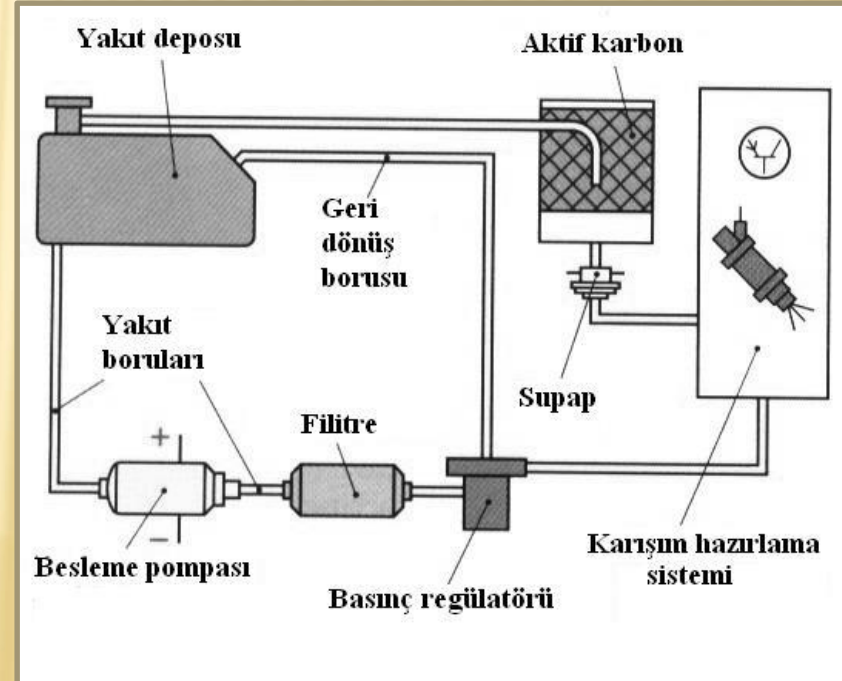
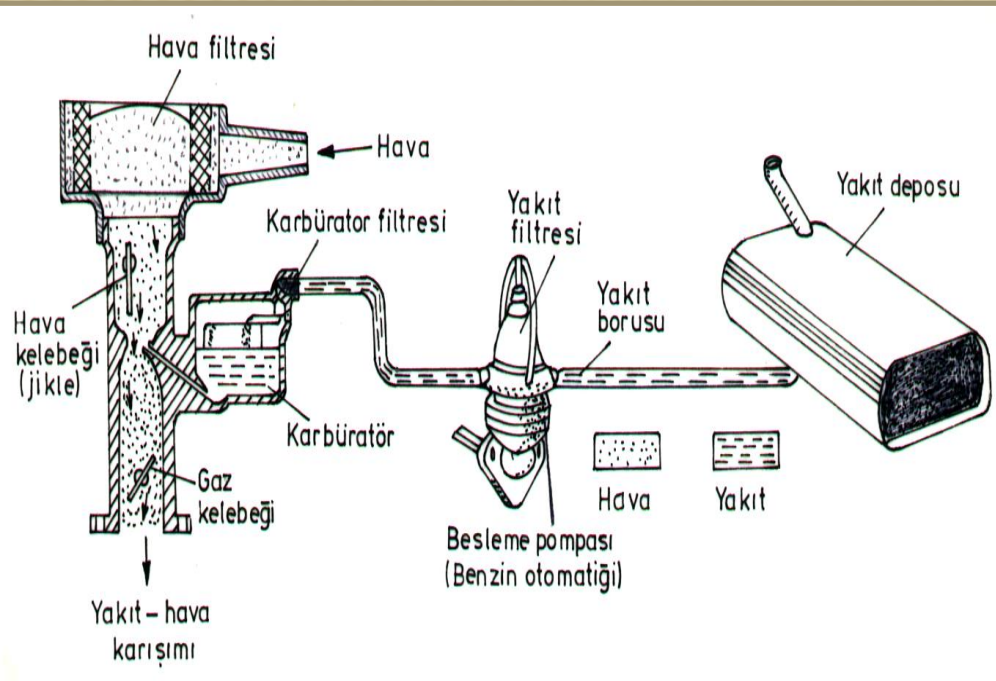


6. YAKIT DONANIMI

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

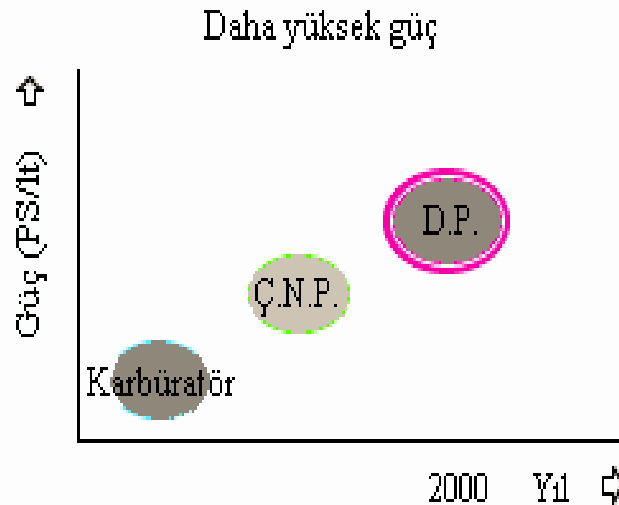
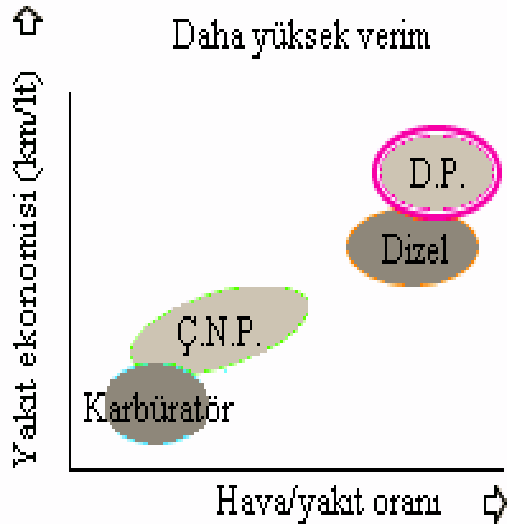
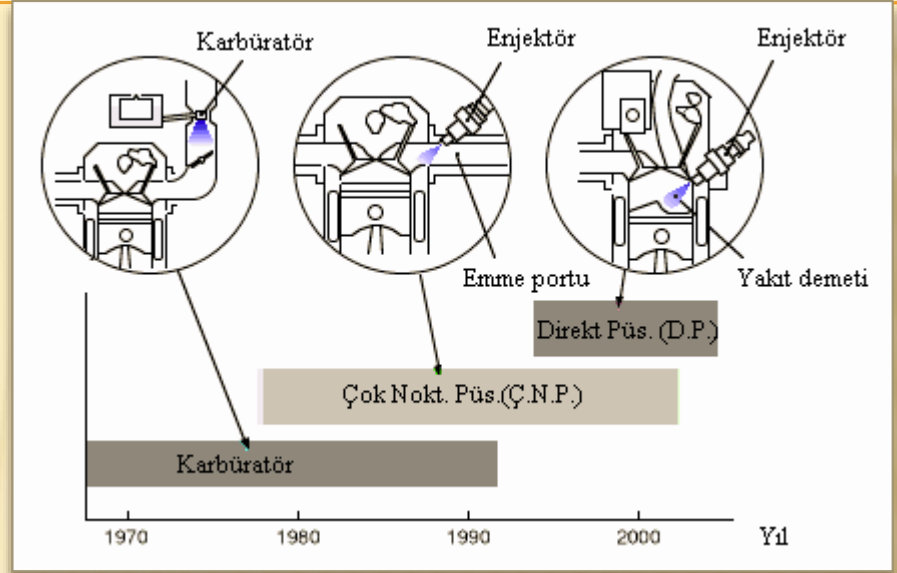
6.1. OTTO MOTORLARIN YAKIT DONANIMI

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



YAKIT BESLEME SİSTEMLERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

- ✘ Yakıt ekonomisi ve güç çıkışı yönünden değişik yakıt besleme sistemlerine sahip motorların karşılaştırılması



6.1.1. YAKIT DEPOSU VE İLETİM BORULARI

- ✘ Yakıt deposu **genellikle çelik sacdan imal edilmekte** ve korozyonun azaltılması için, içi çinko, kurşun veya özel lak ile kaplanmaktadır. Plastik malzemelerden ve alüminyumdan yapılan yakıt depolarına da rastlanmaktadır. Büyük yakıt depolarının içi, delikli levhalarla bölmelere ayrılmaktadır. Böylece, duruş ve kalkışlarda, sarsıntılı çalışmalarda ve virajlarda yakıtın çalkalanması önlenmektedir.
- ✘
- ✘ Hava kirliliğinden korunmak için, deponun **havalandırma bağlantısı**, yakıt donanımının bir yerine karışım hazırlama düzeninin önüne bağlanabilir. Son uygulamalarda, depo havalandırmasından gelen yakıt buharları (karbonhidratlar) bir aktif kömür üzerinden karışım hazırlama düzenine gönderilmektedir (Şekil 6.1.b). Depodaki yakıtın miktarını, yakıt göstergesine iletebilmek için, depo üzerinde bir verici bulunmaktadır.
- ✘
- ✘ **Yakıt taşıyan bağlantı boruları**, çelik ve bakır gibi **metallerden** ya da zor **tutuşan lastik ve plastiklerden** imal edilmektedir. Borular taşıma hattının geçtiği engebelere uyabilmeli ve taşıttan gelen titreşimlere karşı konumunu korumalıdır. Ayrıca, alttan mekanik çarpmalara karşı örtü içine alınmalıdırlar. Depodan karışım hazırlama düzenine kadar, tüm boru hattı, yakıt buharı ve hava kabarcıklarının birikmesini engelleyecek biçimde, uygun bir meyle sahip olmalıdır. Yakıtın sürekli buharlaşmasını engellemek için, borular motorun sıcak bölgelerinden uzak tutulmalı, mümkün değilse, ısıya karşı izole edilmelidirler.
- ✘ **Yakıt filtresi** olarak, **tel ve kağıt filtre elemanları** kullanılmaktadır. Tel filtre elemanları ince dokulu olup, depo çıkışında, benzin otomatığı girişinde veya karbüratör girişinde bulunabilir. Kağıt filtreler kirlendiğinde atılarak, yerine yenisi takılacak özelliktedir. Genellikle, bunlar benzin püskürtmeli içten patlamalı motorlarda bulunmaktadır.

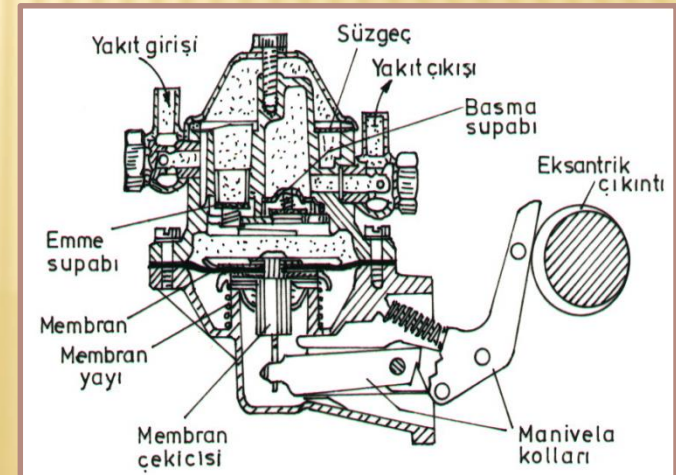
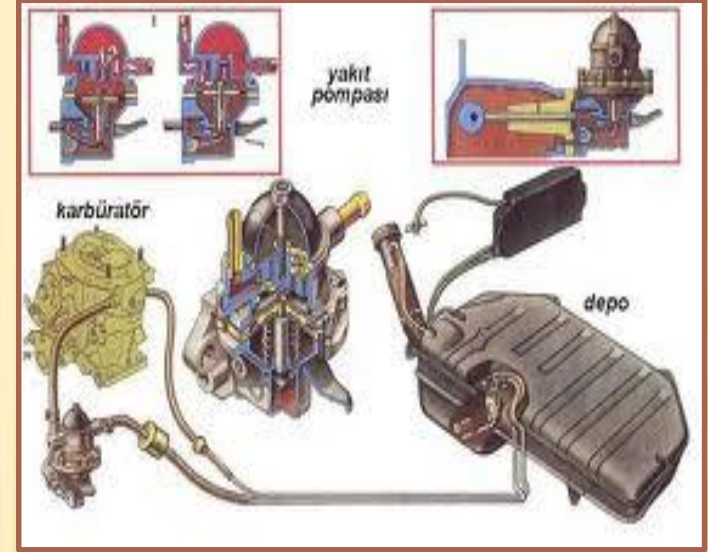
6.1.2. BESLEME POMPASI (BENZİN OTOMATIĞI)

- ×
 - ×
- Motorlu araçlarda, yakıt depoları karbüratör seviyesinin altında veya üstünde bulunabilir. Traktörlerde çoğunlukla ve motosikletlerin tümünde depo yukardadır. Buna karşın, otomobil ve kamyonlarda, depo hem aşağıda, hem de motordan çok uzakta bulunmaktadır. **Besleme pompasının görevi, düşük seviyede yerleştirilmiş depodan emdiği yakıtı karbüratöre göndermektir.** Bu pompalar, mekanik tahrikli membranlı (Şekil 6.2) veya elektrik tahrikli (Şekil 6.3) olabilirler. Membranlı pompalar 0,2...0,3 bar basınç sağlamakta ve karbüratörlü motorlarda yer almaktadır. Elektrikle tahrik edilen besleme pompalarının basıncı 2...6,5 bar olup, benzin püskürtmeli motorlarda kullanılmaktadır.



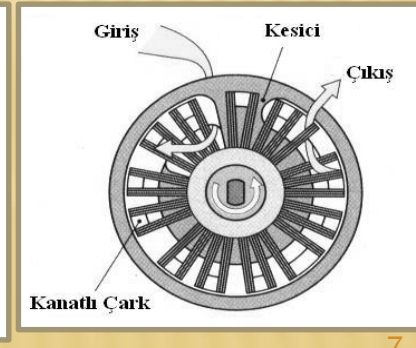
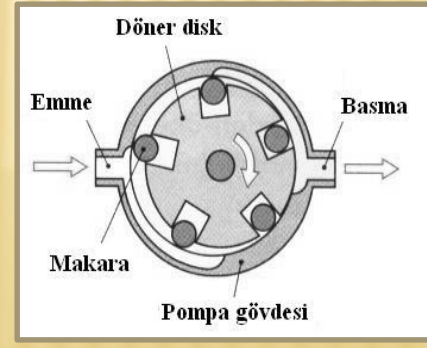
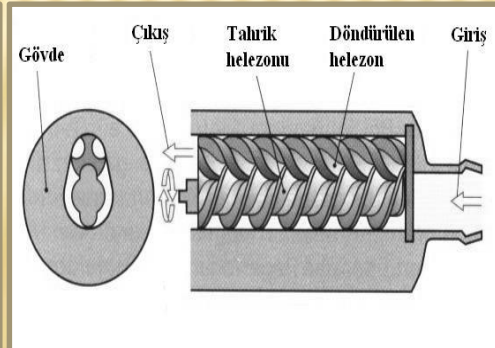
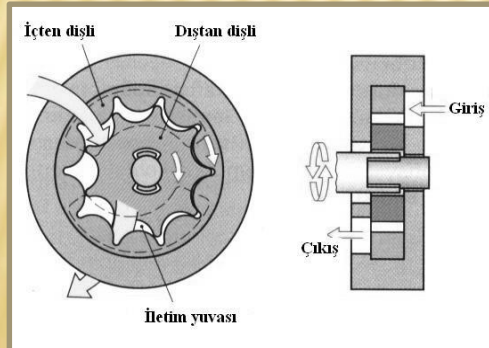
Mekanik tahrikli besleme pompalarında, yakıtın iletilmesi için gerekli basınç membrana veya pistonu etkileyen bir yay ile sağlanmaktadır. Şekil 6.2’de görülen pompanın yakıt iletimini sağlayabilmesi için, mekanik hareket eksantrik milinden alınmaktadır. Manivela kolları öyle düzenlenmiştir ki, eksantrik çıkıntının itmesi ile membran çekicisi aşağıya çekilerek membran yayını sıkıştırmaktadır. Bu sırada, pompa iç hacmi büyüyerek, içeriye emme supabından yakıt dolmaktadır. Eksantrik çıkıntı manivela kolunun karşısından çekilince, membran yayı, membranı iterek, iç basıncın yükselmesini ve yakıtın basma supabını açarak, karbüratöre gitmesini sağlamaktadır.

Genel olarak, pompa karbüratörün tükettiğinden daha fazla yakıt basmaktadır. Böylece karbüratörün yakıtsız kalma tehlikesi ortadan kalkmaktadır. Tüketilmeyen yakıtın yüksek basınç oluşturarak, borulara ve sistemin diğer elemanlarına zarar vermemesi için, pompa üzerinde önlem alınmıştır. Pompanın bastığı yakıt karbüratörde tüketilemiyor (şamandıra iğnesi kapalı) ise, basma hattının ve pompa içinin basıncı yükselir. Bu durumda membrana etkileyen toplam kuvvet, yay kuvvetini yeneceğinden, membran ve membran çekicisi aşağı konumda kalır. Çekiciyi çalıştıran kol, çekicinin alt ucundaki kanal içinde, aşağı yukarı boş hareket yapar. Yakıt karbüratör tarafından tüketilince, yay basıncı membranı yukarı doğru iterek besleme pompasının yeniden çalışmasını sağlamaktadır.



ELEKTRİKLİ BESLEME POMPALARI; İÇTEN DİŞLİ POMPA, HELEZON POMPA, MASURALI POMPA VE YAN KANALLI POMPA BİÇİMİNDE OLMAKTADIR (ŞEKİL 6.3).

- ✘ **Dişli pompalar** (Şekil 6.3 a), iletilecek materyali taşıma yuvalarında sızdırmadan taşıyan içten dişli pompadır. Dıştan dişli çark, elektrik motorundan aldığı hareketle içten dişli çarkı döndürmektedir. Dişler sinüzoidal olarak küçülen ve büyüyen kapalı taşıma yuvalarını oluşturmaktadır. Büyüyen yuvalar emme kanalı, küçülen yuvalar da basma kanalıyla bağlantılıdır. İçten dişli pompalar 6,5 bar'a kadar sistem basıncı oluşturmaktadırlar.
- ✘ **Helezon pompalarda** (Şekil 6.3 b) yakıt, birbirlerine karşılıklı olarak hareket eden oluklarla taşınmaktadır. Bir gövde içerisinde yer alan oluklar, küçük bir yan boşlukla birbirine girmektedir. Küçük bir boşlukla birbirini kavramış olan olukların vida dişleri taşıma yuvalarını oluşturmaktadır. Oluklar dönerken aynı zamanda da eksenel doğrultuda yol almaktadırlar. Yuvalar, emme bölgesinde büyümekte, basma bölgesinde küçülmektedir. Helezon pompa genellikle, 4 bar'a kadar olan basınçlar için kullanılmaktadır.
- ✘ **Masuralı pompalarda** (Şekil 6.3 c), döner disk, gövde içinde eksantrik olarak yataklandırılmıştır. Disk dönerken oluk şeklindeki boşluklar içinde bulunan makaralar, santrifüj kuvvetin etkisiyle pompa gövdesine doğru sıkıştırılmaktadır. Makaralar, döner contalar olarak etkili olmaktadır. Yakıt, sinüzoidal olarak büyüyen ve küçülen döner disk ve makaralar arasındaki boşluklar içinde emme hattından basma hattına iletilmektedir. Masuralı pompalar 6,5 bar'a kadar sistem basıncı gerçekleştirmektedirler.
- ✘ **Yan kanallı pompalar** (Şekil 6.3 d) akım pompalarıdır. Yakıt basıncı, kanatlı çarkın yakıtı ivmelendirmesiyle gerçekleşmektedir. Çarpma kuvveti yakıtı dışa doğru iletmektedir. Yan kanalda 2 bar'a kadar sürekli basınç oluşmaktadır. Yan kanallı pompalar, basınçları düşük olduğu ve yakıtı gaz haline dönüştürdüğü için iki kademeli pompalarda ön pompa olarak kullanılmaktadır.
- ✘ Yüksek basınçlı yan kanallı pompalar, yan kanallı pompaların en gelişmiş şeklidir. Döner çarktaki kanat sayısı, yan kanallı pompalardan çok daha fazladır. Böylece, daha az gürültüyle 4 bar'a kadar yüksek basınç elde edilmektedir.
- ✘ Elektrikli yakıt pompaları, motor kumanda cihazı üzerindeki kilit veya alarm düzeniyle bağlantılıdır. Motorun kumanda cihazı, taşıtın istenmeyen (kaçak) kullanımlarında, besleme pompası bağlantısını yapmamaktadır.

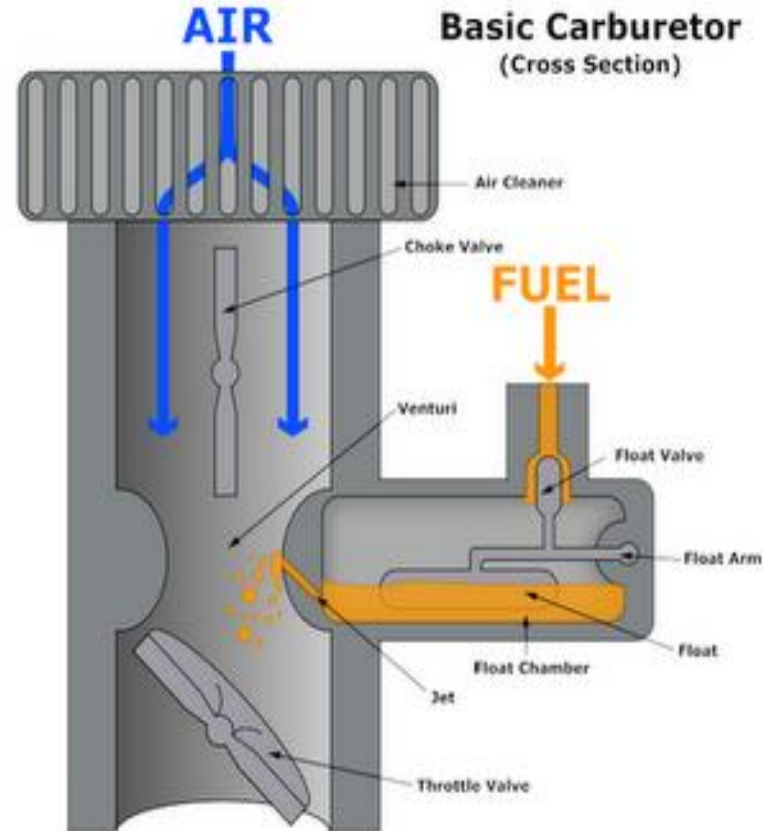
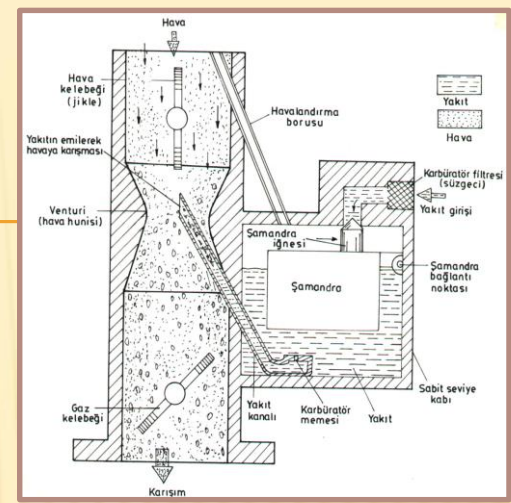


6.1.3. KARBÜRATÖR

İçten patlamalı motorlarda yakıt, genellikle sıvı durumdadır. Halbuki, yanma işleminin hızlı ve uygun bir biçimde olabilmesi, gaz haline getirilmiş yakıtın oksijen ile iyice karıştırılmasına bağlıdır. Karbüratör, yaklaşık 1/15 oranında yakıt ile havayı karıştırmakta ve yakıtın hava içine iyice dağılarak gaz halinde (en azından çok ince zerrecikler halinde) kalmasını sağlamaktadır.

Genel olarak bir boru içinden akan akışkanın hızı arttıkça, dinamik basınç hızın karesiyle orantılı olarak düşmektedir. Motorların emme hattına yerleştirilen karbüratörlerde, hava hızını daha da arttırarak, dinamik basıncın düşmesini sağlamak amacıyla, venturi (hava hunisi) ile kesit iyice daraltılmaktadır (Şekil 6.4).

VIDEO



karbüratör devreleri:

1- Jigle devresi: Soğuk havalarda motorun kolay çalışmasını sağlayan devredir. Zengin karışım meydana getirir. Jigle çekili unutulursa yakıt sarfiyatı artar, motor yüksek devirde çalışır. Egzoz gazının rengi siyah olur. Jigle kelebeği karbüratörün hava girişi kısmındadır. Otomatik jigleli araçlarda yaza ve kışa göre ayar yapılması gerekir.

2- Rölanti devresi: Aracın gazına basmadan kendi kendine çalıştığı devredir. Rölanti devresinin ayarı yüksek olursa yakıt sarfiyatı artar. Rölanti ayarı bozuk olursa, motor düzensiz çalışır veya durur.

3- Kapaş devresi: Ani gaza basıldığında karbüratörden silindire ek yakıt gönderen devredir. Kapaş devresi arızalı olduğunda; çalışan motorun gazına aniden basıldığında motor stop eder.

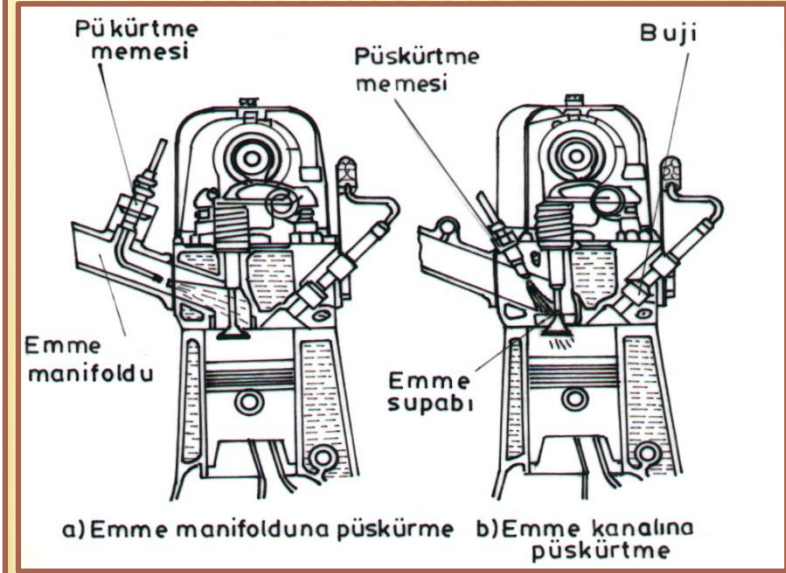
4- Yüksek hız devresi: Gaz pedalının sonuna kadar basıldığında, karbüratörden silindire daha çok yakıtın gittiği devredir.

5- Güç devresi: Gaz pedalına basıldığı andaki devredir. Gaz pedalına basma düzeyine göre karbüratörden silindire yakıt-hava karışımının miktarını ayarlamaktadır.

- ✘ Çalışma ilkesini kolaylıkla anlaşılır duruma getirebilmek için Şekil 6.4'de basit bir karbüratör görülmektedir. Besleme pompasının basma hattından gelen yakıt, bir filtreden geçtikten sonra, sabit seviye kabına dolmaktadır. Yakıtın belirli bir düzeye yükselmesi ile, sıvı içinde yüzen şamandıra, bağlantı noktası etrafında dönerek yükselir ve şamandıra iğnesi deliği tıkayarak, içeriye akışı durdurur. Bu durumda, sabit seviye kabında yükselmiş bulunan yakıt, karbüratör memesinden geçerek, yakıt kanalı içinde de aynı yüksekliği kazanmıştır.
- ✘
- ✘ Hava kelebeğinin açık konumunda, motorun emişi nedeniyle, hava filtre-sinden gelen hava, venturi bölgesinden hızla geçerken oluşturduğu düşük dinamik basınç ile, kanaldaki yakıtı yukarıya doğru çekerek karışmayı sağlar. Ayrıca, düşük basınç nedeniyle buharlaşma, yüksek hız nedeniyle de dağılma oluşturulmaktadır. Böylece, homojen biçimde meydana gelen karışım, gaz kelebeğinin açıklığına bağlı olarak, hızla silindirlere dolar.
- ✘
- ✘ İçten patlamalı motorlarda, motorun devir sayısını ve buna bağlı olarak gücünü belirlemek gaz kelebeği açıklığı ile sağlanmaktadır. Gaz kelebeğinin açıklığı artırıldıkça, silindirlere karışımın iyi dolması ve buna bağlı olarak devir sayısının yükselmesi gerçekleşmektedir. Gaz kelebeğinin kapanması, yüksek devirlerde yeterli dolmayı engellediğinden devir sayısını düşürecektir.
- ✘ Devir sayısına bağlı olarak, emilen karışım miktarının değişmesi, karışımın oluştuğu hava hunisi bölgesinde hızın değişmesine neden olacaktır. Yakıt-hava karışımının istenilen oranı belirli bir hava hızı ile sağlanabiliyor ise, bu hızın altındaki ve üstündeki değerlerde dinamik basıncın değişimi hızın karesiyle orantılı olacağından, karışım oranı sabit kalmaz. Hava hızı düştükçe karışım fakirleşir, hızın artması ise, karışımın zenginleşmesini doğurur. Gaz kelebeğinin açıklığının sonucu olarak, karışım oranının değişmesi motorun düzenli çalışmasını engeller, güç düşer, yakıt tüketimi artar.

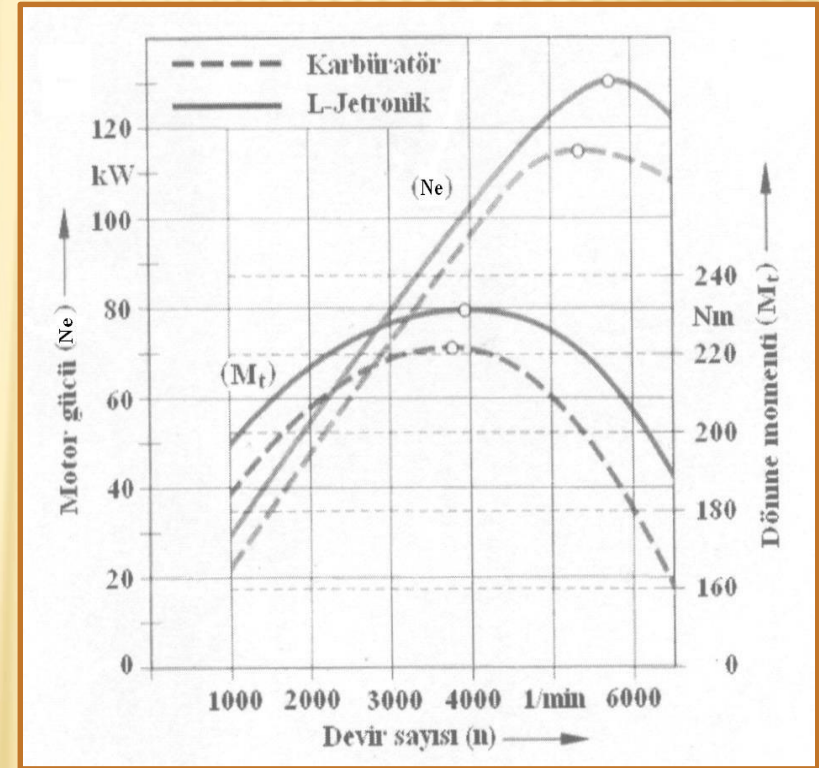
6.1.4. BENZİN PÜSKÜRTME DONANIMLARI

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



BENZİN PÜSKÜRTME YÖNTEMİNİN YARARLARI:

- ✘ Benzin püskürtme donanımına sahip içten patlamalı motorlarda, emilen havanın yolu düzgün ve uygun yapılı olduğu için, silindirlerin **dolma derecesi daha iyi** olmaktadır. **Yakıt-hava karışım oranı**, motorun değişen tüm devir sayılarında, **uygun oranda** tutulabilmektedir. Çünkü her bir silindir için gerekli olan yakıt, ayrı püskürtme ile sağlanmaktadır. Böylece, aynı devir sayısı değerinde, dönme momenti artmakta ve birim hacimden alınan **güç daha yüksek** olmaktadır (Şekil 6.7). Bu tip motorun, **hızlanma özellikleri ve devir sayısı esnekliği** iyidir. Ayrıca, soğuk havalarda **ilk çalıştırma kolayca** sağlanmaktadır.
- ✘ Benzin püskürtme donanımında, püskürtülen **yakıtın miktarı**, karbüratöre göre, daha **çabuk ve kesin ayarlanabilmektedir**. Bunun sonucu olarak, bu motorlar hızlanma ve yavaşlamalarda çabucak devir değiştirebilmektedirler. Motorun tam yüklenemediği koşullarda ve şehir trafiğinde, karışım oranı, olanaklar ölçüsünde, fakir tutularak bu yöntemde zaten düşük olan özgül yakıt tüketimi, iyice azaltılmaktadır.



6.1.4.1. DİREKT BENZİN PÜSKÜRTME

×

Bu yöntem **GDI** (Gasoline Direct Injection) veya **DI** (Direct Injection) olarak adlandırılmaktadır. Burada yakıt, ateşleme öncesi havayla karıştırılması için, **direk silindire** püskürtülmektedir.

Direk püskürtmeyle yakıt emme borusu cidarlarında yoğunlaşmaktadır. Yakıt hava karışımının içeriği, motorun çalışmadaki yüklenmesine göre değişmektedir. Her yüklenme koşulu (yük, devir sayısı, sıcaklık) için motor ekonomi durumunda veya güç durumunda çalıştırılmaktadır. GDI motorların özellikleri aşağıda kısaca verilmiştir (Şekil 6.8).

Akış yönünün emme havasına etkili olabilmesi için, emme kanalı hemen hemen dik olarak düzenlenmiştir.

Yakıtı 50 barlık basınçla püskürtme memesine gönderen yüksek basınçlı yakıt pompası kullanılmaktadır.

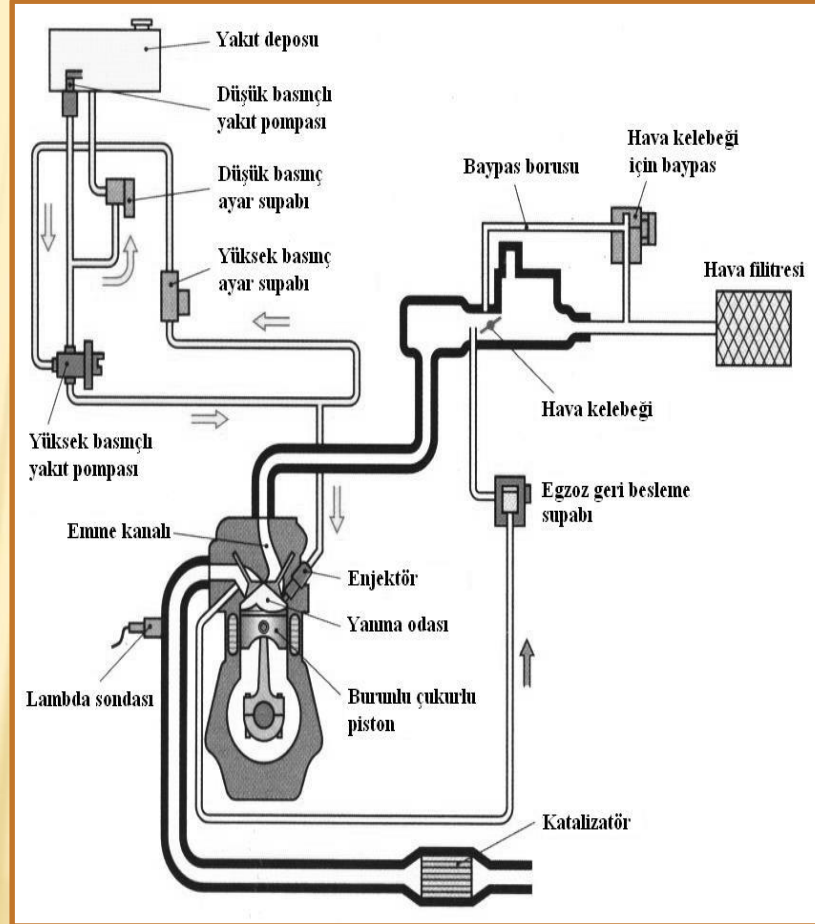
Helezon diskli, yüksek basınçlı püskürtme memesi, motorun her çalışma koşulu için, ekonomi veya güç modunda çalışabilmektedir.

Burunlu-çukurlu piston, kısmi yük ve tam yükte çalışmada yakıt-hava karışımının ve hava akışının yönlendirilmesinde etkili olmaktadır.

% 20'ye kadar daha az yakıt tüketimi sağlanmaktadır.

Düşük strok hacminden yüksek güç alınmaktadır.

% 20'ye kadar daha az CO₂ emisyonu vermektedir



YAKIT SİSTEMİ (ŞEKİL 6.8), DÜŞÜK BASINÇ (3,3 BAR) VE YÜKSEK BASINÇ (50,0 BAR) OLARAK İKİ KISMA AYRILMAKTADIR.

×

Yüksek basınç, mekanik çalışan ve emme eksantrik milinden ara mil yardımıyla tahrik edilen pistonlu pompa tarafından oluşturulmaktadır. Piston stroku 1 mm'dir. Pompa yapı elemanlarının yağlanması yakıtla sağlanmaktadır.

Yüksek basınç pompası yakıtı, yakıt deposu içine yerleştirilmiş düşük basınç pompası yardımıyla emmektedir. Basınç regülatörleri, düşük basınç hattında ve yüksek basınç hattındaki basıncı sınırlamaktadırlar.

Ekonomi durumunda çalışma: Genellikle motorun kısmi yük bölgesinde çok fakir yakıt-hava karışımıyla çalışılmaktadır ve $\lambda=2,7...3,4$ (yakıt-hava oranı 1:40...1:50) arasındadır. Böylece, özellikle düşük bir yakıt tüketimi sağlanmaktadır. Motorun yüklenme oranının artmasıyla, hava fazlalığı da $\lambda=1,0$ 'a kadar azaltılmaktadır. Örneğin, ivmelenmede $\lambda < 1$ olmaktadır.

Rölanti ve düşük yüklerde hava, by pass (geçiş) supabı üzerinden gaz kelebeğinin altına emilmektedir. Böylece, gaz kelebeğinin çok az açılmasıyla oluşan aralık kayıplarından kaçınılmaktadır.

Kısmi yük bölgesinde, motor fakir karışımla çalışmaktadır. Homojen karışımlarda, 1:40'lık karışım oranının ateşleme yeteneği olmamaktadır. Emme esnasında hava akımı, helezon şeklinde bir harekete sahiptir. Sıkıştırma zamanında bu hava akımı, pistonun burunlu ve çukurlu yapısıyla üste doğru yönlendirilmekte (Şekil 6.8) ve ek bir yuvarlanma hareketi oluşmaktadır. Sıkıştırma zamanının sonuna doğru ÜÖN'dan hemen önce, hareketli hava içerisine pistonun çukur yerine gelecek şekilde, minimum miktarda yakıt püskürtülmektedir (Şekil 6.8). Püskürtme memesindeki helezon disk yardımıyla, yakıt çok küçük zerreciklere ayrılmaktadır. Yanma odasında yoğun bir girdap hareketi oluşmakta ve piston çukuruna yönlendirilen hava ve yoğun yakıt bulutu farklı karışım oranlarına sahip tabakalar oluşturmaktadır (tabaka yükleme). Buji çevresinde, fakir tabakalar tarafından kuşatılan, zengin yakıt hava karışımı bulunmaktadır. Dıştaki tabakalar, sadece havadan ve yanması mümkün olmayan sıcak egzoz artıklarından oluşmaktadır. Buji çevresinde bulunan zengin yakıt hava karışımı, kıvılcım yardımıyla kolayca ateşlenmekte ve çevresindeki fakir karışımın da problemsiz tutuşmasını sağlayarak temiz ve stabil yanma gerçekleşmektedir.

Güç durumunda çalışma: Yüksek kısmi yük bölgelerinde by pass supabı kapalıdır ve hava, gaz kelebeği üzerinden verilmektedir. Yakıt, emme zamanında geniş bir huzmeyle püskürtülmektedir (Şekil 6.8). Çalışmada, içten soğutma iyileşmekte ve dolma etkinliği artmaktadır.

Sıkıştırma zamanında, burunlu-çukurlu piston, homojen yakıt hava karışımını ateşlemenin gerçekleştiği ana kadar bujiye doğru itmektedir. GDI düzeninde yer alan elektronik komuta cihazının yardımıyla, motor yüklendikçe fakir çalışmadan tam yükte çalışmaya geçilmekte, yani hava fazlalık katsayısı $\lambda=1...<1,0$ koşulu oluşmaktadır

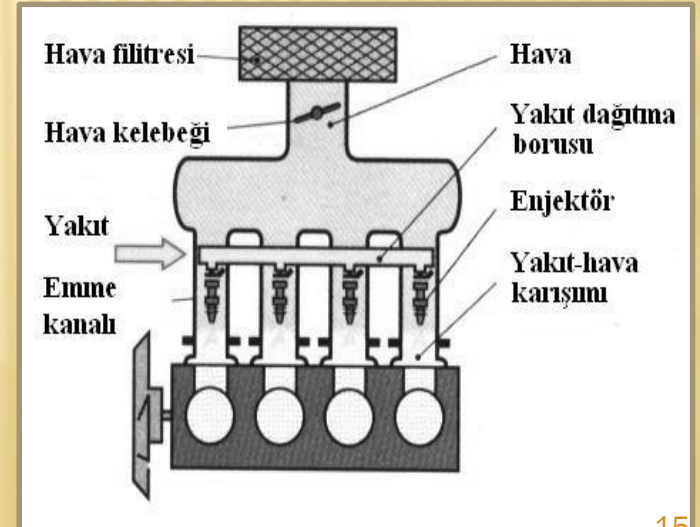
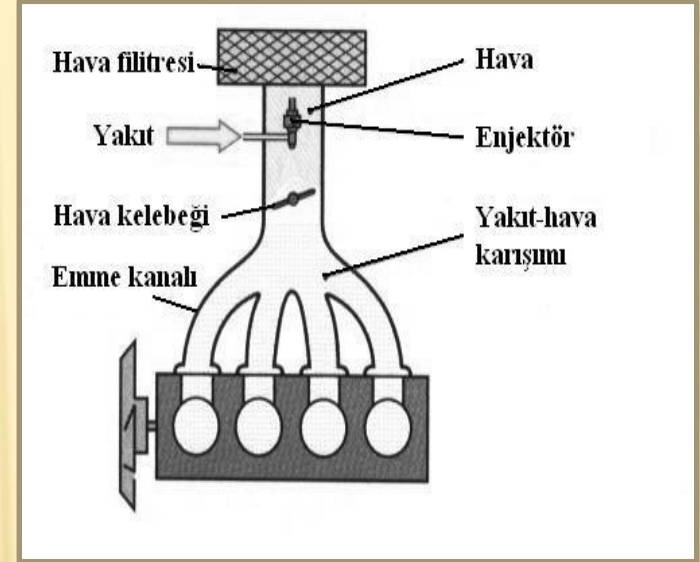
6.1.4.2. DOLAYLI BENZİN PÜSKÜRTME

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

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

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

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

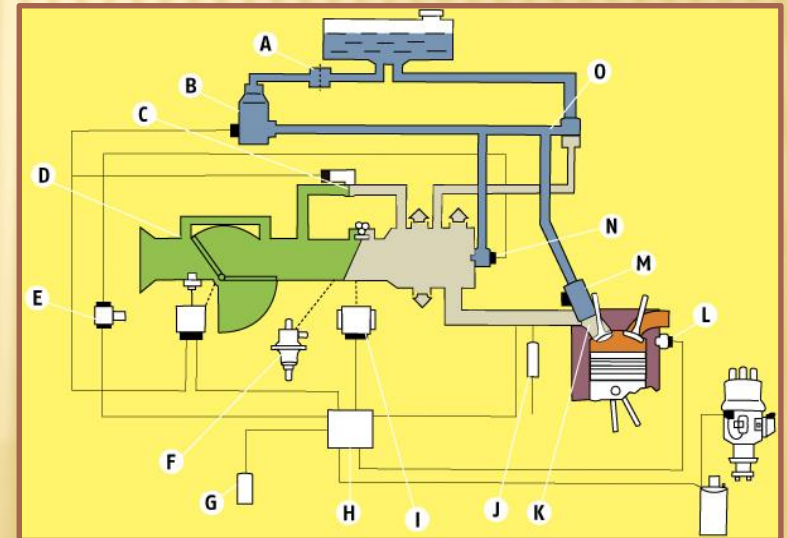
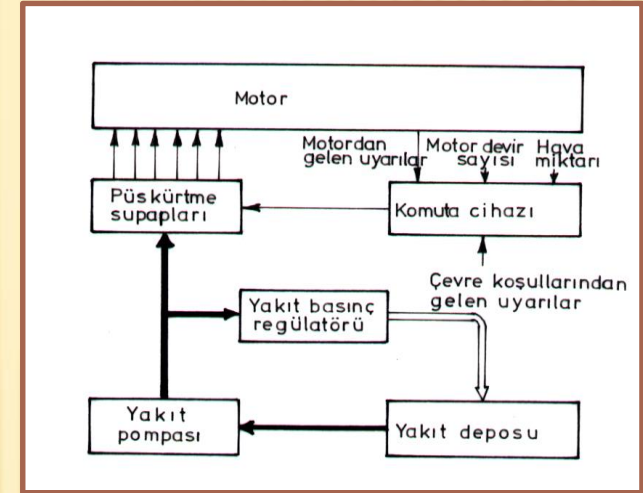


BENZİN PÜSKÜRTME DONANIMLARI

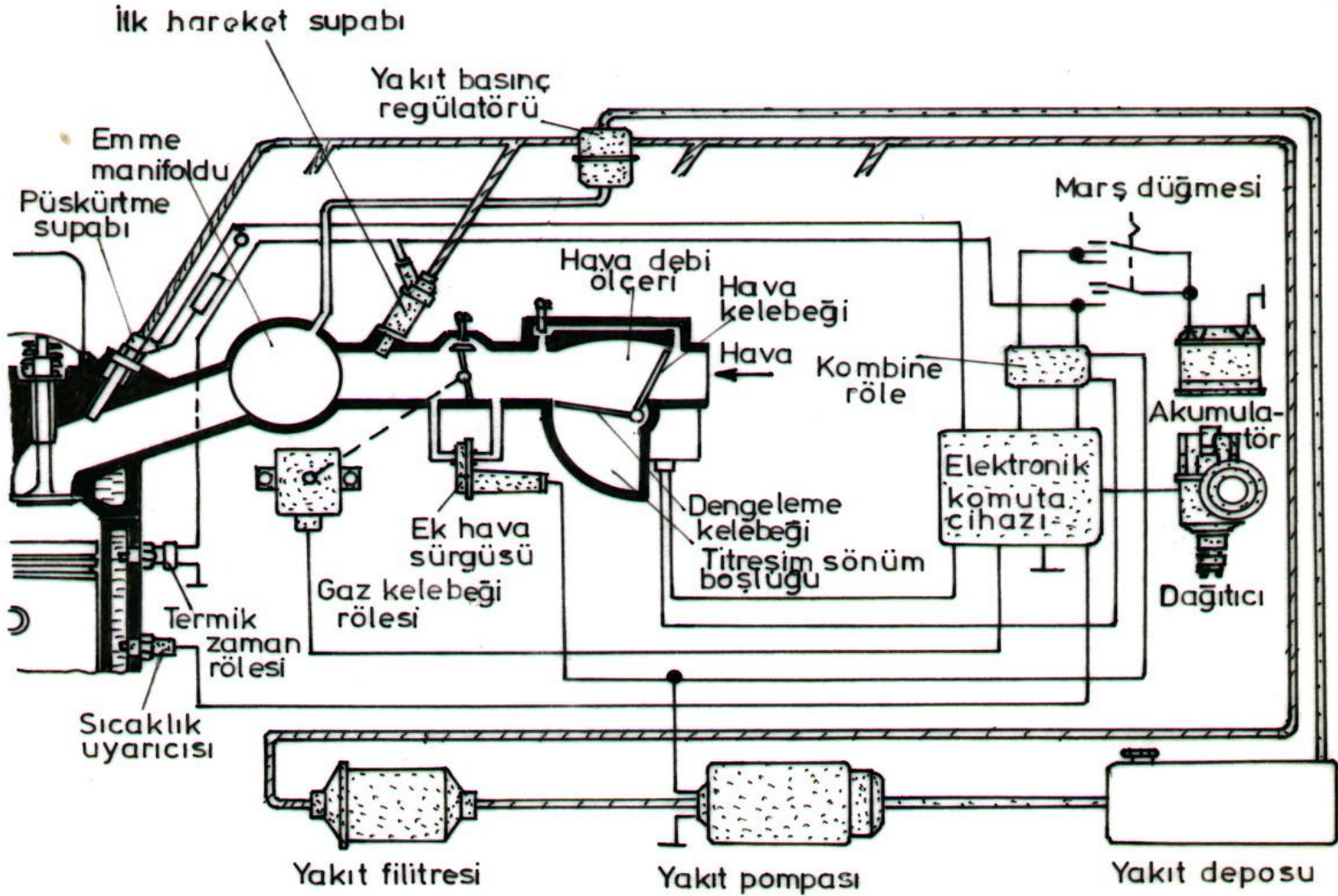
- ✘ Benzin püskürtme donanımları, değişik firmalar tarafından geliştirilerek çok sayıda uygulama tipi ortaya konulmuştur. Bunlardan önemli uygulamalar aşağıda verilmiştir:
- ✘
- ✘ Hava miktarı kumandalı (L-Jetronic) benzin püskürtme donanımı,
- ✘ Hava kütlesi ölçümlü (LMM) benzin püskürtme donanımı,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

6.1.4.3. L-JETRONIC BENZİN PÜSKÜRTME DONANIMI

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



ŞEKİL 6.13. BOSCH FİRMA SI TARAFINDAN GELİŞTİRİLEN L-JETRONİC BENZİN PÜSKÜRTME DONANIMI.



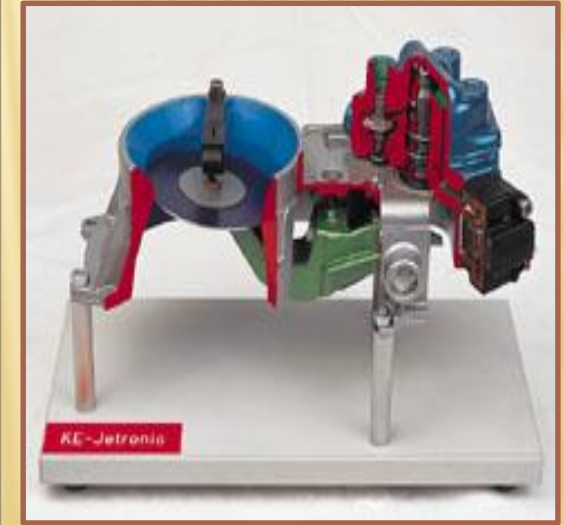
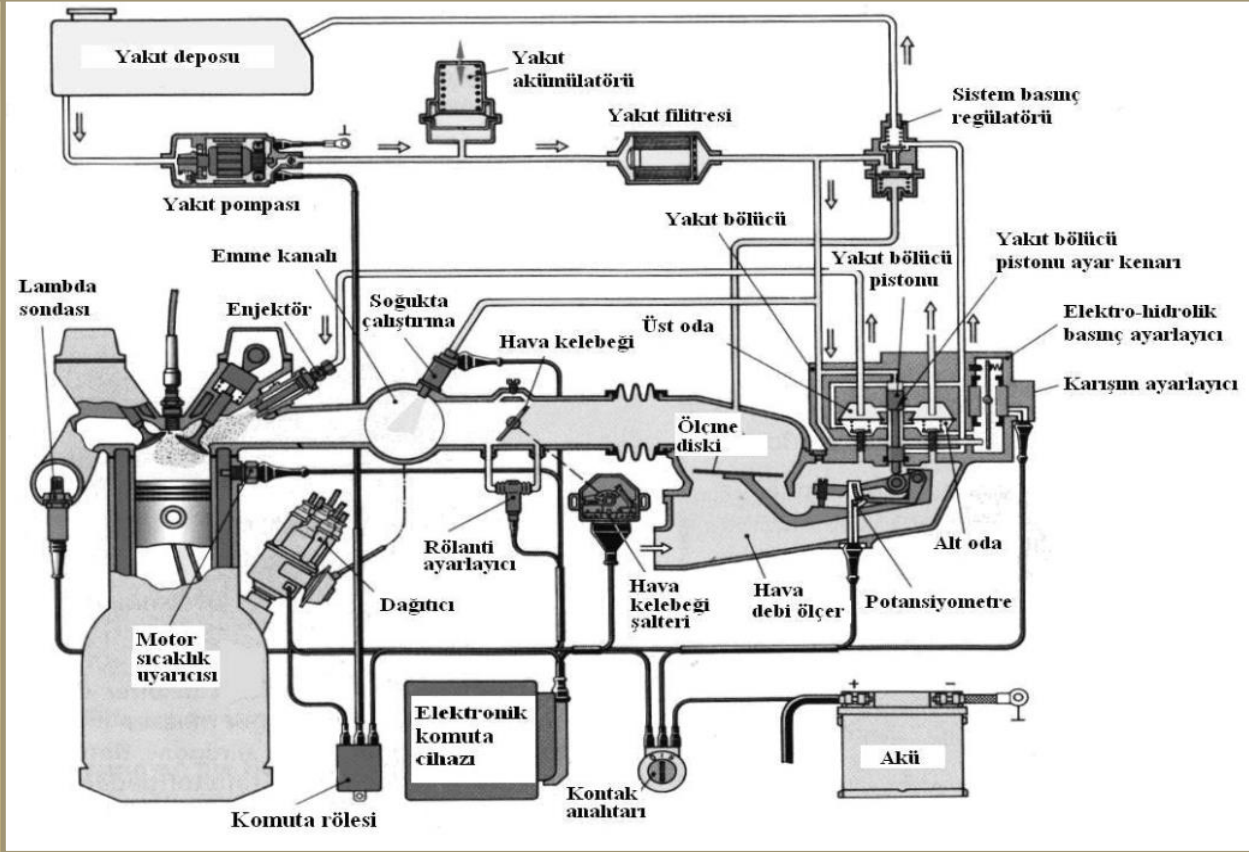
6.1.4.4. SÜREKLİ ELEKTRONİK (KE-JETRONİK) BENZİN PÜSKÜRTME DONANIMI

KE-Jetronic; **dolaylı, merkezi olmayan, sürekli, çok nokta püskürtmeli, elektronik kumandalı** bir püskürtme sistemidir. Ana kumanda büyüklükleri, hava miktarı (motor yükü) ve devir sayısıdır. KE-Jetronic, ana sistem olarak mekanik-hidrolik yapıya olup ek olarak elektronik kumandalıdır (Şekil 6.19). Görevi, motorun yüklenme durumuna (yakıt bölücünün alt bölümündeki basınç değişimine) bağlı olarak yakıt miktarını değiştirmektir.

KE-Jetronic benzin püskürtme donanımında yer alan başlıca organlar; yakıt hazırlama sistemi, karışım hazırlama düzeni, elektronik komuta cihazı ve uyarıcılar olmaktadır (Şekil 6.19).

Yakıt hazırlama sistemi; depo, yakıt pompası, filtre, sistem basınç regülatörü, yakıt akümülatörü ve püskürtme supaplarından oluşmaktadır. Yakıt pompası depodan aldığı yakıtı, yakıt akümülatörü, filtre ve sistem basınç regülatörü üzerinden karışım hazırlama düzenine göndermektedir.

Yakıt akümülatörü, motor durdurulduktan sonra, yakıt sistemindeki basıncı belirli bir süre için korumaktadır. Böylece, sıcak motorda ilk hareket kolaylaşmaktadır. Akümülatör bir membranla, yay bölümü ve yakıt depolama bölümü olarak iki kısma bölünmektedir. Depolama bölümü, pompa çalıştığı sürece, yakıtla dolu olmaktadır. **Mercedes, audi, VW caddy**



6.1.5. EGZOZ GAZINDAKİ ZARARLI BİLEŞENLERİN AZALTILMASI

×

6.1.5.1. Tanımlamalar

×

×

Havanın trafikteki egzoz gazı zararlı bileşenleriyle yüklenmesi nedeniyle, yasa ve yönetmelikler egzoz gazındaki zararlı bileşenlerin azaltılmasını öngörmektedir. Karbon-hidrojen bileşiklerinden oluşan motor yakıtlarının, oksijenle tam yanması sonucu, yalnızca su buharı (H_2O) ve karbondioksit (CO_2) açığa çıkmaktadır. Yüksek miktardaki CO_2 iklim değişikliği etkisi göstermektedir.

×

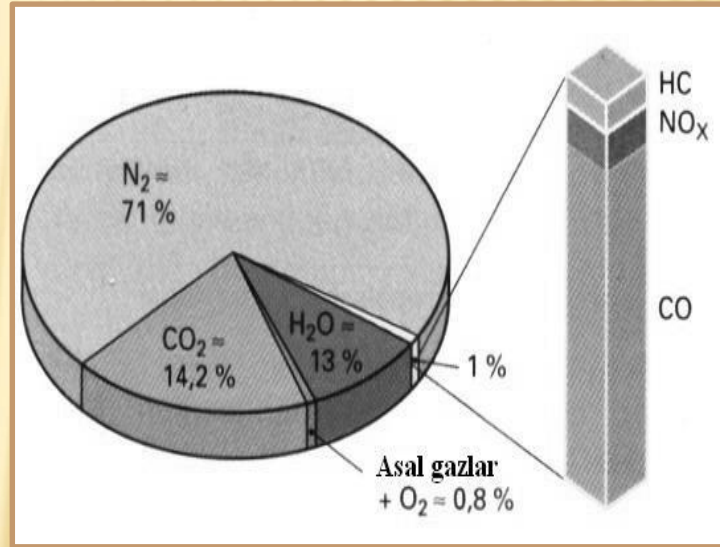
×

Motorda yakıtın eksik yanmasıyla, H_2O ve CO_2 yanında CO , yanamayan HC , NO_x , kurşun ve artı maddeler oluşmaktadır. Orta yük ve orta devir sayılarında egzoz gazındaki zararlı bileşenlerin oranı; normal çalışma sıcaklığındaki içten patlamalı motorda egzoz gazının % 1'i kadardır (Şekil 6.24).

×

×

Şekil 6.24. Egzoz gazının bileşenleri.



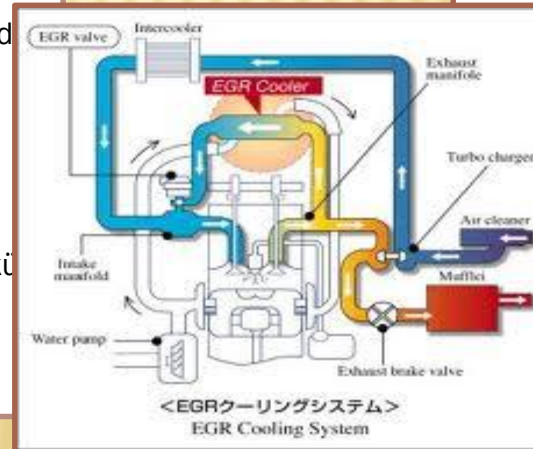
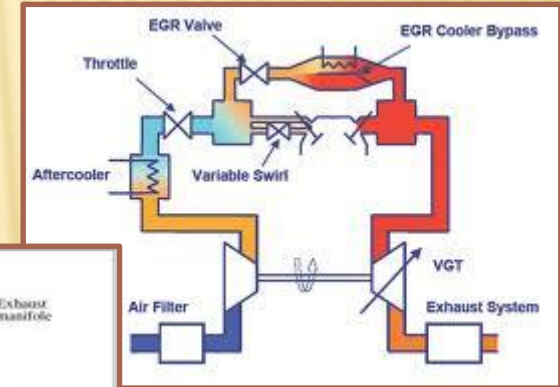
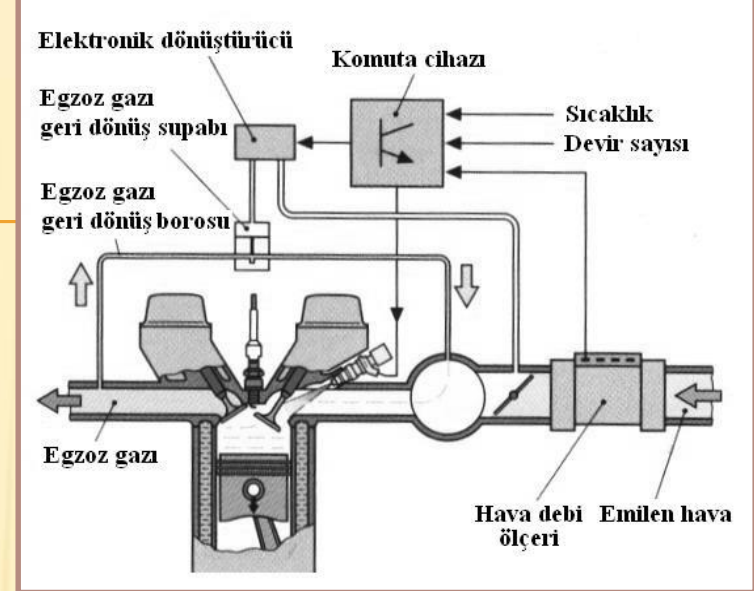
6.1.5.3. EGZOZ GAZININ GERİ EMİLMESİ

Egzoz gazını geri emmede, egzoz gazının bir kısmı egzoz manifoldundan alınarak emme borusunda yakıt hava karışımına verilmektedir (Şekil 6.26). Bu işlemle, silindire daha az yakıt hava karışımı alınması sağlanmaktadır. Karışıma ilave edilen egzoz gazı, yanmaya katılmadığı için yanma sıcaklığı düşmektedir. Böylece, yanma odasında çok daha az NO_x (% 60'a kadar) oluşmaktadır. Yakıt hava karışımına katılan egzoz gazı miktarı arttıkça, gerek yanamayan HC bileşikleri gerekse yakıt tüketimi yükselmektedir. Her iki faktör, karışıma katılacak egzoz gazı miktarını (en fazla % 15...20) sınırlamaktadır. Yüksek egzoz gazı oranlarında motorun çalışma sesi de kötüleşmektedir.

Egzoz gazının yakıt hava karışımına katılması, kısmi yük bölgelerinde ve $\lambda \approx 1$ iken uygulanmaktadır. Soğuk ilk hareket, sıcak çalışma, ivmelenme, tam yük gibi çalışmalarda NO_x oluşturmayan zengin yakıt hava karışımı yanarken, bu işlem durdurulmaktadır. Rölantide motorun çalışma sesi nedeniyle egzoz gazının geri emilmesi kesilmektedir.

Egzoz gazının geri emilmesi ayarı için, egzoz manifoldu ve emme borusu arasındaki egzoz emme hattında egzoz iletim supabı bulunmaktadır. Egzoz gazının yakıt hava karışımına eklenme miktarı; motor sıcaklığı, motor yükü ve devir sayısına bağlı olarak ayarlanmaktadır.

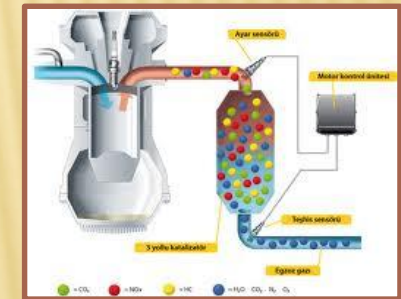
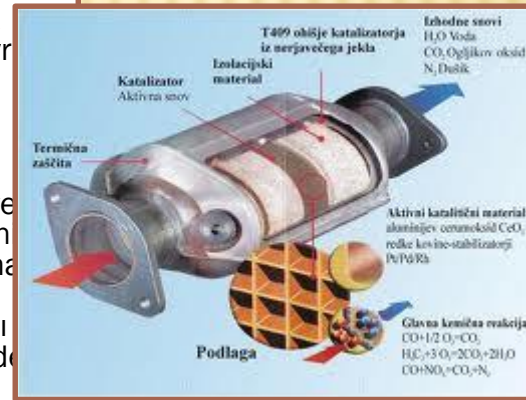
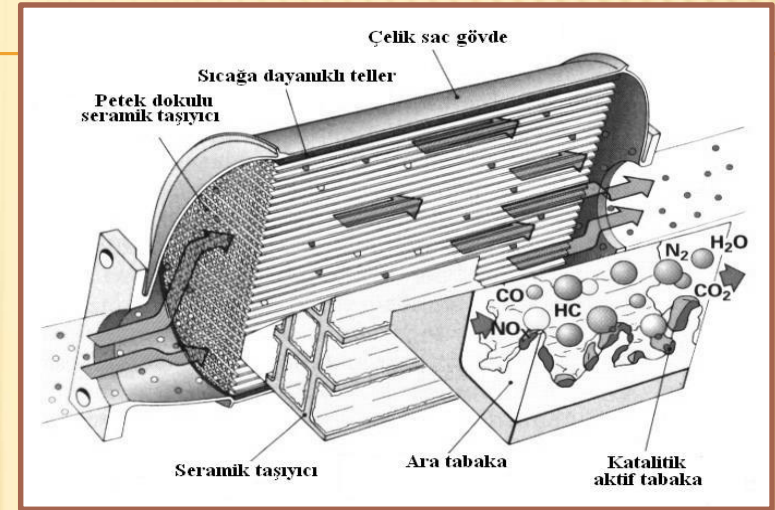
Opel astra, corsa, focus c-max



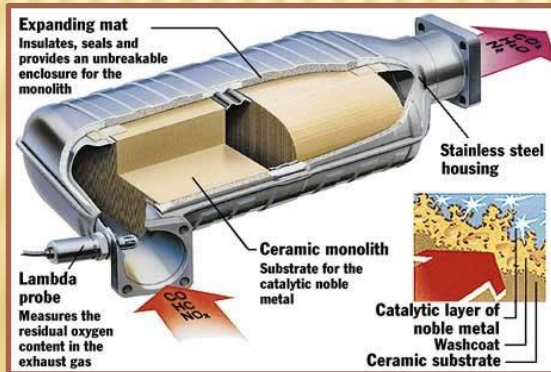
6.1.5.4. EGZOZ GAZININ KATALİZATÖRDE TEMİZLENMESİ

- ✘
- ✘ Egzoz gazının temizlenmesi; yanma sonucu oluşan zararlı egzoz bileşenlerinin yanma odasından uzaklaştırılması ve tamamen yada kısmen zararsız maddelere dönüştürülmesidir. Bu işlemler için kullanılan katalizatörler, zararlı bileşenleri kimyasal yollarla zararsız maddelere dönüştürmektedirler.
- ✘
- ✘ Katalizatörler; seramik (Al-Mg silikat) veya metal taşıyıcı, ara tabaka ve katalitik aktif tabaka olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Şekil 6.27). taşıyıcı, egzoz gazının geçtiği binlerce kanaldan oluşmaktadır. Seramik taşıyıcıdaki kanallar çok delikli bir ara tabakadan oluşmaktadır. Bu yapıyla katalizatörün üst yüzeyinin etkinliği 700 kez artırılmıştır. Ara tabaka üstünde platin, rodyum ve plodyumdan oluşan katalitik etkili tabaka yer almaktadır.

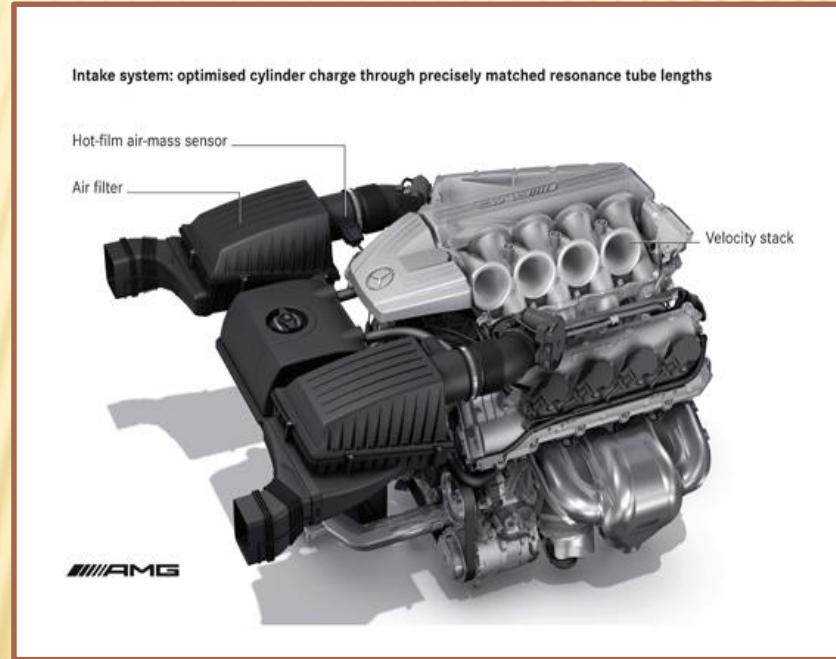
- ✘
- ✘ **Uygulamada en yaygın olarak kullanılan katalizatörler, tek yataklı-üç yollu katalizatörlerdir.** Bu katalizatörlerde, üç ayrı kimyasal dönüştürme işlemi aynı muhafaza içinde ve aynı zamanda yapılmaktadır. Kimyasal dönüştürme işlemleri sırasında; oksijen serbest bırakılarak NO_x azota dönüştürülmekte, CO'ye oksijen verilmesiyle CO_2 oluşturulmakta ve HC bileşiklerine oksijen verilerek CO_2 ve H_2O oluşturulmaktadır. Bu kimyasal dönüştürme işlemlerin yapılabilmesi için; katalizatörün çalışma sıcaklığına ulaşma ve yakıt-hava karışımının yaklaşık teorik karışım oranında ($\lambda=1$) olması gereklidir. Katalizatör, egzoz gazındaki zararlı bileşenleri, hava fazlalık katsayısının çok dar bir bölgesinde en uygun şekilde dönüştürebilmektedir.
- ✘
- ✘



- ✘ **Lamda sondası:** Sinyal elemanı olarak kullanılan lamda sondası, katalizatörden önce yerleştirilmektedir. Lamda sondası, egzoz gazındaki oksijen miktarına uygun olarak kumanda cihazındaki ayarlayıcıya gerilim sinyali göndermektedir. Bu sinyal püskürtme sisteminin kumanda cihazındaki ayarlayıcıda önceden verilen standart değerle karşılaştırılmaktadır (örneğin, $\lambda=1$ için 500 mV). Egzoz gazındaki oksijen miktarı düşük ise sonda gerilimi 800...900 mV arasında değişmektedir. Buna göre, kumanda cihazının ayarlayıcısı zengin karışım ($\lambda < 1$) miktarını belirleyerek kesikli çalışan püskürtme düzeninde püskürtme supabının açık kalma süresini azaltmaktadır. Böylece, $\lambda=1$ 'lik hava oranı elde edilinceye kadar karışım fakirleştirilmektedir. Egzoz gazındaki oksijen miktarının yüksek olması karışımın fakir ($\lambda > 1$) olduğunu göstermektedir. Sonda gerilimi 100...300 mV arasında değişmektedir. Bu durumda kumanda cihazı, $\lambda=1$ 'lik karışım oranı sağlanıncaya kadar püskürtme süresinin uzatılmasını dolayısıyla karışımın zenginleştirilmesini sağlamaktadır. Karışımın fakirleştirilme ve zenginleştirilme arasındaki ayarlama belirli bir frekansta otomatik olarak tekrarlanmaktadır.
- ✘
- ✘ Lamda ayarının yapılabilmesi için; sonda sıcaklığının 300°C'den yüksek olması, motorun rölanti veya kısmi yük bölgesinde çalışması ve motor sıcaklığının 40°C'den yüksek olması gerekmektedir.
- ✘



- ✘ İkinci hava sistemi (SLS): Motorun soğuk ve sıcak çalışma durumlarda üç yollu katalizatör tam olarak çalışmamaktadır.
- ✘
- ✘ Katalizatörden önce egzoz manifolduna verilen hava ile bu çalışma koşullarında ($\lambda < 1$) egzoz gazındaki HC ve CO yanmayla azaltılmaktadır. İkinci hava sisteminin yardımıyla soğuk ilk hareketten sonra, katalizatör hızla optimum çalışma durumuna ulaşmaktadır. Mercedes, cadillac



571 PS ENTWICKELTT DER 6,3 LİTER V8 MOTOR İM SLS (FOTO: MERCEDES-BENZ)

- ✘ **Teşhis bordu (OBD):(On Board Diagnostic)** Bu sistem, motor kumanda sistemiyle birleştirilmiş teşhis sistemidir. Burada, motorun her çalışma koşulunda egzoz gazı akış sistemi ve buhar emisyonları gözlenmektedir. Sistemde ortaya çıkan hatalar kumanda cihazında depolanmaktadır. Ayrıca hatalar kontrol ışığı olarak sürücüye de bildirilmektedir. Teşhis bordu tarafından katalizatörün etki derecesi, lambda sondasının çalışması, yanmanın durması, egzoz geri verme işlemi, ikinci hava sisteminin çalışması gözlenmektedir. **Opel corsa, honda, ford, fiat**



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