

## DEĞİŞİK YAKIT HARMANLARININ DİZEL MOTORLARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Yakup İÇİNGÜR\*, Mustafa Erhan ERAY

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı 06500, Teknikokullar,  
Ankara, TÜRKİYE, ickingur@gazi.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, 4 silindirli, 4 zamanlı ön yanma odalı turbo dizel motor üzerinde gazyağı, fueloil ve motorinden oluşan çeşitli yakıt harmanlarının, yakıtın fiziksel özelliklerine, motor performansına ve emisyonlarına olan etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler sonunda, harmanlar içerisindeki yakıtların oranlarına bağlı olarak; setan sayısı, yoğunluk, viskozite, ısı değerler, dizel motor performansı ve emisyon değerlerinde değişimler olduğu saptanmıştır. Yakıt harmanlarının referans yakıt motorine göre performansta gözle görülür bir değişiklik yapmadığı, özgül yakıt tüketiminde yaklaşık olarak %10 azalma sağladığı, harmanın içeriğine bağlı olarak duman emisyonlarında ise artışa neden olduğu anlaşılmıştır. Yakıt harmanların maliyet olarak referans yakıtı göre yaklaşık %23 oranında ucuzlama sağladığı da bulunan bir diğer sonuçtur.

*Anahtar Kelimeler: Yakıt harmanı, gazyağı, fueloil, dizel motor*

## AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON USE OF VARIOUS FUEL BLENDS AS DIESEL ENGINE FUEL

### ABSTRACT

In this study, it is experimentally observed that the affects of fuel blends formed by kerosene, fuel oil and diesel fuel on fuel properties, 4 cylinder, 4 cycle indirect injection turbo diesel engine performance and emissions. It is observed that the cetane number, density, viscosite, specific heat, diesel engine performance and emissions are changed by the ratio of fuels in the blends. The sum of experiments are showed that the performance values are not abundantly changed by the fuel blends and the specific fuel consumptions are nearly 10% reduced but the smoke emissions is increased by the ratio of fuels in the blends. The blends are 23% reduced the price of fuel according to diesel fuel.

*Key Words: Fuel blends, kerosene, fueloil, diesel engine*

### 1. GİRİŞ

Günümüzde enerji gereksinimini karşılayan en önemli enerji kaynakları, konvansiyonel enerji kaynakları olarak bilinen petrol, kömür, doğalgaz, sıvılaştırılmış petrol gazı, hidroelektrik santralleri

ve nükleer santrallerdir.

19. Yüzyıl sonlarında petrol ürünlerinin motor yakıtı olarak kullanımına başlanmasıyla, motor tasarımları bu yakıtları kullanabilecek şekilde geliştirilmiştir. 1974' deki petrol krizine kadar petrol ürünlerinin kolay ve ucuz bulunabilir olması otomotiv endüstrisini petrole bağımlı hale getirmiştir. Bu süre içerisinde, petrolle çalışan motorlardaki teknolojik gelişme tüm dünyada gelişmiş ve en önemli sanayi kollarından biri haline gelmiştir (1, 2).

1998 istatistiklerine göre dünya petrol rezervlerinin toplamı 124 milyar ton'dur. Bu rezervin %77'si Ortadoğu bölgesinde özellikle Suudi Arabistan, (dünya rezervlerinin beşte biri) Kuveyt, Irak ve İran'da, %14'ü ise Latin Amerika ülkelerinde bulunmaktadır. 1974 petrol krizinin yaşanması, petrol fiyatlarının aşırı artmasına ve bunun sonucu olarak da tüm dünyada ekonomik kriz yaşanmasına neden olmuştur. Yapılan araştırmalara göre bilinen petrol rezervlerinin yaklaşık 30 yıl sonra tükenme olasılığı vardır. Bu tehlike karşısında, üretilen petrolün 1/3'ünün 185 kW'dan düşük güç üreten kara yolu taşıtlarında kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, özellikle motorlu taşıtlarda alınabilecek önlemlerin önemi daha da iyi anlaşılmaktadır (3).

Bilinen geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı ve yenilenemez oluşu nüfus artışına ve sanayileşmeye paralel olarak hızla artan enerji ihtiyacı, enerji planlamalarında yeni yöntem ve kriterlerin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu durum "enerjinin aktif kullanımı", "enerji tasarrufu" gibi kavramları gündeme getirmiş ve ucuz enerji devrinin sona erdiğini göstermiştir (4, 5, 6).

Ülkemizde petrol üretimi, tüketimimize göre oldukça azdır. Ülkemizde tüketilen enerji kaynakları incelendiğinde en fazla artış miktarı petrolde görülmektedir. Mevcut petrol havzalarımızdan üretilen petrol miktarı sınırlı olduğundan ancak yeni petrol havzaları bularak üretimde hissedilir artış sağlanabilir. Bu durum ise yeni petrol havzalarının bulunmasının güç, pahalı ve riskli olması nedeniyle soruna çözüm getirmemektedir. Ayrıca yeni bir havzadan istenilen biçimde yararlanmak için oldukça geniş bir alt yapıya ihtiyaç vardır. Bu nedenle petrol ihtiyacımızın %87'si dış alımla karşılanmaktadır (7, 8).

Bütün bunların yanında petrolün belirli bir rezerve dayalı sonlu kaynak olması, mevcut motor teknolojisinde fazla bir değişiklik yapmadan petrole alternatif olacak yeni yakıtların ve petrol rezervlerinden, taşıtlar için kullanılabilir yeni yakıt karışımlarının araştırılarak kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu çalışmada petrolden üretilen yakıtlara değişik kaynaklı petrol ve diğer kaynaklı yakıtlar karıştırılarak, hem taşıtlarda yakıt olarak kullanılan petrol rezerv miktarının artırılması, hem de ekonomik açıdan kazanç sağlanmasına yönelik araştırma yapılmıştır.

## 2. DİZEL YAKIT ÖZELLİKLERİNİN PERFORMANSA ve EMİSYONLARA ETKİLERİ

Yakıtın kimyasal bileşimi, motor performansı ve emisyonlarını önemli oranda etkilemektedir. Yakıt ne kadar fazla parafinik hidrokarbon ihtiva ederse, setan sayısı o kadar yüksek olmakta, tutuşma gecikmesi süresi kısalarak, motorun çalışması daha düzenli hale gelmektedir. Yakıtın fiziksel özelliklerinden viskozite ve yüzey gerilimi, atomizasyon karakteristiğini, uçuculuk ise yanıcı karışım oluşturma hızını doğrudan etkilemektedir (9).

Püskürtme başlangıcı ve diğer koşullar aynı kalmak şartıyla setan sayısı farklı yakıtların basınç - °KMA cinsinden indikatör diyagramları incelendiğinde setan sayısı yüksek olan parafinik yakıtın TG süresi kısa ve buna bağlı olarak maksimum basınç ve basınç artış oranı diğerlerine göre daha düşüktür. Bundan başka, yakıtın çoğu üçüncü fazda yandığı için maksimum basınç diğer yakıtlardan daha düşük olmaktadır. Özellikle setan sayısı düşük olan yakıtlar içine anil nitrat gibi katkıları katıldığında, TG süresi kısaltmakta ve motorun yumuşak çalışması sağlanmaktadır. Yapılan araştırmaların çoğunda, setan sayısının motor emisyonlarında etkili olduğu tespit edilmiştir (7, 10).

Yakıtın yoğunluğu, partikül ve NO<sub>x</sub> emisyonlarının oluşmasında en önemli faktörlerden biri olarak bilinmektedir. Özellikle geçiş şartlarında yapılan deneylerde bu etki daha da net görülmektedir. Yoğunluğun fiziksel etkisi detaylı olarak incelendiğinde, daha yüksek yoğunluktaki dizel yakıtının, daha fazla yakıtın püskürtülmesine neden olduğu ve buna bağlı olarak ta dinamik zamanlamının

değiştirdiği söylenebilir.

Dizel motorlardaki güç artışı, silindirlere gönderilen yakıt yoğunluğu ile doğrudan ilgilidir. Tam yükte istenen karışım sağlanamadığından yanma sonucunda karbon birikintileri fazla olmakta ve egzozdaki duman miktarı artarak isli bir görüntü vermektedir (7).

Hidrokarbonlar içerisinde yoğunluğu en fazla olanlar aromatiklerdir. Dolayısıyla, birim hacim başına en yüksek ısı değere sahip olduğundan isli yanar. Yanma odasına püskürtülen yakıtın aromatik yüzdesinin fazla olması durumunda yanma sonucu oluşan karbon birikintilerinin çokluğu sebebiyle özellikle supap sapı ve tablalarında ve enjektör meme uçlarında kurum oluşarak, yanma odası hacminin azalmasına sebep olmaktadır (11, 12).

Yanma odası içerisinde çok fazla miktarda biriken artıklar yüzünden yanma verimi azalarak performans değerlerinde düşüş meydana gelmektedir. Bu yüzden özellikle jet yakıtlarında aromatiklerin ağırlığının %25'ten fazla olması istenmez.

Dizel yakıtı içerisindeki aromatik bileşenin oranının düşürülmesi, HC emisyonunun düşmesini sağlamaktadır. Setan sayısındaki 10 sayı artışına karşılık gelen yakıt için aromatik miktardaki düşme, toplam aromatik miktarda %4, poli-aromatik miktarda ise yaklaşık %2 olmaktadır (13).

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Amaçlanan deneylerin yapılabilmesi için TÜPRAŞ Kırıkkale rafinerisinden temin edilen dizel yakıtı (motorin), Fueloil (kalorifer yakıtı) ve gazyağından oluşan karışımlar deney yakıtı olarak kullanılmıştır. Deneyde kullanılan karışımların, ısı değerleri, kütleli olarak kükürt yüzdeleri, yoğunlukları, viskoziteleri ve alevlenme noktaları ayrıca deneylerle belirlenmiştir

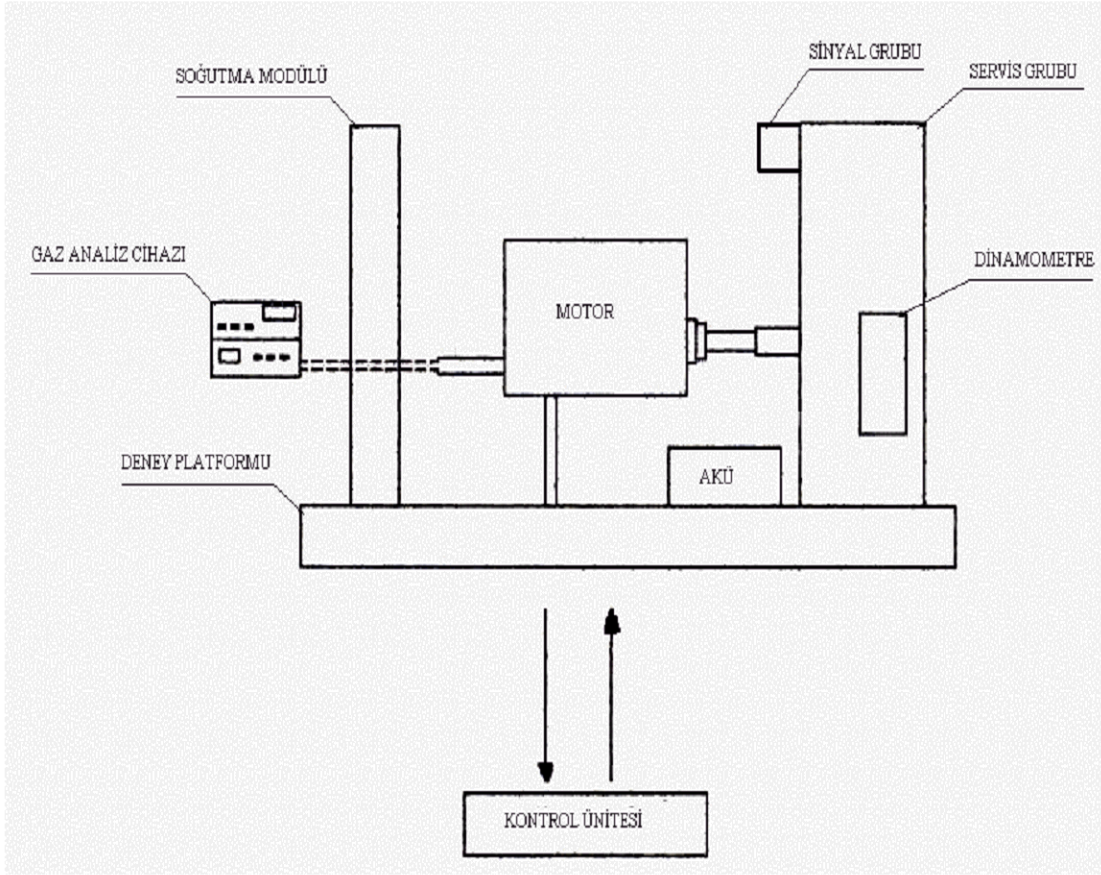
#### 3.1. Deney Düzenegi

Çeşitli yakıt karışımlarının dizel motor performansına ve emisyon değerlerine etkileri, laboratuarda yer alan motor dinamometresi üzerinde yapılan sistematik deneylerle incelenmiştir. Deney tertibatı; 4 silindirli ön yanma odalı turboşarj bir dizel motor, elektrikli motor dinamometresi, yardımcı ekipmanları ile kontrol ve bilgi toplama ünitesinden oluşmaktadır.

Şekil 3.1.'de şematik görünüşü verilmiş olan Cussons marka P8653 tipi çok silindirli motor test düzenegi; dinamometre, motor ve şasi ünitesinden oluşan deney tertibatı ile tüm ekipmanların bulunduğu kumanda ünitesi, servis grubu ve dinamometre kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

Deney düzenegi platformu üzerine; motor, dinamometre, soğutma modülü, servis grubu, jeneratör ünitesi, yakıt besleme ünitesi, yağlama yağı sıcaklık ölçeri ve göstergeler ile sensör bağlantıları yerleştirilmiştir.

Şekil 3.1'de Cussons marka P8653 tipi çok silindirli motor test düzeneginin şematik görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.1'de Cussons marka P8653 tipi çok silindrl motor test düzeneği

Egzoz emisyonları ve duman ölçümü için kullanılan gaz analiz cihazı, VLT 2600 tipindedir. Cihaz, bir numune alma probu, portatif iki dijital göstergeye sahip olup duman koyuluğu K faktörü, motor devri ve avansı ölçebilmektedir. İsteğe bağlı olarak cihaza araçlarla ilgili bilgiler deney öncesinde girilebilmektedir.

### 3.2. Deney Prosedürü

#### 3.2.1. Motor performans deneylerinin yapılışı

Motor çalışma sıcaklığına eriştikten sonra, sırasıyla beş farklı deney karışımı ve standart dizel yakıtı tam yükte, 1000 dev/dak hızdan başlayarak 500 dev/dak hız aralıklarıyla 4500 dev/dak hıza kadar, motor performans değerleri ölçülmüştür.

Motor deney tertibatının veri toplama ünitesi yardımıyla bilgisayar ekranında görülen bu değerler motorun kararlı rejime ulaşmasından sonra bilgisayara kaydedilmiştir.

#### 3.2.2. Duman ölçümü deneyinin yapılışı

Motorun duman ölçüm deneyleri performans deneyleri ile aynı anda VLT 2600 Gaco-sn marka gaz ölçüm cihazıyla egzoz borusuna ölçüm cihazının probu bağlanarak yapılmış ve kaydedilmiştir.

### 3.3. Deneylerde Kullanılan Yakıtlar

Deneylerde kullanılan karışımları oluşturmak için TÜPRAŞ Kırıkkale rafinerisinden Dizel yakıtı (motorin), Fuel-Oil (kalorifer yakıtı) ve gazyağı temin edilmiş ve Çizelge 3.1'de belirtilen oranlarda karıştırılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Deneylerde kullanılan yakıt karışımları ve içerdiği yakıtlar

Karışım No	Gazyağı (%)	Motorin (%)	Fueloil "kalorifer yakıtı" (%)
1	30	60	10
2	20	60	20
3	20	50	30
4	15	50	35
5	20	40	40

#### 4. DENEY SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRME

Yapılan deneyler sonucu; deney karışımlarının ve referans yakıt motorinin ısı değerleri, ağırlıkça % kükürt miktarları, yoğunlukları ve viskoziteleri, alevlenme noktaları, setan sayıları aşağıdaki çizelgelerde görüldüğü gibi bulunmuştur.

##### 4.1. Deney Karışımlarının Alt Isıl Değerleri

Alt ısı değerlerinin bulunması AC-300 kalorimetre cihazı ile yapılmıştır. Yakıtların ısı değerleri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Karışımların ısı değerleri karışım oranlarına bağlı olarak değişme göstermektedir.

**Çizelge 4.1 .** Deney karışımlarının alt ısı değerleri ve ağırlıkça % kükürt oranları

Karışım No	Gazyağı (%)	Motorin (%)	Fueloil "kalorifer yakıtı" (%)	Alt Isıl Değer (cal/gr)	S (%)	Viskozite (cP)	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )
1	30	60	10	10702	0,46	3,648	0,825
2	20	60	20	10651	0,59	4,113	0,830
3	20	50	30	10689	0,69	5,941	0,839
4	15	50	35	10664	0,75	7,034	0,845
5	20	40	40	10673	0,79	7,487	0,847
Motorin	-	100	-	10341	0,44	3,28	0,820

##### 4.2. Deney Karışımlarının Ağırlıkça % Kükürt Miktarları

Deneyler, AC-300 kalorimetre cihazıyla yapılmıştır. Yakıtların rafineri değerlerine bağlı olarak karışımların kükürt oranları değişmektedir. Fuel oil miktarına bağlı olarak karışımların kükürt miktarlarında artış görülmektedir. Çizelge 4.1'de deney karışımlarının ağırlıkça % kükürt miktarları gösterilmiştir.

##### 4.3. Deney Karışımlarının Viskozite ve Yoğunlukları

Deneyler, HAAKE marka viskozite ve yoğunluk ölçme cihazında 25 °C'de yapılmıştır. Yakıtların rafineri değerlerine göre de, karışımların viskozite ve yoğunlukları içerisindeki fueloil miktarına paralel olarak değişmektedir. Çizelge 4.1'de deney karışımlarının viskozite ve yoğunlukları gösterilmiştir.

##### 4.4. Deney Karışımlarının Setan Sayıları

Karışımların setan sayıları. oluşturulan deney düzeneği yardımıyla bulunmuştur. Karışımların setan sayıları içindeki fueloil miktarıyla ters orantılı olarak değişmektedir. Standart test motorlarıyla (CFR, BASF) setan sayılarını belirleme imkanı olmadığından, karışımların setan sayıları anilin noktalarının belirlenmesinden sonra dizel indeksi hesaplanarak standart cetvellere setan sayıları bulunmuştur(14).

Çizelge 4.2. Deney karışımlarının setan sayıları

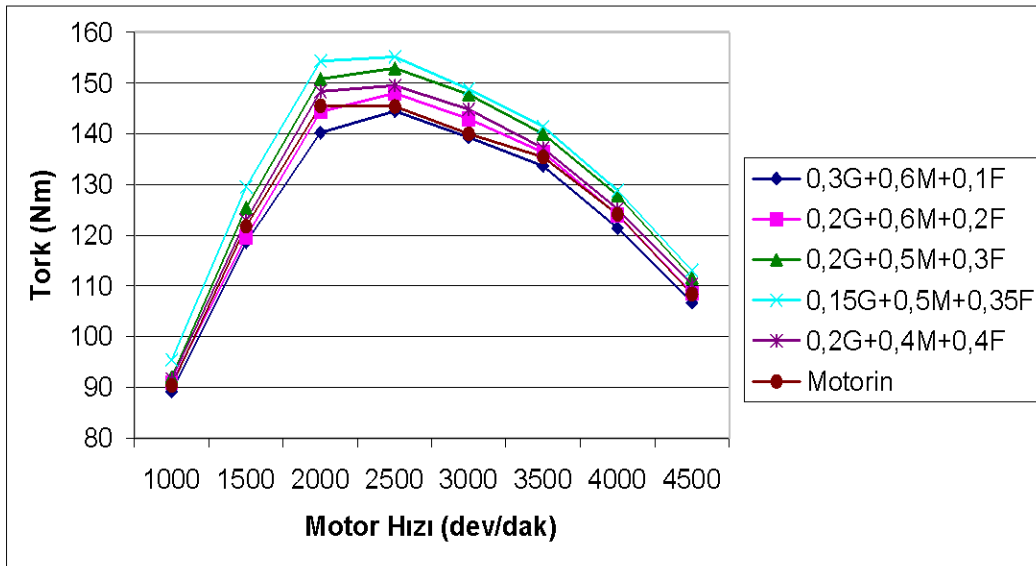
Karışım No	Gazyağı (%)	Motorin (%)	Fueloil "kalorifer yakıtı" (%)	Dizel İndeksi	Setan Sayısı	Alevlenme noktası (°C)
1	30	60	10	47,4	48	60,7
2	20	60	20	46,6	47,3	61,7
3	20	50	30	45,9	46,6	60,6
4	15	50	35	45,2	46,1	60,6
5	20	40	40	44,5	45,7	62,7
Motorin	-	100	-	49	49	55

#### 4.5. Deney Karışımlarının Alevlenme Noktaları

Deneyler, ISL marka FP93 5G model "petroleum product analyzer" cihazında yapılmıştır. Alevlenme noktasının en yüksek olduğu karışım, içerisinde fueloil miktarının en fazla olduğu karışım olarak gözükmektedir. Çizelge 4.1'de deney karışımlarının viskozite ve yoğunlukları gösterilmiştir. Çizelge 4.2' de ise deney karışımlarının alevlenme noktaları gösterilmiştir.

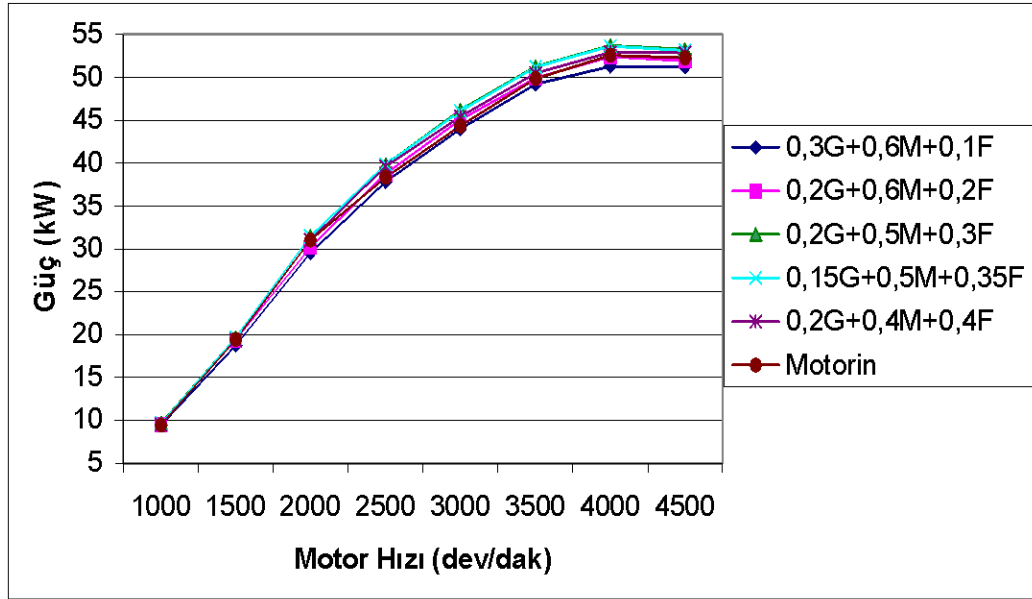
#### 4.6. Performans Deneyi Sonuçları

Tam yükte yapılan deneylerle tork, güç, özgül yakıt tüketimi ve özgül enerji tüketimi değerleri ayrı ayrı bulunmuştur. Karışımlarda kullanılan yakıtlar grafiklerdeki ifadelerle tanımlanmıştır. Gaz yağı (G), motorin (M), Fuel oil (F).



Şekil 4.1. Tam yükte karışımlar ve motorin için elde edilen tork eğrileri.

Tam yükte elde edilen tork eğrileri maksimum torkun elde edildiği motor devrine kadar artma ve daha sonra azalma eğilimi göstermektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.2. Tam yükte karışımlar ve motorin için elde edilen güç eğrileri.

Şekil.4.2'deki eğriler, aynı yüklerde benzer karakteristikler göstermektedir. Elde edilen güç eğrilerini ortalama efektif basınç ( $p_{me}$ ) ifadesine göre değerlendirdiğimizde,

$$p_{me} = \frac{H_u}{M_o} \cdot \frac{\eta_i}{\lambda} \cdot \eta_v \cdot \eta_m \cdot \rho_k$$

$H_u$  : Yakıtın alt ısıl değeri (KJ/kg)

$M_o$  : 1 kg yakıtın yanması için gerekli hava miktarı

$\eta_i$  : İndikatör verimi,  $\eta_m$  : Mekanik verim,  $\rho_k$  : Karışım yoğunluğu

$\frac{\eta_i}{\lambda}$  ifadesini aşağıdaki grafikte açıklarsak

$$P = \frac{p_{me} \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau}$$

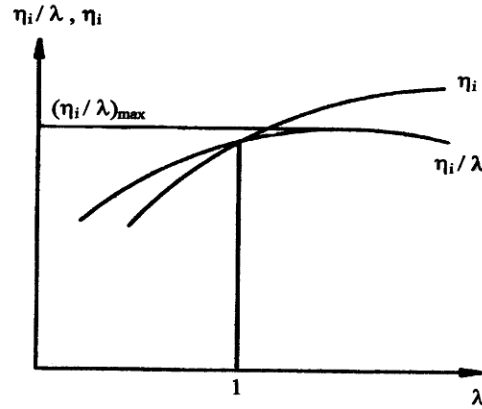
$P$  : Motor gücü (KW),  $i$  : Silindir sayısı,  $V_h$  : Strok hacmi,  $n$  : Motor hızı (dev/dak),

$\tau$  : Çevrim katsayısı (4-zamanlı motorda 4 alınır)

Ortalama efektif basıncın motor gücü ile ilişkisi yukarıda belirtilen ifadede gösterilmektedir. Buna göre elde edilen güç grafiklerine bakıldığında, karışımların alt ısıl değerlerinin ( $H_u$ ), yoğunluklarının çok yakın olması dolayısıyla. Deneylerin aynı motorda yapıldığı göz önüne alınarak mekanik ve volümetrik verimlerinde aynı olduğu düşünülerek, ortalama efektif basınca etkiyen en önemli

parametrenin  $\frac{\eta_i}{\lambda}$  ifadesi olduğu ortaya çıkmaktadır. Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi  $\frac{\eta_i}{\lambda}$ 'nin

maksimum olduğu noktada maksimum güç elde edileceği anlaşılmaktadır. Güç eğrilerinde görülen sıralamada bu maksimum noktaya en çok yaklaşan karışımın en fazla güç üreteceği düşünülebilir (Şekil 4.3).

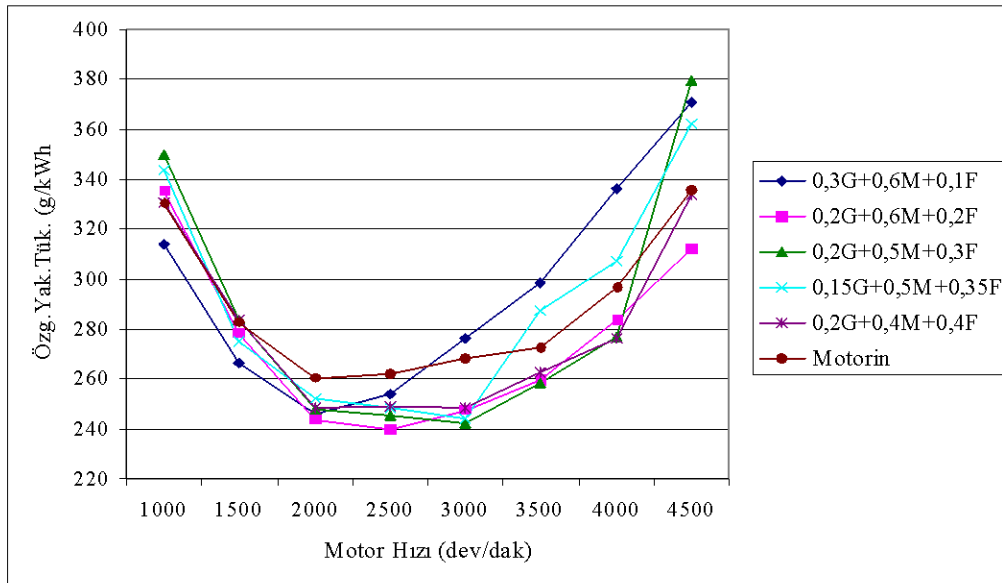


Şekil 4.3. Hava fazlalık katsayısının ( $\lambda$ ), indikatör verimi ( $\eta_i$ ) ile olan ilişkisi

#### 4.7. Özgül Yakıt Tüketimi Değerleri

Deneylerde kullanılan yakıt tüketimlerinin belirlenmesi için hassas terazi ve kronometre kullanılmıştır. Deneyde kullanılan yakıt, yakıt deposu yerine kullanılan başka bir kaptaki terazi üzerine yerleştirilmiş ve adaptör yardımıyla sisteme bağlanmıştır.

Tam yükte özgül yakıt tüketimi eğrilerinde maksimum tork devrine bağlı olarak bir azalma ve sonraki motor devirlerinde artma görülmektedir (Şekil 4.4) .



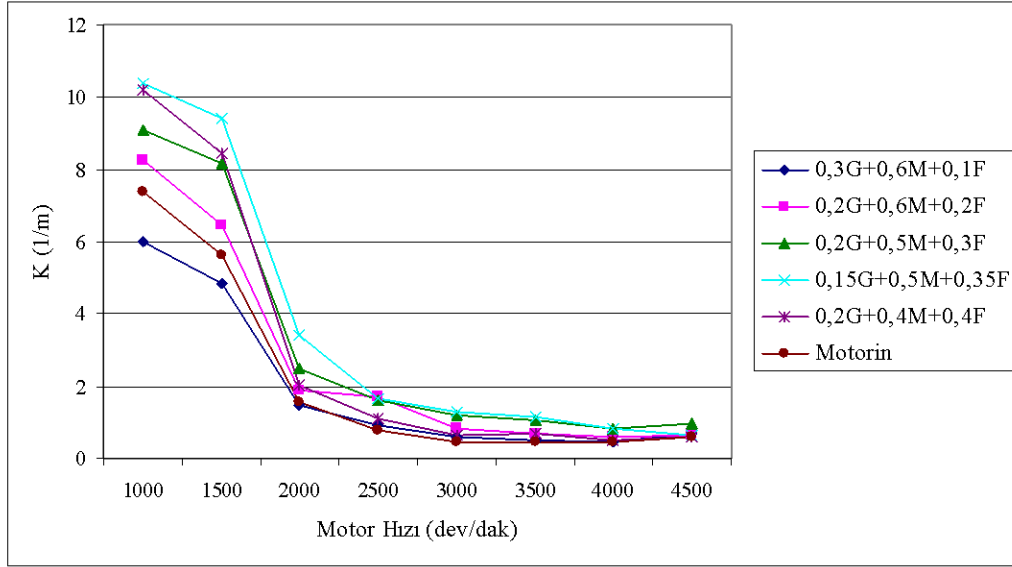
Şekil 4.4. Tam yükte karışımlar ve motorin için elde edilen özgül yakıt tüketim eğrileri.

#### 4.8. Duman Değerleri (K faktörü)

Şekil 4.5'de motor hızına bağlı olarak tüm karışımlar ve motorin için duman miktarında düşüş gözükmektedir. Burada, karışımlardaki aromatik miktarına bağlı olarak duman miktarının değişebileceği, karışımların ısı değerlerine bağlı olarak silindir içerisindeki sıcaklık değişiminin de duman oluşumunda etkin olduğu söylenebilir. Dizel motordaki güç artışı, silindire püskürtülen yakıtın miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Deney motorunun tasarımı motorine göre yapıldığından, yanma sonucu bazı karışımlardaki duman miktarlarının motorine göre daha fazla artması mümkün gözükmektedir. Emme işleminin son sıcaklığına bağlı olarak silindirdeki havanın sıcaklığı artmakta ve hacimsel verim düşerek silindire giren hava miktarı azalmaktadır. Buna bağlı olarak da normal yanma sağlanmadığından duman oluşumu artabilmektedir. Deney karışımlarının yanması sırasındaki duman



miktarı HFK'na bağlı olarak motorin ve karışımlarda farklılık gösterebilir. Çünkü karışım zenginleştikçe oksijenin az olduğu bölgelerde piroлиз olayından dolayı is miktarı artmaktadır (15).



Şekil 4.5. Tam yükte, karışımlar ve referans yakıt için motor hızına bağlı elde edilen K faktörü eğrileri.

### 7.9. Özgül Enerji Maliyeti

Özgül enerji maliyeti, birim güç için saatte harcanan para dır. Özgül enerji maliyeti dizel ve karışımların özgül yakıt tüketimlerinin, yakıt fiyatlarıyla çarpımına eşittir. Hesaplamaların reel olabilmesi için referans para birimi olarak Amerikan Doları (\$) dikkate alınmıştır.

Karışımlarda kullanılan yakıtların fiyatları şöyledir,

Motorin = 0,72 \$, Gazyağı = 0,71 \$, Kalorifer yakıtı = 0,43 \$

Motorinin özgül enerji maliyeti:

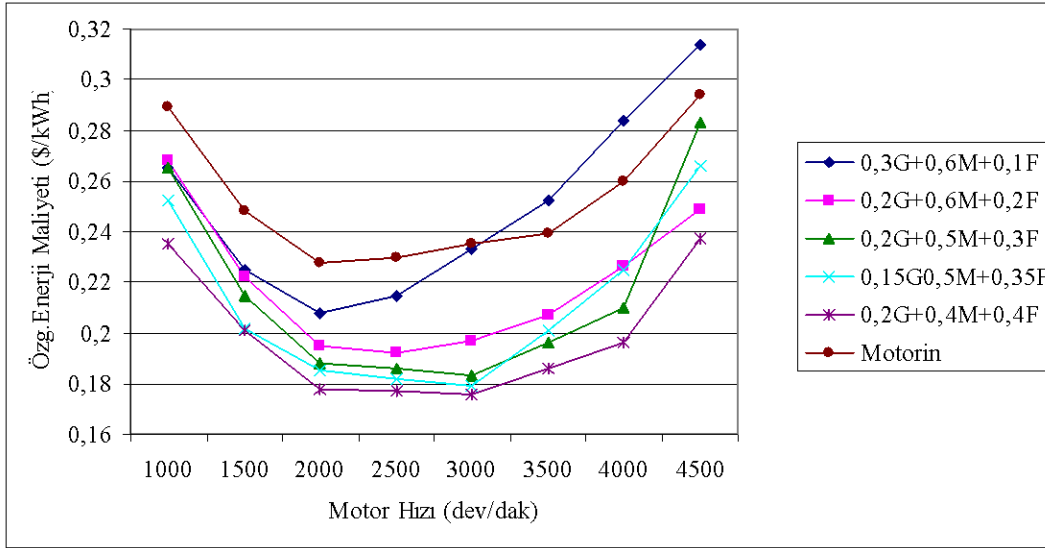
$$\text{Ö.E.M.} = \frac{g_e}{1000 \times \rho_M} f_M$$

Karışımların özgül enerji maliyeti:

$$\text{Ö.E.M.} = \frac{g_e}{1000} \cdot \left[ \frac{\%M \cdot f_M}{\rho_M} + \frac{\%G \cdot f_G}{\rho_G} + \frac{\%F \cdot f_F}{\rho_F} \right]$$

Ö.E.M. : Özgül enerji maliyeti (\$/ kWh),  $g_e$  : Özgül yakıt tüketimi (g/kWh),  $f$  : Yakıt fiyatı (\$/L),  $\rho$  : Yakıt yoğunluğu (kg/L), M : Motorin, G : Gazyağı, F : Fueloil (kalorifer yakıtı)

Yukarıda açıklanan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler Şekil 4.6 'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Tam yükte karışımlar ve referans yakıt için hesaplanan özgül enerji maliyeti eğrileri.

Şekilden de görüldüğü gibi fueloil oranına bağlı olarak özgül enerji maliyetinde düşüş görülmektedir. Referans yakıt motorinin özgül enerji tüketiminin ise en fazla olduğu kabul edilebilir. Motorun maksimum tork hızı olan 2500 dev/dak'da motorin ile %20 gazyağı, %40 motorin, %40 fueloil içeren karışımı karşılaştırdığımızda; özgül enerji maliyetinde yaklaşık %23 oranında karışım lehinde bir azalma görülmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, fueloil, gazyağı ve motorin karışımlarının dizel motor performansına ve duman emisyonlarına etkileri incelenmiştir. Dünyadaki ham petrol rezervi hızla tükendiğinden içten yanmalı motorlarda kullanılan yakıt çeşitliliğinin artırılmasının ekonomi sağlayabileceği düşünülmüştür. Çıkarılan ham petrolün dizel motor yakıtı olarak kullanılan kısmına ek olarak yine ham petrolden elde edilen gazyağı ve genellikle ısınma alanında tüketilen fueloil yakıtlarının da kullanılabilme imkanları araştırılarak dizel motor performansında meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Oluşturulan karışımlar yakıt fiyatını düşürmeye yönelik seçilmiştir.

Yakıtlar üzerinde yapılan deneylerde, karışımların içerisindeki fueloil oranına bağlı olarak ağırlıkça yüzde kükürt oranının, viskozite ve yoğunluklarının arttığı, setan sayısının ise fueloil oranıyla ters orantılı olarak yükseldiği görülmüştür. Karışımların alt ısı değerlerinin ise karışımı oluşturan yakıtların rafineri değerleriyle uyumlu biçimde değiştiği saptanmıştır.

Yapılan deneylerde karışımlar ve motorin kullanıldığında motor gücünde ve buna bağlı olarak da motor torkunda çok ciddi olmamakla birlikte bazı iyileşmeler gözlenmiştir. Özgül yakıt tüketiminde ise %10'lara varan azalma görülmüştür. Yapılan özgül enerji maliyeti incelemesinde ise motorun maksimum tork hızı olan 2500 dev/dak'da %23 kazanç sağlandığı hesaplanmıştır.

Emisyon deneylerinden elde edilen sonuçlara göre, duman emisyonlarının tam yükte motor hızı arttıkça çok fazla farklılık göstermediği görülmüştür.

Bu çalışmada, motorine katkı olarak kullanılan gazyağı ve fueloil'in dizel yakıtının fiyatını düşürerek performansta önemli bir değişiklik yapmadığı söylenebilir. Bu konuyla ilgili bundan sonraki çalışmalarda, emisyon değerlerinin yüksek olması nedeniyle bu dezavantajı gidermek için çalışılabilir. Ayrıca elde edilen karışımların uzun süre çalışması sonucunda motorda ne gibi etkiler meydana getireceği de araştırılıp karışımlar hakkında daha güvenilir veriler elde edilebilir. Yakıt fiyatını daha da düşürmek için fueloil miktarı artırılarak yeni karışımlar oluşturulabilir.

**KAYNAKLAR**

1. Bernhard, W., Lee, W., " Future Automotive Fuels", London, 214-234 (1977).
2. Terentev, G.A., Tyukov, V.M., Small, F.V., "Alternatif hammadde kaynaklarından üretilen motor yakıtları", *MIR Publishers*, Moskova (1989).
3. Altın, R., "Dizel motorlarda yakıt olarak doğal gazın kullanılması üzerine bir araştırma", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1991).
4. Haksever, R., "Sıvılaştırılmış petrol gazının benzinli motorlarda kullanımı, performans ve emisyonlara etkisinin deneysel analizi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1998).
5. Yücesu, H.,S., "Benzin motorlarında doğalgaz kullanımı, amaca uygun gaz karıştırıcının tasarımı ve imalatı", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1991).
6. Jackson, R.G., The production of alternative fuels, *SAE Technical Papers*, 821572 (1982).
7. Karakuş, N., "Yakıt özelliklerinin dizel motor performansına ve emisyonlara etkisi", Doktora Tezi, *Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2000).
8. Erdoğan, D., Onurbaş, A., "Bir dizel motorda yakıt olarak kullanılan bazı bitkisel yağların ölçülen performans değerleri", *A.Ü Ziraat fakültesi yillığı*, Ankara, 44(1-2) (1994).
9. Ayvaz, Y., "Dizel motorlarda dizel yakıtı ve benzin karışımlarının kullanılması", Yüksek lisans tezi, Trabzon (1991).
10. Balcı, M., Borat, O., Sürmen, A., "İçten Yanmalı Motorlar", Cilt 1, *Teknik Eğitim Vakfı Yayınları*, Ankara (1995).
11. Safgönül, B., "Pistonlu İçten Yanmalı Motorlar", *İTÜ Makine Fakültesi Offset Atölyesi*, İstanbul (1989).
12. Heywood, J.B., "Internal combustion engine fundamentals", Mc Graw-Hill Book company, Newyork (1988).
13. Bertodo, R., " Energy economics of alternate fuels", *SAE Technical Papers*, 790430 (1979).
14. Yakıtlar ve Yağlar, *Petrol Ofisi Madeni Yağlar Şube Müdürlüğü*, Ankara (1980).
15. Heisler, H., " Advanced engine technology", *SAE Int.*, U.K. (1995).

Geliş Tarihi:19.09.2002

Kabul Tarihi:24.03.2003

