



Makale / Research Paper

**Bir AC Jeneratörün Motor Dinamometresi Olarak Kullanılabilirliğinin
Araştırılması**

Abdurrazzak AKTAŞ¹, Mustafa AYDIN², Perihan SEKMEN¹

¹ Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 78080, Karabük, TÜRKİYE

² Karabük Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü, 78080, Karabük, TÜRKİYE

aaktas@karabuk.edu.tr

Özet - İçten yanmalı motorların performansını ölçmekte kullanılan dinamometre ihtiyacı, yüksek fiyatlar ile ithal edilerek temin edilebilmektedir. Oysa birçok araştırmacının dinamometre yerine bir elektrik jeneratörünü kullandığı ve jeneratörü yüklemek için de çok sayıda direnç, lamba ve pompadan oluşan sabit yük banka sisteminden yararlandığı anlaşılmaktadır. Bu tür sistemlerin ülkemizde de benzer şekilde kullanılabilmesi ve kullanılan sabit yükler yerine dimmerli direnç, lamba vb.'den oluşturulacak değişken yük bankaları kullanılarak geliştirilebileceği düşünülmektedir. Bu amaçla; tek silindirli, sabit devirli, 3000 1/min'da 3,2 kVA sürekli güç verebilen motorlu bir jeneratör önce sabit yükler ile yüklenerek (288, 495, 874, 1120, 1502, 18001778, 1992, 2376, 2776 ve 2990 W'lık çeşitli lambalar ile) yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, egzoz gaz sıcaklığı ve is emisyonları tespit edilmiştir. Daha sonra hem sistemi geliştirmek hem de karşılaştırma yapmak amacı ile dimmer kumandalı olarak 0-4500 W arasında gücü değiştirilebilen direnç ile deney tekrarlanmıştır. Yükleme miktarı sabit yük bankalı sistemde jeneratörden beslenerek çalıştırılan lambaların giriş voltaj ve akımı, değişken yük bankalı sistemde ise dimmer girişindeki voltaj ve akım ölçülerek belirlenmiştir. Karşılaştırma sonucunda sabit yük bankalarından yükleme yapılarak jeneratörün dinamometre olarak kullanılabilmesi, dimmerli değişken yük bankalı sistemin ise değişen sinüzoidal akım eğrisi yapısına rağmen yükleme miktarı net ölçülebildiği takdirde daha geniş kullanımlı olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: AC Jeneratör, motor, dinamometre, sabit yük bankası, değişken yük bankası.

**An Investigation of the Usability of AC Generator as an Engine
Dynamometer**

Abstract - The need of dynamometers used to measure the performance of internal combustion engine are imported with high prices in the market. However, it is understood that many researchers use an electric generator instead of dynamometer and a constant load bank system can be employed with many resistances, lamps, pumps and so on to load the generator. It is expected that such systems can be used in a similar manner in our country and besides it can be developed by using variable load bank consists of resistance, dimmer etc. instead of constant loads. For that purpose a single cylinder with constant rpm generator that produces 3.2 kVA continuous power at 3000 rpm has been initially charged with a various constant loads (288, 495, 874, 1120, 1502, 18001778, 1992, 2376, 2776 and 2990 W lamps) and fuel consumption, specific fuel consumption, exhaust gas temperature and soot emissions have been determined. After that the experiments have been repeated with a 4500 W resistor which is controlled by a dimmer in order to improve of the system and make comparison between usage of constant load and variable load bank system. The amount of load imposed to generator has been determined by measuring current and voltage values from input of the lamps at the constant load bank system, and from the input of dimmer at the various load systems. At the result it is found that the generator which was loaded with constant load bank using a lamp can be used as a dynamometer, though the

Bu makaleye atıf yapmak için

Aktaş, A., Aydın, M., Sekmen, P., "Bir AC Jeneratörün Motor Dinamometresi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması" El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2016, 3(3); 498-505.

How to cite this article

Aktaş, A., Aydın, M., Sekmen, P., "An Investigation of the Usability of AC Generator as an Engine Dynamometer" El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2016, 3(3); 498-505.

various load bank system with a dimmer has varying sinusoidal current curve it can be used widely provided that the amount of load is measure as accurate.

Keywords: AC generator, engine, dynamometer, constant load bank, variable load bank.

1. Giriş

Motor deneylerinin amacı performans karakteristiklerinin tespit edilmesidir. Motor gücü, momenti, özgül yakıt sarfiyatı ve bunların yüke ve devir sayısına bağlı olarak değişimi performans karakteristikleri olarak bilinmektedir. Motorun gürültü seviyesi, egzoz emisyonu, ekonomik servis ömrü gibi karakteristikler de özel olarak dikkate alınabilmektedir. Testler sırasında emme havası, yağlama yağı, gövde ve soğutma suyu sıcaklığı gibi parametreler normal seviyede tutulmalıdır [1].

Motor testlerinin gerçekleştirilmesinde en önemli eleman, motorun ortaya koyduğu kuvveti ölçmeye yarayan dinamometredir. Genellikle dinamometreler; elektrikli ve hidrolik olmak üzere iki çeşittir [1]. Elektrikli dinamometreler daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde taşıt motor dinamometreleri genellikle yüksek fiyatlar ile ithal edilerek temin edilmektedir. Son zamanlarda ülkemizde de doğru akım dinamlu dinamometrelerin imal edilebilmesi için sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır [2-4]. Ancak, bu araştırmalar ucuz ve hassas dinamometreler üretmek için henüz yeterli değildir. Yapılan literatür araştırmasından; bazı araştırmacıların içten yanmalı bir motoru test etmek için motoru elektrik üreten bir üretece (jeneratöre) bağladıkları ve yüklemeyi de direnç, su pompası vb. alıcılar ile kademeli olarak sağladıkları anlaşılmaktadır [5-7]. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özet olarak verilmiştir.

Late et al. [5], çift yakıtlı bir dizel motora hidrojen ve LPG ilave edilmesinin verim ve emisyonlara etkisini araştırdıkları çalışmalarında; kullandıkları dört silindri su soğutmalı 62,5 kW güç verebilen motoru 62,5 kW güç yutabilen bir DC jeneratöre bağladıkları ve jeneratör yükünü değiştirmek için de dört adet su pompası ile 12 adet 3 kW'lık endüstriyel ısıtıcı kullandıkları tespit edilmiştir.

Nwafor ise; [6], avanslı püskürtme zamanının doğal gaz ile çalışan bir dizel motorun emisyon karakteristiklerine etkisi adlı çalışmasında; dinamometre olarak DC jeneratör ve yük bankası kullandığı anlaşılmaktadır.

Sing et al. [7], üç silindri, 1500 1/min sabit devirli 23 kW güç verebilen motoru bir alternatöre bağlayarak ve alternatörü elektriksiz dirençle yükleyerek, pirinç kepeği yağı ve üretilen bir gaz ile dizel yakıtı karışımlarının içten yanmalı bir motorda kullanılmasını araştırmışlardır.

Huzzayin et al. [8], joboba ve dizel yakıtı karışımı kullanarak dizel motorun performans ve emisyon sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmalarında; dinamometre olarak DC bir elektrik jeneratörünü motora bağlamış ve jeneratörü kontrol etmek için sisteme harici bir uyarım devresi eklemiştir. DC jeneratör tarafından üretilen elektrik gücü su tankı içinden akan suyun ısıtılmasında kullanılmıştır.

Yılmaz [9], sıcaklığı artırılmış biyodizel-etanol ve biyodizel metanolün bir dizel motor performans ve emisyonlara etkisi adlı çalışmasını, iki silindri dört zamanlı sıvı soğutmalı direkt püskürtmeli Kubota GL7000 dizel motorlu bir jeneratör ile gerçekleştirmiştir. Jeneratörü yüklemek için de çoklu elektrikli ısıtıcılar kullanmıştır.

Solak [10], biyodizel/lpg çift yakıtlı bir motorda püskürtme zamanının performans ve emisyonlara etkisi adlı çalışmasını, Katana KM 178FE motorlu 4,2 kVA'lık jeneratör, 500 W ve 1000 W'lık ampullerden oluşan bir yük bankası ile gerçekleştirmiştir.

Yukarıda açıklanan deneysel çalışmalardan, araştırmacıların motor-jeneratör ikilisini direnç, elektrikli ısıtıcı, lamba, gibi sabit yüklerden oluşan yük bankalarından yararlanmak suretiyle yükleyerek dinamometre olarak kullanabildikleri, ancak, yüklemenin lamba gibi sabit güçlü alıcılar ile yapılması nedeniyle sadece belirli koşullarda veri alabildikleri anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; sabit yük bankası ile yüklenerek sınırlı şekilde dinamometre olarak kullanılabilen bir AC jeneratörü için, değişken yük bankası oluşturmak ve hem sabit yük bankası ile hem de değişken yük bankası ile değişik koşullarda test ederek daha kapsamlı olarak kullanılabilirliğini araştırmaktır.

2. Materyal ve Metod

Teknik özellikleri Çizelge 1’de verilen ve Şekil 1’de görülen tek silindirli 3000 1/min sabit hızlı, 3,2 kVA’lık sürekli güç verebilen jeneratörlü dizel motorun (Katana KM 178FE) dinamometre olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır [11]. Tüketilen yakıtın kütleli miktarını ölçebilmek için motorun kendi yakıt deposu sökülerek elektronik terazi üstüne konulabilen seyyar bir yakıt deposu takılmıştır. Egzoz gazını dışarı atmak için bir egzoz sistemi takılmıştır. Ayrıca, motor devrini ölçmek için de Enda ETS1410 model dijital takometre ve motor volan muhafazasına monte edilen proximity sensör kullanılmıştır.

Çizelge 1. Motor ve jeneratörün teknik özellikleri [11].

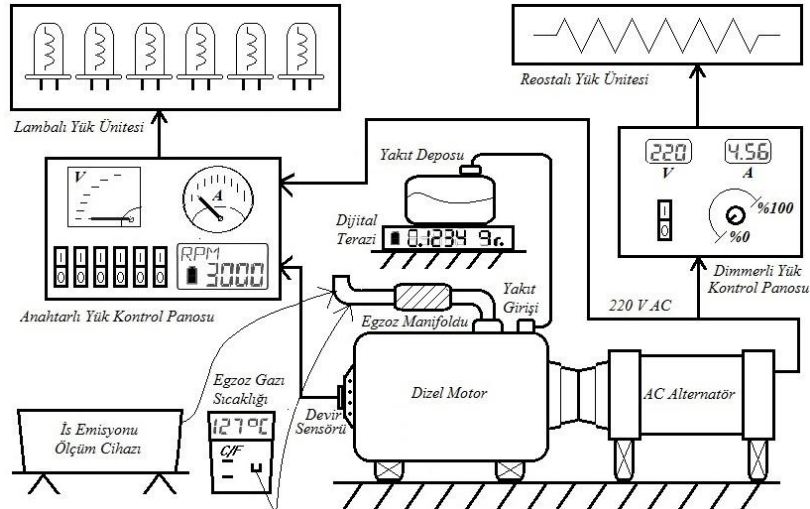
Motor özellikleri	
Model	Katana KM 178FE dizel
Çap x strok (mm)	78 x 62
Maksimum Motor Hızı (1/min)	3000
Silindir hacmi (cm ³)	296
Silindir sayısı	1
Sıkıştırma oranı	18/1
Yakıt sistemi	Direkt püskürtme
Maksimum çıkış gücü (kW)	5
Soğutma sistemi	Cebri hava soğutmalı
Püskürtme avansı (°KMA ÜÖN)	25±1
Jeneratör Özellikleri	
Model	KD 4500 E
Maksimum çıkış gücü	4,2 kW
Sürekli çıkış gücü	3,2 kW
Volt	230
Faz	Monofaze
Frekans	50 Hz
Güç faktörü	1
AC Devre kesici	Var

Sabit devirli jeneratörü dinamometre amaçlı olarak farklı yüklerle yükleyebilmek için RTM marka 7500W 35A’lık dimmer ve iki adet ısıtıcı direnç (bir adet 2000 W’lık ve bir adet de 2500 W’lık UFU adı verilen ısıtıcı cihaz flementi) kullanılmıştır. Deneysel çalışmada yüklemeler esnasında devreden geçen akımı ölçmek için UNI-TREND GROUP UT204 kablo üstü dijital multimetrenin kablo üstü ampermetresi ve gerilimi ölçmek için de TT T-ECHNI-C A930C kodlu dijital multimetrenin voltmetresi kullanılmıştır. Ayrıca, karşılaştırma yapmak amacı ile 150, 300, 500 ve 1000 W’lık ampullerden (sabit yüklerden) oluşan bir yük bankası da kullanılmıştır.



Şekil 1. Deneyde kullanılan motor ve jeneratörün (a). Orijinal hali (b). Dinamometreye dönüştürülmüş hali

Yakıt tüketimini ölçmek için 1 g hassasiyetle ölçüm yapılabilen Dökümsan JS-B marka elektronik terazi ve Caston ST-613D kronometre kullanılmıştır. İS emisyonu MRU optrans 1600 duman ölçer ve egzoz gaz sıcaklığı K termokupullu dijital termometre ile ölçülmüştür. Şekil 2’de sistem şeması görülmektedir.

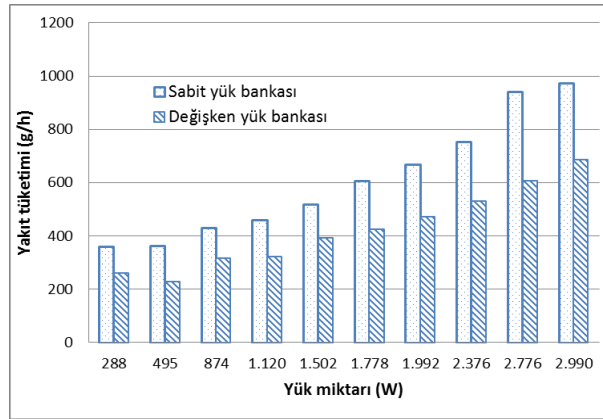


Şekil 2. Jeneratörlü dinamometre sistem şeması

Yeni tasarlanan yük ünitesinin performansını ölçmek için 3000 1/min sabit devirli dizel motorlu jeneratör, önce 150, 300, 500 ve 1000 W’lık ampullerden oluşan bir yük bankası ile sırasıyla 288, 495, 874, 1120, 1502, 1778, 1992, 2376, 2776 ve 2990 W’lık gerçek sabit güçlerde (yükleme esnasında ölçülen) yüklenmiştir. Her bir yüklemde motorun kararlı çalıştığı görüldükten sonra bulgu olarak; yakıt tüketimi, is emisyonu, egzoz gaz sıcaklığı, ve alıcılardan geçen akım ile jeneratörün uyguladığı gerilim ölçülmüştür. Yakıt tüketimi elektronik terazi ve kronometre yardımı ile kütleli olarak belirlenmiştir. Sonra, lambalardan oluşan sabit yük bankası ile yapılan yüklemeler sırasında ölçülen gerilim ve akıma göre güç hesaplanarak aynı güçler altında tasarlanan değişken yük bankası yardımı ile deneyler tekrarlanmıştır. Yeni sistemde yük miktarları; lambalı sistemde uygulanan yüklere göre hesaplanan akım miktarları elde edilinceye kadar kumanda panosundan müdahale edilerek sağlanmıştır. Yeni yüklemesinde jeneratör çıkış gerilimi ve kumanda panosuna girişte kablo üstü dijital ampermetre ile ölçülen akım dikkate alınmıştır. Her iki sistem için elde edilen veriler karşılaştırılarak sistemin dinamometre olarak kullanılabilirliği tartışılmıştır.

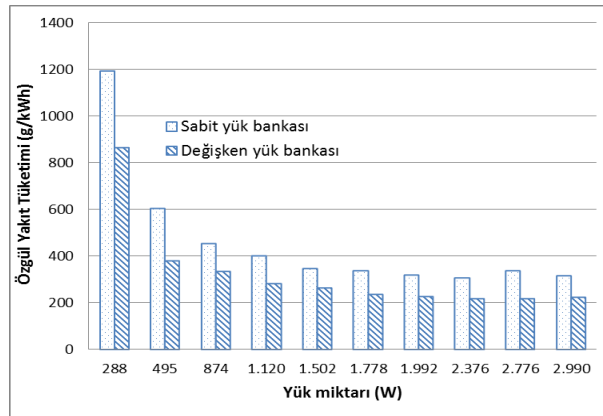
3. Bulgular ve Tartışma

Şekil 3'te motor yakıt tüketiminin yüke göre değişimi görülmektedir. Her iki sistemde yük arttıkça yakıt tüketiminin de arttığı görülmektedir. Çünkü sabit devirle çalışan bir dizel motor yüklendikçe devrinin düşmemesi için silindir içine püskürtülen yakıt miktarının artması gerekmektedir. Bu manuel olarak gaz verilerek ya da sabit devirli bu dizel motorlu jeneratörde olduğu gibi otomatik olarak (regülatör) gaz verilerek sağlanmaktadır. Yöntemde belirtildiği şekilde jeneratör aynı yükler ile yüklenmesine rağmen iki sistemde farklı miktarlarda yakıt tüketildiği görülmektedir. Aslında her iki sistemde aynı yükte aynı yakıtın tüketilmesi beklenmektedir. Sabit bankalı sistemde jeneratör örneğin; 500 W'lık bir lamba ile yüklendiğinde ve lambanın çektiği akım ile gerilim ölçülerek hesaplanan 494,5 W gücün imalatçı firma tarafından lamba için verilen 500 W'a yakın çıkması, lambalı sistemde uygulanan yük miktarının güvenilir olduğunu göstermektedir. Sabit yük bankalı sistem ile uygulanan yük sırasında ölçülen akım ve gerilime göre belirlenen aynı yük yeni tasarlanan değişken yük bankalı sistem ile uygulanmasına (dimmer girişinden akım ve gerilim ölçülerek) rağmen her bir yük koşulunda yakıt tüketiminin sabit bankalı yük sisteminden düşük çıkması, değişken yük bankalı sistemin hesaplanandan daha az yük oluşturduğu anlaşılmaktadır. Buna, dimmerli yeni sistemde direnç ayarlanarak yük belirlenirken, akım eğrisinin değişmesinin (faz farkının) sebep olduğu düşünülmektedir.



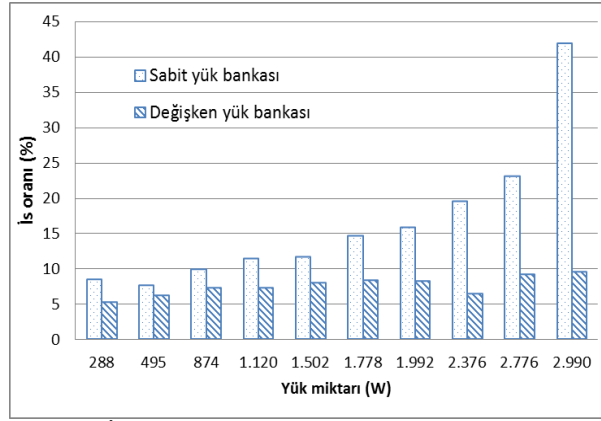
Şekil 3. Yakıt tüketiminin yük miktarı ile değişimi

Şekil 4.'te özgül yakıt tüketiminin yüke göre değişimi verilmiştir. Değişken yük bankalı sistemin özgül yakıt tüketiminin sabit bankalı sistemin özgül yakıt tüketimine göre düşük çıktığı görülmektedir. Ancak sabit bankalı sistemin özgül yakıt tüketiminin dizel motorlar için bilinen özgül yakıt tüketimi değerlerine daha yakın olduğu belirlenmiştir.



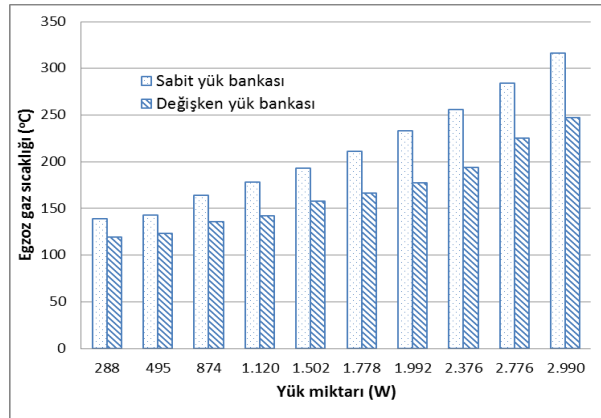
Şekil 4. Özgül yakıt tüketiminin yük miktarı ile değişimi

Şekil 5.'te is emisyon değerlerinin yüke göre değişimi verilmiştir. Motor yükü arttıkça her iki sistem için is emisyonunun arttığı ancak değişken yük bankalı sistem is emisyonunun diğerine göre daha düşük seviyede kaldığı görülmektedir. Her iki sistem için yük arttıkça is emisyonunun benzer şekilde artması beklenmektedir. Çünkü sabit devirde yük arttıkça aynı hava içerisine püskürtülen yakıt artmakta, birim yakıt başına düşen hava azalmakta ve karışım kötüleşmektedir. Yeni tasarlanan sistemde is emisyonunun düşük olmasının sebebinin ise sisteme uygulanan yük miktarının uygulanan gerilim ve akım ölçülerek belirlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 5. Is emisyonunun yük miktarı ile değişimi

Şekil 6'da egzoz gaz sıcaklığının (EGS) sabit ve değişken yük bankası için yük miktarı ile değişimi görülmektedir. Yük miktarı arttıkça EGS artmaktadır. Bu da yük arttıkça silindir içine püskürtülen ve yanan yakıt miktarının artmasının doğal bir sonucudur. Ancak, her iki sistem için aynı olması beklenen EGS'ları sabit yük bankalı sistemde yüksek çıkmıştır. Bu daha önce tartışılan veriler ile uyumludur.



Şekil 6. Egzoz gaz sıcaklığının yük miktarı ile değişimi

4. Sonuçlar

Sabit devirli, tek silindirli, direkt püskürtmeli hava soğutmalı jeneratörlü bir dizel motor jeneratörünün dinamometre olarak kullanılabilirliğinin araştırılması için; sabit motor devrinde sabit ve değişken yük bankası (sistemi) ile motorun değişik miktarlarda yüklenmesinden elde edilen yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, is emisyonu ve egzoz gaz sıcaklığının karşılaştırılması ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Sabit devirli jeneratörlü bir motorun sabit yük bankası sistemi ile yüklenmesi sonucu elde edilen yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, is emisyonu ve egzoz gaz sıcaklığının alışıl gelen motor verileri ile benzer olduğu, dolayısı ile bu yöntem ile yük bankasında bulunan yüklere bağlı olarak

sınırlı koşullarda da olsa AC jeneratörün motor dinamometresi olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

Motorlu AC jeneratörün daha kapsamlı bir dinamometre olarak kullanılabilmesi amacı ile oluşturulan değişken yük bankası ile, istenilen miktarda yüklemenin yapılabildiği ve böylece istenilen herhangi bir koşulda motor performansının belirlenebileceği tespit edilmiştir.

Ancak, her iki sistemde de jeneratörden çekilen akım ve gerilime göre, motor aynı yükler ile yüklendiği için özgül yakıt tüketimi, emisyon vb. verilerin aynı çıkması beklenirken, değişken yük bankası verilerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Sabit yük bankası ile elde edilen özgül yakıt tüketimi vb. verilerin alışılagelen verilere daha çok yakın olması nedeniyle, değişken yük bankası ile akım ve gerilime dayalı yapılan yükleme miktarının doğru ölçülemediği anlaşılmıştır. Değişken yük bankası ile uygulanan yük miktarının doğru ölçülememesinin ise dimmer ile yük direncinin değiştirilmesi sırasında akım eğrisinin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; değişken yük bankası ile yükleme sırasında, akım ve gerilimin doğru bir yöntem ile ölçülebilmesi, ya da motor momenti ve hızının (1/min) ölçülmesi halinde AC jeneratörün ekonomik, geniş kullanıma sahip değişken yüklü bir dinamometre olarak rahatlıkla kullanılabilceği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Öz, İ.H., Borat, O., Sürmen A., “İçten Yanmalı Motorlar”, Birsen Yayın evi, 2003, İstanbul.
- [2] Çelik, B., Bayır, R., “Bilgisayar Destekli Otomotiv Test Standının İnternet Üzerinden Uzaktan Eğitim Amaçlı Kullanımı İçin Kullanıcı Arayüzlü Yazılım Tasarımı”, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
- [3] Çelik, M.B., Bayır, R., Özdalyan, B., “Bilgisayar Destekli Motor Test Standının Tasarımı ve İmalatı”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Teknoloji Dergisi, 10 (2007) 131-141.
- [4] Çelik, M.B. and Bayır, R., “Bilgisayar Destekli Motor Test Standı için Kullanıcı Arayüzlü Yazılım Tasarımı”, 4.International Advanced Technologies Symposium (IATS’05), Selçuk Üniversitesi, 28-30 Eylül 2005, Konya, Türkiye.
- [5] Lata, D.B., Misra, A., Medhekar, S. “Effect of Hydrogen and LPG Addition on the Efficiency and Emissions of a Dual Fuel Diesel Engine”, International Journal of Hydrogen Energy, 37 (2012) 6084-6096.
- [6] Nwafor, O.M.I., “Effect Of Advanced Injection Timing on Emission Characteristics of Diesel Engine Running on Natural Gas”, Renewable Energy, 32 (2007) 2361–2368.
- [7] Singh, R.N., Singh S.P., Pathak, B.S., “Investigations on Operation of CI Engine Using Producer Gas And Rice Bran Oil In Mixed Fuel Mode”, Renewable Energy, 32 (2007) 1565–1580.
- [8] Huzayyin, A.S., Bawady A.H., Rady M.A., Dawood A., “Experimental Evaluation of Diesel Engine Performance and Emission Using Blends of Jojoba Oil and Diesel Fuel”, Energy Conversion and Management, 45 (2004) 2093–2112.

- [9] Yılmaz N., “Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fuelled with Biodiesel–Ethanol and Biodiesel–Methanol Blends at Elevated Air Temperatures”, *Fuel* 94 (2012) 440–443.
- [10] Solak, S., “Biyodizel/Lpg Çift Yakıtlı Bir Motorda Püskürtme Zamanının Performans Ve Emisyonlara Etkisi”. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [11] Anonim, “Katana KM 178 FE dizel motorunun ve KD 4500 E jeneratörün katalog değerleri”, Katana, İstanbul, 2012.