

## DENEY 5

### MOTOR PERFORMANS PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

**Amaç :** Motor parçaları ve motor yapısının incelenmesi. Tek Silindirli bir dizel motorunun performans parametrelerinin (Tork, Güç, mil verimi ve yakıt Tüketiminin) deneysel olarak incelenmesi.

#### 1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorlar, yakıtın kimyasal enerjisini kullanılabilir işe çeviren makinalardır. İçten yanmalı motorların değişik şekilde sınıflandırılmaları mümkündür. Bu sınıflandırmalar;

- a. Kullandıkları yakıtlara göre (benzinli, dizel),
  - b. Silindir sayılarına göre (1, 2, 4, 6 silindir),
  - c. Silindir dizilişlerine göre (düz sıra, yıldız, V motor),
  - d. Subap mekanizması çalışma şekillerine göre (F, T, L, I tipi),
  - e. Zamanlara göre (2,4 zamanlı),
  - f. Çevrimlere göre (Otto, Dizel, Karma),
  - g. Ateşleme şekline göre (platin, elektronik ateşlemeli),
  - h. Soğutma sistemine göre (sulu, havalı soğutma),
  - ı. Piston hareketine göre (git-gel, dönel hareketli).
- olarak yapılabilir.

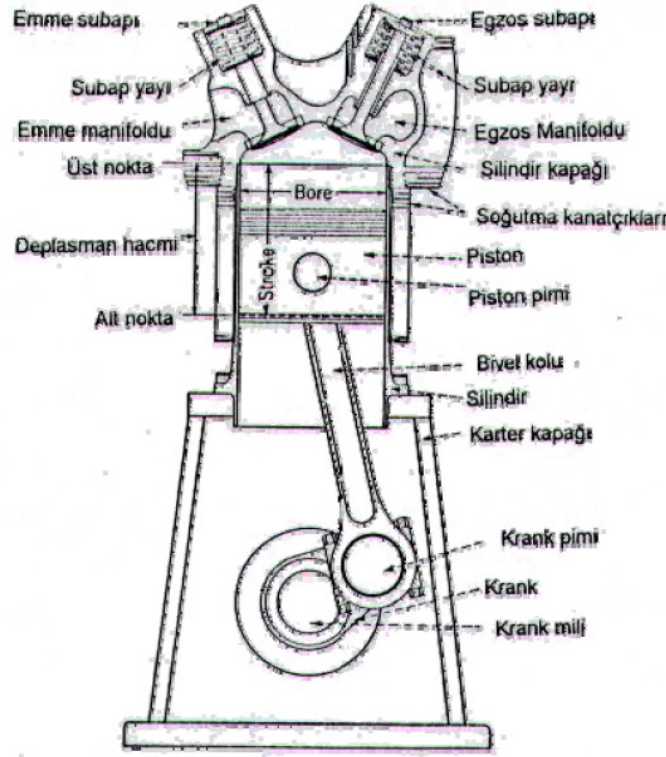
İçten yanmalı motorlar çalışma prensibine göre iki gruba ayrılırlar;

- a. Kıvılcım ateşlemeli motorlar (Benzinli motorlar),
- b. Sıkıştırılmalı ateşlerneli motorlar (Dizel motorlar)

İçten yanmalı bir motorun genel görünüşünden bir kesit ve motoru oluşturan temel parçalar Şekil 1 ile verilmektedir. Yanma odası silindir ve pistonun bir arada olmasıyla oluşmaktadır. Piston silindir içerisinde, aynı düzlemde ilerigeri hareket etmekte ve emme supabından içeri giren taze yakıt-hava karışımı silindir içerisinde ateşlenerek, kimyasal enerji ısı enerjisine çevirmektedir. Açığa çıkan ısı enerjisinden dolayı silindir içerisindeki basınç artar. Yüksek basınçlı gazın pistonu itmesiyle, basınçlı gazın sahip olduğu enerji işe dönüşür. Bu işlem silindir içerisinde oluşan yüksek basıncın pistonu itmesiyle başlamakta ve biyel kolu yardımı ile krank miline aktarılmasıyla oluşmaktadır. Yanma sonucu oluşan atık gazlar egzoz supabının açılmasıyla dışarı atılmaktadır. Ateşleme, benzinli motorlarda bir buji ile yapılırken dizel motorlarda bu işlem, sıkıştırma stroğu sonuna doğru, dizel yakıtın bir enjektör vasıtasıyla silindir içerisine püskürtülmesi sonucu ortamdaki yüksek sıcaklık nedeniyle yakıtın kendi kendine tutuşmasıyla olmaktadır. Bir motor şu ana elemanlardan oluşmaktadır:

1.Silindir Bloğu
2.Silindir Kapağı
3.Silindir Contaları
4.Karter
5.Egzos Manifoldu
6.Emrne Manifoldu

7. Krank Mili
8. Biyel Kolu
9. Pistonlar
10. Segmanlar
11. Kam Mili
12. Subaplar



Şekil 1. Bir silindirli bir motor kesitinin görünüşü

## 2. MOTOR PERFORMANS DENEYLERİ

Deneyler iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda motorda güç hesaplamasının yapılabilmesi için tork ölçümü gerçekleştirilecektir., ikincisinde ise özgül yakıt tüketiminin hesaplanabilmesi için yakıt tüketimi ölçümleri gerçekleştirilecektir. Motor performansı denildiğinde güç, verim, ortalama etkin basınç vb. motorun durumu hakkında bilgi veren özellikler akla gelmektedir. Bu deneyde motor gücü ölçümleri yapılacaktır. Motorlarda iki çeşit güç vardır. Bunlardan birincisi, silindir içerisine giren karışımın yanması ile meydana gelen ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşmesi sırasında elde edilen, indike güçtür. Diğeri ise mil, fren veya faydalı güç olarak adlandırılan ve motorun volanından veya kasnağından ölçülen güç olup motorun gerçek gücüdür. Yani motor içerisindeki sürtünme ve diğer kayıplardan sonra kalan gerçek güçtür. Motor verimleri, motorun gerçek performansının ideal performansına oranı olarak açıklanabilir. Motorlarda genel olarak üç verim üzerinde durulur. Bunlar ısı verim, mekanik verim ve hacimsel verimdir.

### 2.1. Motor Gücünün Belirlenmesi

Motorlarda güç ölçümleri dinamometre yardımıyla yapılmaktadır. Dinamometrelerin değişik tiplerinin bulunmasına rağmen çalışma prensipleri aynıdır. Bir dinamometre genel olarak iki kısımdan oluşur. Bunların ilki test edilecek motorun bağlandığı rotor kısmı, ikincisi ise elektrikli, manyetik, hidrolik olarak veya sürtünme vasıtasıyla rotora bağlı olan stator

kısımıdır. Dinamometrenin genel görünümü Şekil 2 ile verilmektedir. Motor, dinamometre ile yüklenirken, rotor dolayısıyla bağlı olan krank mili oluşan  $f$  kuvvetini yenebilmek için, bir dönüşte  $2\pi r$  kadar çevresel yol alacaktır. Böylece yapılan iş:

$$W = 2 \pi r f$$

olmaktadır. Dinamometre dışında oluşan moment, dönme momenti ile dengelenmiş durumdadır:

$$F R = f r$$

Dolayısıyla bir dönüşte yapılan iş:

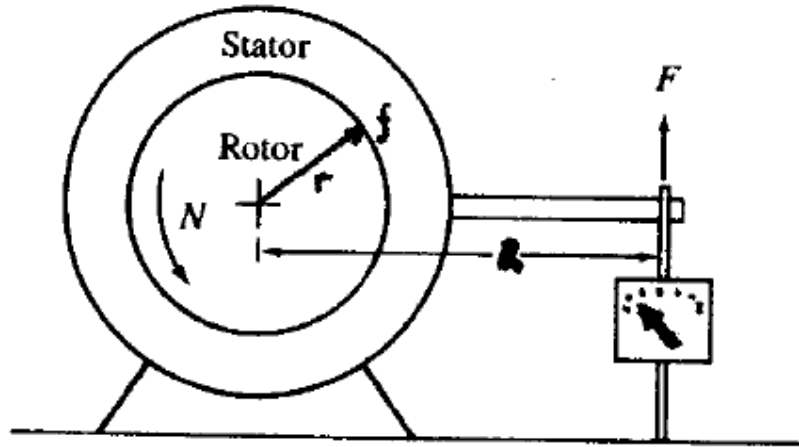
$$W = 2 \pi R F$$

olmaktadır. Motor birim zamanda  $N$  devir yaptığına göre, güç:

$$P = W N$$

elde edilir. Dolayısıyla  $FR$  çarpımı tork ( $T$ ) olarak yerine konularak, güç denkleminin son hali aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$P = 2 \pi T N$$



Şekil 2. Dinamometrenin genel görünümü

Yukarıdaki eşitliklerde;

$P$  (W) : Güç,

$R$  (m) : Tork kolu uzunluğu,

$F$  (N) : Kuvvet,

$N$  (dev/s) : Motor hızı,

$T$  (Nm) : Tork

olmaktadır.

Fren gücü olarak da adlandırılan mil gücü, motorun krank milinden alınan güç olup aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$BP \text{ (kW)} = 2 \pi T N / 1000$$

Mil ısı verimi, mil gücünün tüketilen yakıtın eşdeğer gücüne olan oranıdır ve şu şekilde bulunur;

$$\eta_b (\%) = (BP / Q) \times 100$$

Burada kullanılan Q yakıtın eşdeğer gücü olup Tüketilen yakıttaki kullanılabilir enerjiyi gösteren yakıt eşdeğer gücü:

$$Q \text{ (kW)} = M_f \times Q_c$$

Burada Q<sub>c</sub> (kJ/kg) yakıtın ısı değeri olup benzin için 43540 (kJ/kg), mazot için 42700 (kJ/kg) alınabilir. M<sub>f</sub> (kg/h) ise motorun birim zamanda tükettiği yakıt miktarı olup hesaplanma yöntemi aşağıda verilmektedir;

Motorun birim zamanda tükettiği yakıt miktarının hesaplanması için değişik yöntemler kullanılabilir. Bu deneyde yakıt tüketimi belirlenirken hacimsel yöntem kullanılmakta ve dolayısıyla yakıt ölçüm çubuğundan yararlanılmaktadır. Cam çubuk üzerindeki ml bölüntülerinden yararlanılarak, motorun belirli bir yakıt hacmini kaç saniyede tükettiği belirlenir.

$$M_f \text{ (kg/h)} = V_f \times \rho_f \times 3.6$$

Burada, V<sub>f</sub> (ml/s) motorun birim zamandaki hacimsel yakıt tüketimi, ρ<sub>f</sub> (kg/l) yakıtın yoğunluğu olmaktadır. Yakıtın yoğunluğu benzin için 0.73 (kg/l), mazot için ise 0.83 (kg/l) olarak alınabilir.

### 3. DENEYLERİN YAPILIŞI

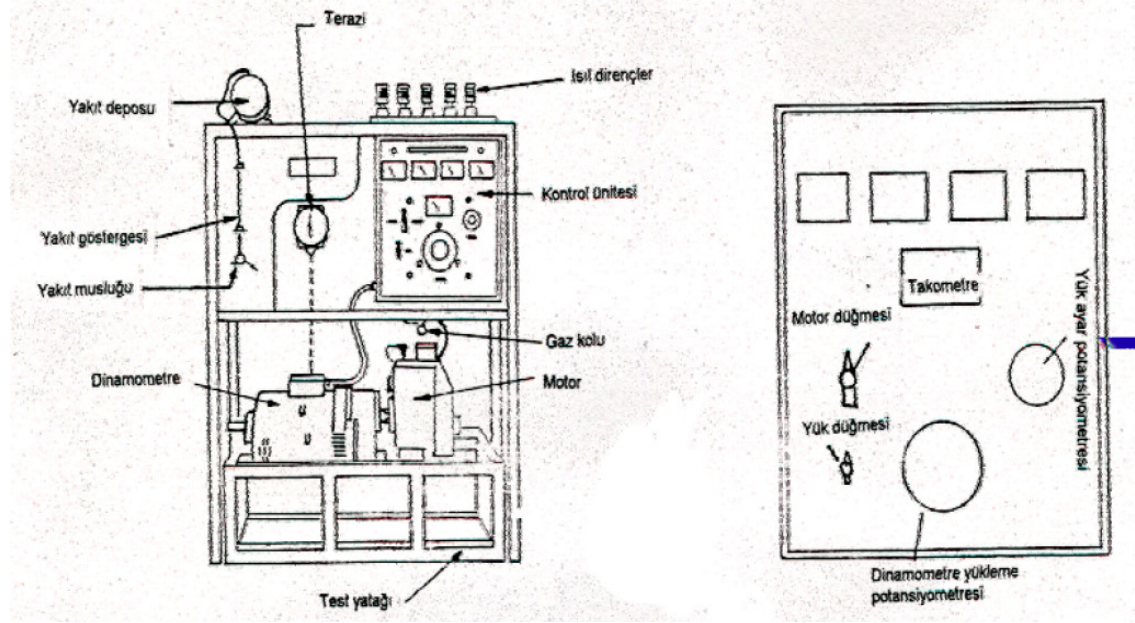
Deneyler sabit gaz keleşbeği açıldığında, motora verilen yükün kademeli olarak artırılmasıyla yapılır. Deneyler sırasında motor hızı takometreden; yakıt tüketimi, yakıt tüketim çubuğundan, kuvvet ise teraziden okunur. Deneyler sırasında motorun yüksüz durumda, kararlı hale gelinceye kadar ısınması beklenir. Böylece, deneyler sırasında motorun ısınmasıyla birlikte işletme şartlarının değişmesinin deney sonuçlarına etkisi ortadan kaldırılır. Ölçümler alınırken, yapılan her ayardan sonra bir müddet beklenerek, motorun kararlı hale gelmesi sağlanmalıdır. Mil gücünün belirlendiği deneyde sabit gaz keleşbeği konumunda motor kademeli olarak yüklenerek belirlenen motor hızlarına getirilir ve;

- Motor hızı (dev/s)
- Motor yükü (N)
- Yakıt tüketimi (ml/s)

ölçümleri yapılır. Elde edilen değerler mil gücünün belirlenmesinde kullanılır.

#### 4. DENEY DÜZENEGİ

Kullanılan sistemde bir silindirik bir deney motoru, motora bağlı bir elektrikli dinamometre, sistemin kontrolünü sağlayan bir kontrol paneli ve yakıt tüketimi, motor yükü ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazları bulunmaktadır. Deney düzeneğinin genel görünümü Şekil 3 ile verilmektedir.



Şekil 3. Düney düzeneğinin genel görünümü

##### 4.1. Motorun Çalıştırılması

Motor çalıştırılmadan önce kontrol panelindeki bütün düğmelerin '**kapalı (off)**' konumunda olmasına dikkat edilmelidir. Panelin yanındaki elektrik şalteri '**açık (on)**' konumuna getirildikten sonra aşağıdaki işlemler takip edilmelidir:

- Yük ayarı yapan potansiyometre saat yönünde çevrilerek tamamen açılır,
- Motor düğmesi '**motor**' konumuna getirilir,
- Dinamometreyi yükleyen düğme, motor çalışmaya başlayana kadar saat yönünde yavaş yavaş açılır,
- Motor çalışmaya başladıktan sonra, motor düğmesi '**yükleme (load)**' konumuna getirilir. Bu andan itibaren motor kendi kendine çalıştığı için dinamometreyi yükleyen potansiyometre etkinliğini kaybetmiştir.
- Motor hızı, gaz kelebeği yardımı ile ayarlanır. Motorun yüklenmesi için ise yük ayarı yapan potansiyometre kullanılır.

##### 4.2. Kısa Sınav ve Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Deneyler öncesinde yapılacak olan kısa süreli sınavlarda, temel motor elemanları, motor çeşitleri, deney yöntemi ve deney seti ile ilgili detaylar ve föyde yer alan tüm tanımlamalar kullanılarak sorular hazırlanacaktır. Deneylerde sırasında alınan değerlerin kullanılmasıyla elde edilen mil gücü yatay ekseninde motor hızı olmak üzere aynı grafikte, ölçekli, düzenli ve temiz olarak çizilmelidir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi,

kaynaklardan yararlanılarak yapılmalıdır. Mil Verimi için ise, deneylerde sırasında alınan değerlerin kullanılmasıyla elde edilen mil gücü yatay ekseninde motor hızı olmak üzere, mil gücü ve mil verimi için farklı iki dikey ekseni olan aynı grafikte, ölçekli, düzenli ve temiz olarak çizilmelidir. Tüm çalışma soruları cevaplanmalıdır. Kaynak araştırılması yapılmalı ve motorda güç-verim artışı, yakıt tasarrufu için yapılabilecek modifikasyonlarla ilgili öneriler ortaya koyulmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

1. Crouse, W.H., Automotive Engine Design, McGraw-Hill Book Company, USA, 1970, ISBN 07-014671-3
2. A Guide to Experiments, Cussons Ltd., UK, 1970
3. Heywood, J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Book Company, USA, 1988, ISBN 0-07-028637-X
4. Taylor, F.C., The Internal Combustion Engine in Theory and Practice, The MIT Press, USA, 1985, ISBN 0-262-70026-3