

Değişik Oktan Sayılı Yakıtların Farklı Gaz Kelebeği Açıklıklarındaki Motor Performansı ve Egzoz Emisyonları

İsmet ÇELİKTEN^{1*}, Selçuk KORKMAZ²

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Bölümü, 06500, Teknikokullar Ankara-TÜRKİYE

²Fatih Mahallesi Yavuz Selim Sok. No:15/4 Sincan, Ankara-TÜRKİYE

*Corresponding author: celikten@gazi.edu.tr

Özet

Yapılan bu deneysel çalışmada piyasada satılan değişik oktan sayılı benzinler buji ile ateşlemeli bir motorda test edildi. Testlerde 95-97-100 oktanlı benzinler kullanıldı. Deneyler tam yükte ve 1500-4500 1/min arasında 500'er devir aralıklarla 4 silindirli, 4 stroklu ve 8,8 sıkıştırma oranlı buji ateşlemeli bir motor üzerinde gerçekleştirildi. Motorun teknik özelliklerinde değiştirme yapılmadan, günümüz taşıtlarda kullanıldığı gibi, motorun ihtiyaç duyduğundan daha yüksek oktanlı benzinler kullanılarak ve farklı gaz kelebeği açıklıklarındaki motor performans ve emisyon değişimleri bulundu. Deneyler sonunda motorun standart yakıtı olan 95 oktanlı benzinin en iyi performans değerlerine sahip olduğu tespit edildi. Ayrıca aynı motorda yüksek oktanlı benzinlerin kullanılması durumunda, CO ve HC emisyonları artar iken, NO_x emisyonlarının da azaldığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Emisyonlar, gaz kelebeği pozisyonları, performans, oktan sayısı.

Engine Performances and Exhaust Emissions of Different Octane Number Fuels at Different Throttle Positions

Abstract

In this experimental study, different octane number fuels, which are selling nowadays, are tested in a spark ignition engine. In the tests, 95, 97 and 100 octane gasoline fuels were used. The experiments were performed at full load and different engine speeds between 1500-4500 1/min with 500 1/min intervals. A four cylinder, four stroke spark ignition engine having 8,8 compression ratio was used in the tests. Engine performance and exhaust emission variations were obtained using higher octane number fuels and different throttle positions without modification of the engine. The results were showed that maximum performance characteristics were obtained with 95 octane number standard fuels. In addition to this, CO and HC emissions were increased and NO_x emissions were decreased when higher octane number fuels are used

Key words: Emissions, octane number, performance, throttle positions.

Çelikten İ, Korkmaz S (2009) Değişik Oktan Sayılı Yakıtların Farklı Gaz Kelebeği Açıklıklarındaki Motor Performansı ve Egzoz Emisyonları. Ekoloji 18, 72, 54-64.

GİRİŞ

Motorların sıkıştırma oranı ve benzinli motorlarda kullanılan yakıtların kimyasal ve fiziksel özellikleri, benzinli motorların verimini ve performansını önemli derecede etkilemektedir. Motorun sıkıştırma oranının artırılması ile birlikte motor performansını ve verimini arttırmak mümkün olmaktadır. Yakıtın kimyasal ve fiziksel özelliği nedeniyle motorun sıkıştırma oranı, belli bir noktaya kadar artırılabilir. Aynı yakıt için, motorun sıkıştırma oranı giderek artırıldığında belli bir sıkıştırma artış oranı üzerinde vuruntulu yanma meydana gelir.

Benzin motorlarında vuruntulu yanma istenmeyen bir yanma türüdür. Vuruntulu yanma; motorların gücünün düşmesine neden olduğu gibi motor elemanlarında kısa bir süre içinde büyük zararlar verebildiği gibi, motor performansı, verimi ve gücünde önemli derecede düşüslere neden olmaktadır. Bu nedenle yakıtların oktan sayısı, motorun sıkıştırma oranının artırılması ile motorun veriminin ve performansının artırılması önündeki en büyük engel olup, yakıtların oktan sayıları, motorun sıkıştırma oranına göre belirlenmektedir (Stickers 2002).

Buji ile ateşlemeli motorlardaki araştırma

Geliş: 02.04.2009 / Kabul: 24.05.2009

çalışmalarında temel amaç, yakıt özelliklerini geliştirirken motor gücünü arttırmak, yakıt tüketimini ve zararlı egzoz emisyonlarını azaltmaktır. Belirtilen bu çalışmalar uzun süreden beri devam etmektedir Jost (2002). Ayrıca, benzin oktan sayısının motor gücü ve yakıt tüketimine etkisi ile ilgili araştırmasında, 91 oktan yakıt ihtiyacı olan motor üzerinde, 91 ve 95 oktanlı yakıtlar test edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda, kullanılan yüksek oktanlı benzinden daha fazla güç elde edilmediği tespit edilmiştir (Sudsanguan ve Chanchaowna 2000).

Bir diğer çalışmada, benzin motorlarında oktan sayısının motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkilerinin teorik ve deneysel olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. 8/1 sıkıştırma oranına sahip bir motorda 91-93-95-95,3 oktanlı benzinler kullanıldığında en iyi motor performans değerleri 91 oktanlı benzinden elde edilmiştir. En düşük egzoz emisyonları değerleri de 95,3 oktanlı benzinden elde edildiği belirtilmiştir (Çengel ve Boles 1996, Sayın ve arkadaşları 2005).

Motorun tasarımı esnasında oktan sayısı sıkıştırma oranı ile sınırlandırılır. Çalışmalar esnasında motorun mekanik yapısı, çalışma şartları, hava durumu gibi özellikler de önemlidir. Örneğin, yanma odasındaki karbon birikintileri volümetrik verimini düşürdüğünden, yakıtın vuruntulu çalışma olasılığını arttırdığından oktan sayısını da yükseltmek gerekmektedir. Yakıt sistemlerindeki soğutma etkisi, ateşleme problemleri ve emisyon kontrol arızaları da oktan sayısının değişimini gerektirebilir (Heywood 1984).

Benzinde oksijenin amacı, yakıtın tam yanmasına sağlayarak CO ve HC emisyonlarının azalmasına yardımcı olmaktır. Alkoller ise bünyesinde oldukça fazla oksijen bulundurlar. Aynı zamanda benzin ve düşük oktanlı benzin karışımlardan daha yüksek oktan oranlarına sahiptir (Bowman ve Seinfeld 1995, MacLean ve Lave 2003).

İzo oktan ve n-heptan ın değişken oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen yakıt bileşiminin motor ve araştırma oktan sayısının belirlenmesi için matematiksel bir model oluşturulmuştur. Oktan sayısının performans ve egzoz emisyonları üzerine etkileri deneysel ve teorik olarak incelenmemiştir Twu ve Coon (2000). Motorun ihtiyacı olan oktan sayısının belirlenmesi amaçlı diğer çalışmada ise, oktan sayısı, motorun oktan ihtiyacı ve vuruntu sensörleri çalışmalarına yer verilmiştir (Wusz 1997).

Yakıt kalitesini artırma üzerine "methanol, etanol, tetra bütül alkol, isopropil alkol, metil tetra ve bütül eter'in araçlarda kullanımları ve emisyonlara etkileri konularında" araştırmalar yapılmıştır. Oktan sayısı ve yakıt kalitesini artırmak için benzine katılan katıklar ve egzoz emisyonlarına etkileri araştırılmıştır (Anonymous 2000).

Benzin motorlarında motor performansı ve egzoz emisyonları yakıtın kalitesi olan oktan sayısı ile direkt ilgilidir. İki farklı oktan sayılı yakıt ile yapılan diğer araştırmalar da ise belirtilen konulardaki çalışmalara yer verilmiştir (Sakaguchi 2000).

Benzin motorlarında vuruntu, yanma odasında ani ve yüksek basınç artışı sonucu sıcaklık artışına neden olmaktadır. Artan basıncın ve sıcaklık sonucu motor gücünde artma olmadığı gibi tersine güç kaybı olmaktadır. Sıkıştırma oranı arttıkça vuruntunun oluşmaması için ya daha yüksek oktanlı yakıt kullanılmalı veya kritik efektif basıncın azaltılması gerektiği belirtilmiştir (Rogowski 1986).

Yakıtları oluşturan hidrokarbonların kimyasal bağları, hidrojen ve karbon atom sayıları yakıtları birbirinden ayırır. Sıvı yakıtların genel kimyasal formülü C_nH_m şeklindedir. Yakıtların vuruntuya karşı dirençleri, yapısındaki hidrojen (H) ve karbon (C) atomlarının bağlantı şekillerine bağlıdır. Çatallı zincir grubu yapısına sahip olan yakıtların parçalanmaları zor ve tutuşma meyilleri düşüktür. Bu nedenle bu yapıya sahip olan yakıtların vuruntuya karşı dirençleri yüksektir. Düz zincir grubuna sahip olan yakıtların parçalanmaları kolay ve tutuşma meyilleri yüksek olduğu için bu yapıdaki yakıtların vuruntuya karşı dirençleri çok azdır Taylor (1984) ve Maleev (1973). Normal heptan (C_7H_{16}) yakıtı kolayca parçalanabilir bir yakıt olup, vuruntuya karşı direnci düşüktür. Bu nedenle tek başına benzin motoru yakıtı olarak kullanılamaz. Çatallı zincir grubu izo-oktan (C_8H_{18}) kullanılmaktadır (Taylor 1984).

Oktan sayısı ölçümü, sıkıştırma oranı sürekli olarak değiştirilebilen tek silindirik özel deney motorları olup Amerikan CFR (Cooperative Fuel Research) ve Alman BASF motorlarında yapılmaktadır. Bu motorlarda Oktan sayısı ölçümünde oktan sayısı bilinen iki referans yakıttan birisi izo-oktan (C_8H_{18}) ve diğeri ise n-heptan (C_7H_{16}) dır. Saf halde izo-oktan yakıtının oktan sayısı 100 ve n-heptan için 0 kabul edilmiştir. İzo-oktan yakıtı vuruntuya karşı çok dirençli, n-heptan

yakıtı ise vurutuya karşı çok meyillidir. İzo-oktan ve n-heptan yakıtlarının birlikte değişik oranlarda karıştırılmalarıyla farklı oktan sayılarında yakıtlar elde edilebilir. Karışımın oktan sayısı karışımındaki izo-oktan yakıtının hacimce yüzdesine eşittir. Yani %80 izo-oktan ve %20 n-heptandan oluşan karışımın oktan sayısı 80'dir (Anonymous 1994, 1994b).

Sıkıştırma oranlarına göre oktan sayısının belirlenmesi Tablo 1'de görülmektedir. Oktan sayısı birçok hallerde benzini tam tanımlayamaz. Benzinin özelliklerini belirleyen eğrilerle benzinin değerlendirilmesi yoluna gidilir. Benzinin oktan sayısının artırılması; katık ilavesi, parçalanma ve yeniden şekillendirme olarak ayrılmaktadır (Safgönül 1989).

Günümüzde ülkemizde benzin üretici firmalar çeşitli oktan sayılarında benzinler üreterek kullanıma sunmaktadırlar. Yaygın olarak kullanılan benzinler 95-97 oktanlı benzinlerdir. Ayrıca benzin üreticileri yüksek performans yakıtı olarak 100 oktan benzini de kullanıma sunmaktadırlar. Bu çalışmada, sıkıştırma oranı ve diğer teknik özellikleri değiştirilmemiş standart bir motorda oktan sayısı artırılmış benzinin farklı gaz keleşği açıklıklarında motorda performans ve emisyonlarının değişimleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı, İçten Yanmalı Motorlar Laboratuvarındaki Cussons P8602 motor dinamometresine bağlı bulunan çok silindirli VSG 413 Ford motoru üzerinde gerçekleştirilmiştir. Dinamometre 160 kW'a kadar yükleme yapabilmekte ve istendiğinde 3500-8000 devir arasında 475 Nm'ye kadar tork ölçebilmektedir. Cihaz yüklemeyi "Eddy Akımı" ile yapmakta olup, cihazın çalışma gerilimi $240V \pm \%10$, (50Hz) ve çektiği akım 16 A'dir. Motorun teknik özellikleri aşağıda Tablo 2'de, test cihazının basitleştirilmiş şeması ve kısımları Şekil 1'de görülmektedir.

Egzoz emisyonun ölçümünde Sun MGA 1500 gaz analizörü kullanılmıştır. Ölçüme başlanmadan önce test cihazının ısınması için 220V şehir şebekesine bağlanıp 15 dakika beklenmiştir. Cihaz hazır hale geldikten sonra motor egzoz borusu çıkışına bir aparat yardımı ile emisyon cihazının egzoz girişi bağlanmıştır. İnfrared yöntemi ile ölçüm yapmakta olan bu cihaz, motorun egzozundan çıkan CO, HC, NO_x, CO₂, O₂ gazları ile AFR ve

LAMBDA değişimlerini dijital olarak göstermektedir. Dinamometre ölçümlerine paralel olarak tüm emisyon değişimleri cihaza bağlı bulunan yazıcıdan alınabilmektedir. Şekil 2'de gösterilen bu cihazın teknik özellikleri ilgili teknik bilgiler verilmektedir.

Cihazın girişinde cihazı koruma amaçlı iki yollu filtre sistemi bulunmakta olup, filtreleri dolduğu veya hortumunun tıkanmış durumda az hava ikazı, uyarısı vermektedir. Periyodik kalibrasyonlarda, cihazın içini açmadan (AUTO CAL ve ZERO CAL den farklı olarak) kalibrasyon gazı ile otomatik kalibrasyon yapılmaktadır. Cihazın ölçüm sınırları ve hassasiyeti Tablo 3'de verilmektedir.

Deneylerde kullanılan benzinler 95-97-100 oktan numaralı olarak bir petrol firmasından temin edildi. Kullanılan bu benzinlerden alınan numuneler laboratuvarında test edildiğinde oktan

Tablo 1. Sıkıştırma oranlarına göre oktan sayısının belirlenmesi (Safgönül 1989).

Sıkıştırma oranı	5	6	7	8	9	10	11	12
Oktan sayısı	68	78	85	91	96	100	103	106

Tablo 2. Deney motorunun teknik özellikleri.

Motorun Markası	Ford VSG 413
Yakıt Sistemi	Tek nokta enjeksiyonlu
Motor gücü	43kW 4500 1/min
Motor torku	98Nm 2500 1/min
Silindir çapı	73,96 mm
Stroku	75,48mm
Silindir hacmi	1297 cc
Sıkıştırma oranı	8,8/1
Rölanti devri	750 rpm
Gerekli motor oktanı	95 Oktan

Tablo 3. Sun MGA 1500 emisyon test cihazı ölçüm aralıkları ve hassasiyet değerleri.

PARAMETRE	ÖLÇME ARALIĞI	HASSASİYET
CO	0 – 15 %	0,001 %
HC	0 – 9999 ppm	1 ppm
NO _x	0 – 5000 ppm	1 ppm
CO ₂	0 – 20 %	0,1 %
O ₂	0 – 25 %	0.01 %
LAMBDA	0,6 – 1,2	0.001

sayılarının kısmen farklılık gösterdiği belirlendi. Bu sonuçlara göre 95 oktan olarak satılan benzinin 96 oktan, 97 oktan olarak satılan benzinin 96,9 oktan ve 100 oktan olarak satılan benzinin ise 100,6 oktan olduğu ölçülerek tespit edildi.

Deneylere başlamadan önce benzin motorunun dinamometreye ve tabana olan bağlantıları, cihaz ile ilgili yakıt borusu gaz kelebeği, hava metre gibi diğer bağlantıları da kontrol edildi. Motor yağı ve radyatör suyu uygun seviyeye getirilmiş ve elektrik bağlantısı yapıldı. Deneylere başlamadan yükleme yapılmadan önce motorun çalışma sıcaklığına gelmesi için bir süre boşa "rölantide" çalıştırıldı.

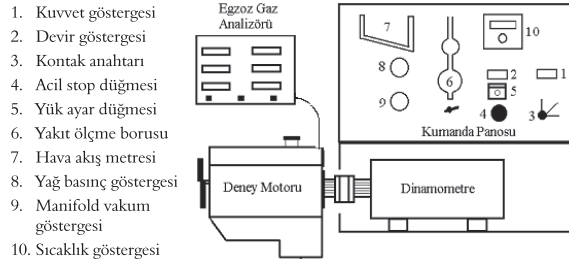
Yükleme esnasında motorun titreşimli çalışmaması için devrinin 1500 1/min altına düşmemesine dikkat edildi. Deney, %100, %75, %50, %25 gaz kelebeği açıklıklarında ve 1500-4500 1/min arasında 500 1/min aralıklarla her bir yakıt için toplam yedi kademede gerçekleştirildi. Deney sonuçlarının doğruluğunu arttırmak amacı ile testler üçer kez tekrarlanarak test sonuçlarının ortalaması alındı ve alınan değerler tablo haline getirildi.

Bu deneyde ortam basıncı Ankara için 91,1 kPa, ve deney laboratuvarı ortam sıcaklığı 309°K ve tork düzeltme faktörü de $K_d = 1,006$ olarak alındı.

Deneylerde 95-97 ve 100 oktanlı üç farklı benzin kullanıldı. Deney koşullarında 50 mL'lik ölçme borusu dikkate alındı. Motorun 50 mL'lik ölçme borusundaki yakıtı ne kadar sürede tükettiği kronometre ile ölçüldü. Hesaplamalarda benzinin özgül kütlesi 0,735 kg/L olarak alındı.

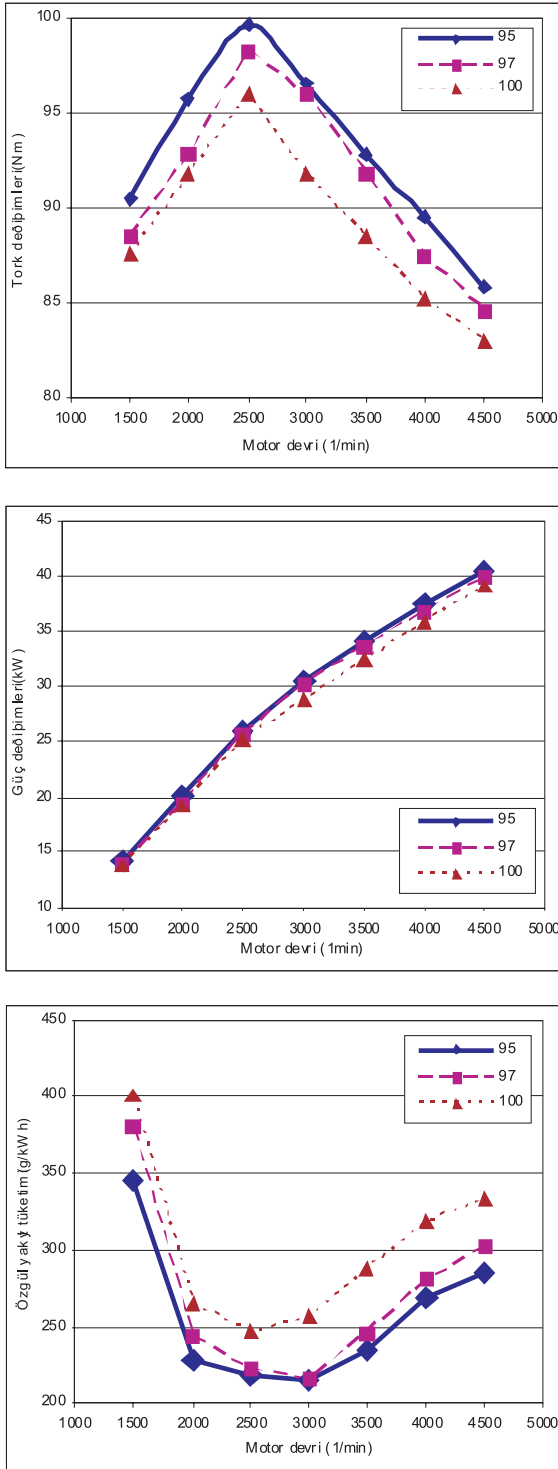
BULGULAR

Şekil 3'de deney motorunun %100 gaz kelebeği açıklığında değişken motor devirlerine bağlı olarak tork, güç, özgül yakıt tüketimi grafikleri görülmektedir. Buna göre motorun ihtiyacından düşük oktanlı benzin kullanıldığında motorda vuruntu oluşmaktadır. Motorun ihtiyacından yüksek oktanlı benzin kullanıldığında ise ateşleme ile yanmanın başlaması arasında geçen süre uzadığından yanma sonu maksimum basınç istenen zamandan daha geç elde edilmektedir. Bu gecikmede piston genişleme strokuna başlayacağından motor çıkış gücü azalmaktadır. Grafiklerden de görüldüğü gibi 95 oktanlı benzin, motorun ihtiyaç duyduğu oktan sayısına en yakın oktan sayısı olduğundan maksimum tork değeri de en yüksek elde edilmiştir. Maksimum tork devrinde elde edilen 2500 1/min için 95-97-100 oktanlı benzinde tork değerleri sırasıyla 99,6-98,2-95, 1 Nm



Şekil 1. Test cihazının basitleştirilmiş şeması ve kısımları.





Şekil 3. %100 gaz kelebeği açıklığındaki tork, güç ve özgül yakıt tüketimi değişimleri.

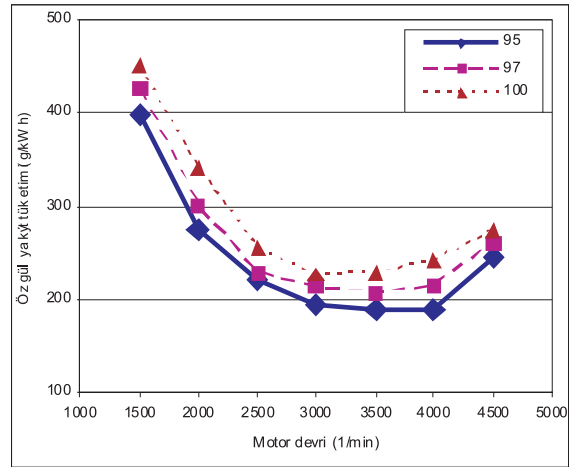
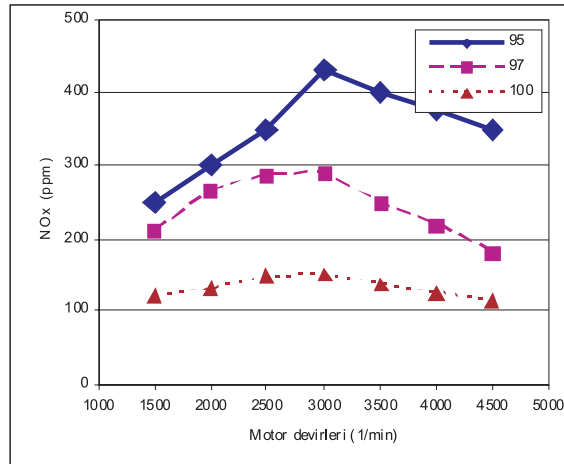
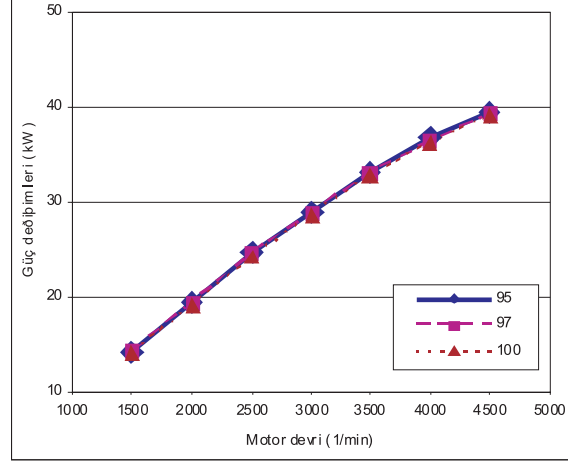
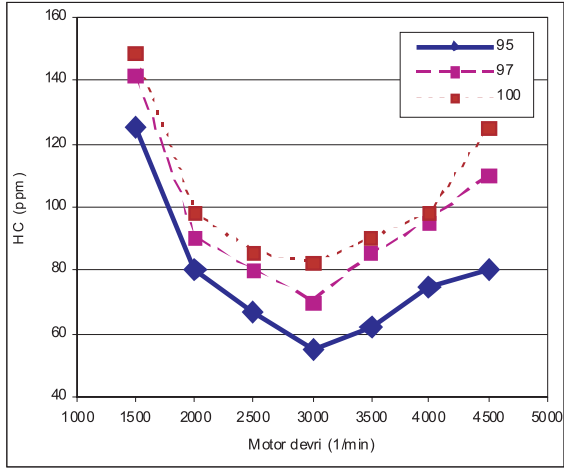
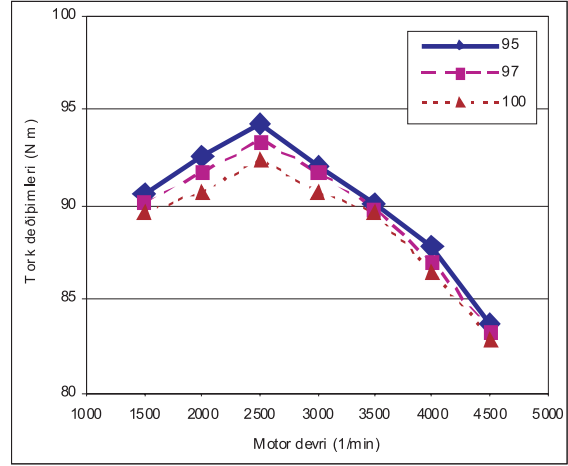
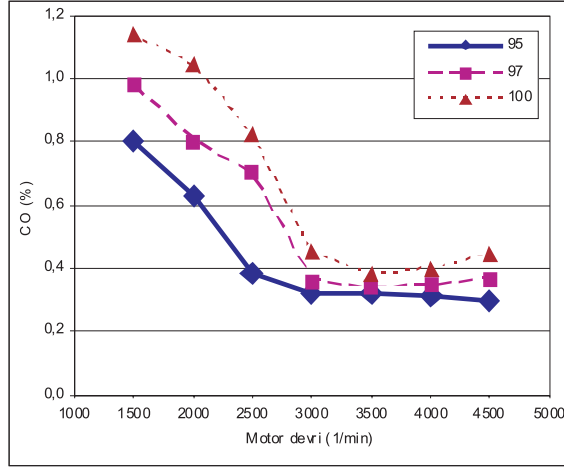
benzinlerde CO emisyon değerleri sırasıyla 0,39-0,70-0,82, HC emisyonları 67-80-86 ppm ve NO_x emisyonları da 350-286-147 ppm olarak bulundu. 95 oktanlı benzine göre 97-100 oktanlı benzinlerde

sırasıyla %CO değişimleri %45-53 oranında ve %HC değişimleri %16-22 oranında daha fazla ve olup %NO_x değişimlerinin ise %22-136 oranında daha az olduğu tespit edildi. Burada 95 oktanlı benzinin bütün deney devirlerinde HC ve CO miktarının 97 ve 100 oktanlı benzinlere göre daha düşük ve NO_x miktarlarının ise daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir.

Şekil 5'de %75 gaz kelebeği açıklığındaki motor performans grafikleri her üç yakıt için karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Buna göre; %75 gaz kelebeği açıklığı için maksimum tork un elde edildiği 2500 1/min de 95-97-100 oktanlı benzinlerden sırasıyla 94,2-93,4-92,4 Nm elde edildi. Buna göre 95 oktanlı benzin, 97-100 oktanlı benzinden %0,9-1,9 oranında daha yüksek tork değerine ulaşıldı. Her üç yakıt için %75 gaz kelebeği açıklığında ve 4500 1/min de 95-97-100 oktanlı benzinden sırasıyla 39,4-39,2-39 kW güç elde edildi. Buna göre 95 oktanlı benzin 97-100 oktanlı benzinden sırasıyla %0,6-1 oranında daha fazla güç elde edilmiş oldu. Aynı tork devri için 95 oktanlı benzin 221,6 g/kWh özgül yakıt tüketimine sahipken 97-100 oktanlı benzinlerle sırasıyla 227,4-253,1 g/kWh özgül yakıt tüketimi değerlerine ulaşıldı. Buna göre 95 oktanlı benzin, 97-100 oktanlı benzinden sırasıyla %2,5-12,5 oranında daha düşük özgül yakıt tüketimine sahip olduğu belirlendi.

Şekil 6'da %75 gaz kelebeği açıklığında egzozdan kaynaklanan kirlenici emisyonların deney benzinleri için karşılaştırmalı grafikleri verilmektedir. 2500 1/min için 95-97-100 oktanlı benzinlerde CO emisyon değerleri sırasıyla 0,13-0,19-0,27, HC emisyonları 11-14-18 ppm ve NO_x emisyonları da 261-227-210 ppm olarak bulundu. 95 oktanlı benzine göre 97-100 oktanlı benzinlerde sırasıyla %CO değişimleri %32-48 oranında ve %HC değişimleri %21-39 oranında daha fazla ve olup %NO_x değişimlerinin ise %15-24 oranında daha az olduğu tespit edildi. Burada 95 oktanlı benzinin bütün deney devirlerinde HC ve CO miktarının 97 ve 100 oktanlı benzinlere göre daha düşük ve NO_x miktarlarının ise daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir.

Şekil 7'de görülen %50 gaz kelebeği açıklığı için maksimum tork un elde edildiği 2500 1/min de 95-97-100 oktanlı benzinlerde sırasıyla 80,2-78,9-77,4 Nm tork elde edildi. 95 oktanlı benzinden, 97-100 benzine göre sırasıyla %1,6-3,5 oranında daha yüksek tork elde edildiği belirlendi. Her üç yakıtın

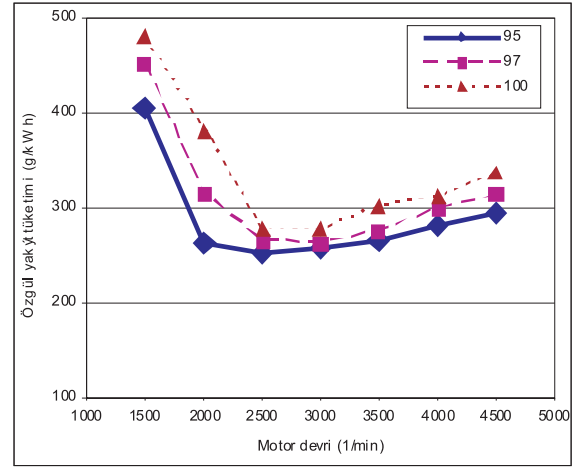
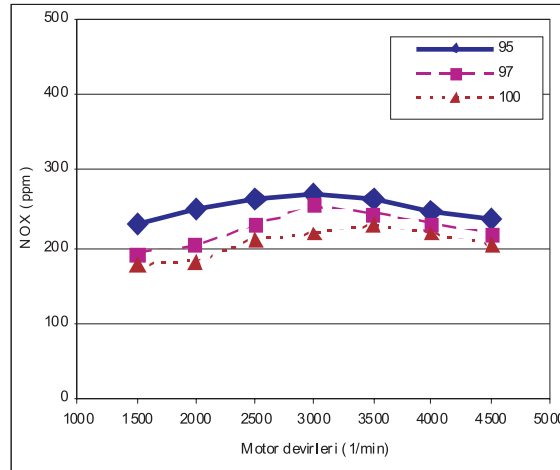
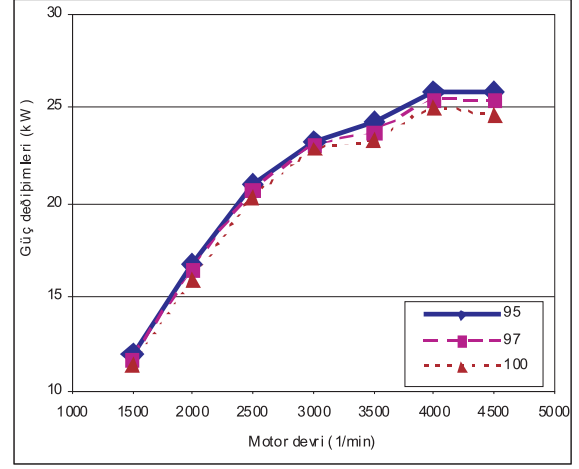
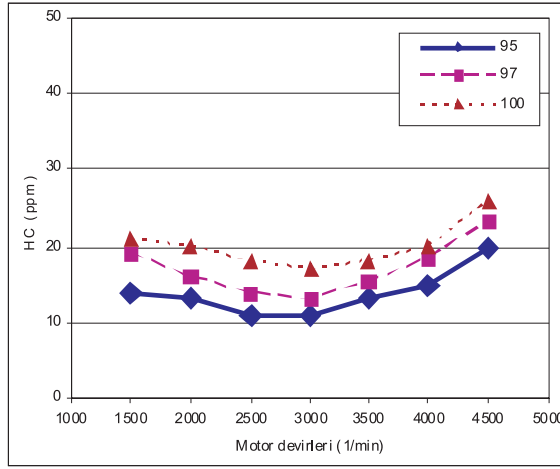
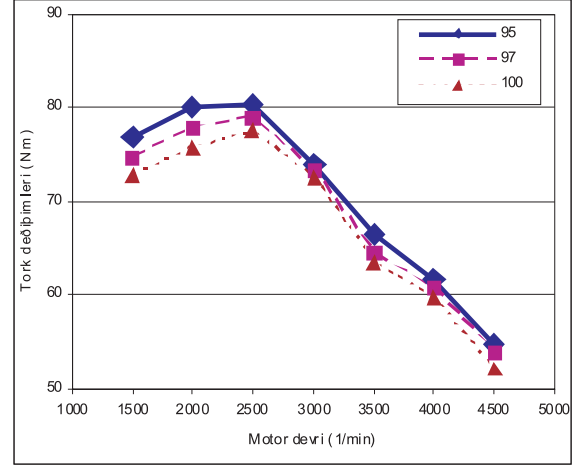
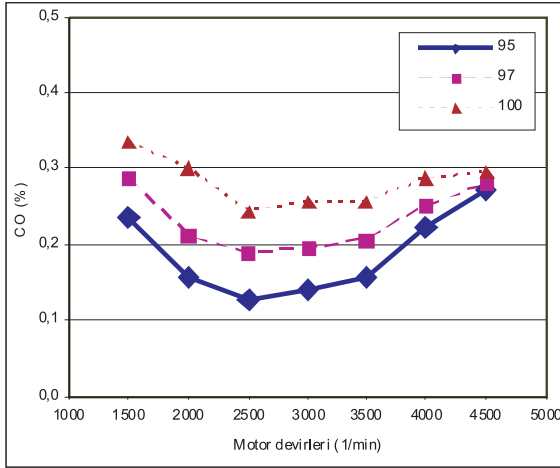


Şekil 4. %100 gaz kelebeği açıklığındaki CO, HC ve NO_x emisyonlarının değişimleri.

Şekil 5. %75 gaz kelebeği açıklığındaki tork, güç ve özgül yakıt tüketimi değişimleri.

üretmiş olduğu güç sırasıyla 25,9-25,4-24,6 kW olup, 95 oktanlı benzin ile 97-100 oktanlı benzinlere göre sırasıyla %1,9-4,9 oranında daha yüksek güç üretildi. Aynı tork devri için 95-97-100 oktanlı

benzinler sırasıyla 251,1-264,7-276,7 g/kWh özgül yakıt tüketimi sahip olurken, 95 oktanlı benzin, 97-100 oktanlı benzinlere göre sırasıyla %5,4-10,2 oranında daha düşük bulundu.

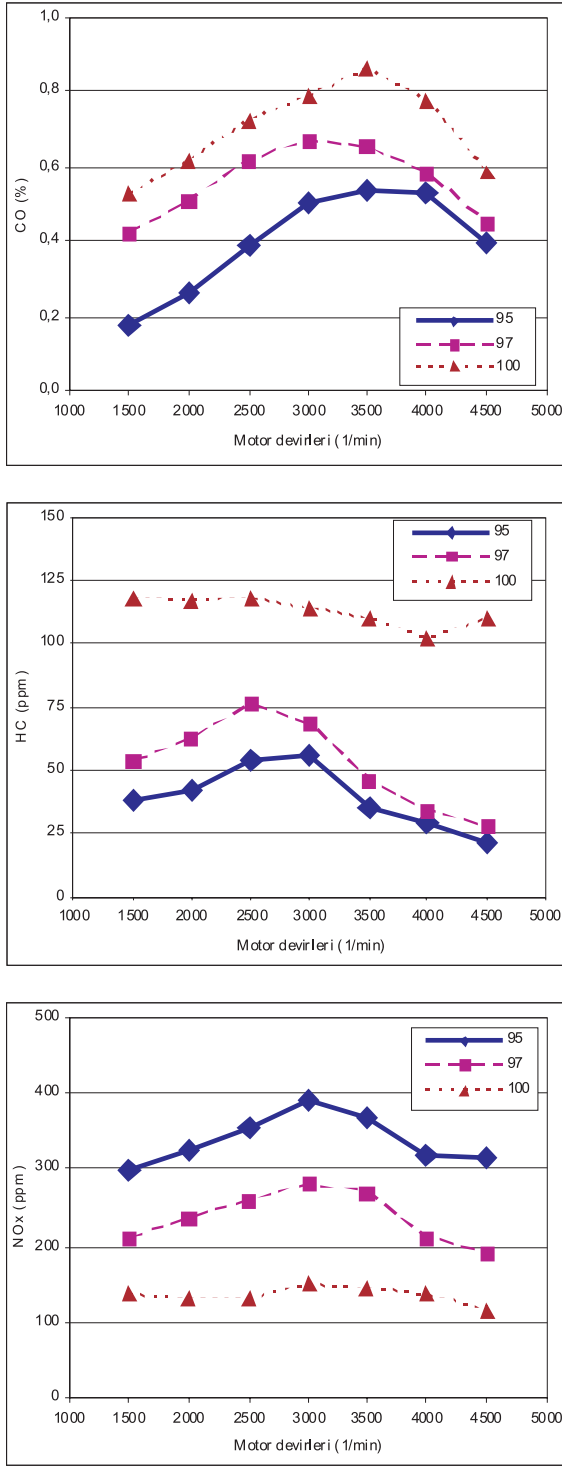


Şekil 6. %75 gaz kelebeği açıklığındaki CO, HC ve NO_x emisyonlarının değişimleri.

Şekil 7. %50 gaz kelebeği açıklığındaki tork, güç ve özgül yakıt tüketimi değişimleri.

Şekil 8'de %50 gaz kelebeği açıklığında 95-97-100 oktanlı benzinler için motor performans değişim grafikleri karşılaştırmalı olarak verildi. %50 gaz kelebeği açıklığında deney benzinleri için

egzozdan kaynaklanan kirletici emisyonlar karşılaştırmalı grafikler halinde verildi. 2500 1/min de 95-97-100 oktanlı benzinlerin CO emisyon değişimleri sırasıyla %39-61-72, HC emisyonları



Şekil 8. %50 gaz kelebeği açıklığındaki CO, HC ve NO_x emisyonlarının değişimleri.

54-76-118 ppm ve NO_x emisyonları da 356-260-130ppm olarak ölçüldü. Belirtilen ölçümlere göre ve aynı devirde 95 oktanlı yakıtı göre 97-100 oktanlı benzinlerde sırasıyla CO'lar %36-46 ve HC ler

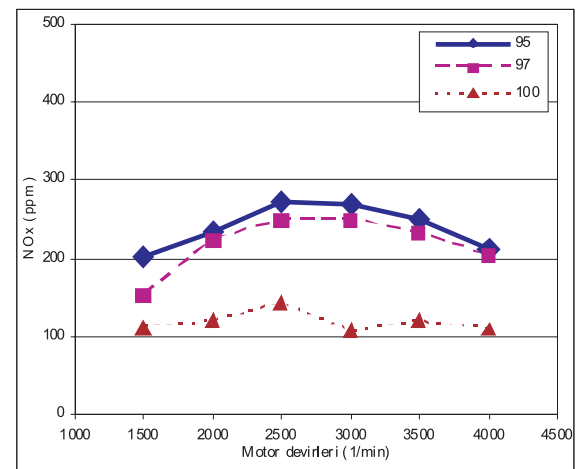
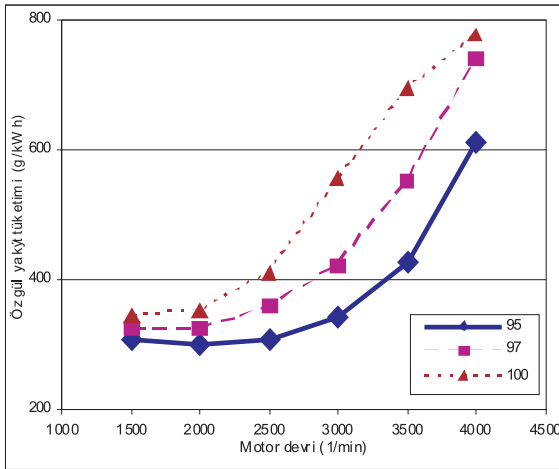
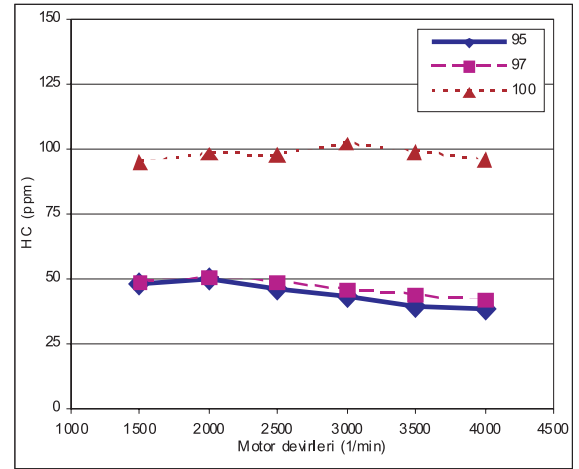
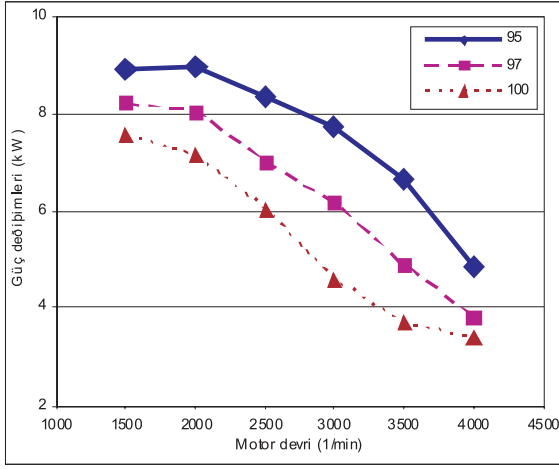
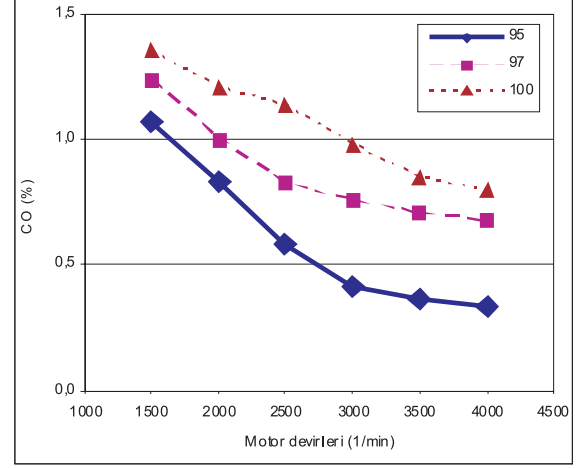
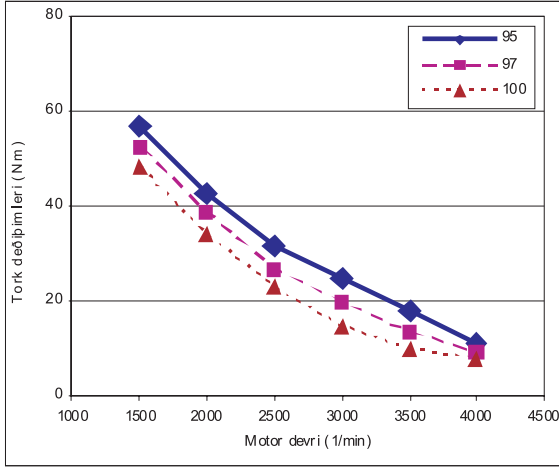
%29-54 oranında artar iken, NO_x'ların da %37-174 oranında azaldığı belirlendi.

Şekil 9'da görülen %25 gaz kelebeği açıklığında deney motoru 4500 1/min değerine yüksüz dahi çıkartılamadığı için bu gaz kelebeği açıklığında değerler 4000 1/min ile sınırlandırılmıştır. %25 gaz kelebeği açıklığı için maksimum tork 1500 1/min'de elde edilmiştir. Bu devirde, 95-97-100 oktanlı benzinlerde tork değişimi sırasıyla 56,5-52,2-48 Nm elde edilmiş olup, 95 oktanlı benzin, 97-100 oktanlı benzinlere göre sırasıyla %7,5-15,1 oranında daha yüksek tork değerine ulaşmıştır. Her üç yakıt için %25 gaz kelebeği açıklığında elde edilen maksimum güç devri 1500 1/min dir. Bu devirde 95-97-100 oktanlı benzinlerden sırasıyla 8,9-8,2-7,5 kW güç elde edilmiş olup, 95 oktanlı benzin 97-100 oktanlı benzine göre sırasıyla %7,5-15,1 oranında daha yüksek güç ürettiği belirlenmiştir. Aynı tork devrinde 95-97-100 oktanlı benzin sırasıyla 310,6-325,7-342,6 g/kWh özgül yakıt tüketimi değerlerine ulaşmış olup, 95 oktanlı benzin, 97-100 oktanlı benzinlere göre sırasıyla %4,9-10,3 daha düşük özgül yakıt tüketimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Şekil 10'da %25 gaz kelebeği açıklığındaki tork, güç ve özgül yakıt tüketimi değişimleri verilmiştir. %25 gaz kelebeği açıklığında egzozdan kaynaklanan kirlenici emisyonların deney benzinleri için karşılaştırmalı grafikleri verilmektedir. Bu gaz kelebeği açıklığındaki deneylerde gaz kelebeği çok az açık olduğu için motor kararlı bir çalışma göstermemiştir. Bu şartlarda kirlenici emisyon değerleri performans değerlerindeki grafiklerde olduğu gibi sapmalar göstermiştir. 2500 1/min'de 95-97-100 oktanlı benzinlerin CO emisyon değerleri sırasıyla %58-82-114, HC emisyon değişimleri sırasıyla 46-49-97 ppm ve NO_x emisyonları 274-250-144 ppm olarak ölçüldü. Belirtilen ölçümlere göre ve aynı devirde 95 oktanlı yakıtı göre 97-100 oktanlı benzinlerde sırasıyla CO'lar %28-48 ve HC'ler %6-53 oranında artar iken, NO_x'ların da %10-90 oranında azaldığı belirlendi. Özellikle gaz kelebeğinin bu pozisyonundaki oluşan HC değişiminin dengesizliliği yanmanın oldukça kötüleşmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan deneyler sonucunda da 95 oktanlı benzin motor torku ve motor gücü değişimlerinde 97 ve 100 oktanlı benzinlere göre daha yüksek değerlere ulaşmıştır. %100, %75, %50, %25 gaz kelebeği



Şekil 9. % 25 gaz kelebeği açıklığındaki tork, güç ve özgül yakıt tüketimi değişimleri.

Şekil 10. %25 gaz kelebeği açıklığındaki CO, HC ve NO_x emisyonlarının değişimleri.

açıklıklarında da tekrar edilen deneylerin sonuçları da benzer değişimler elde edilmiştir. Dolayısıyla tüm kullanım şartlarında motor gücü ve motor torku 95 oktanlı benzinde 97 ve 100 oktanlı benzine

göre daha fazla, özgül yakıt tüketimi daha az bulunmuştur.

Yüksek oktanlı yakıtların yanma hızı daha düşüktür. Yanma sonucu oluşan maksimum basınç

da daha geç oluşur. Bu da pistonun genişleme strokunda yanmanın hala devam etmesine neden olur. Bu durumda piston genişleme strokuna başladığında yanma tam tamamlanamadan sönümlenme başlayacağından yanmamış CO ve HC emisyonları açığa çıkar. Belirtilen bu nedenden dolayı, 95 oktanlı benzinde NO_x emisyonlarının daha yüksek değerlerde çıktığı görülmektedir. Düşük ve yüksek oktanlı teorik ve uygulamalı çalışmalarda da görüleceği gibi NO_x emisyonlarının yüksek olması yanma sonu sıcaklığının yüksek olmasına bağlıdır. Yapılan bu çalışmalar literatür çalışmaları ve tartışma kısmında belirtilen çalışmalarla Sudsanguan ve Chanchaowna (2000), Çengel ve Boles (1996), Sayın ve ark. (2005), Twu ve Coon (2000) benzerlikler ve uyumluluk göstermektedir. 95-97-100 oktanlı benzinler kullanılarak yapılan deneyler motorun %100, %75, %50, %25 gaz kelebeği açıklıklarında yapılmıştır. Tüm gaz kelebeği açıklıklarındaki deneylerde CO ve HC emisyon değerlerinin daha düşük NO_x emisyonları ise diğerlerine göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Özellikle %25 gaz kelebeği açıklığındaki motor yüklemesine bağlı olarak

performans ve emisyonlardaki değişimler de anlamsızlaşmıştır.

Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda otomobil kullanıcıları otomobillerinin motorları için üretici tavsiyesi olan oktan sayılı benzini kullanmalıdırlar. Daha fazla bedel ödenerek temin edilen yüksek oktanlı benzinlerin motor performansı ve emisyonlar yönünden herhangi bir avantajının bulunmadığı görülmektedir.

Yakıtların oktan sayılarının motor performansı ile ilişkisi üzerine yapılacak çalışmalarda günümüzde bulunabilen benzinlerin oktan sayılarının hangi sıkıştırma oranlarına uygun olduğu değişken sıkıştırma oranlı deney motorları ile daha kolay ve net olarak tespit edilebilir. Ayrıca motorlarda yanma ve emisyonlar karmaşık bir yapıya sahip olup, farklı sonuçlar oluşturabilirler. Yüksek oktanlı benzin kullanıldığında standart bir motorda yanmanın maksimum sıcaklıkları tespit edilerek emisyonların sebepleri farklı şekillerde ortaya konulabilirse daha anlamlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous (2000) Setting National Fuel Quality Standards. Proposed Management of Petrol Octane Enhancing Additives/Products, Canberra.
- Anonymous (1994a) ASTM D 2700-92. IP236/83, Standard Test Method for Knock Characteristic of Motor and Aviation Fuels by the Motor Method. Annual Book of ASTM Standards v.05.04 Petroleum Products and Lubricants.
- Anonymous (1994b) ASTM D 2699-92. IP237/69, Standard Test Method for Knock Characteristic of Motor Fuels by the Research Method. Annual Book of ASTM Standards v.05.04 Petroleum Products and Lubricants.
- Bowman FM, Seinfeld JH (1995) Atmospheric chemistry of alternate fuels and reformulated gasoline components. Progress in Energy and Combustion Science 21, 387-417.
- Çengel AY, Boles AM (1996) Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik. İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- Heywood JB (1988) Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc Graw-Hill, London.
- Jost K (2002) Spark ignition engine trends, Automotive Engineering International 110, 1, 26-39.
- MacLean HL, Lave LB (2003) Evaluating automobile fuel/propulsion system technologies. Progress in Energy and Combustion Science 29, 1-69
- Maleev VL (1973) Internal-Combustion Engines. McGraw-Hill Book Company, Oklahoma.
- Rogowski SM (1986) Elements of Internal-Combustion Engines. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Safgönül B (1989) Pistonlu Motorlar. Cilt 1, İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- Sayın C, Kiliçaslan I, Canakcı M, Özsezen N (2005) An experimental study of the effect of octane number higher than engine requirement on the engine performance and emissions, Applied Thermal Engineering 25, 1315-1324.
- Sakaguchi T (2000) Influence of diffusion of fuel-efficient motor vehicles on gasoline demand for individual user owned passenger cars. Energy Policy 28, 895-903.
- Stickers DE (2002) Octane and the environment. The Science of the Total Environment 299, 37-56.

- Sudsanguan P, Chanchaowna S (2000) Using higher octane rating gasoline than engine equirement: loss or gain. In: JPCG 2, Asian Combustion Technology Seminar, Greener Combustion Technology, Kuala Lumpur, Malaysia, 30-31.
- Taylor CF (1984) The Internal Combustion Engine in Theory and Practice. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts.
- Twu CH, Coon JE (2000) A Generalized Interaction Method for The Prediction of Octane Numbers for Gasoline Blends. Simulation Science Inc, Brea, CA.
- Wusz T (1997) How Much Octane? Reprinted with Permission from National Dragster, 1-3.