

Mekatronik Donanımlı İçten Yanmalı Benzinli Motorların Performans Değerlendirmeleri İçin Yazılım ve Donanım Sisteminin Tasarımı

Erkan YURDAGÜL*, Hasan ERDAL**, Fevzi BABA***

*Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Eğt. Bölümü

**Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğt. Bölümü
34722 Göztepe/İSTANBUL

ÖZET

Bu çalışmada, 1.6 16V Ford Zetec benzinli motorun performans ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılmak üzere yazılım ve donanım olarak temel bir alt yapı oluşturulması amaçlanmıştır. Özellikle, motor performansını etkileyen unsurlar olan, silindire alınan hava miktarı ve sıcaklığının, soğutma sıvısı sıcaklığının, motor devri ve üst ölü nokta (ÜÖN) bilgisinin, supapların açılma zamanının, gaz kelebeği konumunun ve egzoz içindeki çığ atık miktarının ölçülmesi ve görüntülenmesi bilgisayar ortamında sağlanmıştır. Motor üzerindeki sensörlerin çalışma karakteristiğini elde etmek amacıyla bir dizi deney yapılmış ve her bir sensörün çalışma fonksiyonları eğri uydurma yöntemi ile elde edilmiştir. Sensörlerden gelen verilerin kaydedilmesi ve aynı zamanda bilgisayar ekranında görüntülenmesi amacıyla Delphi programıyla bir yazılım oluşturulmuştur.

Anahtar Kelime: Motor performansı, içten yanmalı motor, sensor

Designing a Hardware and Software for the Performance Evaluation of Combustion Engine Equipped with Mechatronics System

ABSTRACT

In this study, a hardware and software system were designed to measure and evaluate the performance of a 1.6 16 V Ford Zetec motor. The factors effecting motor performance such as amount and temperature of air taken into the cylinders, temperature of the cooling liquid, data of motor cycle and upper dead point, opening time of the valves, state of gas regulator and quantity of the oxygen in exhaust were measured and computerized. In order to determine the operational characteristics of these sensors a series of experiments were carried out. A software was developed by delphi programming in order to register and display the data coming from the sensors.

Keywords: Motor performance, combustion engine, sensor

1. GİRİŞ

İçten yanmalı benzinli motorlarda silindire alınan hava miktarı ve sıcaklığı, soğutma sıvısı sıcaklığı, motor devri ve ÜÖN bilgisi ve supapların açılma zamanı motor performansını ve yakıt sarfiyatını direk olarak etkileyen unsurlardır. Dolayısıyla bu değişkenlerin doğru ölçülmesi ve değerlendirilmesi önemlidir. Daha az yakıtla yüksek performans sağlamak, çevre kirliliğini azaltmak amacıyla, geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Yeni teknolojiye sahip araçlarda elektronik donanımlar araç üzerindeki sistemlere entegre edilerek, yüksek motor performansı ve sürüş konforu sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, motor performansını etkileyen unsurlar olan, silindire alınan hava miktarı ve sıcaklığının, soğutma sıvısı sıcaklığının, motor devri ve ÜÖN bilgisi-

nin, supapların açılma zamanının, gaz kelebeği konumunun ve egzoz içindeki çığ atık miktarının ölçülerek çalışma karakteristiklerinin çıkartılması ve görüntülenmesi sağlanmıştır. Motor ile bilgisayar arasındaki haberleşmeyi sağlamak için, PCL-818H veri alış-veriş kartı (DAC) kullanılmıştır. Motorun bilgisayardan çalıştırılıp durdurulması için elektronik röle kartı tasarlanmıştır.

2. MEKATRONİK DONANIMLI 1.6 16V FORD ZETEC BENZİNLİ MOTORUN ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada kullanılan 1.6 16V Ford Zetec benzinli motorun karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir (1).

Tablo 1. Motor karakteristikleri

Genel Özellikler	1.6 i DOHC 16V Ford Zetec Motor		
Motor Yönetim Sistemi	EEC IV / SEFI	Silindir Hacmi	1597cm ³
Emisyon Standardı	83 US/93/59 EEC 1996 emisyon standartlarına uygun	Sıkıştırma oranı	10,3:1
Yakıt	Süper 95 oktan	Çıkış gücü DIN (5500 d/d)	66kW
Ateşleme sırası	1 - 3 - 4 - 2	Çıkış gücü DIN (5500 d/d)	90PS
Silindir çapı	76mm	Tork (3000 d/d)	134 Nm
Mak.Motor Devri	7100 d/d	Rölanti Devri	875 d/d
Kurs	88mm		

3. UYGULAMA MOTORU ÜZERİNDE BULUNAN SENSÖR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇALIŞMA KARAKTERİSTİKLERİNİN ÇIKARTILMASI

Ford Zetec benzinli motorunun çalışma performansının belirlenebilmesi için motor üzerinde bulunan her bir sensörün çalışma karakteristikleri çıkarılmış ve fonksiyonları eğri uydurma yöntemi ile bulunmuştur. Motordan yedi adet değişken algılanmaktadır. Silindirlere alınan hava kütlelerinin ölçülmesi için sıcak tel anemometresi, hava ve soğutma sıvısı sıcaklığının ölçülmesi için NTC tip direnç, motor devri ve ÜÖN bilgisinin ölçülmesi için manyetik devir sayıcı, supapların açılma zamanının ölçülmesi için hall etkili algılayıcı, gaz kelebeği konumunun ölçülmesi için dairesel potansiyometre ve egzoz içindeki çığ atık miktarının ölçülmesi ZnO₂ yapıda oksijen sensörü kullanılmaktadır (2,3).

Gaz kelebeği konum sensörü, gaz kelebeği milinden hareket alan döner bir potansiyometredir. Bir braketle gaz kelebeği yuvasına monte edilmiştir. Gaz kelebeği konum sensörü üzerinde yapılan deney sonucunda sensöre ait çalışma fonksiyonu Şekil.1'de görülmektedir.

Motor soğutma suyu sıcaklığı, NTC tipi bir dirençle algılanmaktadır. Şekil.2'de motor soğutma sıvısı sıcaklık sensörünün karakteristiği verilmiştir.

Hava-yakıt oranı, hava fazlalık katsayısı (HFK) ve hacimsel verim gibi yanma olayının detayları, emisyon özellikleri ve müsaade edilebilir çalışma sınırlarını ayarlayabilmek için hava debisinin bilinmesi gerekir. Hava debisi silindire emilen havanın kütlelerinden hesaplanır. Silindire emilen havanın kütlesi kütleli hava akış sensörü ile ölçülür. Ölçüm havanın yoğunluğundan bağımsız olarak yapılır. Kütleli hava akış ölçümü sabit sıcak tel ilkesine dayanır. Hava kütle ölçerinin çalışma karakteristiği Şekil.3'de görülmektedir.

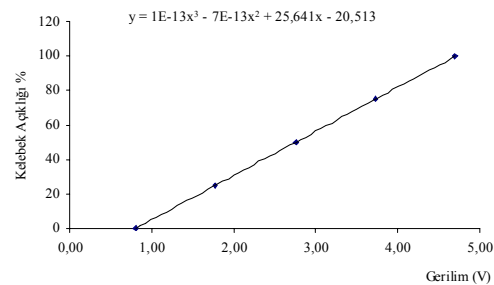
Hava sıcaklığı yoğunlukla ters orantılı olması nedeniyle emme havası miktarını ve püskürtülecek yakıt miktarını hesaplayabilmek için emme havası sıcaklığının bilinmesi gerekir. Hava sıcaklık sensörü üzerinde yapılan deney sonucunda sensöre ait çalışma fonksiyonu Şekil.4'de verilmiştir.

Egzoz gazı oksijen (lambda) sensörü motorun egzoz devresi üzerine yerleştirilmiş bir elemandır. Egzoz gazı içerisindeki oksijen ile ortam havasını karşılaştırır ve farka göre gerilim üreterek Elektronik Kontrol Ünitesi' ne (EKÜ) bildirir. Egzoz ile atmosfer havası içerisinde bulunan oksijen oranından doğan farka göre Şekil.5'de görüldüğü gibi 0 ile 1.1V arasında değişen gerilim üretmektedir. Egzoz içindeki oksijen miktarının ölçümü sayesinde EKÜ, hava yakıt (H/Y) oranında yapacağı değişiklik miktarını tayin eder.

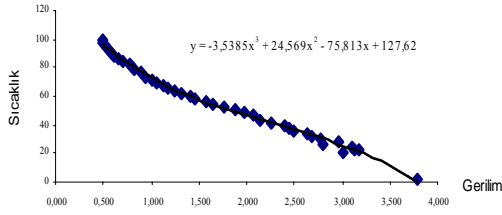
Motor devri, krank mili konumu, ateşleme ve yakıt enjeksiyon noktası bilgilerini belirlemek için ÜÖN ve devir sensörü kullanılır. Bu sensörler indüktif işaret jeneratörüdür. Devir sensörü 36 eksi 1 segmentli volanı tarar. Eksi 1' in anlamı, bir segmentin olmamasıdır. Bu boşluk bir nolu silindirin ÜÖN'sını gösterir ve krank mili konumu için bir referans işareti olarak kullanılır. Şekil.6'da ÜÖN ve devir sensörünün ürettiği sinyal şekli görülmektedir.

Faz sensörü, sıralı çok noktalı yakıt enjeksiyon sistemi olan motorlarda bir nolu silindiri tanımlamak için kullanılır. Bu sensör, işleyiş açısından ÜÖN ve devir sensörüne benzeyen bir titreşimli akım jeneratörüdür ve her kam mili devri Şekil.7'de görüldüğü gibi bir periyotluk sinüsoidal sinyal üretir. ÜÖN devir sensörü ve faz sensöründen gelen sinyaller EKÜ'nün motor ateşleme sırasıyla bağımsız yakıt enjektörlerini kumanda etmesini sağlar.

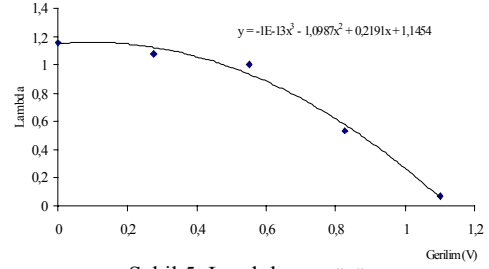
Sensörlerin transfer eğrilerini elde etmeye yönelik olarak yapılan bütün bu deneylerden; gaz-kelebek sensörü hariç diğer sensörlerin doğrusal bir çıkış vermedikleri görülmektedir(4).



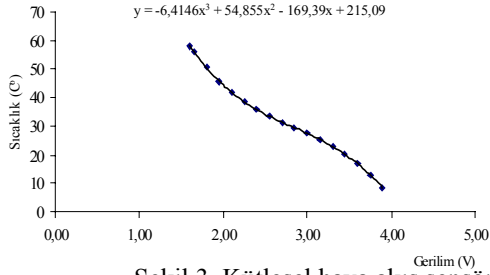
Şekil 1. Gaz kelebeği konum sensörü



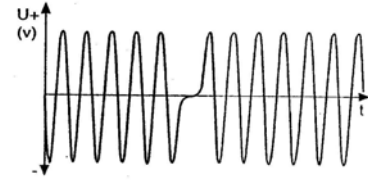
Şekil 2. Motor soğutma sıvısı sıcaklık sensörü



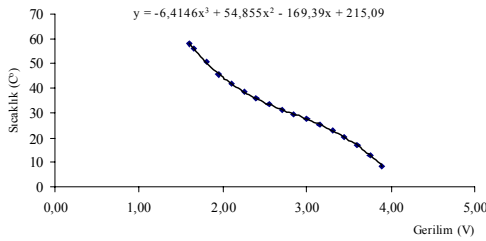
Şekil 5. Lambda sensörü



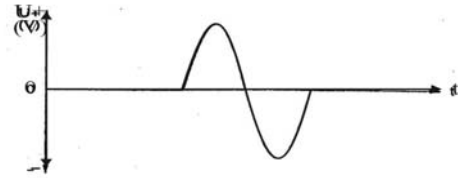
Şekil 3. Kütleli hava akış sensörü



Şekil 6. ÜÖN ve devir sensörü sinvali



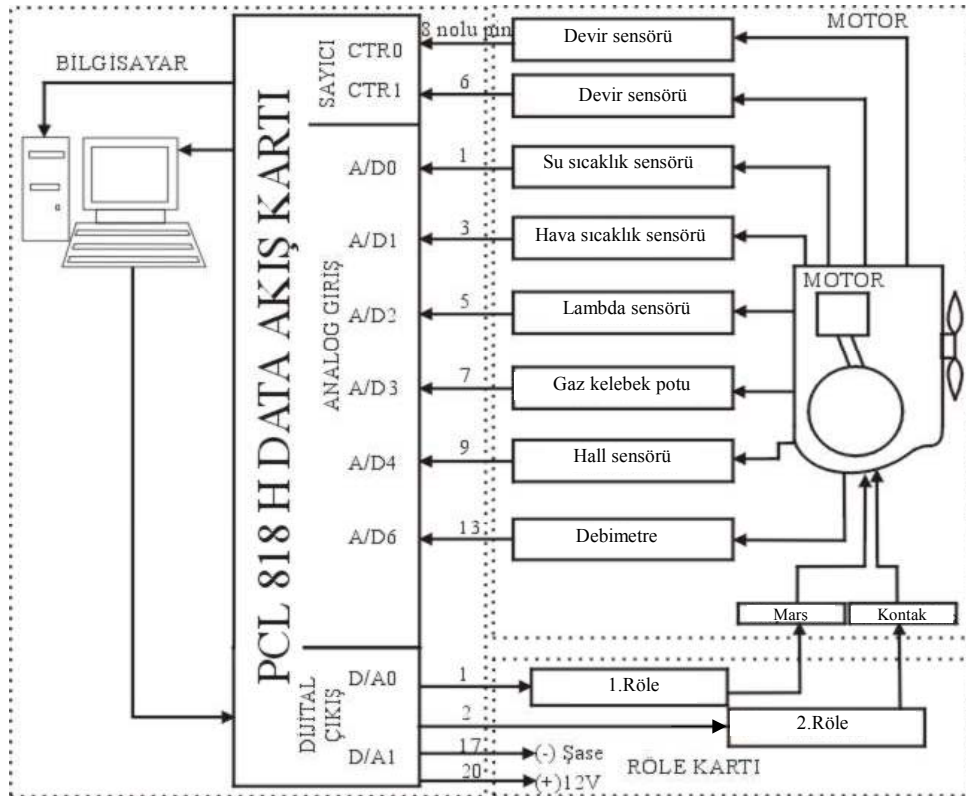
Şekil 4. Hava sıcaklık sensörü



Şekil 7. Faz sensörü sinyali

4. BİLGİSAYAR TABANLI ÖLÇME VE GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİNİN TASARIMI

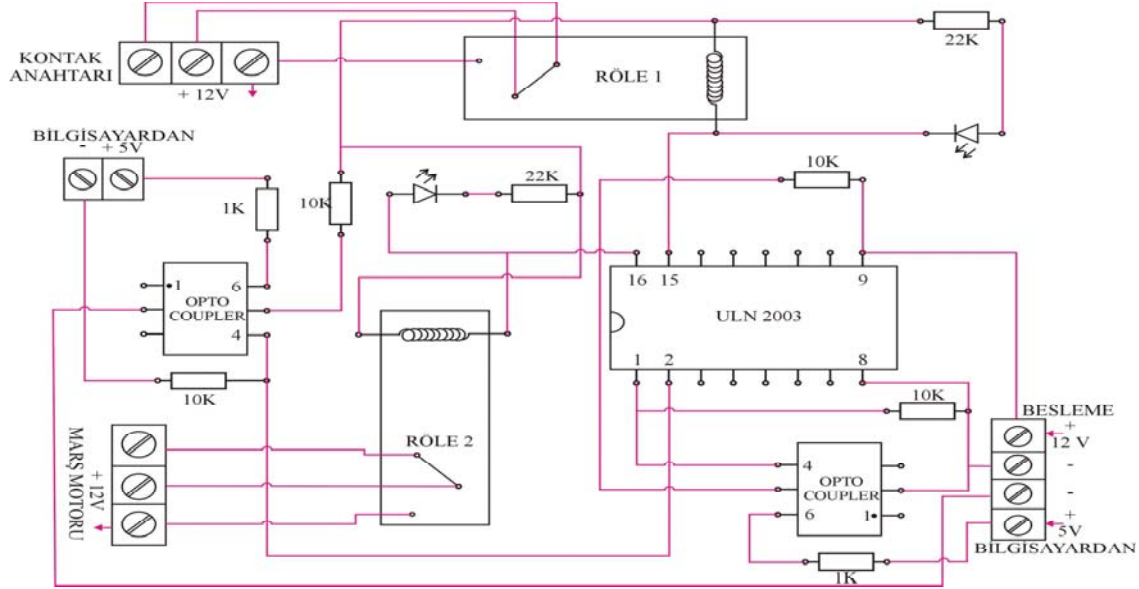
Mekatronik donanımlı içten yanmalı benzinli motorun performans değerlendirmesi için gerçekleştirilen sistemin blok diyagramı Şekil.8’de görülmektedir .



Şekil 8. Tasarlanan sistemin blok diyagramı (4)

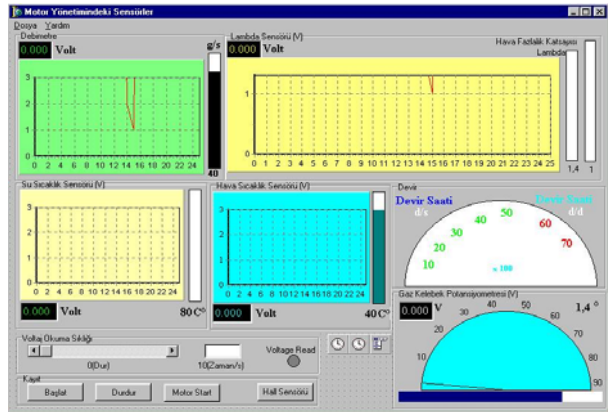
Motorun bilgisayar üzerinden çalıştırılıp durdurulması amacıyla bir elektronik devre tasarlanmıştır. Bu

Motorun bilgisayar üzerinden çalıştırılıp durdurulması amacıyla bir elektronik devre tasarlanmıştır. Bu



Şekil 9. Elektronik devre kartı bağlantı şeması

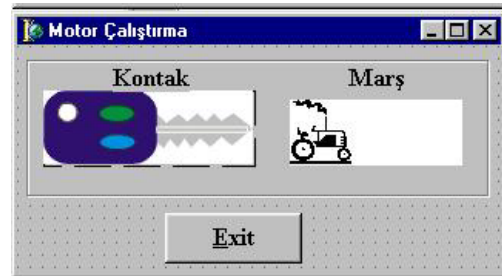
devredeki rölelerden biri kontak açma-kapama diğeri marş motorunu çalıştırmak için kullanılmıştır. Tasarlanan elektronik devre kartı üzerinde yer alan elemanlar ve bağlantı şeması Şekil.9'da verilmiştir.



Şekil 10. Ekran görünümü

Görsel olması ve eğitim çalışmalarında daha rahat kullanılabilmesi amacıyla yazılım nesneye yönelik programlama dili olan Delphi ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen yazılımın ekran görüntüsü Şekil.10'da görülmektedir. Sensörlerden alınan bilgiler gerçek zamanlı olarak bilgisayar ekranında grafik, bar ve sayısal değer olarak görüntülenmektedir. Devir göstergesi araçlardakine benzer olarak analog ibrelili formda tasarlanmıştır.

Program çalıştırıldığında Şekil.10'daki ekran görüntüsü üzerinde bulunan "Motor Start" butonuna basıldığında Şekil.11'deki "Motor Çalıştırma" kutusu ekrana gelir. Bu kutu üzerinde kontak anahtarının üzerine sol tıklandığında kontak açılır, sonra marş butonuna basılarak marş motoru çalıştırılır, "Exit" düğmesine basılarak ana ekrana dönüş yapılır. Motor durdurma işlemi de aynı şekilde kontak anahtarına basılarak yapılır.



Şekil 11. Kontak ve marş kumandaları

"Voltaj okuma sıklığı" yatay kaydırma çubuğu ile sensörlerden alınan bilgilerin okuma sıklığı ayarlanabilmektedir. Okunan değerler "Kaydet butonu ile Excel formatında kayıt edilmektedir. İstendiğinde "Durdur" butonu ile kayıt işleminden çıkılmaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada motor performansını etkileyen unsurlar olan, silindire alınan hava miktarı ve sıcaklığının, soğutma sıvısı sıcaklığının, motor devri ve üst ölü nokta bilgisinin, supapların açılma zamanının, gaz keleşliği konumunun ve egzoz içindeki çığ atık miktarının ölçülmesi ve görüntülenmesi bilgisayar ortamında sağlanmıştır.

Motor üzerinde yapılan deneylerde motorun gösterdiği tepkiler anında değerlendirilerek fiziksel bü-

yüklükler kayıt altına ek bir ölçüm aleti olmadan alınabilmektedir. Motor üzerindeki sensör ve aktuatörlerin gönderdiği veya aldığı elektriksel sinyaller görülerek karakteristikleri analiz edilebilmektedir.

Otomotiv teknolojisinde elektroniğin yeri giderek artmaktadır. Gerçekleştirilen bu sistem otomotiv teknolojisi öğretiminde motor ve elektronik devreler arasındaki ilişkiyi kavratılabilecek bir eğitim aracı olarak kullanılabilir.

İleriki çalışmalarda, gerçekleştirilen sisteme ilave olarak veri tabanı ve kara verme algoritması eklenerek motor arızalarını tespit edebilen bir uzman sistem oluşturulabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Ford, Teknik Eğitim Notları, 2000
2. Borat O., Balcı M., Sürmen A., İçten Yanmalı Motorlar, Cilt-I, İstanbul, Aralık, 1994
3. Bosch Technical Instruction, Gasoline Fuel-Injection System Ke-Jetronic, Edition, 97/98
4. Yurdagül E., Mekatronik Donanımlı İçten Yanmalı Motorlarda Hava Akış Ölçerlerle Hava Kütleli Debişinin Tespiti ve Yakıt-Hava Karışımı Teşkilî, Marmara Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003
5. PCL-818HG User's Manuel, 1994