudur: Sensörün direnci sıcaklık arttıkça azalır. Sensör, yakıt pompasından yakıt soğutucusuna giden yakıt, geri hareket kanalında bulunur ve gerçek yakıt sıcaklığını tespit eder. Yakıt sıcaklık sensöründen 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.



Resim 2.6: Hava kütlesi ölçücüsü

2.3.3. Hava Kütlesi Ölçücüsü

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 2.20: Hava kütlesi ölçücüsü

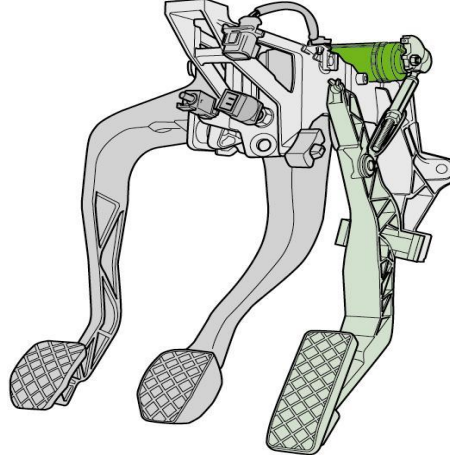
2.3.4. Soğutma Suyu Sıcaklık Sensörü

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.

2.3.5. Gaz Pedalı Konum Sensörü

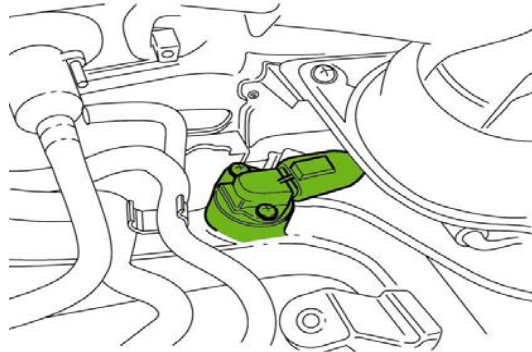
Gaz pedalı konum sensörü, pedal tertibatında bulunur. Elektronik kontrol ünitesi, sinyal aracılığıyla gaz pedalının konumunu algılar. Elektronik kontrol ünitesi, sinyal gelmediği durumlarda gaz pedalının konumunu algılayamaz. Motor, sürücünün tamir istasyonuna ulaşabilmesi için yüksek devirde çalışmaya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



Şekil 2.21: Gaz pedalı konum sensörü

2.3.6. 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 2.22: Emme manifoldu basınç sensörü

2.3.7. Yükseklik Sensörü

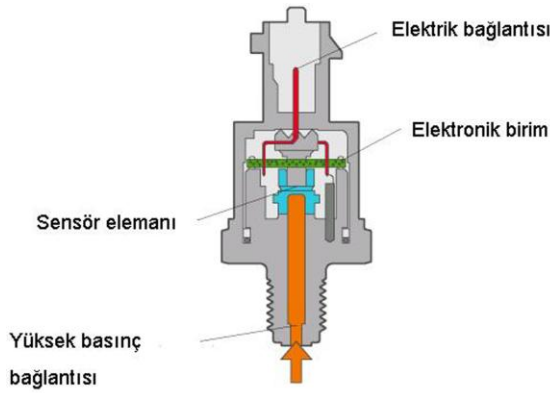
Yükseklik sensörü, elektronik kontrol ünitesinin içinde bulunur. Yükseklik sensörü, elektronik kontrol ünitesine o anki ortam hava basıncını iletir. Bu basınç, coğrafi yüksekliğe bağlıdır. Sinyal sonucunda basınç ayarı ve atık gaz geri dönüşümü için yükseklik ayarı gerçekleşir. Aksi takdirde yüksek yerlerde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



Şekil 2.23: Elektronik kontrol ünitesi (Motor kontrol ünitesi)

2.3.8. 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 2.24: Yakıt hattı basınç sensörünün iç yapısı



Resim 2.7: Yakıt hattı basınç sensörü

2.4. Common Rail Sisteminde Hava Almak

Motorun havasının alınmasını gerektiren sebepler şunlardır:

- Motor ilk çalıştırıldığında,
- Depoya ilk yakıt konulduğunda,
- Yakıt filtresi değiştirildiğinde,
- Motor uzun bir süre çalıştırılmadığında,
- Enjeksiyon pompası veya besleme pompası söküldüğünde,
- Yüksek ve alçak basınç yakıt boruları söküldüğünde.

Yeni nesil dizel motorlarında (Common Rail) sistemine sahip araçlarda hava alma, klasik yakıt sistemine sahip araçlara oranla bazı farklılıklar gösterir. Yakıt deposu içerisinde elektrikli alçak basınç pompası yardımıyla sistemdeki hava motor döndürüldüğünde yüksek basınç pompa hattına kadarki bölümde kendiliğinden dışarı atılır. Şayet elektrikli alçak basınç pompası yoksa manuel bir mekanik alçak basınç pompası yardımıyla sistemin havası alınır. Sistemdeki hava yakıt deposu, emiş hattı, yakıt filtreleri ve yüksek basınç pompa hattına kadarki bölümden alınır. Rail ve enjektör bölümlerinde hava alma işlemi yoktur. Rail ve enjektör devrelerinde çok yüksek yakıt basıncı mevcuttur. Özellikle motor çalışırken yaklaşık 1350-1800 bar'lık bir basınç mevcuttur. Bu basınca manuel olarak müdahale etme şansımız olmadığı için bu bölümde hava yapma ihtimalide yoktur.

2.5. Common Rail Dizel Enjeksiyon Sisteminin Çalışması

Common Rail (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 Common-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 bağlı kalmadan oluşturulur ve belli sınırlar içerisinde serbest olarak seçilebilmektedir.

Geleneksel dizel direkt püskürtücüleri yaklaşık 900 bar'lık basınç ile çalışırken Common Rail sistemi, yakıtı 2000 bar'a kadar yükselen bir basınç ile ortak bir boru üzerinden enjektörlere dağıtır.



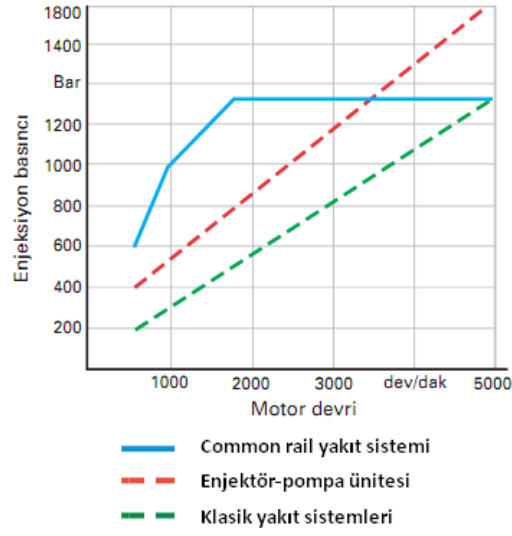
Resim 2.8: Yeni nesil Common Rail dizel motoru

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 supaba giden bir sinyal ile başlatılır. Bu arada püskürtülen yakıtın miktarı hem manyetik supabın açılma süresine hem de sistem basıncına bağlıdır. Sistem basıncını, yüksek basınç pompası oluşturmaktadır.

➤ **Enjektör-pompa, Common Rail ve klasik yakıt sistemlerinin karşılaştırılması**

Aşağıdaki tabloda gözüktüğü gibi Common Rail yakıt sistemi düşük ve orta devirlerde yüksek basınç üretmektedir. Enjektör-pompa üniteleri ise yüksek devirlerde en fazla basınç ve güç üreten sistemdir. Klasik sistemler bunların yanında en az basınç üreten ve daha düşük verimli sistemlerdir.




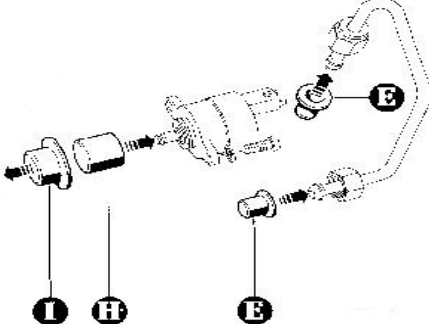
Şekil 2.25: Enjektör-pompa, Common Rail ve klasik yakıt sistemlerinin karşılaştırılması


Yakıt tüketimi, gürültü ve egzoz emisyonları açısından ise yine Common Rail yakıt sistemleri diğerlerine göre daha üstün olduğu görülmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Alçak basınç pompasının kontrollerini ve değişimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Alçak basınç pompasını araç üzerinden sökünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Alçak basınç pompası (Besleme pompası) elektrikli tip ise değişik araçlarda pompa tank ünitesinin içine veya aracın altına yakıt deposunun yakınına yerleştirilmiştir. Sökme esnasında işlem takip sırasına uyunuz. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Alçak basınç pompasının kontrollerini yapınız ve takınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Araç kataloguna uygun olarak ve işlem basamaklarını takip ederek uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yüksek basınç pompasını motor üzerinden sökünüz ve gerekli kontrolleri yaptıktan sonra takınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yüksek basınçla çalışan parçalar sökülmeden önce enjektör yolu basıncının alındığını kontrol ediniz. Yakıt sistemi veya parçaları üzerinde herhangi bir işlem yapmadan önce motoru durdurun ve basınç düşüncüye kadar bekleyiniz (yaklaşık 30 sn kadar). Daha sonra araca uygun özel kontrol cihazı ile basıncın düşüp düşmediğini kontrol ediniz.➤ Common Rail yakıt enjeksiyon sisteminde en küçük metal veya partikülleri tüm sistemin çalışmasını ciddi olarak etkileyebilir. Bu nedenle bu yakıt sistemi üzerinde çalışırken veya çalıştıktan sonra gözlemlenmiş özel talimatlara uyunuz.➤ Çok temiz bir şekilde çalışılmalıdır.➤ Doğru tork değerlerinin ve sıkma kurallarının uygulanması gerekir.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hiçbir zaman karoseri gibi metal partiküllerinin olduğu yerlere yakın ortamlarda yakıt sistemi üzerinde çalışma yapılmamalıdır. ➤ Herhangi bir işleme geçmeden önce doğru malzemelerin mevcut olması gerekmektedir. Özel tapalar, özel çantalar, özel temizlik bezleri.  <p style="text-align: center;">Özel tapalar</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">A. Yeşil</td> <td style="width: 33%;">B. Yeşil</td> <td style="width: 33%;">C. Kırmızı</td> </tr> <tr> <td>D. Kırmızı</td> <td>E. Yeşil</td> <td>F. Sarı</td> </tr> <tr> <td>G. Siyah</td> <td>H. Kırmızı</td> <td>I. Yeşil</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Yakıt sistemine yabancı maddelerin girmesini engellemek için tapalı özel bir torba geliştirilmiştir. Açılmış bir torbadan alınan tapaları asla kullanmayınız. ➤ Yüksek basınç pompasını araç tamir katalogunda belirtilen sökme sırasına göre sökünüz. Sökme işleminden sonra yukarıda anlatılan temizlik kurallarına uyarak, pompanın kontrollerini tavsiye edilen cihazda işlem sırasına göre yapınız (Pompanın içinin sökülmesi yasaktır.). ➤ Pompayı motor üzerindeki yerine takarken araç tamir kataloğundaki uyarıları dikkate alarak pompayı yerine takınız. 	A. Yeşil	B. Yeşil	C. Kırmızı	D. Kırmızı	E. Yeşil	F. Sarı	G. Siyah	H. Kırmızı	I. Yeşil
A. Yeşil	B. Yeşil	C. Kırmızı								
D. Kırmızı	E. Yeşil	F. Sarı								
G. Siyah	H. Kırmızı	I. Yeşil								
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Basınç regülatörünü söküp ve kontrollerini yaptıktan sonra takınız. 	 <p style="text-align: center;">Tapaların kullanıldığı yerler</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Basınç regülatörünü sökerken ve takarken araç tamir kataloğundaki sökme ve takma sırasını takip ederek işleminizi gerçekleştiriniz. Basınç regülatörün kontrolünü ise üretici firma tarafından tavsiye edilen cihazla yapınız. 									
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enjektörleri motor üzerinden 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enjektörleri motor üzerinden sökerken araç tamir 									

<p>sök gerekli olan kontrollerini yaptıktan sonra takınız.</p>	<p>katalogundaki sökme sırası dikkate alınmalıdır (Enjektöre bağlı olan yüksek basınç borusu sökülmeden önce sistem basıncının düştüğü özel cihazıyla kontrol edilmelidir.).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Söktüğünüz enjektörü araç üreticisinin tavsiye tetiği cihazla katalogda belirtilen işlem sırasına göre yapınız. ➤ Enjektörü silindir kapağı üzerindeki yerine takarken bazı özelliklere dikkat etmeliyiz. ➤ Enjektör braketini doğru monte edilmeli ve katalogunda verilen sıkma torkunda sıkılmalıdır. Yüksek basınç boru bağlantılarını torkunda sıkınız. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Motor çalışırken Piezo elektriksel enjektörün soketinin sökülmesi yasaktır. ➤ Beslemenin kesilmesi sırasında, Piezo elektriksel eleman konumunu muhafaza eder. Bu nedenle enjektörün açık konumda takılı kalma tehlikesi mevcuttur. Bu durum motorun tahrip olmasına yol açabilir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yakıt sistemi ile çalışan sensörlerin kontrollerini yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensörlerin kontrollerini üretici firmanın tavsiye tetiği kontrol cihazı ile yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Alçak basınç pompasını araç üzerinden sökerek kontrollerini yapıp işlem basamaklarına uygun olarak araca taktınız mı?		
2. Yüksek basınç pompasını araç üzerinden sökerek kontrollerini yaptıktan sonra usulüne uygun olarak araca taktınız mı?		
3. Basınç regülatörünü söküp kontrollerini yaptıktan sonra yerine taktınız mı?		
4. Enjektörleri motor üzerinden söküp gerekli kontrolleri yaptıktan sonra motora taktınız mı?		
5. Yakıt sistemi ile çalışan sensörlerin kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Common-Rail yakıt sisteminde püskürtülen yakıtın basıncı kaç bar'a kadar yükseltilir?
A) 1200 bar
B) 1050 bar
C) 2000 bar
D) 3050 bar
2. ECU'nün anlamı nedir?
A) Elektronik kontrol ünitesi
B) Elektronik cihaz kontrol ünitesi
C) Elektronik fren kontrol ünitesi
D) Elektronik gece görüş sistemi
3. Railin Türkçe karşılığı nedir?
A) Enjektör
B) Dağıtıcı boru
C) Regülatör
D) Rezistans
4. Elektrikle çalışan alçak basınç pompası kaç voltluk gerilimle çalışır?
A) 8 volt
B) 13 volt
C) 9 volt
D) 12 volt

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

5. Basınç regülatörü motor çalışmadığı zaman manyetik bobinden akım geçmez. Bu durumda rail basıncı ile baskı yayı arasındaki basınç mekanik olarak dengelenir vebasınç oluşur

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

EGR valfini kontrol ederek değiştirebileceksiniz.

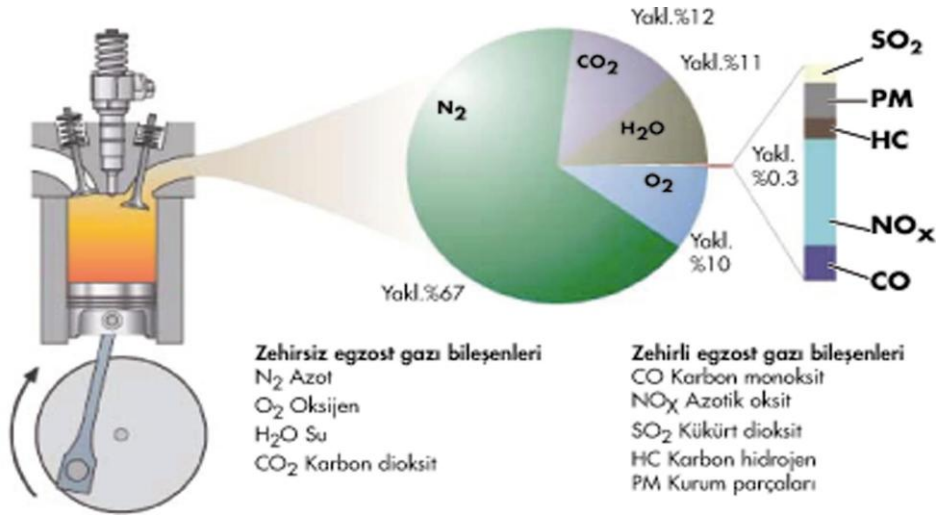
ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki servis ve tamirhanelerinden EGR valflarını temin ederek inceleyiniz.
- EGR Sisteminin araçlarda neden kullanıldığını araştırınız.

3. DİZEL MOTORLARDA EMİSYON KONTROL SİSTEMLERİ

3.1. EGR Sistemi

3.1.1. EGR Sisteminin Kullanılma Nedenleri



Şekil 3.1: Egzoz yoluyla atılan gazlar

Motorlu taşıtların atık gazlarının bileşimleri söz konusu olduğunda her zaman aynı kavramlar ortaya çıkar: Karbon monoksit, azot oksit, kurum partikülleri veya hidrokarbonlar. Bunların bütün atık gaz miktarının sadece çok küçük bir kısmını oluşturduğundan ise nadiren

bahsedilir. Bu nedenle size atık gaz bileşenlerinin tek tek açıklanmasından önce, dizel motorlarındaki atık gaz bileşimini göstereceğiz.

➤ **N₂ – azot**

Yanmayan, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Azot, soluduğumuz havanın temel bileşenleri olup (%78 Azot, %21 Oksijen, %1 diğer gazlar) emme havası ile silindire girer ve yanmaya katılmaz. Emilen azotun büyük bir kısmı atık gazlarla birlikte dışarı atılır, sadece küçük bir kısmı oksijen O₂ ile bileşime girer ve azot oksitleri (NO_x) oluşturur.

➤ **O₂ – oksijen**

Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır ve soluduğumuz havanın en önemli bileşenidir. Yanma odasında yakıt ile birleşir. Çok az bir kısmı dizel motorda kısmen atık gazlarla birlikte atılır.

➤ **H₂O – su**

Dünya yüzeyinin dörtte üçünü kaplamakta ve bu yüzden dikkate alınmayan bir atık gaz bileşenidir. Yakıtın hidrojeninin havanın oksijeni ile birleşmesi sonucu açığa çıkar. Egzoz borusundan su buharı şeklinde dışarı atılır.

➤ **CO₂ – karbondioksit**

Renksiz ve yanmayan bir gazdır. Karbon içerikli yakıtların (örneğin benzin, dizel) tam olarak yanmasıyla ortaya çıkar.

➤ **NO_x – azot oksitler**

Oksijen (O₂) ve azot (N₂) bileşimleridir (NO,NO₂...). Azot oksitler yüksek basınç, yüksek sıcaklık ve yanma sırasında fazla oksijen gelmesi ile oluşur. Bazı azot oksitler sağlığa zararlıdır. Yakıt tüketiminin düşürülmesine yönelik önlemler atık gazdaki azot oksit konsantrasyonlarının artmasına sebep olmuştur.

➤ **Kükürt dioksit**

Renksiz, keskin kokusu olan, yanmayan bir gazdır. Kükürt dioksit nefes yollarındaki hastalıkları körükler ama atık gazlarda çok düşük miktarlarda bulunur.

➤ **HC – hidrokarbon**

Düzensiz bir yanma sonucunda atık gazlarda ortaya çıkan yanmamış yakıt bileşenleridir. Hidrokarbonlar (HC) çeşitli şekillerde ortaya çıkar (Örn.,C₆H₆, C₈H₁₈) ve organizmayı değişik şekillerde etkiler. Bazıları sinir sistemini etkiler, bazılarının ise kanserojen etkisi bulunmaktadır (örneğin benzol).

➤ **PM – kurum partikülleri**

Çoğunlukla dizel motorlar tarafından oluşurlar. insan organizmalarına olan etkileri halen araştırılmaktadır.

➤ **CO – karbon monoksit**

Karbon içerikli yakıtların tam olarak yanmamasıyla oluşur. Renksiz ve kokusuz, patlayıcı ve kırmızı kan hücrelerinin oksijen aktarımını bloke ettiğinden yüksek oranda zehirleyici bir gazdır. Soluduğumuz havadaki düşük oranlı konsantrasyonu bile öldürücüdür. Açık havada,normal konsantrasyonda kısa sürede karbondioksit (CO₂) dönüşür.

3.1.2. EGR Sisteminin Görevleri

Egzoz gazı geri çevrimi (EGR), egzoz gazının bir kısmını tekrar silindirlere vererek yanma sonucunda oluşan ısıyı düşürmeyi, bu şekilde çevre açısından zararlı azot oksit gazlarını (NO_x) kontrol altında tutmayı hedefleyen sistemdir. Günümüz benzinli ve dizel motorlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Motora giren taze havanın yanmış egzoz gazı ile karışımı, yanma sıcaklığını ve (dizel motorlarda) fazla oksijen miktarını azaltır. NO_x gazlarının oluşumu yüksek sıcaklıklarda çok hızlandığından, sıcaklığın kontrol edilmesi zararlı NO_x gazları oluşumunun da kontrol edilmesini sağlar.

Bu işlev aşağıdaki elemanları kullanır:

➤ **Su sıcaklık sensörü:**

Bu sensörün algılama parçası motor soğutma suyu ile irtibatlı bir şekilde olmak üzere termostat gövdesinin yakınına yerleştirilmiştir. Sensöre ait algılayıcı eleman, NTC (negatif sıcaklık kat sayılı) termistör, korucu pirinç bir gövde içerisine yerleştirilmiştir. Sıcaklık artışı ile direnci azalan bir elemandır. Motorun sıcaklık derecesine göre değişen bir direnç gösterir.

➤ **Motor devir ve ÜÖN sensörü:**

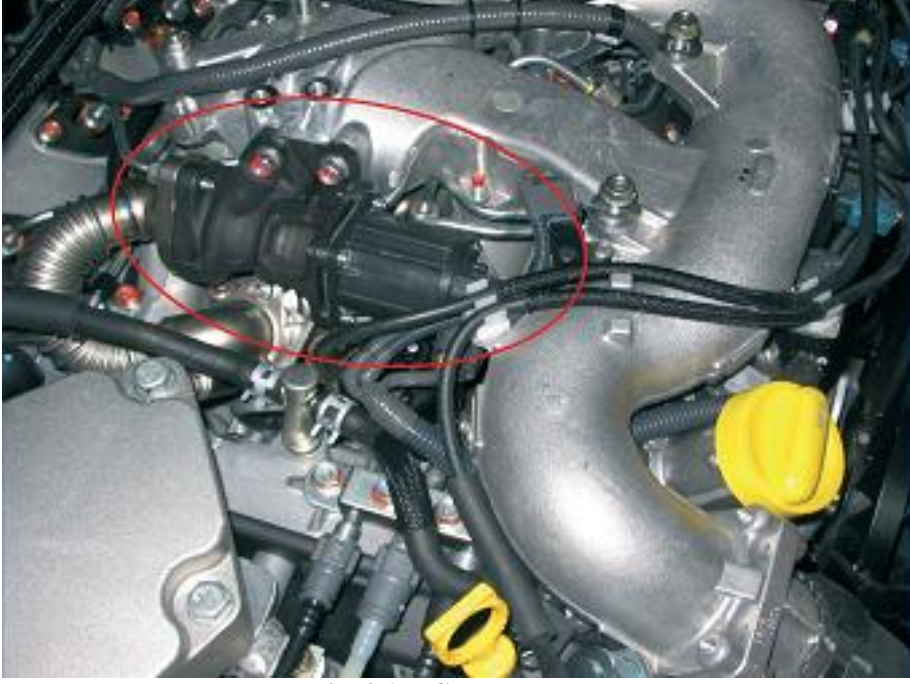
ÜÖN'yu ve motor devrini izlemek üzere düzenlenmiş ve endüktif tipte bir sensördür. Krank mili arka balans ağırlığına dişli kasnağı tespit edilmiştir. Dişli kasnağının üzerinde bulunan dişler tarafından manyetik alanda değişiklik yapılması ile sensörde sinyal meydana gelir.

➤ **Gaz pedalı konum Sensörü:**

Gaz kelebeği (motorun durumuna bağlı olarak) yaklaşık 50° veya 60° açıldığı zaman, hareketli kontak ucu ile güç kontak ucu temas eder ve tam yük durumu tespit edilmiş olur.

➤ **EGR elektrovanası konum sensörü:**

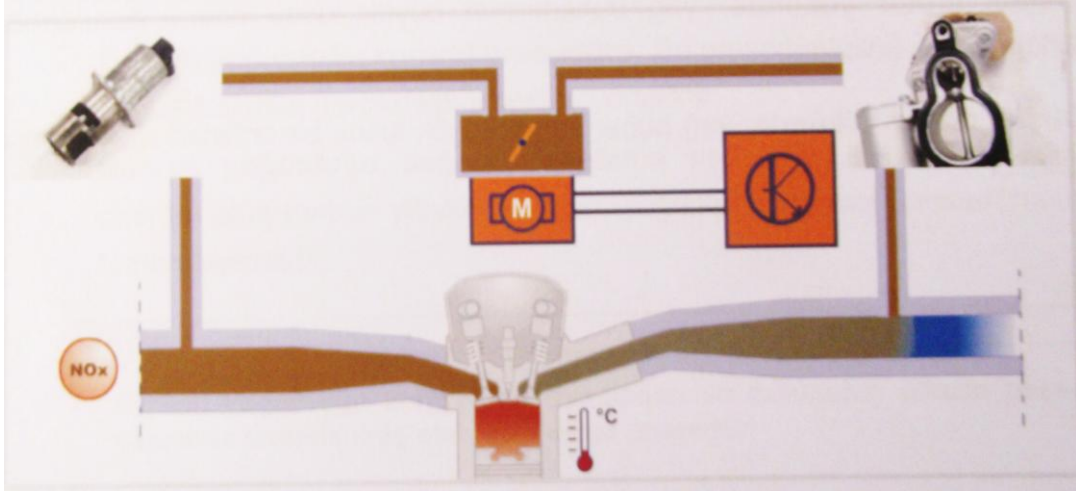
EGR valfi içinde yer alan sensör, valfin herhangi bir andaki konumunu belirler ve güç aktarma kontrol modülüne valfin konumunu bildirir. Böylece EGR valfinin konumunu algılayan ECU valfin ne kadar açık olacağına karar verir.



Resim 3.1: EGR elektrovanası

Egzoz gazındaki azot oksitlerinin bulunma nedeni yanma sıcaklığının yüksekliğidir. EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) elektro vanası, çevrimsel oranlı bir kare dalga (RCO) ile yönetilir. Zaten yanmış olan egzoz gazlarını tekrar emme devresine göndererek yanmaya katılan oksijen miktarı azaltılır. Böylelikle yanma sıcaklığı düşer. EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) elektrovanası aşağıdaki şekillerde olabilir:

- Bir selenoid ile hareket ettirilen bir supap,
- Bir elektrik motoru ile hareket ettirilen bir klape.



Şekil 3.2: EGR devre şeması

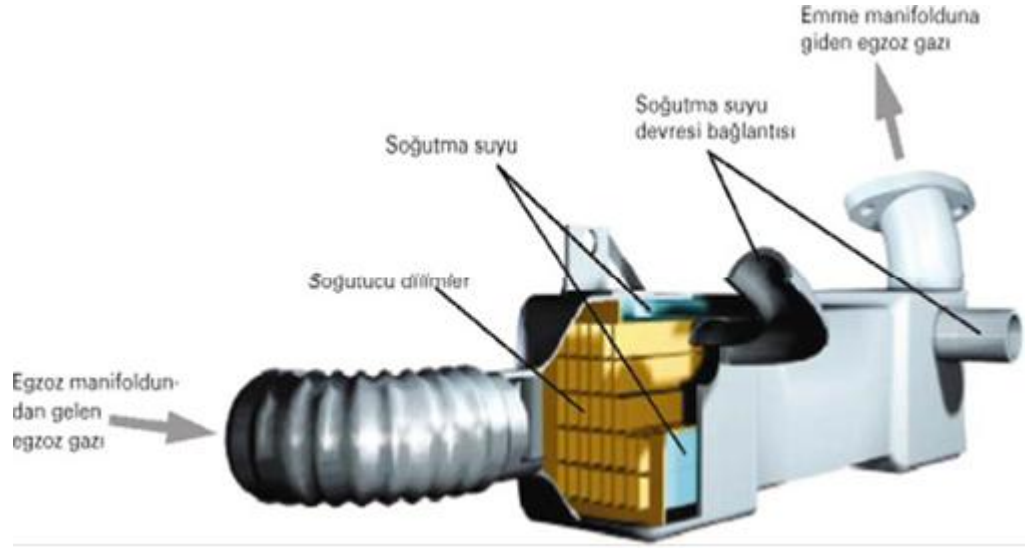
3.1.3. Sistemi Oluşturan Parçalar

➤ Egzoz gazı geri dönüşüm valfi

EGR valfi, elektro-pnömatik bir valftir. Motor bölmesinde bulunur ve egzoz gazı devridaimi işlemine kumanda etmek için kullanılır. Egzoz gazı geri dönüşüm sistemi kullanılarak egzoz gazındaki azot oksitler azaltılır. Egzoz gazının bir kısmı emilen havaya karıştırılır. Böylece yanma odasındaki yanma reaksiyon hızı azalır ve yanma sıcaklığı düşer. Düşük yanma sıcaklığı, nitrojen oksit emisyonunun azaltılmasını sağlamaktadır. Motor tam yükte çalışırken egzoz gazı devridaimi gerçekleştirilmez çünkü iyi bir güç kazancı için yanma odasında fazla miktarda oksijen bulunması gerekir. Egzoz gazı devridaimi, motor kontrol ünitesindeki (ECU) bir tabloya göre kontrol edilir. Bunun için motor kontrol ünitesi EGR valfini kullanır. EGR valfine kumanda etmek için kullanılan kontrol basıncı sinyalin durumuna bağlı olarak belirlenir. Bu şekilde devridaim hâlindeki egzoz gazı miktarı belirlenir.

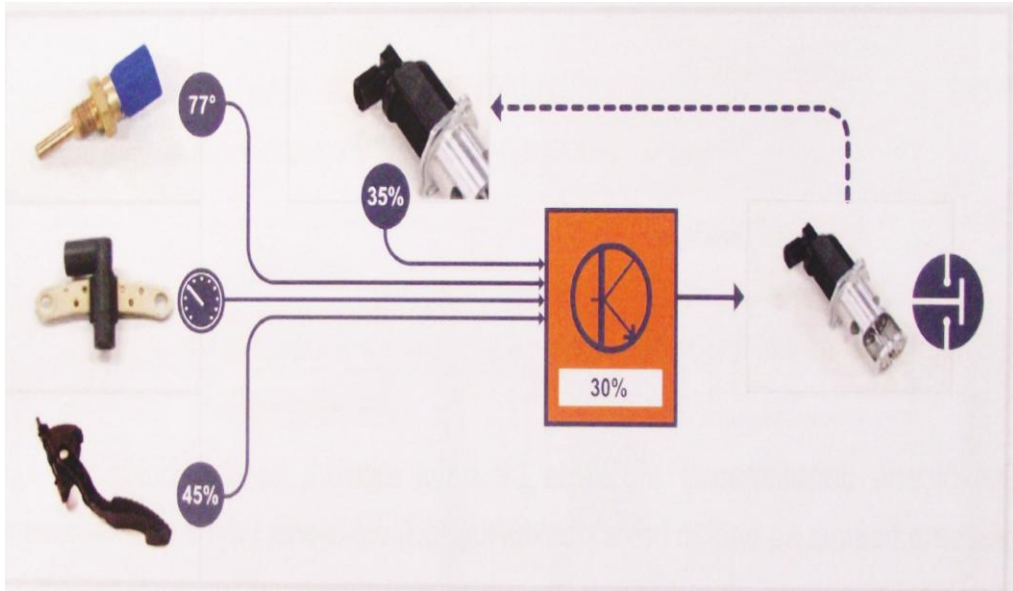
➤ EGR soğutucusu

Egzoz gazı geri dönüşümü (EGR) için bir soğutucu vardır. Emme manifoldu klape gövdesi ile egzoz manifoldu arasında yer alır. Geri dönen egzoz gazı manifolda girmeden önce soğutulur, içerisine karıştığı havayı ısıtması ve volümetrik verimi düşürmesi önlenir. EGR soğutucusu soğutma suyu devresine bağlıdır. Soğutma yüzeyini büyütmek için metal gövde petek biçimindeki kanallarla donatılmıştır. Geri dönen egzoz gazı kanalların içinden geçer ve bu esnada ısını soğutma suyuna aktarır. Egzoz gazının soğutulması sayesinde yanma sıcaklığı daha da düşer ve nitrojen oksitlerde de ilave bir düşüş sağlanır.



Şekil 3.3: EGR soğutucusunun kesiti

3.1.4. EGR Sisteminin Çalışması



Şekil 3.4: EGR elektrovanasının parametreleri

EGR'nin (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) çalışması için gereken genel koşullar

- Motor sıcak olmalı,
- Motor orta bir devirde çalışıyor olmalı,
- Gaz pedalı konumu orta bir motor yüküne uygun olmalıdır.

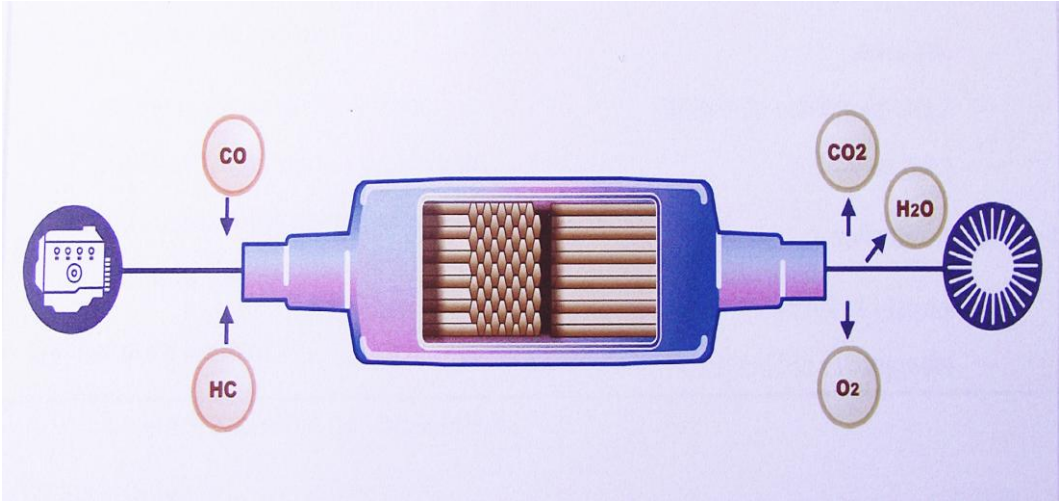
Elektronik beyin çeşitli parametrelere bağlı olarak istenilen sirkülasyon oranı saptar. EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) elektrovanası konum sensörü EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) elektrovanasının gerçek konumunu iletir.

3.2. Dizel Motorlarında Katalitik Konvertör

3.2.1. Görevi

Katalizörün görevi, kirlenmiş gazların zararsız gazlara dönüşümünü sağlamaktır. Dizel motorlarda kullanılan katalizörler “oksidasyon katalizörü” olarak adlandırılır ve karbon monoksit ile yanmamış hidrokarbonları dönüştürür. Katalizör, paslanmaz çelikten bir dış muhafazadan oluşmaktadır. Muhafazanın içinde, petek yapısında bir seramik blok bulunmaktadır. Bazı araçlar, daha etkin olarak kirliliğin önlenmesini sağlayan bir ön katalizörle donatılmıştır.

3.2.2. Yapısı ve Çalışması



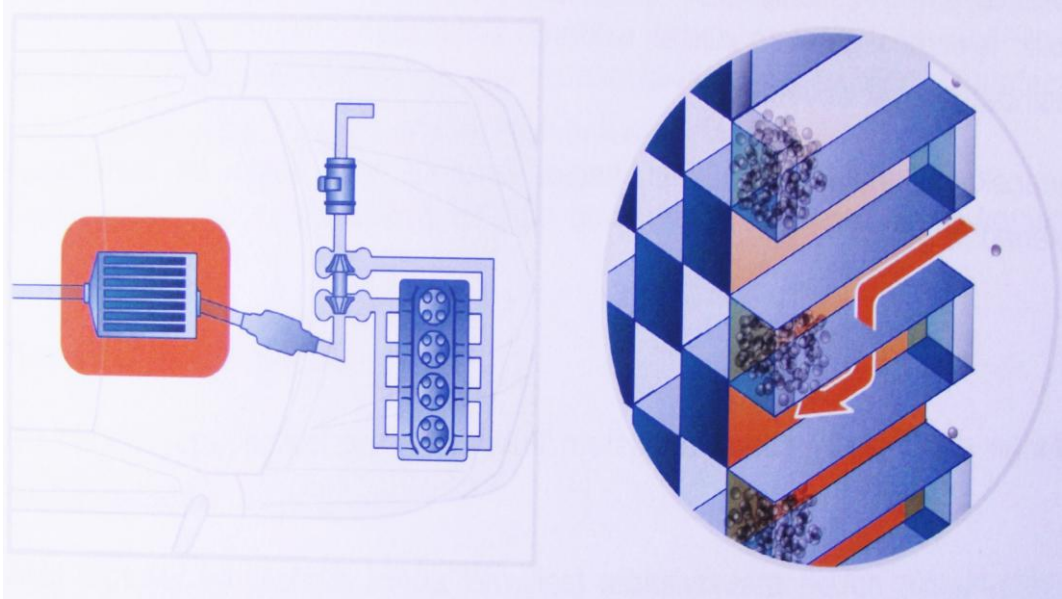
Şekil 3.5: Oksidasyon katalizörü

Bu petekli yapı, egzoz gazlarıyla aktif metallerin temas yüzeylerinin artmasını sağlamaktadır. Aktif metaller katalizörün içinde kimyasal reaksiyonlara neden olmaktadır. Bu reaksiyonlar, zararlı gazları zararsız gazlara dönüştürmektedir. Aktif metale temas ettiğinden karbon monoksitin (CO) ve hidrokarbonların (HC) karbonu egzoz gazında kalan oksijeni kullanır. Katalizörün etkinliği sıcaklığa bağlıdır. Başlama sıcaklığı 130-150 °C arasındadır.

3.2.3. Arızası, Bakımı ve Onarımı

Katalizör çok kırılğan bir parça olduğundandır. Mekanik etkenlerden, termik şoklardan hasar görebilir veya tıkanma nedeniyle işlev dışı kalabilir. Mekanik zorlamalar veya termik şoklar seramik blokların kopmalarına neden olabilir. İşlenmesi gereken yüksek miktarda kirleticiden dolayı oluşan aşırı ısınma sırasında seramik eriyebilir. İşlenecek gazlarla temas yüzeyi, yağla, kurumla veya başka bir malzemeyle kaplanabilir.

3.3. Kurum (Partikül) Tutucu



Şekil 3.6: Partikül filtresi

3.3.1. Görevi

Partikül filtreli motorlardaki gelişmeler bir yandan günümüzdeki kirlilik önleme standartlarına uyumu artırırken bir yandan da motor performanslarının artırılmasına olanak sağlamıştır.

Partiküller, ani hızlanma sırasında egzozdan çıktığı görülebilen duman veya partiküllerdir. Partiküller, hava / yakıt karışımının zengin olduğu aşamalardaki yanma sırasında oluşur. Partiküller, çevresindeki çeşitli katı veya sıvı artığa taşıyıcılık yapan bir karbon çekirdekten oluşur. Bir partikülün ortalama büyüklüğü 0,1 mikrometre civarındadır.

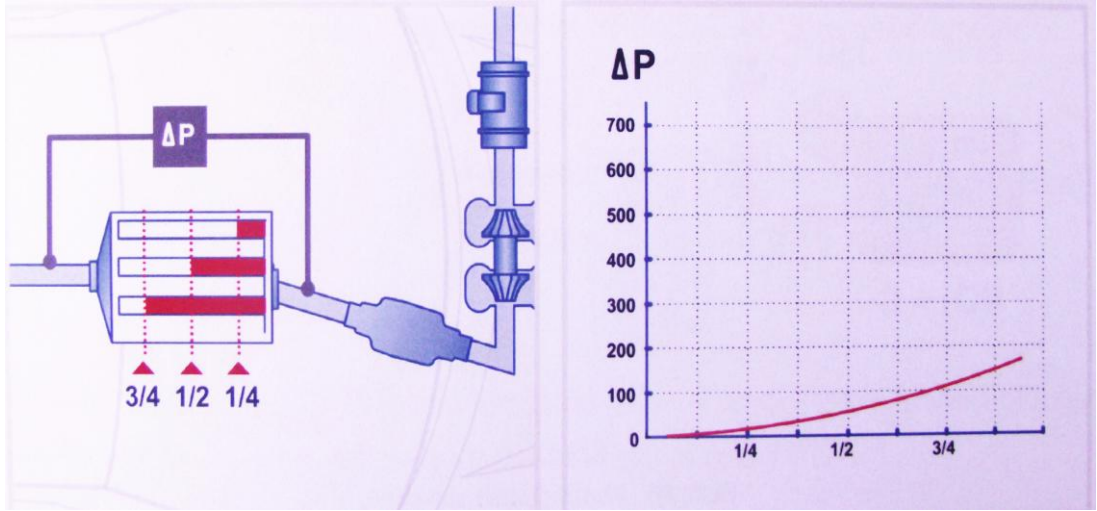
3.3.2. Yapısı ve Çalışması

Partikül filtresi, egzoz hattı üzerinde katalizörden sonra yer alır. Partikül filtresinin yapısı, partiküllerin yüzeylerde ve tıkalı kanalların dip taraflarında tutulmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu aşamaya “yüklenme aşaması” adı verilir.

Partikül filtresi, değerli metaller emdirilmiş bir seramik bloktan oluşur. Seramik bloğu, klasik bir katalizörün bloğuna benzer. Bununla birlikte partikül filtresinde her iki kanaldan biri tıkalıdır. Kanal arasındaki malzeme geçirgendir ve egzoz gazlarının geçmesine izin verir.

Çalışma stratejisi

Partiküllerin filtre içinde birikmesi egzoz gazının çıkışını engelleyen bir direncin oluşmasına yol açar. Basınç farkı kaptörü, partikül filtresi girişi ile çıkışı arasındaki basınç farkını ölçer.

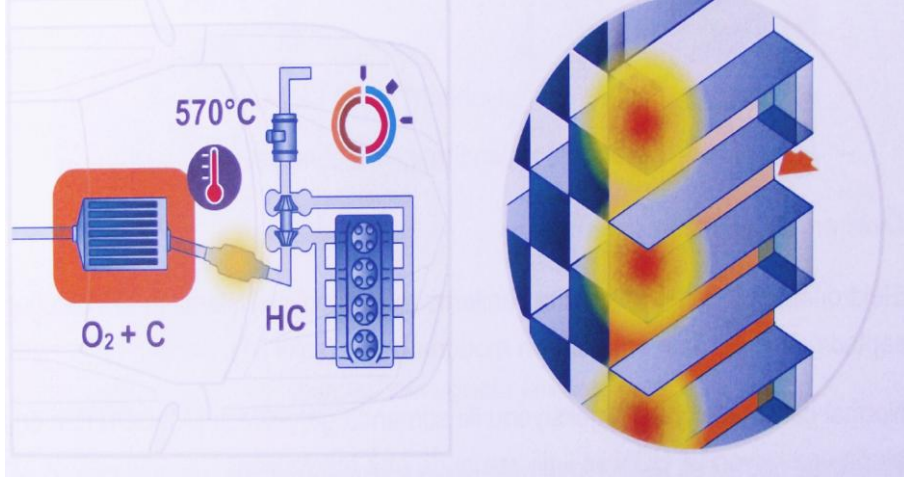


Şekil 3.7: Partikül filtresi basınç farkı sensörü

Filtre boşken basınç farkı çok düşüktür. Eğer filtre doluysa basınç farkı daha büyük olur. Enjeksiyon elektronik beyni sürekli olarak filtrenin içindeki kütleyi kontrol eder.

Yakıtın geç yanması yüksek miktarda yanmamış hidrokarbonun (HC) oluşmasına neden olur. Bu yanmamış hidrokarbonlar oksidasyon katalizöründe reaksiyona girer, bu olay da yüksek miktarda ısının açığa çıkmasıyla sonuçlanır. Egzoz gazının sıcaklığı 570 °C'yi aştığında partiküller, gazlarda kalan oksijenin içinde yanar.

Yenileme (rejenerasyon) sırasında EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) devreden çıkarılır ve elektronik beyin yüksek motor yükü durumunun oluşması için elektrik alıcılarını çalıştırır.



Şekil 3.8: Partikül filtresinde yenileme (rejenerasyon)

EGR (egzoz gazlarının yeniden çevrimi) yanma sıcaklığını düşürür, bu da yenileme (rejenerasyon) işlemi için iyi değildir.

3.4. Alev Söndürücü

3.4.1. Görevi

Hava filtreleri işletim sırasında sadece toz, kurum, ısı, soğukluk ve farklı kimyasallara maruz kalmamaktadır. Hava filtreleri bunun dışında başka bir tehlike türüne maruz kalmaktadır: Alev alma tehlikesi. Bu tehlike bazı araç sürücülerinin yanan sigara izmaritini sürüş sırasında açık pencereden “atması” sonucunda meydana gelmektedir. 500 °C sıcaklığındaki kor arkadaki aracın emme sistemine ulaşırsa orada hava filtresi alev alabilir ve motor bölmesi yanabilir. Bunun için bilinen bir örnek 1999 yılında bir kamyonun yandığı Mont-Blanc tünelineki faciadır. Bu facianın kanıtlanmış nedeni yanan bir sigara izmaritinin atılmasıydı.

Motor bölmesi yangınlarının çoğu içten içe yanmalardır. Bu tür bir yangında genelde hava yolunun plastik parçaları erimektedir. Araç ertesi sabah çalışmazsa, çoğunlukla ancak motor

kaputu açıldıktan sonra gerçekleşen yangın anlaşılmaktadır.

Motor bölmesi yangınlarını önlemek için, otomobil üreticileri yapısal tedbirler aldı. Bu tedbirler arasında hava emiş deliğinin önündeki ızgara veya hava emiş kanalının ilgili biçimde konumlandırılması yer almaktadır. Bir diğer yangın önleme imkânı, hava filtresi elemanlarının alev geciktirici özelliklerle donatılmasıdır. Bunu da otomobil üreticileri ve kağıt imalatçıları ile sıkı işbirliği içerisinde geliştirmiştir. Gelecek araç jenerasyonları için otomobil üreticilerinin şartnamelerinde alev geciktirici özelliklere sahip bu tür filtreler zorunlu olarak öngörülmüştür.

3.4.2. Yapısı ve Çalışması

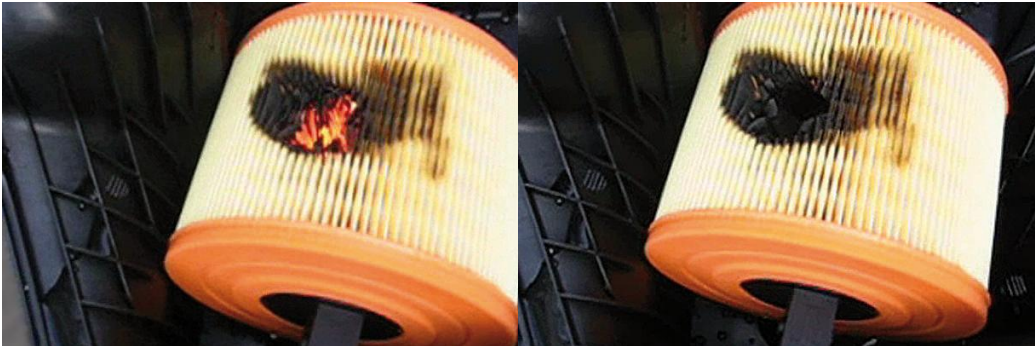
Yangın geciktirme temelini, selüloz filtre kâğıdının emprenye edildiği özel bir reçine oluşturmaktadır. Reçine oranı, yangın geciktirme donanımlı filtre aracında %25 ve 30 arasındadır (“normal” filtre kâğıdında sadece %15 - 20). Bu şekilde donatılan kâğıt alev alabilir fakat hızlı bir şekilde tekrar söner. Etki üç yangın söndürme tedbirine dayanmaktadır:

- Serbest bırakılan azot (N_2) inert gaz olarak alevi söndürür.
- Serbest bırakılan su, sıcaklığı yanma noktası altındaki bir değere getirir.
- Serbest bırakılan asitler selüloz liflerini oksitler. Böylece bu lifler artık yanmaz.



Resim 3.2: Alev geciktirici filtre


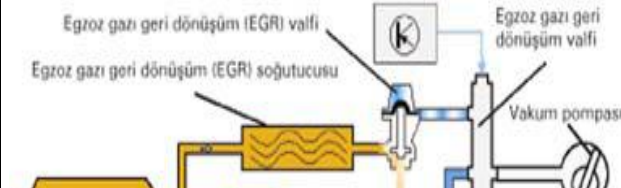
- **Alev geciktirici özelliği olmayan kâğıt**
 - Filtre açık bir alevle tutuşturuldu. Alev çabuk yayılmaktadır (Ardından deney yarıda kesildi ve ateş yangın söndürücü ile söndürüldü.).
 - Burada alevin temiz tarafa (motor) doğru nasıl geçtiği -tüm sonuçlarıyla birlikte- daha iyi görülebilmektedir.
- **Alev geciktirici kâğıt**
 - Yine kâğıt açık bir alevle tutuşturuldu.
 - Fakat birkaç saniye sonra yangın kendi kendine sönmektedir.




Resim 3.3: Alev geciktirici filtrenin özelliği

UYGULAMA FAALİYETİ

EGR valfını kontrol ederek değiştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ EGR valfini sökünüz.</p>	 <p>➤ EGR valfini sökmeden önce boğaz kelebeğini sökünüz. Kablo bağlantılarını sökünüz. Sensörlere giden yolların iyice temizleyiniz.</p>
<p>➤ EGR valfini motor üzerinden söküp kontrollerini yaptıktan sonra yerine takınız.</p>	<p>➤ EGR valfinin kablo bağlantılarını sökünüz.</p> <p>➤ EGR soğutucusuna giden bağlantı hortumları sökünüz.</p> <p>➤ Egzoz gazı geri dönüşüm valfi bağlantılarını sökünüz.</p> <p>➤ EGR valfinin motor bağlantılarını sökerek alınız.</p> <p>➤ Araç kataloğunda belirtilen kontrolleri verilen değerlere göre yapınız.</p> 

	 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Egzoz gazı ➤ Vakum ➤ Atmosferik basınç ➤ Kontrol basıncı <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontroller bittikten sonra sökme sırasının tersini izleyerek EGR Valfini yerine takınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vakum pompasını motor üzerinden söküp kontrollerini yapınız ve yerine takınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vakum pompası elektrik bağlantılarını sökünüz. ➤ Vakum pompası hortum bağlantılarını sökünüz. ➤ Vakum pompası motor bağlantılarını sökünüz. ➤ Vakum pompasını yerinden alarak işlem basamaklarını takip ederek kontrollerini yapınız. ➤ Kontrolleri bittikten sonra sökme işleminin tersini uygulayarak takma işlemini yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ EGR Sisteminin sensörlerini sökünüz ve kontrollerini yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ EGR sisteminin sensörlerini diagnostik test cihazıyla kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. EGR valfini araçtan söktünüz mü?		
2. EGR valfini sökmeden önce boğaz kelebeğini söktünüz mü?		
3. EGR soğutucusuna giden bağlantı hortumunu söktünüz mü?		
4. Kontroller bittikten sonra EGR valfini yerine taktınız mı?		
5. Vakum pompasının bağlantılarını söküp kontrollerini yaptıktan sonra yerine taktınız mı?		
6. EGR sisteminin sensörlerini söküp diyognastik cihaz ile kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. EGR'nin anlamı nedir?
 - A) Egzoz gazı geri dönüşümü
 - B) Egzoz gazı çıkışı
 - C) Egzoz gazı basıncı
 - D) Egzoz ayarı
2. EGR'nin motorda yaptığı görev nedir?
 - A) Egzoz gazını susturucuya yollamak
 - B) Emme manifold basıncını ayarlamak
 - C) Nitrojen-oksit emisyonunu azaltmak
 - D) Yakıt miktarını ayarlamak
3. EGR soğutucusunun görevi nedir?
 - A) Motor soğutma suyunu soğutmak
 - B) EGR sistemine yönlendirilen egzoz gazlarını soğutmak
 - C) Yakıt sistemini soğutmak
 - D) Silindirlere gönderilen havayı soğutmak
4. Aşağıdakilerden hangisi EGR sisteminin parçasıdır?
 - A) Egzoz gazı geri dönüşüm valfi
 - B) Karbüratör
 - C) Motor soğutma suyu radyatörü
 - D) Hava filtresi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi Enjektör-Pompa sisteminin görevlerinden değildir?
 - A) Enjeksiyon için gerekli yüksek basıncı üretmek
 - B) Yakıtı doğru zamanda doğru miktarda püskürtmek
 - C) Püskürtmeyi çabuk başlatıp çabuk bitirmek
 - D) Yanma odasını ısıtmak
2. Enjektör-Pompa ünitesi hareketini nereden alır?
 - A) Krank milinden
 - B) Kam milinden
 - C) Volandan
 - D) Kardan milinden
3. Ön enjeksiyon işlem basıncı ne kadardır?
 - A) 250 Bar
 - B) 380 Bar
 - C) 180 Bar
 - D) 420 Bar
4. Asıl enjeksiyon maksimum püskürtme basıncı kaç bardır?
 - A) 1280 bar
 - B) 1450 bar
 - C) 1750 bar
 - D) 2200 bar
5. Aşağıdakilerden hangisi yüksek basınç pompasının görevlerinden değildir?
 - A) Yakıtı ateşleme sırasına göre enjektörlere gönderir.
 - B) Yakıtın basıncını artırır.
 - C) Yakıtın miktarını ayarlar.
 - D) Yakıtı basınç ünitesine iletir.
6. Dağıtıcı yakıt rampasının diğer adı aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) ECU
 - B) Piezo
 - C) Rail
 - D) BIP
7. Hall sensörünün görevi aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Hava miktarını ölçer.
 - B) Motorun silindirlerini algılar.
 - C) Yakıt sıcaklığını ölçer.
 - D) Enjektör basıncını ölçer.

8. Common-Rail sisteminde yakıt sisteminin havası alınırken aşağıdakilerden hangisi dikkate **alınmaz?**

- A) Yakıt sıcaklığı
- B) Motorunuzu ilk kez çalıştırıyorsanız
- C) Yakıtı depoya ilk kez koyduğunuzda
- D) Yakıt filtresini değiştirdiğinizde

9. Aşağıdakilerden hangisi enjektör enjeksiyon şekillerinden **değildir?**

- A) Ön enjeksiyon
- B) Asıl enjeksiyon
- C) Art enjeksiyon
- D) Common enjeksiyon

10. Common-Rail dizel enjeksiyon sistemi sensörleri aşağıdakilerden hangisi **değildir?**

- A) Motor devir sensörü
- B) Yakıt sıcaklığı sensörü
- C) Depodaki yakıt basınç sensörü
- D) Raildeki yakıt basıncı sensörü

11. Gaz pedalı konum sensörü arızalandığında sistem nasıl çalışır?

- A) Araç kademeli olarak stop eder.
- B) Araç mekanik pedal seyrine devam eder.
- C) Araç stop etmeyecek devirde çalışır.
- D) Araç stop eder.

12. Düzensiz bir yanma sonucunda atık gazlarda ortaya çıkan yanmamış yakıt bileşenidır.

13. EGR'nin açılımı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Egzoz gazları geri dönüşümü
- B) Egzoz gazları standart yanması
- C) Egzoz gazları zararlı karışımı
- D) Egzoz gazları radyoaktif

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

14. EGR soğutucusudevresine bağlıdır.

15. Dizel motorlarında kirlenici gazların zararsız gazlara dönüşümünü sağlayan parçaya.....adı verilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Partiküller hava / yakıt karışımının hangi düzeyindeki yanma sırasında oluşur?
A) Fakir karışım
B) Zengin karışım
C) Gazlı karışım
D) Nemli karışım

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

17. Egsoz gazının sıcaklığı C'yi aştığında partiküller gazlarda kalan oksijenin içinde yanarak rejenerasyon işlemini yapar.

18. Bir partikülün ortalama büyüklüğü.....mikrometredir.

19. Aşağıdakilerden hangisi EGR sisteminin çalışma şartlarından değildir?
A) Motor sıcak olmalı.
B) Motor orta bir devirde çalışıyor olmalı.
C) Motor soğuk olmalı.
D) Gaz pedalı konumu orta bir motor yüküne uygun olmalı.

20. Avrupa Otomobil Üreticileri Birliğinin kısa adı aşağıdakilerden hangisidir?
A) OECD
B) NATO
C) OPEC
D) ACEA

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	D
5	A
6	D
7	C
8	D
9	C
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	D
5	100 bar

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	A

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D	11	C
2	B	12	HC hidrokarbon
3	C	13	a
4	D	14	soğutma suyu
5	A	15	oksidasyon katalizörü
6	C	16	b
7	B	17	570
8	A	18	0,1 mikrometre
9	D	19	C
10	C	20	D

KAYNAKÇA

- BOSCH Robert GmbH, **Automotive Hand Book**, Bosch Publishers, 2008.
- BİLGİNPERK Hüseyin, **Dizel Motorları Temel Ders Kitabı**, MEB Yayınları Basımevi, İstanbul, 2003.
- KARASU Tefvik, Bilal YEKEN, **Dizel Motorları Meslek Bilgisi**, İzmir, 1997.
- STAUDT Wilfried, **Motorlu Taşıt Tekniği**, MEB Yayınları, Ankara, 1995.