

# ALTERNATİF YAKIT OLARAK LPG KULLANAN İKİ MOTORUN PERFORMANSININ DENEYSEL İNCELENMESİ (\*)

Arş. Gör. Nureddin DİNLER\* - Prof. Dr. Nuri YÜCEL\*\*

Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü- ANKARA  
e-mail: (\*) dinler@mmf.gazi.edu.tr - (\*\*) onurcan@mmf.gazi.edu.tr

## ÖZET

Ülkemizdeki taşıtlarda kullanılan motorlar çoğunlukla benzin ile çalışacak şekilde imal edilmektedir. Artan petrol fiyatları, satış sonrası LPG dönüşüm kitlerinin ülkemize girmesinden sonra motorlarda LPG dönüşümü hızla yayılmıştır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan LPG'nin motor performansı üzerine olan etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde silindir hacimleri farklı iki motor kullanılmıştır. Kullanılan motorların ortak özellikleri 4 zamanlı, 4 silindirli, buji ateşlemeli ve karbüratörlü motorlardır. Birinci motor 1600 cm<sup>3</sup> hacimli Ford marka motordur. Motorların her ikisine de aynı marka LPG dönüşüm kiti monte edilmiştir. Deneyler, motorlar tam açık gaz keleşbeği konumunda çalıştırılırken dinamometre ile yüklenerek kademeli olarak devir sayısı belirli aralıklarla değiştirilerek ölçümler yapılmıştır. Deneylerde tork değerleri, devir sayıları, tüketilen yakıt miktarı, yakıt tüketim zamanı ölçülmüştür. Ölçülen değerlere bağlı olarak motor torku, mil gücü, mil verimi, özgül yakıt tüketimi değerleri hesaplanmış ve sonuçlar grafikler şeklinde sunulmuştur.

ketimi değerleri hesaplanmış ve sonuçlar grafikler şeklinde sunulmuştur.

## 1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorlarda benzin, motorin gibi geleneksel yakıtlar kullanılmaktadır. Geleneksel yakıtların yerine kullanılan yakıtlara ise alternatif yakıtlar denilmektedir [1].

Motorlarda kullanılan alternatif yakıtlar ise şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)
- Sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG)
- Sıkıştırılmış doğalgaz (CNG)
- Alkol içeren yakıtlar (Metanol (metil alkol), etanol (etil alkol) ve diğer alkollerin saf veya %70'den az olmayan karışımları)
- Hidrojen
- Elektrik
- Biyolojik maddelerden üretilen alkol olmayan yakıtlar: soya yağı, ayçiçek yağı, diğer bitkisel yağ esaslı yakıtlar

Alternatif yakıtlarda önemli olan enerji güvenlięi ve hava kalitesidir [1].

Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan alternatif yakıt sıvılaştırılmış petrol gazı

(\*) MMO, LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu bildirilerinden alınmıştır.

Li Çi ile çalıştırılan motorlar çoğunlukla buji ateşlemeli (benzinli) motorlardır. Dizel motorlarında ise LPG dönüşümü daha kompleks - tir [1].

Ülkemizde LPG kullanan taşıtlarda ço - ğunlukla satış sonrası LPG dönüşüm kitleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada LPG dönü - şümü yapılan iki motorun performansında meydana gelen değişimler incelenmiştir. hacimli iki haznesi bulunan bir cam pipet ka -

Motorlarda kullanılan yakıtların özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

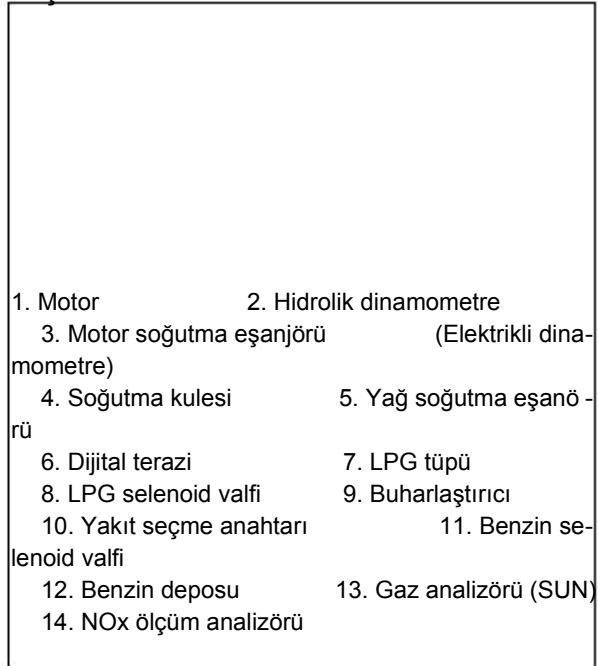
**Tablo 1. Benzin, propan ve bütanın bazı fi ziksel ve kimyasal özellikleri [2,3]**

Yakıt Özellikler	Benzin	Propan	Bütan
Stokiyometrik A/F Oranı	14,6:1	15,1:1	15,0:1
NŞA Fiziksel Hali	Sıvı	Gaz	Gaz
15°C'de Yoğunluk (kg/lt)	0,73-0,78	0,508	0,584
Alt Isıl Değeri (Mj/kg)	44,0	46,4	45,6
Buharlaştırma Gizli Isısı (kj/kg)	300	426	385
NŞA Stokiyometrik Orandaki Karışımı yakmak İçin Gereken Tutuşma Enerjisi (Mj)	1,0	0,3	0,3
Kaynama Noktası	30-225	-43	-0,5
Araştırma Oktan Sayısı (RON)	96-98	111	103
Motor Oktan Sayısı (MON)	85-87	97	89

## 2. DENEY SETLERİ

Deney setlerinin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Deneyler, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Motorlar La - boratuvarında yapılmıştır. 1. deney düzene - ğinde Ford marka 2264E model 1600 cm<sup>3</sup> motor hacimli 4 silindirli karbüratörlü bir mo - tor, Froude marka hidrolik dinamometre; 2. deney düzeneğinde Reliant marka 850 cm<sup>3</sup>

markalıdır. Deney setlerinde Lovato marka 1. kuşak LPG dönüşüm kiti (her motor için bir tane) bulunmaktadır. Buji ateşlemeli, su so - ğutmalı olan motorlar, motor test yatağında bulunan eşanjörler ile soğutulmaktadır. Mo - torun karbüratöründe LPG ile çalışmasını sağlayacak dönüşüm yapılmıştır. Benzin yakıt tüketiminin ölçülmesinde 50 ve 100 cc - bı ve yakıtın bu kaptaki akış süresini ölçmek için 1/100 hassasiyetli kronometre kullanılı - miştir. LPG yakıt tankı olarak Türk standart - larına uygun 2,5 kg.lık tüpler kullanılmıştır. Motorun tükettiği LPG miktarını ölçmek için Setra marka 12000L model 1/10g hassasiyet - tinde ölçüm yapabilen dijital terazi kullanılı - miştir.

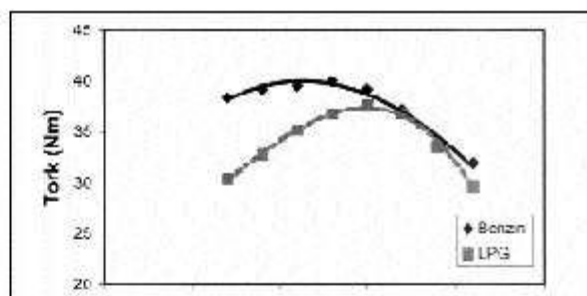


**Şekil 1. Deney Seti**

## 3. DENEY YÖNTEMİ

Motorların performanslarını belirlemek amacıyla motorlar tam açık gaz kelebeği ko - numunda çalıştırılmışlardır. Performans değerlerinin belirlenmesi için hidrolik diname

metrenin terazisinden bu hızlarda motorun ürettiği tork değerleri okunurken, elektrikli di - namometrede ise motorun ürettiği tork terazi - sinden kuvvet olarak okunmaktadır. Bu de - ğerler yardımıyla performans değerleri ola - rak belirlenen motor torku, mil gücü, mil veri - mi ve özgül yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler grafikler şeklinde



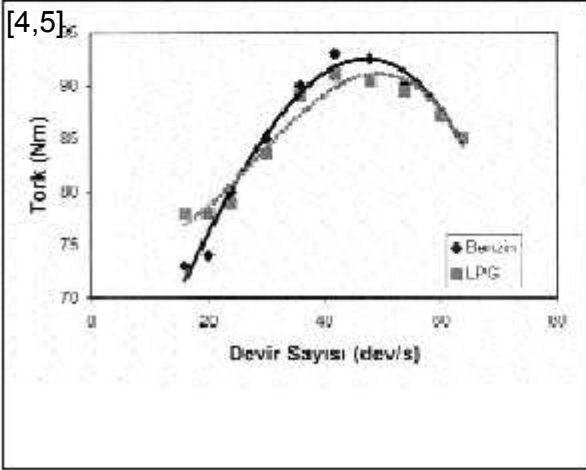
Hesaplanan bu değerler grafikler şeklinde sunulmuştur. Deneyler 80 ateşleme avansı değerinde yapılmıştır.

#### 4. DENEY SONUÇLARI

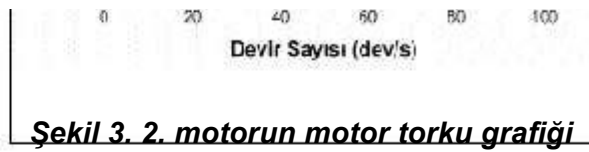
Yapılan deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Sonuçlar incelenirken Ford marka motor için 1. motor, Reliant marka motor için 2. motor ifadeleri kullanılacaktır.

##### 4.1. Motor Torku

Tork, motorun iş yapabilme kabiliyetinin ölçüsüdür. Düşük hızlardan yüksek hızlara doğru motor hızının artmasıyla tork da artmaktadır. Tork bir maksimum noktadan geçtikten sonra azalmaktadır. Torkun azalmasının sebebi yüksek hızlarda doğru oranda karışım sağlayamaması ve volumetrik verimin devir sayısı arttıkça azalmasıdır



Şekil 2. 1. motorun motor torku grafiği

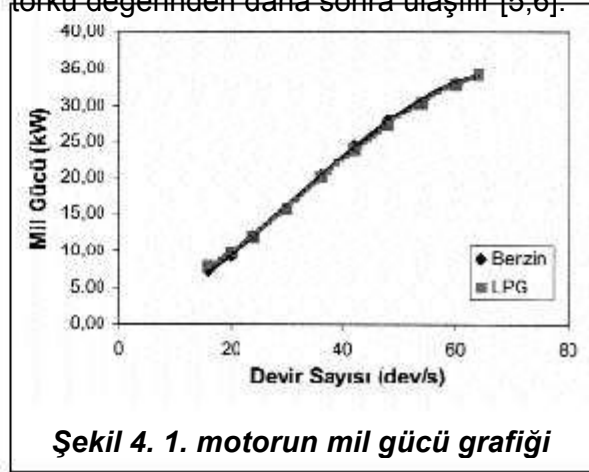


Şekil 3. 2. motorun motor torku grafiği

Deney motorlarının tam açık gaz kelebeği konumunda devir sayısına bağlı olarak motor torklarının değişimi Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. 1. motorda LPG dönüşümü yapıldıktan sonra motor torkunda ortalama olarak %1,5 azalma olmuştur. Şekil 3 incelendiğinde ise 2. motorda LPG ile çalışmada tork değerlerinde ortalama %8'lik azalma olmaktadır. LPG'nin karbüratöre gaz fazında girmesi dolayısıyla volumetrik verimin düşük olması, düşük motor hızlarında silindirler içerisine giren hava hızı düşmesi ve karışım oranının bozulması ile motor torkunda azalma olmaktadır.

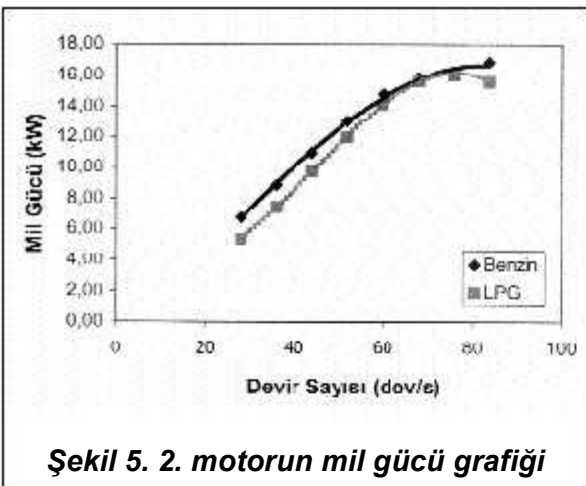
##### 4.2. Mil Gücü

Mil gücü motor hızının bir fonksiyonudur. Mil gücü, artan devir sayısına bağlı olarak artar. Maksimum mil gücüne maksimum motor torku değerinden daha sonra ulaşılır [5,6].

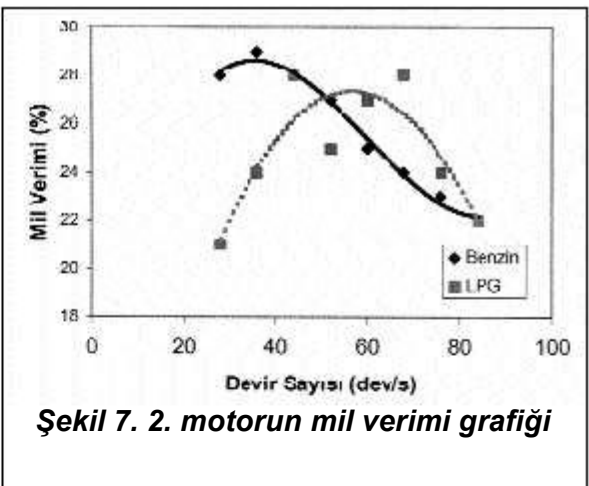


Şekil 4. 1. motorun mil gücü grafiği

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ / Ocak-Şubat 2025



Şekil 5. 2. motorun mil gücü grafiği

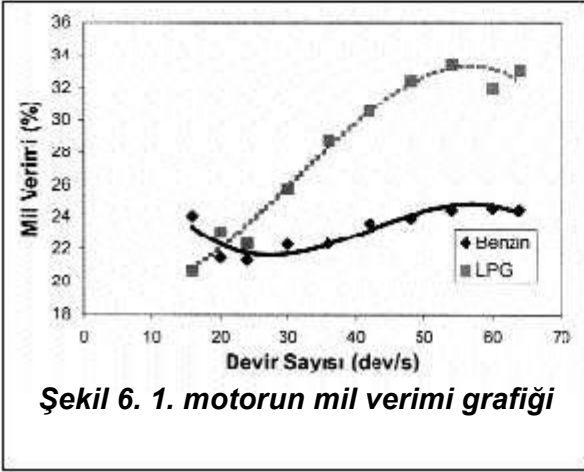


Şekil 7. 2. motorun mil verimi grafiği

Motorların krank millerinden ölçülen tork değeri ile motor devir sayıları çarpılarak mil gücü hesaplanmıştır. Yukarıdaki iki grafik grafik incelendiğinde LPG dönüşümünden sonra 1. motorun gücünde çok az değişme olurken (Şekil 4); 2. motorun gücünde ortalama %8 azalma olmaktadır (Şekil 5).

#### 4.3. Mil Verimi

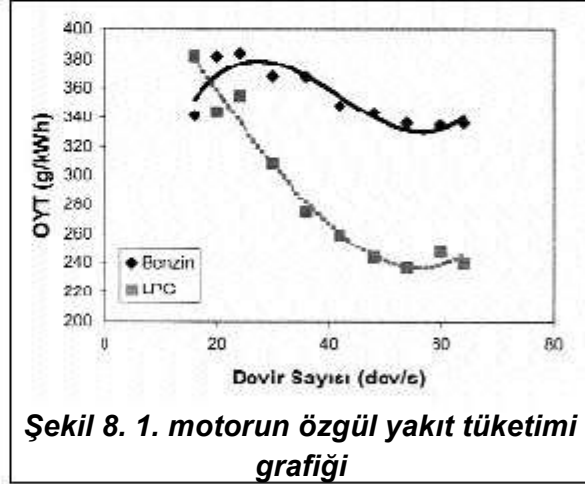
Mil verimin için benzin ve LPG için grafikleri aşağıda verilmektedir. Motorların LPG ile çalıştırılmasında mil verimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, LPG'nin ısıl değerinin daha yüksek olması ve LPG'nin gaz yakıt olmasından dolayı daha homojen bir karışım oluşturması ve daha verimli yanması olarak özetlenebilir.



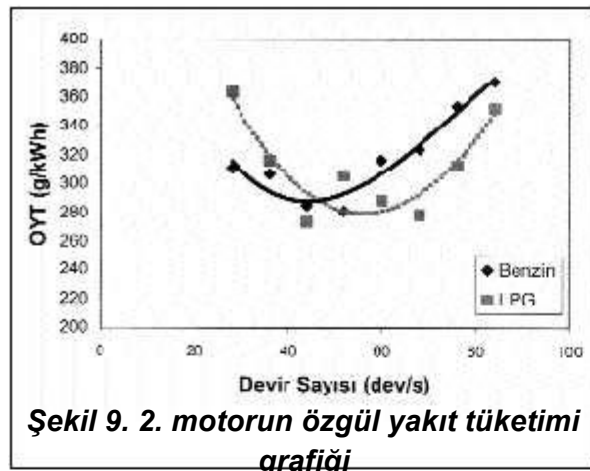
Şekil 6. 1. motorun mil verimi grafiği

#### 4.4. Özgül Yakıt Tüketimi

Özgül yakıt tüketimi, motorlarda kullanılan yakıtın kimyasal enerjisinin ısı enerjisine dönüşürken bu enerjinin ne kadarının krank milindeki güce dönüştürdüğünü gösteren değerdir. Mil özgül yakıt tüketimi, aynı zamanda motorun mil verimini belirleyen bir özelliktir [6].



Şekil 8. 1. motorun özgül yakıt tüketimi grafiği



Şekil 9. 2. motorun özgül yakıt tüketimi grafiği

Mil özgül yakıt tüketimi artan devir sayısıyla birlikte azalmakta, bir minimumdan geçtikten sonra artan devir sayısı ile artan sürünme kuvvetleri ve soğutucuya olan ısı

re daha homojen bir karışım oluşturmasından dolayı olumlu etkileri görülmektedir. LPG'nin gaz fazında olması motorun volumetrik verimi üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. LPG dönüşümünde dikkat edilmesi gereken noktalardan biri LPG karıştırıcısı seçerken dikkatli olunmalı, belirli periyotlarla yakıt hava karışımı kontrol edilmelidir.

#### 6. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerince desteklenmiştir.

#### 7. KAYNAKLAR

ABCs of AFVs A Guide to Alternative Fuel Vehicles, Fifth Edition, California Energy Commission, 1999.

transferinin azalmasından dolayı, tekrar artmaktadır. Mil özgül yakıt tüketimi grafikleri incelendiğinde, motorun LPG ile çalışmasında kütleli olarak daha az yakıt tükettiği görülmektedir. Bunun sebebi, LPG'nin alt ısıl değerinin benzinin ısıl değerine göre daha yüksek olmasıdır. LPG'nin yanması sonucunda daha fazla ısı enerjisi ortaya çıkmakta ve krank milinden 1 kWh'lik enerji almak için daha az yakıt tüketilmektedir.

## 5. SONUÇ

Taşıtlarda yaygın olarak kullanılan LPG'nin, silindir hacimleri farklı iki motor üzerindeki performans etkileri incelenmiştir. LPG'nin alt ısıl değerinin yüksek olması, gaz fazında silindir içerisine girmesi, benzine göre

2. Karel, A., 1997, Benzin motorlu taşıtlarda LPG dönüşümünün getirdikleri, Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın no: 192, 471-481, Ankara.

3. MMO, 1999, Araçlarda LPG Dönüşümü Mühendis El Kitabı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın no: 217, Ankara.

4. Heywood, J.B., 1988, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, New York, USA.

5. Pulkrabek, W.W., Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine, Prentice Hall, New Jersey, USA, 1997.

6. Kutlar, O.A., Ergeneman, M., Arslan, H., Mutlu, M., Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirlenmeler, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1998.