

LabVIEW KULLANARAK İÇTEN YANMALI MOTOR ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN ÖLÇÜMÜ

M. Akif Ceviz*

Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi,
Makine Mühendisliği Bölümü, Erzurum
aceviz@atauni.edu.tr

Alırıza Kaleli

Arş. Gör. Atatürk Üniversitesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Erzurum
arizakaleli@gmail.com

Erdoğan Güner

Arş. Gör. Atatürk Üniversitesi,
Makine Mühendisliği Bölümü, Erzurum
erdoganguner@atauni.edu.tr

Muammer Zirzakıran

Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi,
Erzurum Meslek Yüksekokulu,
Elektrik ve Enerji Bölümü, Erzurum
mamazir@atauni.edu.tr

ÖZET

İçten yanmalı motorların fren performans deneylerinin gerçekleştirildiği deney kurulumlarında, birçok farklı çalışma parametresinin yüksek doğrulukta ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçümler çok farklı çalışma prensiplerine sahip olan cihazlarla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, gerçekleştirilen ölçümlerin sonradan işlenebilmesi için eş zamanlı olarak kaydedilmesi gerekmektedir. Bu durum, deney kurulumunun karmaşık bir yapıya sahip olmasına, deneyler esnasında veri kaydının giderek zorlaşmasına sebep olmaktadır. Tüm bunların yanı sıra ölçüm cihazlarının üretim teknolojilerine bağlı olarak çok yüksek maliyetlerle elde edilebilmesi, motor performans deneylerinin yapılabilirliğini azaltmaktadır.

Bu çalışmada, devir sayısı, yakıt tüketimi, motor torku, emme havası debisi, emme manifoldu basıncı, gaz kelebek açıklık oranı gibi motor çalışma parametrelerinin ölçümlerinin, yüksek doğrulukta düşük maliyetli ölçüm cihazlarıyla nasıl gerçekleştirilebileceği tanıtılacaktır. Çalışmada ayrıca, tüm bu parametrelerinin LabVIEW* yardımıyla kişisel bilgisayardan nasıl izlenebileceği ve gerektiğinde incelenmek üzere nasıl kaydedilebileceği anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İçten yanmalı motorlar; motor çalışma parametreler, LabVIEW

* LabVIEW, Natinal Instruments Corporation firmasının programıdır.

Measurement of Operating Parameters for Internal Combustion Engine Using LabVIEW

ABSTRACT

Many different operating parameters must be measured on a high accuracy in an experimental set-up on which internal combustion engines' brake performance tests are performed. These measurements are performed with devices having different operating principles. In addition, measurements performed must be recorded simultaneously in order to use later. This case causes the experimental setup having a complex structure and getting difficulty for recording data during the experiments. In addition, the higher costs of measuring devices depending on the manufacturing technologies reduce the feasibility of experiments. In this study, it will be introduced to the measurements of engine operating parameters (such as engine speed, fuel consumption, engine torque, intake air flow rate, intake manifold pressure, intake throttle opening position) with high accuracy and low cost devices. In this study, it will also be presented monitoring and recording of these operating parameters with LabVIEW and a personal computer.

Keywords: Internal combustion engines, engine operating parameters, LabVIEW

* İletişim yazarı

Geliş tarihi : 02.07.2012

Kabul tarihi : 17.09.2012

Ceviz, M. A., Kaleli, A., Güner, E., Zirzakıran, M. 2012. "LabVIEW Kullanarak İçten Yanmalı Motor Çalışma Parametrelerinin Ölçümü," TMMOB MMO Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 53, sayı 631, s. 35-41.

1. GİRİŞ

Günümüz otomobillerinde kullanılan motorların kontrol sistemleri, mikro işlemci tabanlı olarak üretilmektedir. Bu yapı sayesinde devir sayısı, emme havası debisi, emme manifoldu basıncı gibi çalışma parametrelerinin hassas bir şekilde ölçülmesi sonucu motorun ateşleme avansı, hava-yakıt oranı (hava fazlalık katsayısı), egzoz gaz resirkülasyonu gibi parametreler kontrol edilebilmektedir. Bu parametreler etkili bir şekilde ayarlanarak motor karakteristikleri önemli derecede geliştirilebilmektedir. Fakat içten yanmalı motorlarda yapılan deneylerde verilerin alınması ve işlenmesi, deney düzeneklerinin karmaşık yapısından ve ölçüm cihazlarının yüksek maliyetli olmasından dolayı son derece zordur. Bu sebepten dolayı sözü edilen parametrelerin ölçümü, hem doğruluk hem de maliyet açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, motor çalışma parametrelerinden bazıları, motorda aktif olarak kullanılan çeşitli sensörlerden gelen sinyallerin LabVIEW yazılımında işlenmesi sonucu bilgisayar ortamına aktararak ölçülmüştür. Diğer bazı parametreler ise düşük maliyetli bazı yöntemlerle yine bilgisayar ortamına aktarılmıştır. LabVIEW, ölçme ve enstrümantasyon tabanlı olarak geliştirildiği için motor parametrelerinin ölçülmesinde etkin olarak kullanılabilir.

Grafiksel ölçme sistemi olan LabVIEW, 1986 yılında National Instruments firması tarafından C tabanlı olarak geliştirilmiştir. LabVIEW, endüstri ve araştırma laboratuvarlarında geniş bir kullanım alanına sahip bir yazılımdır. "Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench" kelimelerinin kısaltılmış şekli olan LabVIEW, bilim adamları ve mühendisler için sistem tasarımı ve kontrolünde interaktif programlama olanağı sağlamaktadır. Ayrıca bu yazılım Windows, Mac OS X ve Linux gibi işletim sistemleriyle uyumlu olup, güçlü ve esnek bir enstrümantasyon yapısına sahiptir. Gerçek zamanlı ölçme uygulamalarında sıklıkla kullanılan LabVIEW, programlanabilir mantık blokları ve bu bloklar arasındaki ara bağlantılardan oluşan ve geniş uygulama alanlarına sahip olan sayısal tümeleştirmeye devreler (FPGA) içine gömülebilmektedir. Geleneksel programlama dillerinden oldukça farklı olan LabVIEW'de veri iletişim kartı, data analizi ve sonuçların işlenmesi için çeşitli araçlar bulunmaktadır [1].

Bu yazılımla diğer yapısal ve nesne tabanlı programlama dilleriyle yapılan tüm işlemler yapılabilmektedir. LabVIEW, metin tabanlı kodlama yerine tamamen sembolleştirilmiş komut setine sahip olan grafik programlama dili teknolojisiyle (GPL) tasarlanmıştır. Programcı, LabVIEW' in basit ara yüzü sayesinde geliştireceği programı animasyon şeklinde canlandırabilmektedir.

LabVIEW ekranı blok diyagram ve ön panel olmak üzere iki

kısımdan oluşmaktadır. LabVIEW'de, grafik tabanlı programlama dili bilgisayar uygulamaları oluşturulurken, metin tabanlı komutlar yerine ikon görünümündeki terminaller ve düğümler kullanılmaktadır. Terminaller, ön panelde bulunan nesnelerin blok diyagramlarındaki karşılıklarıdır. Düğümler ise diğer programlama dillerindeki fonksiyonlara karşılık gelmektedir.

LabVIEW programları görünüş ve çalışma şekli bakımından laboratuvarlarda kullanılan osiloskop, sinyal jeneratörü gibi fiziksel elemanlara benzediğinden sanal enstrüman veya VI (Virtual Instruments) olarak adlandırılmaktadır. Her sanal enstrüman kullanıcı arabiriminden veya başka kaynaklardan gelen bilgileri kullanabilir, görüntüleyebilir ve başka dosyalara veya bilgisayarlara taşıyabilmektedir [2].

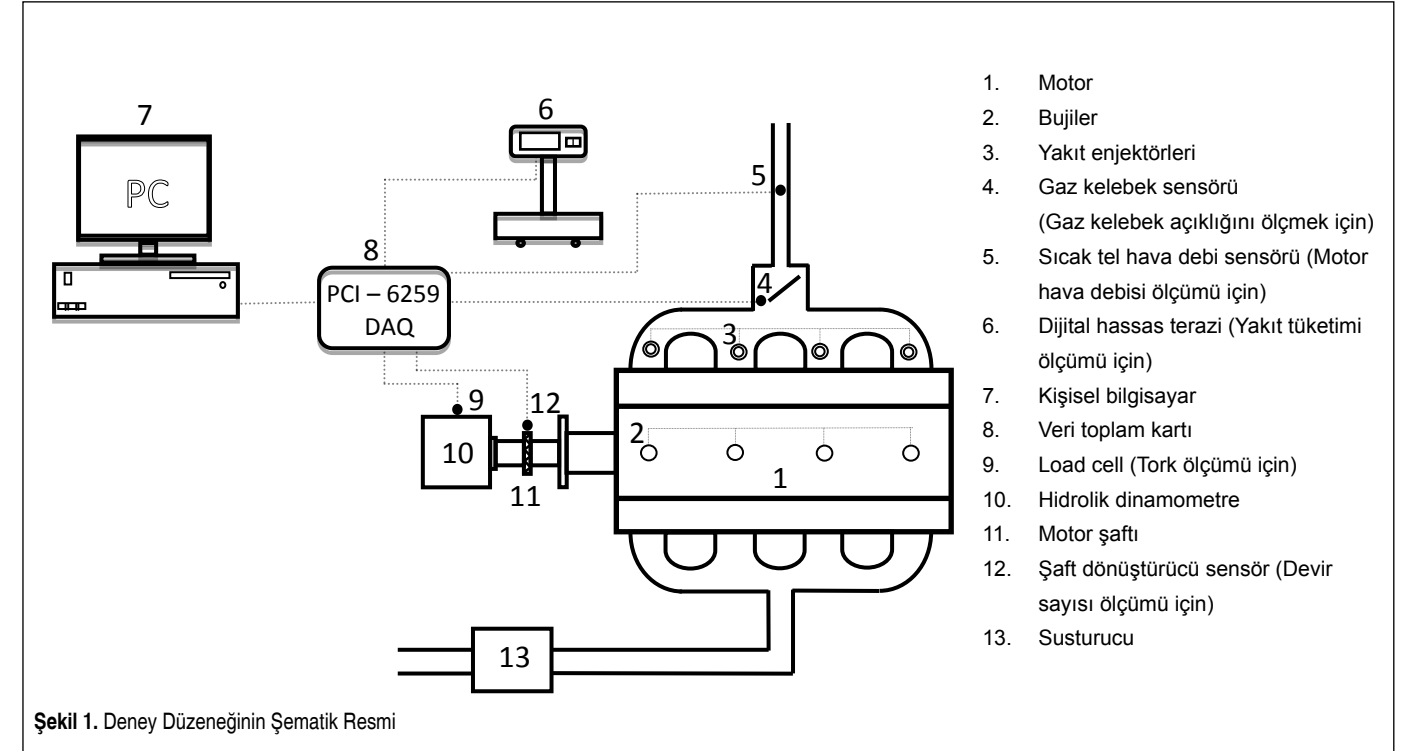
Bu çalışmada LabVIEW kullanılarak motor performans analizini gerçekleştirmek için gerekli parametreler hassas biçimde ölçülmeye çalışılmıştır.

2. TEST DÜZENEGİ BİLEŞENLERİ

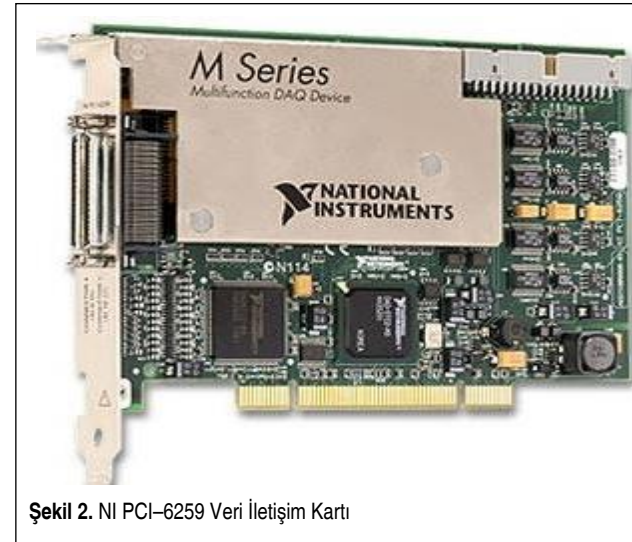
Deneyler, buji ateşlemeli, dört silindirli, dört zamanlı benzin motoru üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yapıldığı motor test düzeneği Şekil 1'de gösterilmiştir.

Ölçüm test düzeneğinde elektronik kart ünitesi ve çeşitli sensörlerden alınan sinyaller bilgisayara aktarılırken veri iletişim kartı kullanılmaktadır. Veri iletişim kartları, doğada bulunan verileri toplayıp bilgisayarda işlenebilecek hâle çevirmektedir. Bu kartlar verileri sensörler aracılığıyla toplamaktadırlar. Sonrasında yapılarında bulunan amplifikatörlerle gelen sinyallerin alçaltılıp yükseltilmesiyle veriler örneklenmektedir.

Bu çalışma kapsamında verilerin okunup işlenebilmesi için National Instruments firması tarafından tasarlanan, yüksek hızlı çoklu fonksiyon M serisi bir veri iletişim kartı olan PCI-6259 veri iletişim kartı kullanılmıştır. Bu kart dört adet 16 bitlik analog çıkışa ve 32 bitlik analog girişe sahiptir. Ölçüm hassasiyetini artırmak için M serisi bu veri iletişim kartıyla 18 bitlik analog dijital çevirici ile 4X çözünürlük elde edilmektedir. Yüksek hızlı M serisi bir veri iletişim kartı olan PCI-6259, NI-STC 2 sistem kontrolcüsü, NI-PGIA 2 programlanabilir amplifikatör ve NI-MCal kalibrasyon teknolojisiyle hassasiyeti ve performansı artıran bir yapıya sahiptir. NI-PGIA 2 programlanabilir amplifikatör sayesinde yüksek tarama ve örnekleme zamanı ile hızlı oturma süresi sağlanmıştır. Bu kart, Linux, Mac OS ve Windows işletim sistemleriyle uygun bir şekilde çalışmaktadır. Veri örnekleme oranı 1.25MS/s'e ulaşabilen bu veri iletişim kartının maksimum gerilim aralığı -10V ile 10V arasında değişmektedir. Ana kart üzerindeki PCI yuvalarına takılan kartın görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir [3].



Şekil 1. Deney Düzeneğinin Şematik Resmi



Şekil 2. NI PCI-6259 Veri İletişim Kartı

3. PERFORMANS DENEYLERİNDE ÖLÇÜLMESİ GEREKEN ÇALIŞMA PARAMETRELERİ

3.1 Motor Devir Sayısı Ölçümü

Krank miline bağlı olan sensörle motor devrini ölçmek mümkün olmaktadır. Krank sensörü olarak adlandırılan bu algılayıcı indüktif yapıda üretilmektedir. Sensör, krank miline bağlı şaft döndürücü üzerindeki diske sabitlenmiştir. Diskin üzerinde 60 adet diş bulunmaktadır. Milin dönmesiyle birlikte sensör, manyetik alan değişikliklerini darbe sinyalleri şekline dönüştürmektedir (Şekil 3).

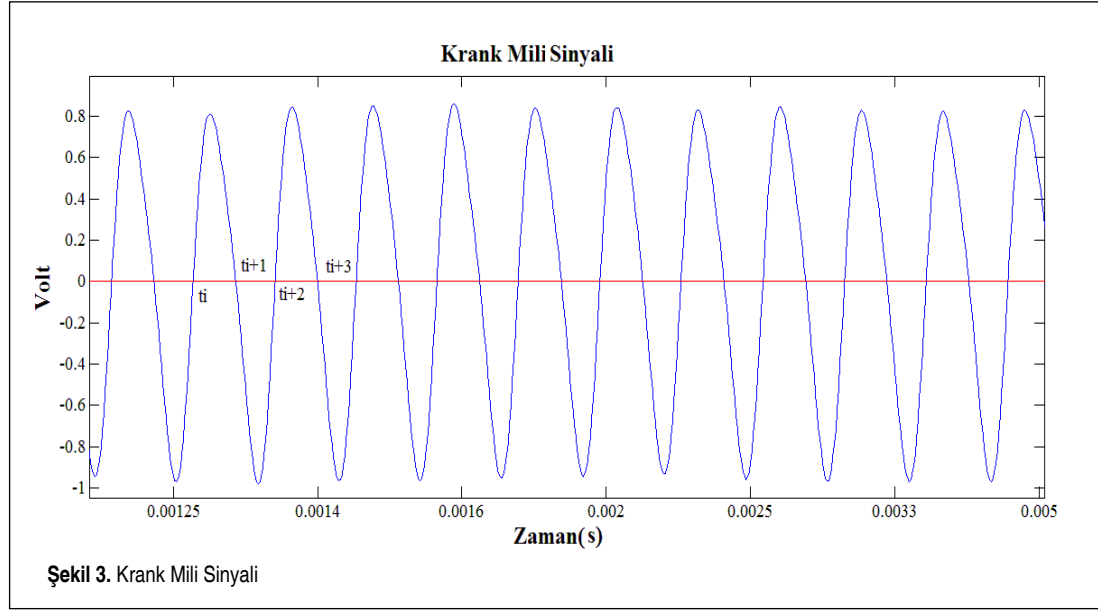
Şekil 3'te gösterilen krank mili sinyali sinüs biçiminde bir sinyal gibi görülmektedir. Bu sinyalin sıfır çizgisini kestiği birçok nokta bulunmaktadır. Sinyalin sıfır noktasıyla kesiştiği bu noktalardan bazılarında sinyal negatif bölgeden pozitif bölgeye giderken, bazıları ise pozitif bölgeden negatif bölgeye gitmektedir. Örnek vermek gerekirse Şekil 3 üzerinde işaretlenen t_i noktası sinyalin pozitif bölgeden negatife doğru gittiğini gösteren zaman noktası iken t_{i+1} noktası ise sinyalin negatif bölgeden pozitif bölgeye gittiği zaman noktasıdır. Krank miline bağlı şaft döndürücü üzerindeki disk üzerindeki bir dişin sensör tarafından taranma süresi ise $T = t_{i+2} - t_i$ veya $T = t_{i+3} - t_{i+1}$ ile ifade edilmektedir. Buradan hareketle motorun devir sayısı ve açısal hızını hesaplamak mümkün olmaktadır.

$$\text{Devir Sayısı (RPM)} = \frac{60}{nT} \quad (1)$$

1 nolu ifade içerisinde yer alan n disk üzerindeki diş sayısını ifade etmektedir. Şekil 3'te gösterilen bu sinyalin veri toplama kartı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmasıyla yukarıda sözü edilen yönergelerle motor devir sayısı LabVIEW kullanılarak izlenebilmiştir.

3.2 Yakıt Tüketimi Ölçümü

Yakıt tüketimi ölçümü, test düzeneği şemasında gösterilen elektronik teraziyle gerçekleştirilmektedir. Terazinin maksimum ölçüm kapasitesi 15 kg, hassasiyeti 0.5 g'dır. Benzin deposu bu terazi üzerine konulup terazinin seri bağlantı kablosu kullanılarak bilgisayara iletişimi sağlanmıştır. Bilgisayara



aktarılan bu veriyle yakıt ölçümü, LabVIEW ortamında hazırlanan program yardımıyla anlık olarak gerçekleştirilebilmektedir. Hazırlanan bu programda kullanıcı yakıt ölçümünü sadece sürekli olarak değil aynı zamanda ön panelden gireceği belirli bir zaman süresince de yapabilmekte olup, bu süre zarfında tüketilen yakıt miktarını grafiksel olarak alabilmektedir.

3.3 Motor Torku Ölçümü

Genel olarak bir makinenin üreteceği veya yutacağı gücü hesaplamak için tork ölçme işlemi yapılmaktadır. Deney test düzeneğinde bulunan su freni olarak da bilinen hidrolik dinamometre ile motor volanına bağlanan bir rotor üzerindeki kanatçıkların, cihazın içine gönderilen suya çarpması sonucunda frenleme oluşmaktadır. Frenleme sonucunda oluşan moment, load cell yardımıyla ölçülmektedir. Bu sensörün yapısında yük hücresi bulunmasından dolayı sensör üzerindeki yükte doğru orantılı bir elektriksel sinyal üretmektedir. Test düzeneği üzerinden alınan sinyal bilgisayara aktarılıp kalibrasyonu yapılarak tork ölçümü gerçekleştirilmektedir. Kalibrasyon için kullanılan matematiksel ifade aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{Tork} = K_c \times \text{Vtork} \quad (2)$$

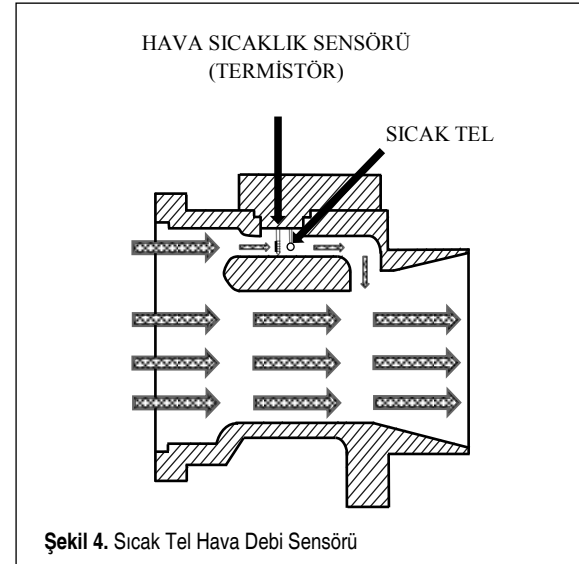
(2) nolu bağıntıda yer alan ifadesi kalibrasyon katsayısını, tork sensörünün çıkışından elde edilen elektriksel sinyali ifade etmektedir.

3.4 Emme Havası Debisi Ölçümü

İçten yanmalı motorlarda emilen havanın debisi en iyi hava/yakıt karışımının elde edilebilmesi için gerekli bir parametredir. Bundan dolayı emilen havanın debisinin ölçülmesi önem taşımaktadır.

Emme havası debisini ölçmek ve bilgisayar ortamına taşımak amacıyla sıcak tel yöntemini kullanan sensörler kullanılmak-

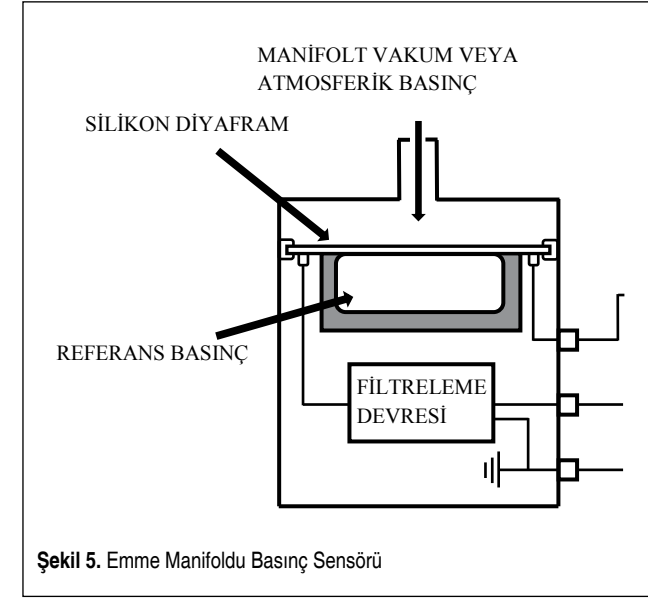
tadır. Sıcak tel, ventüri üzerinde yer almaktadır. Bu sebeple tel üzerinden geçen hava telin sıcaklığını düşürmektedir. Telin içinden geçen akım ayarlanarak sıcaklık sabitlenmeye çalışılmaktadır. Sıcaklık düşümü gerilim azalmasına neden olmaktadır. Şekil 4'te hava debi ölçümü için kullanılan sensör gösterilmiştir.



Telin üzerine düşen gerilim bilgisayara aktarıldıktan sonra LabVIEW yardımıyla bu gerilim değeri okunmakta ve emme havası debisi ölçülmektedir.

3.5 Emme Manifoldu Basıncı Ölçümü

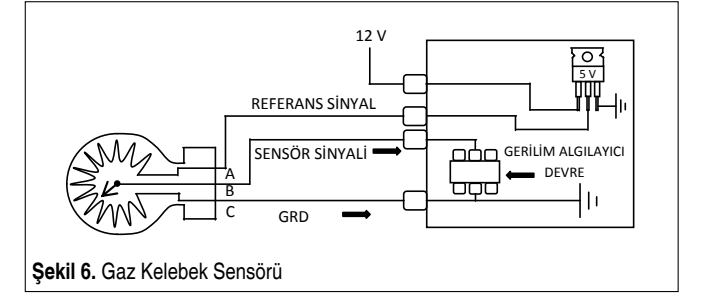
Emme manifoldu basınç sensörü emme basıncı ile çevre basıncının ölçülmesini sağlamaktadır. Şekil 5'te bu sensörün iç yapısı gösterilmiştir. Sensörün yapısında iki odayı ayırmak için yarı iletken silikon diyaframlar bulunmaktadır. Basınc-



değişiminin diyaframı esnetmesi sonucunda malzemenin direnci değişmektedir. Direncin değişimiyle alınan sinyal veri iletişim kartıyla bilgisayara gönderilmektedir. Gönderilen bu sinyale LabVIEW programı kullanılarak kalibrasyonun yapılmasıyla basınç ölçümü yapılabilmektedir.

3.6 Gaz Kelebek Açıklık Oranı Ölçümü

Gaz kelebek açıklık oranı ölçümü, bir potansiyometrenin kelebeğe bağlanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Gaz kelebek sensörü olarak nitelendirilen bu potansiyometrenin çıkış ucu elektronik kontrol ünitesine kelebeğin konumunu bildirmek-



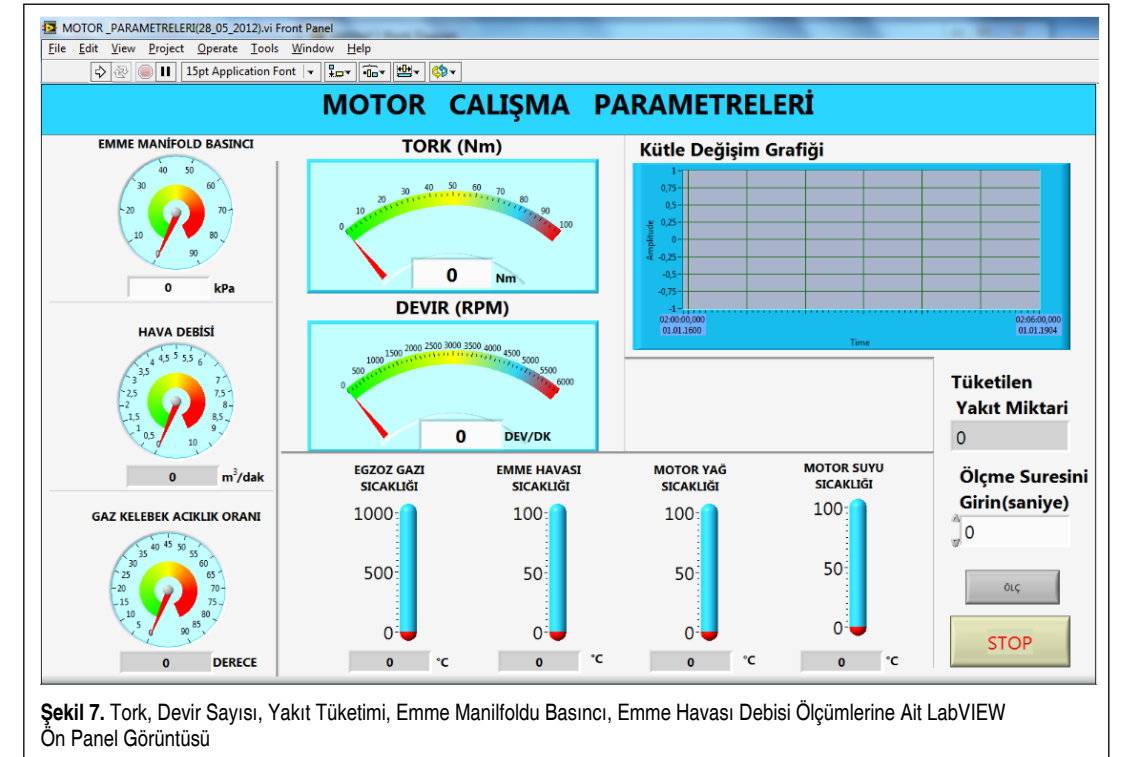
tedir. Sensörün çıkış ucu 0 ile 5V arasında bir gerilim üretmektedir. Gaz kelebek sensörü Şekil 6'da gösterilmiştir.

Motor rölatide çalışırken sensör çıkışından elde edilen gerilim değerine karşılık 0 derece, gaz kelebeği tam açıkken ölçülen gerilim değerine karşılık 90 derece alınmıştır. Bu iki değer arasındaki doğrusal artış matematiksel bir bağıntıyla ifade edilmiş ve bu sinyalin veri iletişim kartıyla bilgisayara aktarılmasıyla ölçülen sinyalin gerilimi ve açıklık oranı bilgisayardan izlenebilmiştir.

3.7 LabVIEW Ön Paneli ve Blok Diyagramı

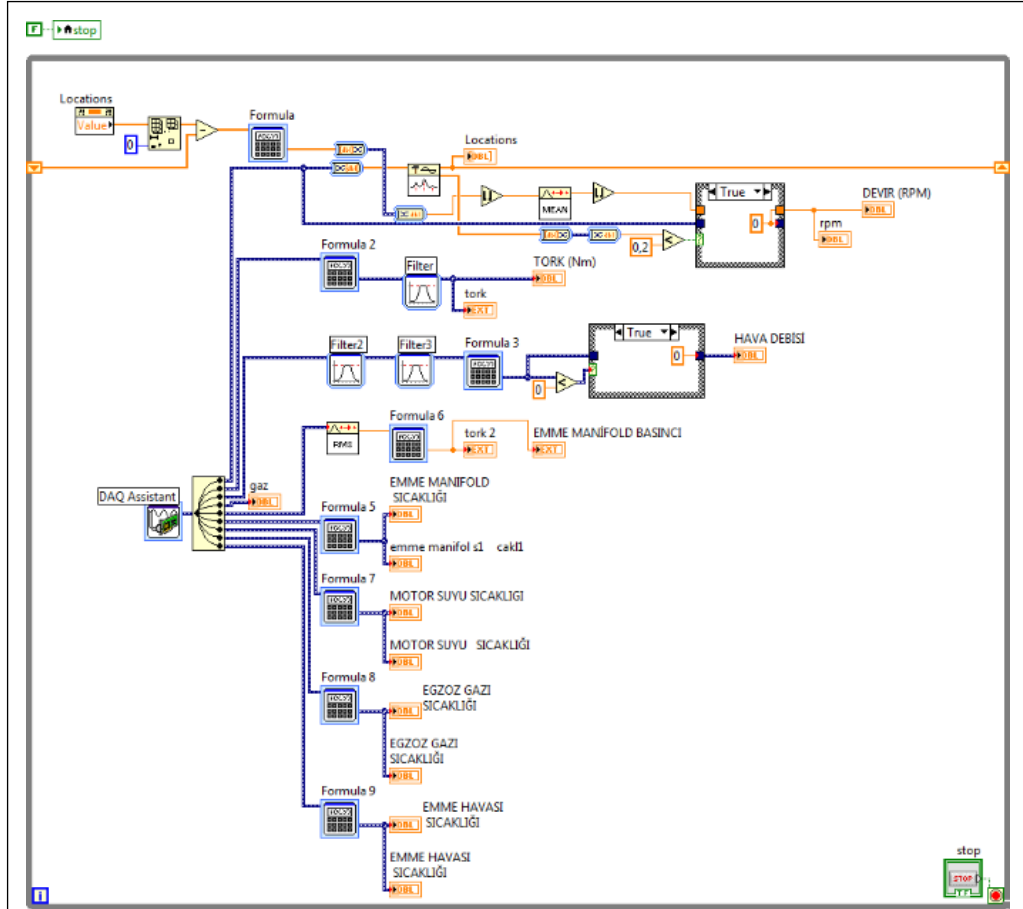
LabVIEW ekranı iki kısımdan oluşmaktadır. Birincisi kullanıcı ara yüzünün hazırlandığı "ön panel," ikincisi ise kodların oluşturulduğu "blok diyagram"dır. Ön panelde kullanılan kontrol ve göstergeler blok diyagramında terminallere karşılık gelmektedir.

Motor parametrelerinin ölçülmesi için LabVIEW ortamında hazırlanan programın blok diyagramında motor üzerindeki sensörlerden gelen sinyallerin programla haberleşmesi için

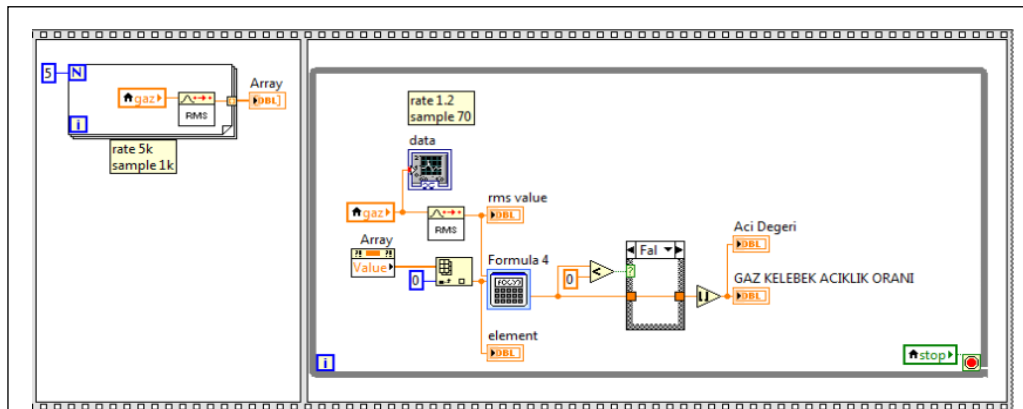


DAQ (Data Acquisition) asistan kullanılmıştır. Kullanılan asistan bloğu ile gelen sinyalin örnekleme sayısı ve hızı ayarlanabilmektedir. Bu programda örnekleme sayısı 1kHz, örnekleme hızı ise 5kHz olarak seçilmiştir. Ayrıca sinyaller üzerindeki gürültü oranına göre blok diyagram üzerindeki filtreleme bloğu kullanılarak her bir sinyal için uygun filtreleme gerçekleştirilmiştir.

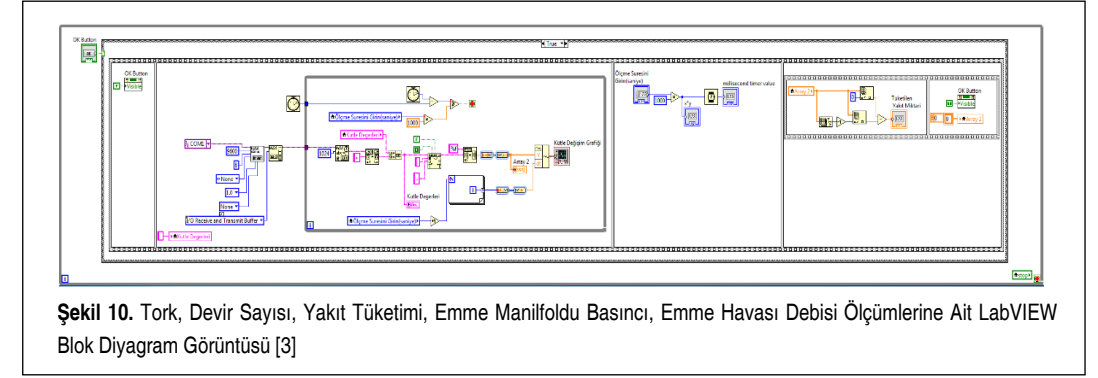
Yukarıda ifade edilen tork, devir sayısı, yakıt tüketimi, emme manifoldu basıncı, emme havası debisi ölçümlerine ait program ön panel görüntüsü Şekil 7’de, blok diyagramı Şekil 8, 9,10’da gösterilmiştir. Şekil 7’de ayrıca çeşitli noktalara bağlı olan K-tipi termo-çift elemanlarla yapılan sıcaklık ölçümleri de görülmektedir.



Şekil 8. Tork, Devir Sayısı, Yakıt Tüketimi, Emme Manifoldu Basıncı, Emme Havası Debisi Ölçümlerine Ait LabVIEW Blok Diyagram Görüntüsü [1]



Şekil 9. Tork, Devir Sayısı, Yakıt Tüketimi, Emme Manifoldu Basıncı, Emme Havası Debisi Ölçümlerine Ait LabVIEW Blok Diyagram Görüntüsü [2]



Şekil 10. Tork, Devir Sayısı, Yakıt Tüketimi, Emme Manifoldu Basıncı, Emme Havası Debisi Ölçümlerine Ait LabVIEW Blok Diyagram Görüntüsü [3]

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda ortaya konan veri toplama sistemiyle aşağıdaki avantajlar elde edilmiştir;

- 1- Test ünitesinde, kullanılan elektronik ölçüm prensipli cihazlar sayesinde, motor testlerinde gerekli yüksek hassasiyette ölçümler yapılabilir hâle getirilmiştir. Bu sırada ölçümlerin güvenilirliği ve hassasiyeti artırılmıştır.
- 2- Ölçümler için gerekli zaman azaltılmıştır.
- 3- Ölçümler eş zamanlı olarak kişisel bir bilgisayarda izlenebilir ve sonrasında işlenmek üzere kaydedilebilir hâle getirilmiştir. Bu sırada farklı parametreler arasındaki ilişki daha kolay gözlenebilmektedir.
- 4- Birçok cihazdan manuel olarak veri kaydının yapılması yerine, bir monitörden tüm ölçümler yapılabilir hâle getirilmiştir.
- 5- Farklı parametrelerin ölçüm ve kayıtları esnasında yaşanan hatalar azaltılmıştır.
- 6- Bu ölçümler için kullanılan cihazlar çok düşük maliyetli olup, birçoğu günümüz teknolojiyle üretilen motorlarda

hâlihazırda kullanılmaktadır. Bu durum kurulan ölçüm sisteminin maliyetini çok önemli seviyede azaltmıştır.

- 7- Uzaktan ölçüm imkânı sağlanarak deney yapan kişinin daha sessiz ortamda bulunması sağlanmıştır. Daha da önemlisi, deneyleri yapan kişi için daha emniyetli ortam sağlanmıştır.
- 8- Kurulan sistem sayesinde motor daimi hâl testlerinin yanında daimi olmayan durumlar içinde çalışmalar yapılabilir hâle getirilmiştir.

KAYNAKÇA

1. Travis, J., Kring, J. 2006. LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun. Prentice Hall.
2. Ünsüçer, F., Eşme, E. 2009. Grafik Programlama Dili LabVIEW. Seçkin Yayıncılık.
3. NI PCI-6259 Technical Documents. 2011.
4. Debiasi, C., J., Park, A. Wesley, B. 1990. Automobile Electronic Control Modules Communicating by Pulse Width Modulated Signals. 4,922,874.

<http://omys.mmo.org.tr/muhendismakina/>

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

Mühendis ve Makina Dergisi

Online Makale Yönetimi

ANA SAYFA (GİRİŞ SAYFASI)

YAZAR

HAKEM

EDİTÖR

HOŞGELDİNİZ

YAZAR GİRİŞİ

e-Posta:

Şifre:

Giriş

[Yeni Kullanıcı | Şifremi Unuttum](#)

MÜHENDİS VE MAKİNA DERGİSİ'ne makale gönderilebilir için sisteme kayıt olmanız gerekmektedir. Kayıt olabilmek için sol kısımda yer alan [Yeni Kullanıcı] bağlantısına tıklayınız.

Daha önce kayıt olduysanız, e-posta adresiniz ve şifrenizi girmeniz yeterlidir.

Şifrenizi hatırlamıyorsanız, şifrenizin e-posta adresinize gönderilebilmesi için [Şifremi Unuttum] bağlantısına tıklayınız.

Sistemle ilgili sorularınızı yayin@mmo.org.tr e-posta adresine gönderebilirsiniz.

makalelerinizi online sistem üzerinden ulaştırabilirsiniz