

## BENZİN MOTORLARI

### Ref. e-makaleleri, Rafineri Prosesleri

Bir benzin (veya dizel) motorunun görevi yakıtı hareket haline dönüştürmektir. Bunun en kolay yolu yakıtı motor içinde yakmaktır; yanma motorun içinde olduğundan buna "iç yanmalı motor" denir. İç yanmalı motorlar çeşitlidir; benzinli araba motorları, benzinli uçak motorları, dizel motorları, gaz türbin motorları ve iki zamanlı motorlar örnek olarak verilebilir.

(Yakıtın-kömür, odun, yağ gibi-motorun dışında yandığı sistemler de vardır; bunlar "dış yanmalı motorlar" olarak tanımlanır. Örneğin, buhar motorlarındaki yakıt motorun dışında yanar, üretilen buhar motorda harekete dönüştürülür. )

İç yanmalı motorlar daha verimlidir ve daha küçük olduğundan arabalarda tercih nedenidir. Dört-zamanlı (strok) motorlarda bir devir (saykıl) dört işlemde sonra tamamlanır; emme (veya giriş), sıkıştırma, yanma ve eksoz strokları.

Benzin motorları konvansiyonel ve ileri teknoloji (benzin-elektrik hibrid ve yakıt pili sistemli) motorları olmak üzere iki grupta toplanabilir. Günümüzdeki motorların çoğu konvansiyonel tip motorlardır.

Benzin motorlarında dört temel sistem bulunur; hava, yakıt, eksoz ve motor/emisyon kontrol sistemi. Hava sistemi motorun emme borusuna gerekli hava-yakıt karışımını sağlar. Yakıt sisteminin görevi aracın deposundan benzinin alınıp emme borusuna taşınması ve gerekli miktarda hava ile karışmasının sağlanmasıdır. Eksoz sistemi motorda yakıtın yanmasıyla oluşan gazları atmosfere atar. Modern araçlardaki bilgisayarlı motor/emisyon kontrol sistemleri dengeli yüksek güç, yüksek yakıt ekonomisi ve düşük emisyon seviyeleri sağlar.

Konvansiyonel benzin motorları iç-yanmalı ve kıvılcım-çakmalı motorlardır, yakıt kapalı bir odacıkta (silindir içindeki) yanar. (Dizel motorları da iç-yanmalıdır, ancak bunlarda yakıt kıvılcım-çakmayla değil, sağlanan yüksek basınç ve yüksek sıcaklıklarda kendiliğinden tutuşur.)

Benzin motorlarının çoğu dört zamanlıdır; herbir strok pistonun silindir içinde aşağı veya yukarı doğru hareketiyle sağlanır; pistonun her yarım hareketi bir stroku gerçekleştirdiğinden tam bir çevrim pistonun tam iki hareketi sonunda

gerçekleşir. Yukarı harekette pistonun ulaştığı en üst nokta 'üst ölü nokta'dır; bu noktada ile silindirin tepesi arasında az bir boşluk vardır. Pistonun en altta olduğu nokta ise 'alt ölü nokta' olarak tanımlanır.

Silindire, piston üzerindeki boşluğa emilen yakıt-hava karışımı ve silindirden atılan yanma ürünleri silindir emme ve eksoz valfleriyle sağlanır; silindir üstünde kalan boşluğa 'yanma odacığı'denir.

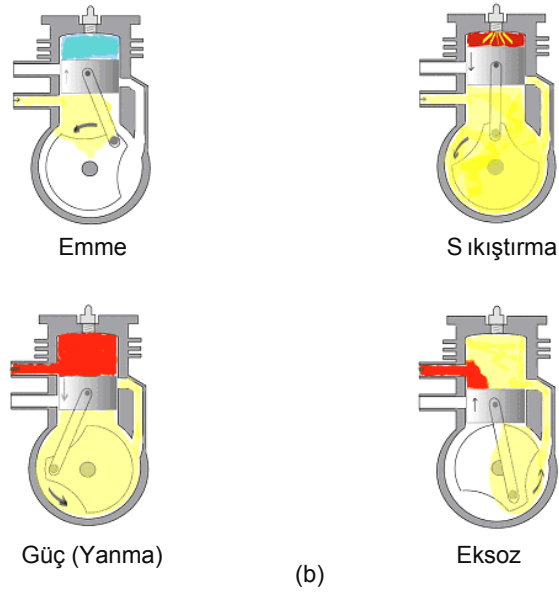
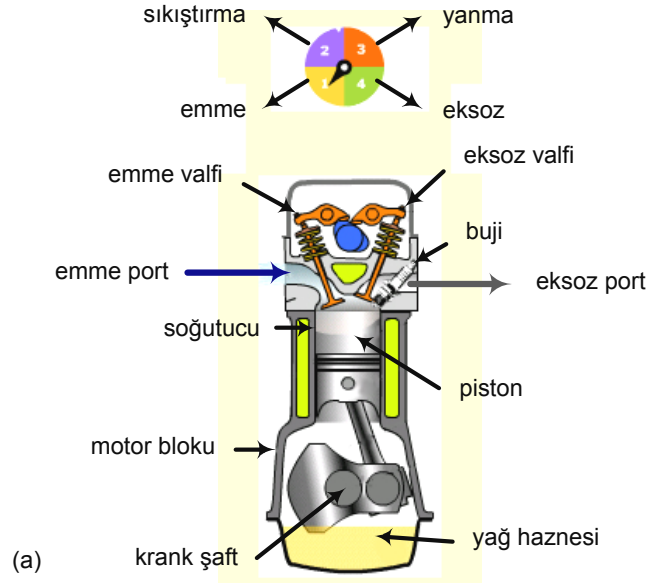
Bir motorun 'sıkıştırma oranı', yanma odacığının, piston alt ölü noktada iken hacminin, piston üst ölü noktadaki hacmine oranıdır.

- Emme stroku; piston üsttedir; emme valfi açılır, piston aşağı doğru hareket eder, silindire yakıt-hava karışımı dolar.
- Sıkıştırma stroku; piston yukarı doğru harekete başlar; silindirdeki hava-akıt karışımı sıkıştırılır.
- Yakma stroku; piston üst ölü noktaya ulaşırken bir kaynakla ateşleme yapılır ve yakıt yanar; yanma sonucu oluşan gazların basıncı pistonu aşağı doğru iter.
- Eksoz stroku; piston dipteki seviyesine indiğinde eksoz valfi açılır, yanma gazları eksoz valfinden silindiri terk eder.

Bu işlem tamamlandıktan sonra motor ikinci saykıla hazırdır; işlem, tekrar emme strokundan başlayarak devam eder. Hava-yakıt karışımındaki yakıtın tam yanması stökiyometriktir, dolayısıyla hava ve yakıtın miktarları çok önemlidir; ve ideal hava/yakıt oran 14.7/1 dir ve eksoz gazları emisyonları yönünden bu oranın kontrol altında tutulması gerekir.

Hava motora bir filtreden geçirildikten sonra emme valfiyle çekilir. Karbüratörlü sistemlerde hava ve buharlaştırılan yakıt karbüratörde homojen bir karışım oluşturacak şekilde karıştırıldıktan sonra emme valfinden silindire girer. Karbüratörler, her tür çalışma koşullarına göre kalibre edilmeleri zor olduğundan koşullar değiştiğinde yakıt akışını gerektiği gibi kontrol edemezler.

Yakıt injeksiyonlu motorlarda yakıt, silindire emilmek üzere olan havanın içine bir noktadan injekte edilir ve silindire yakıt-hava karışımı halinde girerler. İnjektörün bulunduğu nokta yönünden değişik yakıt injeksiyon sistemleri vardır.



(a) Bir pistonlu benzin motorunda bir silindirin tanımı, (b) Dört zamanlı bir motorda strokların şematik görünümü

Yakıt injeksiyon sisteminin karbüratör sistemine göre en önemli avantajı silindirlere daha düzenli yakıt akışı sağlanması ve karbüratör buzlanmasının olmamasıdır.

Dezavantajları ise hareketli parçaların fazlalığı, injektör yollarının çok dar olması ve tıkanma olasılığının yüksekliği ve buhar tıkanması eğiliminin fazlalığıdır.

Motordaki yanma gazları eksoz sistemiyle dışarı atılır. Eksoz sistemi dört kısımdan oluşur; eksoz manifoldu, eksoz borusu, eksoz borusuna bağlı katalitik konverter ve susturucu.

Katalitik konverter emisyon kontrolü için geliştirilmiş olan ve 1975 yılından sonraki benzinli araçlarda kullanılmaya başlanan bir sistemdir. Platin, pallyum ve rodyum içeren katalizörlerle eksoz gazlarındaki çevre kirletici gazlar kimyasal reaksiyonlarla zararsız bileşiklere dönüştürülür; örneğin, karbon monoksit ve uçucu organik bileşikler oksitlenerek karbon dioksit ve suya çevrilir.

**Motor Gücü:** Bir motorun gücü dizaynına bağlıdır. Genellikle motora giren hava miktarının artması motor gücünü artırır. Temel dizayn kriterleri motorun yerleşim şekli, sıkıştırma oranı ve süperşarjer veya turboşarjer oluşudur. Gücü etkileyen diğer etkenler her silindirdeki valf sayısı ve kıvılcım çakma zamanıdır. Değişik derecelerdeki benzinlerin ısı değerleri aynı olduğundan, antiknok performansı (yani oktan sayısı) değişmedikçe, aynı motorda üretecekleri güç de aynı olur.

**Yakıt ekonomisi:** 100 kilometre için tüketilen yakıt litresiyle (L/100 km) tanımlanır. Yakıt ekonomisini belirleyen faktörler yakıtın ısı değeri, üretildiği rafineri ve mevsimlere göre yapılan formülasyonlar ile kullanıldığı aracın ağırlığı, aerodinamik yapısı, yakıt sistemi, motor dizaynı ve yol durumudur. Ancak yolda yapılan testler kullanılan benzinin ekonomikliğini ölçmede sağlıklı sonuç vermez; çünkü yolun durumu ve hız gibi çeşitli faktörler yakıt ekonomisini etkileyen parametrelerdir. Doğru sonuç kontrollü laboratuvar koşullarında alınır.

## JET MOTORLARI

Türbinler, hareketli bir akışkanın kinetik enerjisini mekanik enerjiye çeviren sistemlerdir. Hareketli akışkan su, buhar, hava veya sıcak gazlar olabilir; akarken, bir rotoru döndürür, rotor iş üreten bir ekipmanı harekete geçirir. Buhar türbinlerinin elektrik üretiminde kullanımı çok yaygındır.

Uçak gaz türbin motorları, yakıtın kapalı bir hücrede yakılmasıyla sıcak ve basınçlı gaz üretilir. Motordan çıkan gaz bir türbini döndürür, türbin de bir kompresörü harekete geçirerek motora giren havayı sıkıştırır. Sıcak ve basınçlı gaz motoru yüksek bir hızla terk ederken uçağı ileri doğru iten büyük bir itici kuvvet (thrust) oluşturur. Uçak türbin motoruna bazen reaksiyon motoru da denir; çünkü Newton'un Üçüncü Kanununa tipik bir örnektir. Üçüncü kanuna göre "her harekete karşı, o harekete eşit fakat zıt bir reaksiyon vardır". Burada hareket, motorun arkasından sıcak eksoz gazının atılması, reaksiyon ise motoru, dolayısıyla uçağın ileri doğru fırlatan kuvvettir. Gaz türbin motorları farklı fonksiyonları olan üç kısımdan oluşur:

**Sıkıştırma Kısım:** Çevre havasını çeker, sıkıştırır ve sıkıştırılmış havayı yakma kısmına verir.

**Yakma Kısım:** Sıkıştırılmış havanın içine, bir dizi nozulla sürekli olarak yakıt injekte edilir, sıcak havayla karışan yakıt buharlaşır ve yanar, sonra sıcak yanma gazları, kompresör çıkışındaki yüksek basınçla türbin kısmına itilir.

**Türbin Kısım:** Bu kısımda bir seri stator (sabit) ve rotor (hareketli) kanat çiftleri vardır. Gaz akımı önce stator kanatlara çarpar, hızlanır ve oradan hareketli rotor kanatlara yönelir, çarpar ve kanatları çevirir; bu hareket türbinlere ve kompresöre iletilir. Son olarak sıcak yanma gazları ve hava karışımı motorun arkasındaki bir nozuldan hızlandırılarak atılır; bu eksoz akımının yarattığı karşı kuvvet (thrust) uçağı hareket ettirir.

Yanma olayı bir dizi oksidasyon reaksiyonlarıdır; ısı ve ışık açığa çıkar, karbon dioksit ve su oluşur. Türbin motorlarında yanmayı başlatacak 'tutuşturucular' bulunur; ilk tutuşma sağlandıktan sonra alev sürekli olarak yakıt injekte edilerek yanma devam ettirilir.

## DİZEL MOTORLARI

Dizel motorları pek çok yönlerden benzin motorlarına benzer; her ikisi de iç-yanmalı motordur, her ikisinin ve pek çok tipi dört zamanlıdır. Dizel ve benzin motorları arasında dört temel farklılık sayılabilir:

- Benzin motorunda yakıt, silindire çekilen havanın içine injekte edilir (veya karbüratörlü sistemlerde karbüratörde karıştırılır) ve hava-yakıt karışımı silindire emilir. Dizel motorunda silindire önce hava verilir, hava silindirde sıkıştırılır, sonra sıkıştırılmış havanın içine yakıt injekte edilir.
- Benzin motorunda hava-yakıt karışımı bir kıvılcım oluşturularak tutuşturulur; yani benzin motoru kıvılcım-yanmalı motordur. Dizel motorunda pistonla emilen hava sıkıştırılarak yüksek basınç ve dolayısıyla yüksek sıcaklıkta bir ortam hazırlanır; buraya püskürtülen yakıt herhangi bir araca gerek olmadan kendiliğinden tutuşur. Bu özelliği nedeniyle dizel motorlarına sıkıştırma-yanmalı motorlar denir.
- Benzin motorunun gücü, silindire emilen yakıt-hava miktarının bir klape (throttle) ile değiştirilmesiyle kontrol edilir. Oysa dizel motorunda güç, silindire giren havanın miktarıyla değil, sıkıştırılmış havanın içine injekte edilen yakıt miktarıyla, dolayısıyla yakıt-hava oranının değiştirilmesiyle kontrol edilir. Bu özellik dizel motorlarında yakıt ekonomisinin benzin motorlarından daha büyük olmasının önemli nedenlerinden biridir.
- Benzin motoru stökiyometrik miktarlarla olarak çalışır; silindire emilen yakıt-hava oranı sabittir, yani yakıtın tamamının yanmasının sağlayacak kadar hava vardır. Dizel motorunda ise injekte edilen yakıtın yanması için gerekli olandan daha fazla hava bulunur.
- Dizel motorunun temel avantajı termal verimin  $>50\%$  gibi oldukça yüksek bir değere ulaşmasıdır. En iyi benzin motorunda bile termal verim  $30-33\%$  arasındadır. Dolayısıyla dizel motorları yakıt ekonomisi yönünden benzin motorlarından daha avantajlıdır.

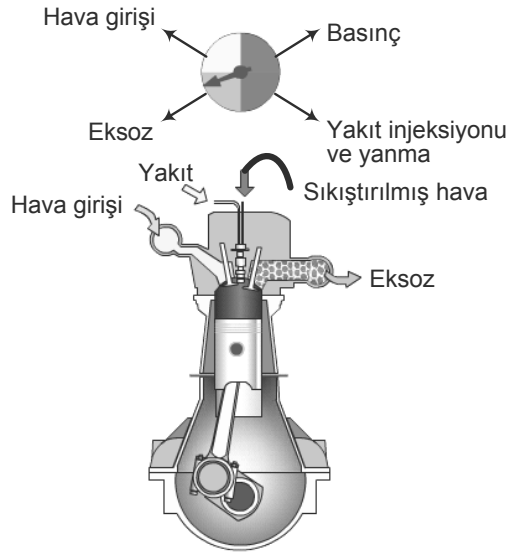
Günümüzde kullanılmakta olan dizel motorlarının çoğu dört zamanlı pistonlu motorlardır;

**Emme (intake) stroku;** silindir piston içindeki en üst konumundan en alt konumuna doğru hareket ederken emme valfi açılır ve silindire hava dolar.

**Sıkıştırma (compression) stroku;** emme valfi kapanır, piston silindirde yukarı doğru yükselmeye başlar, pistonun ilerlemesiyle içerdeki havanın sıkışması artar ve dolayısıyla sıcaklığı da yükselerek  $540^{\circ}\text{C}$ 'nin üstüne çıkar. Sıkıştırma strokunun sonuna yakın bir noktada silindire yakıt injekte edilir ve çok kısa bir süre sonra yakıt kendiliğinden tutuşur.

**Genişleme veya güç (expansion veya power) stroku;** yakıtın yanmasıyla oluşan sıcak yanma gazları silindirdeki basıncı daha fazla artırarak pistonu aşağı doğru inişe geçirir.

**Eksoz stroku;** piston silindirdeki en alt konumuna ulaştığında eksoz valfi açılır, pistonun yukarı doğru hareketi başlar, bu süreçte silindirdeki yanma ürünleri eksoz valfinden dışarı atılır.



*Bir dizel motorunda bir silindirin tanımı*

## **Sıkıştırma Oranı**

Bir motor için en önemli parametre sıkıştırma oranıdır; sıkıştırma strokunun başladığı noktadaki (alt ölü nokta) silindir hacminin, sıkıştırma strokunun sonlandığı noktadaki (üst ölü nokta) silindir hacmine oranıdır. Sıkıştırma oranı arttıkça sıkıştırma strokunun sonunda silindirdeki havanın sıcaklığı da artar. Yüksek sıkıştırma oranları daha yüksek termal verim, dolayısıyla daha fazla yakıt ekonomisi sağlar. Benzin motorlarında ise durum farklıdır; yakıt-hava karışımının bir kıvılcımla tutuşması gerekir ve daha düşük sıkıştırma oranları uygulanır; kendiliğinden tutuşma halinde vuruntu denilen ve silindire zarar veren darbeler meydana gelir.

## **Yakıt İnjeksiyonu**

Pistonun silindir içinde üst ölü noktaya ulaşmasına çok az kala sıcak ve sıkıştırılmış hava içine yakıt injekte edilir. Yakıtın düzenli ve tam olarak yanabilmesi için buharlaşması ve havanın içinde çok iyi bir şekilde dağılması gerekir. Aksi halde emisyon gazlarındaki hidrokarbonlar ve tanecik maddeler artar. Silindire injekte edilen yakıt stökiyometrik miktarlardan daha az olmalıdır; mevcut koşullarda yakıt ile silindirdeki havanın tamamen karışması için hava miktarının fazlasına gerek vardır. Yakıt bir nozuldaki yüksek basınçtaki (>200 MPa) yanma odacığına injekte edilir; injeksiyon sistemi yakıtı, hemen buharlaşıp hava ile kolayca karışması için ince spreyle ve damlacıklar halinde püskürtür.

Dizel motorlarının (ve benzin motorlarının) gücü silindirlere giren havayla sınırlandığından gücün artırılması için havanın da artırılması gerekir. Turboşarj ve süperşarj dizel motorlarda hava bir kompresörle basınçlandırdıktan sonra motora verilir; havanın yoğunluğu, dolayısıyla miktarı artırılır. Böylece daha fazla yakıt injeksiyonu yapılabilir ve yakıt-hava oranı değiştirilmeden motorun gücü artar.