

BUJİ İLE ATEŞLEMELİ MOTORLARDA KISMİ GAZ KELEBEK AÇIKLIĞINDA LPG KULLANIMI ÜZERİNE DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA

Can ÇINAR* Yakup SEKMEN* Ali AKBAŞ* Mustafa BALCI*

*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Otomotiv Anabilim Dalı
Beşevler/Ankara

ÖZET

Türkiye taşıtlarda sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanımına yeni başlayan bir ülkedir ve benzin fiyatlarının sürekli artması geliri sınırlı olan kesimi LPG dönüşümü yapmaya zorlamaktadır. Bu çalışmada buji ile ateşlemeli, 4 zamanlı ve 4 silindirli bir motorda $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklıklarında benzin ve LPG kullanılarak deneyler yapılmıştır. LPG'nin motor gücü, motor momenti, özgül yakıt tüketimi, volumetrik verim ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), Buji ile ateşlemeli motor, motor performansı, Egzoz emisyonları

AN EXPERIMENTAL STUDY ON USING LPG IN SPARK IGNITION ENGINES AT PARTIAL OPEN THROTTLE

ABSTRACT

In vehicle using liquified petroleum gas (LPG) has been started recently in Turkey and the continuous rise in fuel prices forces people of low-income to have LPG transformation. In this study, experiments were done at $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ open throttle in a four stroke, four cylinder, spark ignition engine using gasoline and LPG respectively. The effects of LPG on engine power, engine torque, specific fuel consumption, volumetric efficiency and exhaust emissions were investigated.

Key Words: Liquified petroleum gas (LPG), Spark ignition engine, engine performance, Exhaust emissions

1. GİRİŞ

Dünyada artan hava kirliliği günümüzde gelişmiş ülkelerin en önemli sorunlarından biridir. Bu kirlenmede motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının önemli bir payı bulunmaktadır. Bu durum araştırmacıları çevreye zarar vermeyen alternatif yakıtların arayışına itmiştir. Tüm alternatif yakıtlar arasında sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) dünya çapında ve uzun süreli rol oynayabilecek yegane yakıtlar olarak değerlendirilmektedir [1-3].

Dünyanın bir çok ülkesinde LPG bugün alternatif otomobil yakıtı olarak kullanılmaktadır. Otomotiv alanındaki LPG kullanımında İtalya ve Hollanda dünyada öncülük eden ülkelerin başında gelmektedir. Ayrıca Rusya, A.B.D., Avustralya, Japonya, Güney Kore gibi dünyanın bir çok ülkesinde beş milyondan fazla taşıtta sıvılaştırılmış petrol gazı kullanılmaktadır.

Ülkemizde de son yıllarda ilgi çekmeye başlayan taşıtların LPG'ye dönüşümü önemli bir taleple karşı karşıyadır ve kullanımda ilk sırayı özellikle büyük şehirlerde ticari taksiler almaktadır. Başlangıçta denetimsiz ve kaçak olarak uygulanan LPG kullanımı 29 Haziran 1995'te Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik ile yasallaşmış ve uygulamalar hızlanmıştır. Ülkemizde kullanılan LPG'nin %35'i yerli kaynaklardan ve geri kalanı ise Cezayir, Suudi Arabistan ve Kuveyt'ten ithal edilmektedir. Türkiye'de LPG'nin %90'ı evlerde, %5'i sanayide ve %5'i de araçlarda kullanılmaktadır [4,5].

LPG kimyasal yapı ve özellikleri bakımından parafinler ve olefinler grubu içinde yer alır. Genellikle doğal gazdan ve ham petrolün kuyudan çıkarılması ve rafinerilerde tasfiye edilmesi sırasında ham petrolden ayrıştırılarak elde edilen ve kolayca sıvılaştırılabilen propan ve butan gazlarının basınç altında sıvılaştırılmış halidir. Bu gazlar sıvılaştırıldıklarında hacimce 230 ila 267 kat küçülmektedirler [6]. LPG'de bulunan az miktardaki propilen ve butilen ise, petrol rafinerilerinde diğer hidrokarbonların kreaking'i ile elde edilen iki önemli kimyasal hammaddedir. LPG havadan daha ağır, renksiz, kokusuz, parlayıcı ve patlayıcı bir gazdır. Oktan sayısı benzine göre daha yüksektir (105), ancak enerji yoğunluğu petrole göre kütleli olarak %11, hacimsel olarak %33 daha azdır. Setan sayısı düşük olduğu için dizel motorlarında kullanıma uygun değildir [7-11].

LPG yakıtı motorlarda kirlenici egzoz emisyonlarını önemli ölçüde düşürmektedir. LPG yakıtlı taşıtlarda CO, HC ve NO_x emisyonları benzine oranla düşük seviyelere indirilebilmektedir. LPG ve temel taşıt yakıtlarının emisyon değerleri Çizelge 1.1'de verilmiştir [1,9,10].

Çizelge 1.1. Üç temel taşıt yakıtının emisyon değerlerinin karşılaştırılması

Emisyonlar	Dizel (%)	Kurşunsuz Benzin (%)	LPG (%)
CO	0.2	6	0.3
HC	6	3	1.8
NO _x	25	50	40
SO ₂	3.25	0.39	0
Aldehit	7.8	2.6	0
Partikül	32.5	6.5	0

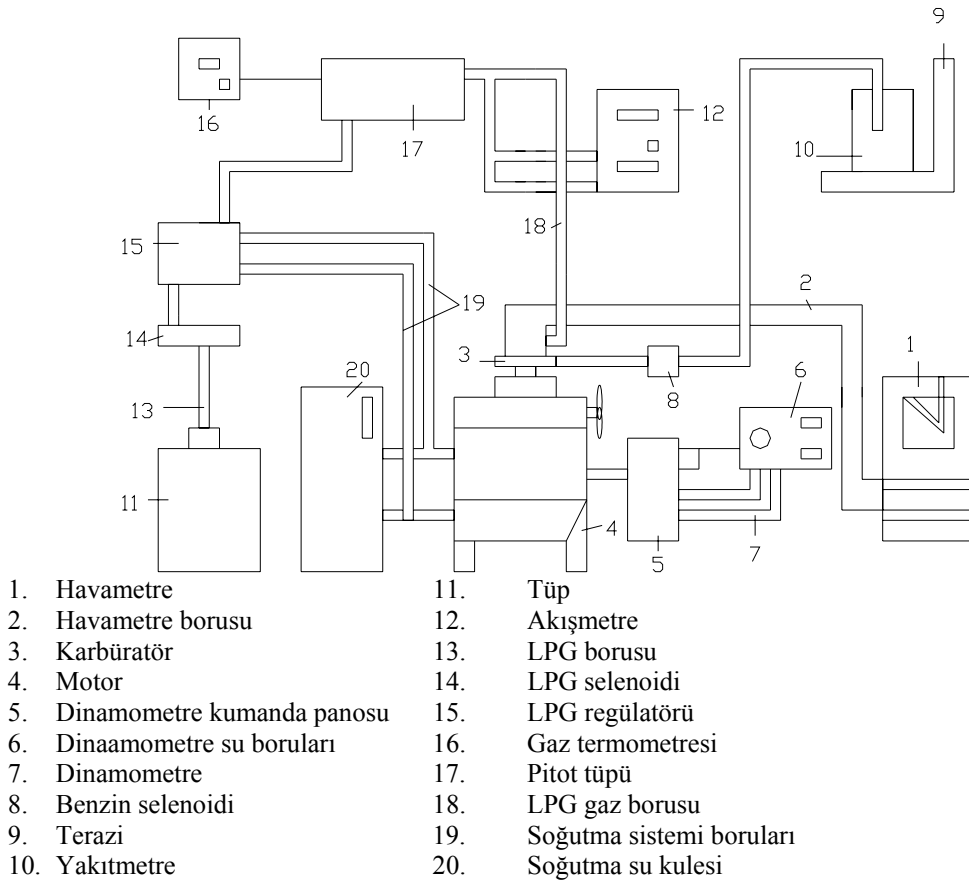
2. MATERYAL VE METOD

Deneyler 4 zamanlı, 4 silindirli, buji ile ateşlemeli Murat 124 marka bir motor üzerinde yapılmıştır. Deneylerde GO-Power, DT-1000 marka, uzaktan kumandalı hidrolik motor dinamometresi kullanılmıştır. Tüketilen benzin miktarı, ölçme hassasiyeti 0,01 g. olan OHAUS GT 8000 model terazi ile ölçülmüştür. Tüketilen LPG miktarını ölçmek için karıştırıcıya gelen gaz hortumunda oluşturulan sabit kesite yerleştirilen bir pitot tüpü yardımı ile basınç farkını (ΔP) ölçerek gaz akış hızını hesaplayan PCO-10 tipi dijital bir akış metre kullanılmıştır. Egzoz gaz emisyonları Sun MGA-1200 gaz analizörü ile ölçülmüştür.

Deney motorunun deneylerden önce buji, platin ve motor yağı değiştirilmiş ayrıca gerekli motor ayarlarıyla ateşleme avans ayarı yapılmıştır.

Deney ölçme işlemleri motor normal çalışma sıcaklığında yapılmıştır. Deney süresince motor sıcaklığı şehir şebeke suyu yardımı ile kontrol altında tutulmuştur.

Deneyler $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında, değişik yüklerde, benzin ve LPG yakıtı kullanılarak yapılmıştır. LPG yakıtlı deneylerde Landi regülatör kullanılmıştır. Deney tesisatının şematik resmi Şekil 2.1'de verilmiştir.

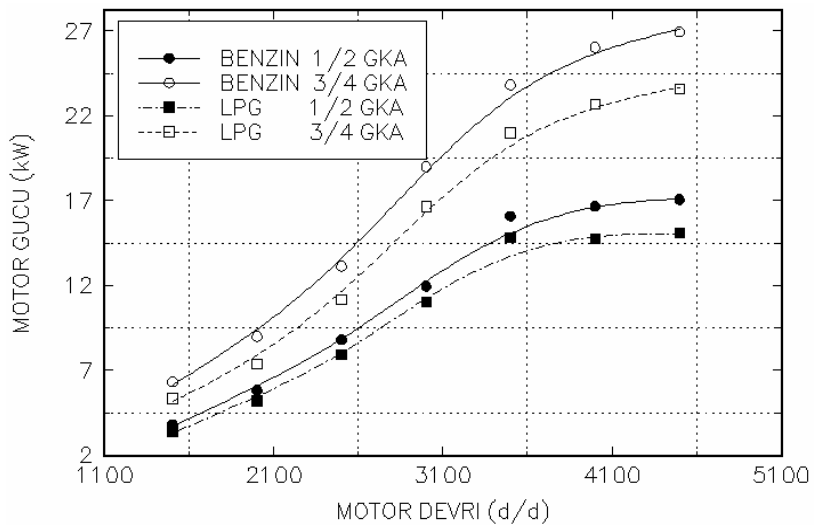


Şekil 2.1. Deney tesisatının şematik resmi

3.DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

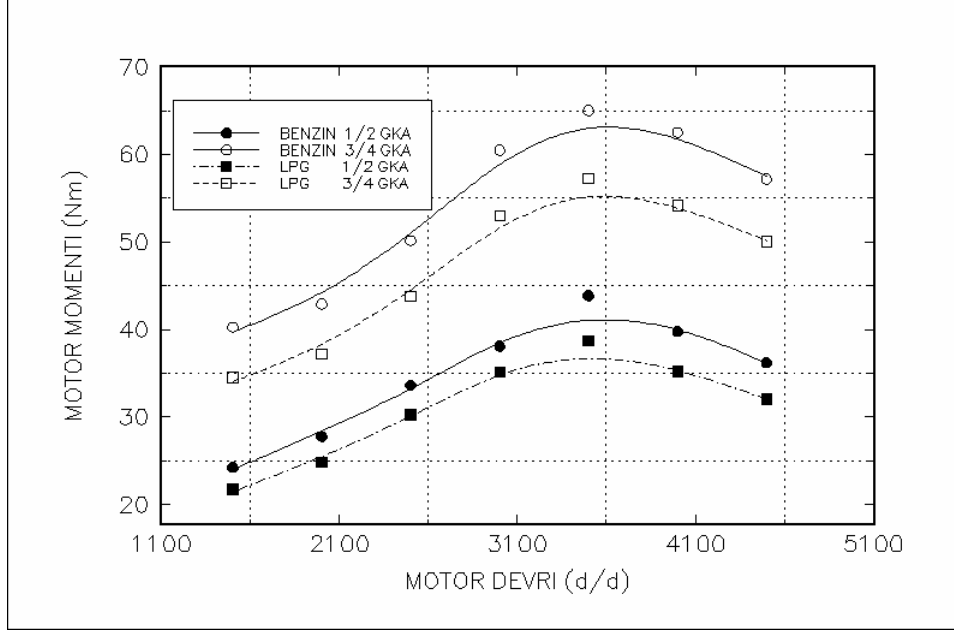
3.1.Motor Gücü

Benzin ve LPG ile yapılan deneylerde motor devrine bağlı olarak elde edilen efektif güç eğrileri Şekil 3.1'de verilmiştir. Benzin ile yapılan deneylerde elde edilen güç eğrisi LPG yakıtlı güç eğrilerinden yüksek çıkmıştır. Maksimum efektif güç benzinli deneylerde $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında 4500 min^{-1} 'de 26,94 kW, LPG yakıtlı deneylerde 4500 min^{-1} 'de 23,57 kW olarak ölçülmüştür.

Şekil 3.1 Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında efektif güç değişimleri

3.2 Motor Momenti

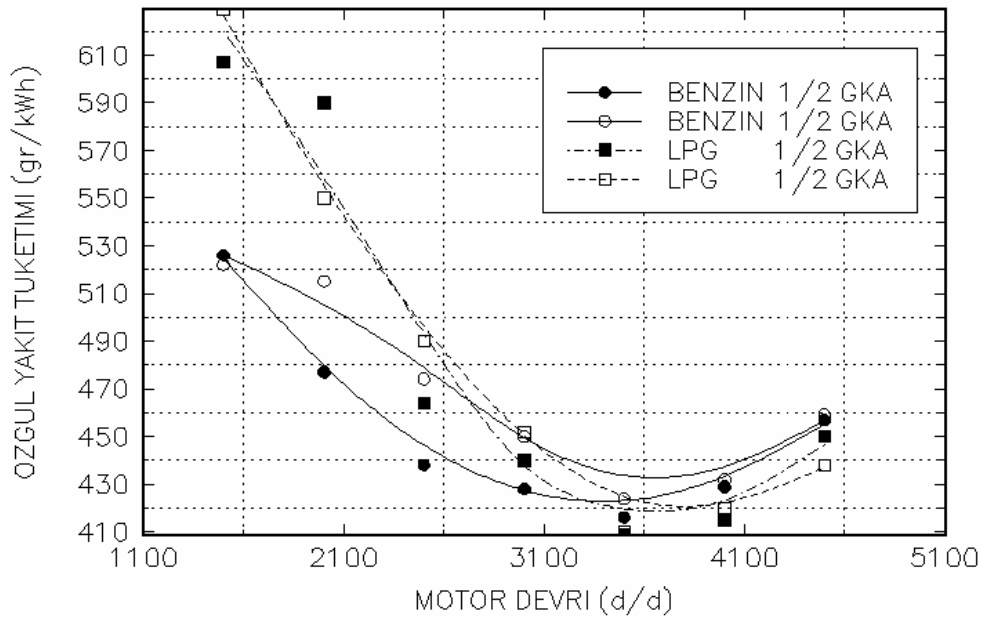
Şekil 3.2 Benzin ve LPG ile yapılan deneylerde motor devrine bağlı olarak motor momentini değişimleri görülmektedir. Maksimum motor momentini, benzinli çalışmada $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında 3500 min^{-1} 'de $65,00 \text{ Nm}$ iken, LPG ile yapılan deneylerde 3500 min^{-1} 'de $57,25 \text{ Nm}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.2 Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında efektif moment değişimleri

3.3 Özgül Yakıt Tüketimi

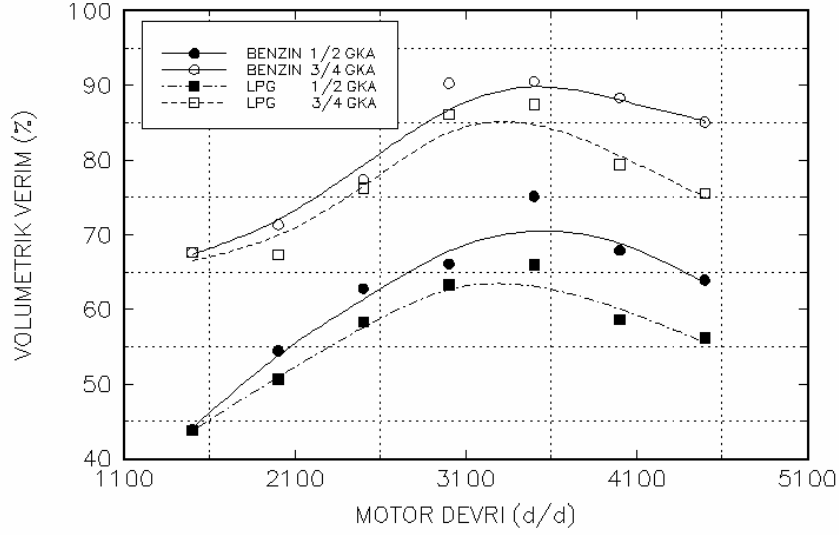
Şekil 3.3 Benzin ve LPG kullanımında motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimleri verilmiştir. LPG ile yapılan deneylerde ölçülen özgül yakıt tüketimi 2500 min^{-1} 'e kadar benzinli deneylerde ölçülen özgül yakıt tüketimi değerlerinden yüksek çıkmıştır. 2500 min^{-1} 'den sonra özgül yakıt tüketimi değerleri en alt seviyede gerçekleşmiştir. Minimum özgül yakıt tüketimi, LPG ile yapılan deneylerde $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında 3500 min^{-1} 'de $409,02 \text{ g/kWh}$ olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3.3 Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında özgül yakıt tüketimleri değişimleri

3.4 Volümetrik Verim

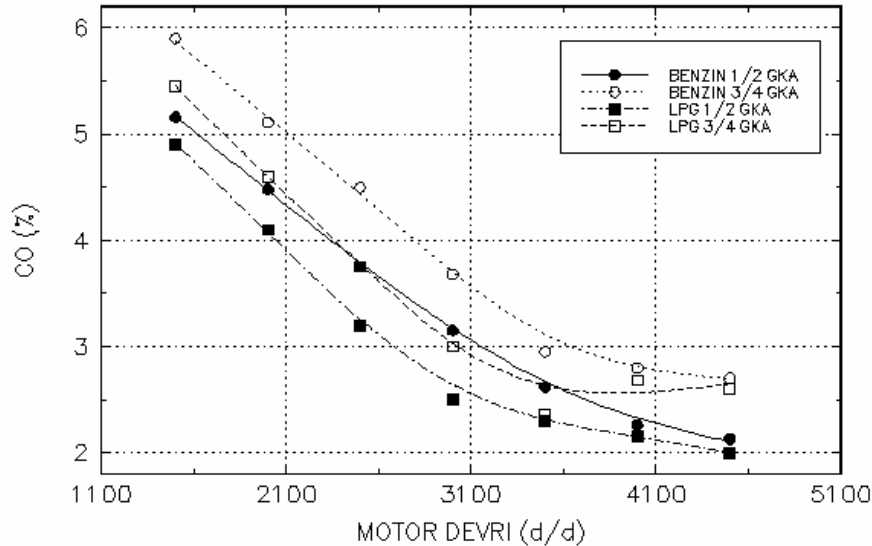
Şekil 3.4'de benzin ve LPG yakıtlı çalışmada volümetrik verim değişimleri görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi benzinli çalışmadan elde edilen volümetrik verim eğrisi LPG'li çalışmankinden yüksektir ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebeği açıklığında 3500 min^{-1} 'de %90,53 olarak elde edilmiştir. LPG'li çalışmada ise %87,48 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.4 Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında volümetrik verim değişimleri

3.5. Karbonmonoksit Emisyonları

Benzin ve LPG yakıtlı çalışmaların CO emisyonları değişimi Şekil 3.5'de verilmiştir. LPG yakıtı kullanılarak yapılan çalışmaların tümünde CO emisyon eğrilerinin benzin ile elde edilen CO emisyon eğrilerinin altında olduğu görülmektedir. LPG yakıtlı deneylerde CO emisyonu $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında 4500 min^{-1} de % 2.0 ile minimum değerine ulaşmıştır.

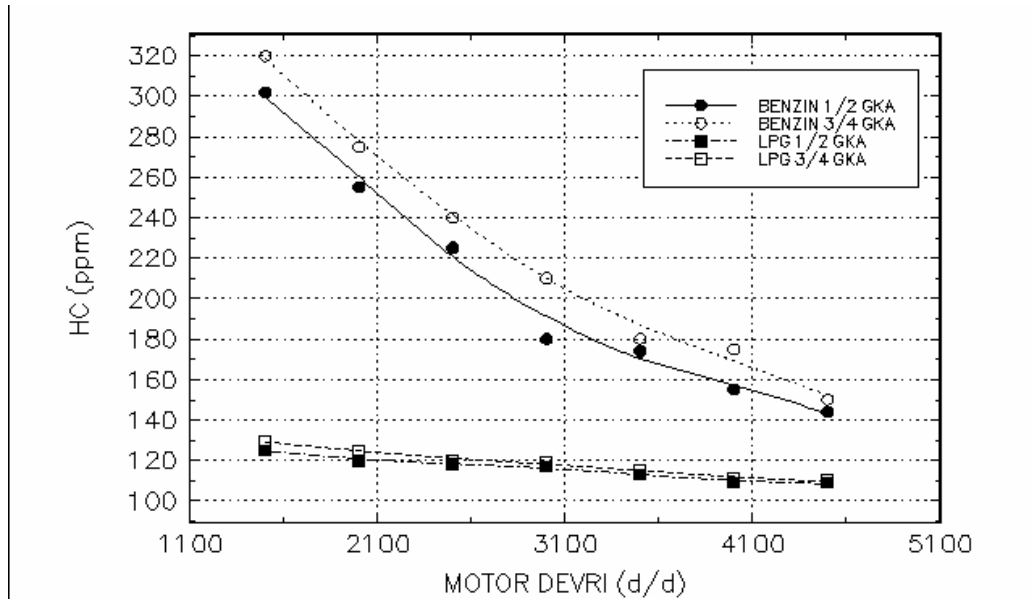


Şekil 3.5. Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında Karbon monoksit emisyon değişimleri

3.6. Hidrokarbon Emisyonları

Benzin ve LPG'li deneylere ait HC emisyon değişimleri Şekil 3.6'da görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, LPG yakıtı kullanılarak yapılan deneylerde HC emisyon eğrisinin benzin ile elde edilen HC eğrisinin

altında olduğu görülmektedir. LPG yakıtı ile $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında 4500 min^{-1} de 109 ppm ile en düşük HC emisyonu seviyesine ulaşılmıştır. Aynı motor devrinde benzin ile yapılan çalışmada HC emisyonu 144 ppm çıkmıştır.



Şekil 3.6. Benzin ve LPG'nin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{3}{4}$ gaz kelebek açıklığında Hidrokarbon emisyon değişimleri

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deneyler sonucunda LPG yakıtı ile elde edilen motor gücü ve moment değerleri benzin ile elde edilenden yaklaşık %10 daha düşüktür. LPG yakıtının gaz konumunda olması yanma odasındaki dolgu miktarını azaltmış, bu yüzden moment ve güç düşük çıkmıştır. Güç ve momentteki azalma yalnızca dolgu miktarı ile düşmemekte, aynı zamanda yakıtın ısı değeri ile de alakalıdır. Özgül yakıt tüketiminin üretilen güç ve tüketilen yakıt dikkate alınır en ekonomik çalışma LPG ile olmuştur. Volümetrik verim bakımından incelenirse LPG'nin gaz fazında olması volümetrik verimi düşürmüştür. LPG regülatörünün 30-60 °C arasında emme dolgusunu ısıtması ve sonucunda hacim genişlemesi olması neden olarak gösterilebilir. Ayrıca LPG dönüşüm sisteminde bulunan çatal karıştırıcı da ventüri bölgesini daralttığından volümetrik verim düşmektedir.

KAYNAKLAR

1. Başer, A., 1998, Benzin Motorlarında Kısmi Gaz Kelebek Açıklığında LPG Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
2. Kaplan, C., Avcı, A., Sürmen, A., 1997, LPG Dönüşümü Yapılan Taşıtlarda Karşılaşılan Performans Problemleri ve Öneriler, 5. Yanma Sempozyumu, 21-23 Temmuz 1997, Kirazlıyayla, Bursa.
3. Çetinkaya, S., 1998, Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG) ve Özellikleri, S.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Taşıtlarda Yakıt Olarak LPG Kullanımı, Konya.
4. Salman, S., Batmaz, İ., Kasım 1998, Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG) Kullanan Taşıtlarda Performans ve Emisyonlar, G.Ü.T.E.F. Politeknik Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, Ankara.
5. T.C. Eneji Bakanlığı Yayınları
6. Clarc, W., Gerpen, J.H., October 1996, Proceeding of the 1996 International Full, Fuels and Lubricants Meeting and Exposition, Topics in Alternative Fuels and Their Emissions, SAE Paper, V.1208, U.S.A.
7. Tekgürler, M., Motorlu Araç Teknolojisi, Mobil Oil Türk A.Ş., 1982.
8. Thring, R., H., 1993, Alternative Fuels, Automotive Engineering, Vol, 91, Num, 12, pp 31-33.
9. Çetinkaya, S., 1989, Yakıtlar ve Yanma, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Otomotiv Anabilim Dalı, Ders Notları, Ankara.
10. Borat, O., Balcı, M., Sürmen, A., 1995, İçten Yanmalı Motorlar, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları, Cilt 1., Ankara.
11. Schneider, D., July 1995, Evaluating Propane-Powered Lift Trucks. Plant Engineering, (Barrington Illionis), V,49, n,9, pp 66-68, Caterpillar Lift Trucks, Houston, U.S.A.