



## Benzin nitrometan karışımlarının özgül yakıt sarfiyatı ve emisyonlara etkisinin incelenmesi

İsmet Çevik<sup>1\*</sup>, Samet Çelebi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*İsmet ÇEVİK, Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Sakarya/ Türkiye, icevik@sakarya.edu.tr

<sup>2</sup>Samet ÇELEBİ, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümü Sakarya/Türkiye, y095024008@sakarya.edu.tr

*25.07.2012 Geliş/Received, 04.04.2013 Kabul/Accepted*

### ÖZET

Bu çalışmada, kimyasal yollarla elde edilen nitrometanın, bir benzin motorunda kullanılması sonucu elde edilen özgül yakıt tüketimi ve egzoz emisyon değerlerindeki değişimler benzin yakıtı ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Tam yükte gerçekleştirilen motor testlerinde benzine oranla % 5 nitrometan içeren karışımın özgül yakıt tüketiminde 3200 min-1 motor hızında % 6,18'lik bir düşüş elde edilmiştir. Bunun yanında motor gücü artış göstermiştir. CO ve HC emisyonlarında benzine oranla düşüş gözlenmiş, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonlarında ise artış gözlenmiştir. Yapılan testlerde, nitrometanın benzine % 10'dan daha fazla oranda karıştırılmasında motorda aşırı vuruntu ve kararsız çalışma gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nitrometan, Özgül yakıt tüketimi, Emisyonlar, Motor performansı

## The investigation of effects specific fuel consumption and emissions fuel mixtures nitromethane

### ABSTRACT

In this study, changes of specific fuel consumption and exhaust emission values of chemical produced nitromethane are compared with values of gasoline fuel. In motor tests conducted at full load, gasoline mixture including % 5 nitromethane yield decreased specific fuel consumption value of 3200 min-1 and low engine speed of % 6,18 percentage. On the other hand, engine power is increased. While CO and HC emissions were observed to be less than gasoline, CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions remained to be increased. In performed tests, it is also observed that when mixing nitromethane with % 10 more gasoline, over knocking and unstable motor behavior is observed.

**Keywords:** Nitromethane, Specific fuel consumption, Emissions, Engine performance

---

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

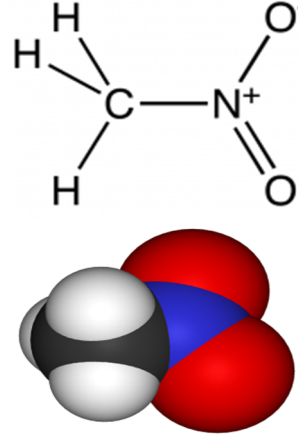
Motorlu taşıtların tümü, petrol kaynaklı yakıtlar ile çalışmaktadır. Sınırlı enerji kaynakları ileride potansiyel bir enerji kıtlığının olabileceğini göstermektedir. Fosil yakıtların kullanımı ve çevresel bilinç, mühendisleri ve bilim adamlarını temiz, yenilenebilir ve güçlendirilebilir enerji sistemlerinin geliştirilmesinin gerektiği düşüncesine yönlendirmektedir [1].

Petrole bağımlılığın azaltılması ve gelecekte yaşanabilecek petrol krizlerinin en az sıkıntıyla atlatılabilmesi düşüncesi, alternatif yakıt arayışlarına, özellikle içten yanmalı motor yakıtlarının alternatiflerinin araştırılmasına neden olmaktadır [2,3]. Hava kirlenmesinde motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının önemli bir payı bulunmaktadır. Özellikle sanayileşmiş bölgelerdeki hava kirliliğinin yaklaşık % 60-70'nin motorlu taşıtlardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir [4].

Sürekli artış gösteren motorlu taşıt sayısına bağlı olarak, artan taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonları tehdit edici bir düzeye erişmektedir. Neticede dünyada birçok yerde, yönetimlerce emisyonları kısıtlayıcı yasal düzenlemeler yapılmakta ve bu düzenlemeler gün geçtikçe daha da daralan limitler ortaya çıkarmaktadır. Mevcut petrol kökenli yakıtlarla bu limitleri karşılamak için yapılan motor üzerindeki yenilikler ve yakıt sistemindeki yeni teknoloji uygulamaları artık zor bir sürece doğru gitmektedir. Dolayısıyla petrol kökenli yakıtların yerini alacak alternatif yakıtlar için istenen önemli özelliklerden biri olarak; emisyon standartlarını karşılayacak içerikte olması gösterilebilir [5, 6]. İçten yanmalı motorlara alternatif olan yakıtları şu şekilde sıralayabiliriz; metanol, etanol, hidrojen, lpg, doğalgaz, elektrik, yakıt hücreleri.

## 2. NİTROMETAN (NITROMETHANE)

Nitrometan  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  kimyasal formülüne sahip organik bir bileşiktir.



Şekil 1.1. Nitrometanın kimyasal formülü (Chemical formula of nitromethane)

Nitrometanın kimyasal yapısı içerisindeki oksijen şu anlama geliyor ki nitrometan yanmak için çok miktarda atmosferik oksijene ihtiyaç duymaz. Nitrometan yakmak için gerekli oksijenin bir kısmı yakıtın kendi içinde mevcuttur. Nitrometan için tipik hava/yakıt oranı 1.7/1'dir. Nitrometan 11.63 Mj/kg'lık bir enerji içeriğine sahiptir [7].

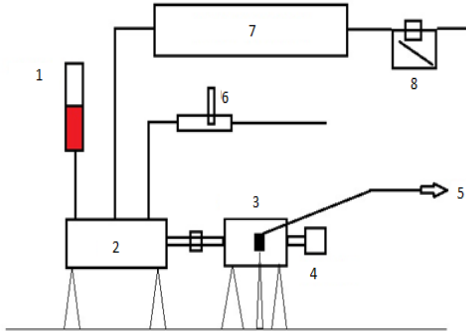
Nitrometan yaklaşık olarak 0,5 m/s bir laminar yanma hızına sahiptir. Bu yanma hızı benzinden biraz daha yüksektir. Böylece yüksek hız motorları için uygundur. Aynı zamanda benzinden biraz daha yüksek yaklaşık 2400 °C bir yanma sıcaklığına sahiptir. Yüksek yakıt akışı ile birlikte 0,56 Mj/kg'lık yüksek buharlaşma ısısı sayesinde oldukça düşük sıcaklıklarla sonuçlanan şarj (metanolün yaklaşık 2 katı) önemli bir soğuma sağlar [8]. Model uçaklarda ve araç performans yakıtlarında birincil olarak kullanılan karışım genellikle çeşitli nitrometan ve metanol oranları ile % 10-20 yağlayıcılarıdır (genellikle hint yağı veya sentetik yağ). Nitrometanın orta derecedeki miktarları bile motor tarafından güç artırma eğilimine neden olmaktadır (hava girişi genellikle sınırlayıcı faktörü oluşturur). Uygun hava/yakıt oranını ayarlanabilirse motor dengesini ayarlamak daha kolay hale gelir [8].

## 3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

Çalışmada tek silindirli, dört zamanlı, hava soğutmalı, benzin ile çalışan bir motor kullanılmıştır. Motoru frenlemek için 3600 min<sup>-1</sup>'de 7,46 kW güce sahip elektrikli bir dinamometre kullanılmıştır. Benzine % 5 ve % 10 oranlarında nitrometan katılarak hazırlanan karışımlar ile tam yükte deneyler yapılmıştır. İlk deney, karışım deneylerini karşılaştırabilmek için referans teşkil etmesi açısından % 100 benzin ile gerçekleştirilmiştir.

### 3.1. Deneysel Düzenek (Test Setup)

Motor deneyleri T.C. Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Otomotiv A.B.D. laboratuvarlarında yapılmıştır. Şekil 3.1'de deney düzenekinin şematik görünümü yer almaktadır.



1. Yakıt ölçer, 2. Motor, 3. Dinamometre, 4. Takometre, 5. Yük hücre, 6. Egzoz sıcaklık ölçeri, 7. Hava sönümleme tankı, 8. Eğik manometre Şekil 3.1. Test düzenekinin şematik görünümü (The schematic view of the testing set)

Deneylerde tek silindirli, karbüratörlü, dört zamanlı, hava soğutmalı bir benzinli motor kullanılmıştır. Motorun teknik özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

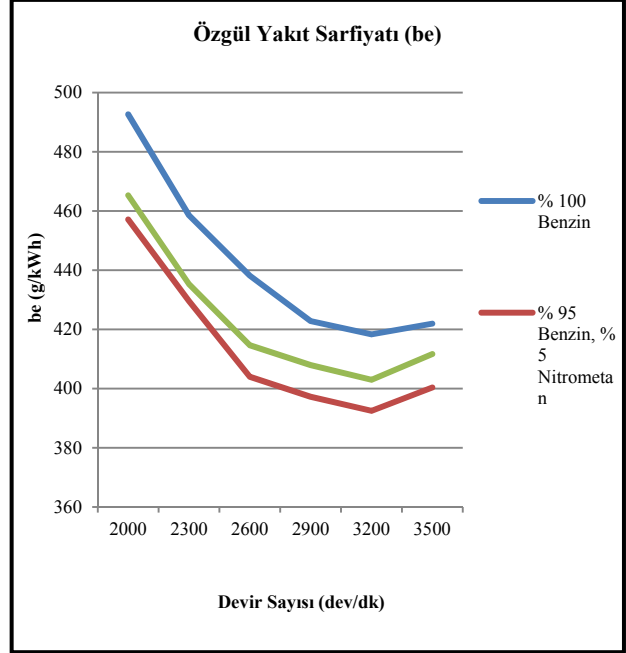
Tablo 3.1. Deneysel motorun teknik özellikleri (The engine of the test specifications)

Motor Tipi	Hava soğutmalı, 4 zamanlı, benzinli, 25° eğimli silindirli, yatay milli
Silindir gömleği tipi	Dökme demir gömlek
Silindir çapı x Strok	68 x 45 mm
Silindir hacmi	163 cm <sup>3</sup>
Sıkıştırma oranı	8.5:1
Anma gücü	2.5 kW / 3000 rpm
Max. net tork	10.3 Nm / 1.05 kgm / 2500 rpm
Ateşleme sistemi	Elektronik
Marş sistemi	İpli (elektrikli marş opsiyonel)
Yakıt depo kapasitesi	3.1 litre
Nominal güçte yakıt tüketimi	1.4 litre/saat - 3600 rpm
Motor yağ kapasitesi	0.6 litre
Boyutlar (UxGxY)	312 x 362 x 346 mm
Kuru ağırlık	15 kg

### 4. BULGULAR (FINDINGS)

#### 4.1. Yakıt Sarfiyatı (Fuel Consumption)

Benzin ve benzine % 5-10 nitrometan katılarak elde edilen karışımlar ile yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.1'deki yakıt sarfiyatı verileri elde edilmiştir. Özgül yakıt sarfiyatı değerleri genel bir karakteristik olarak motorlarda düşük ve yüksek motor hızlarında yüksek değerler göstermektedir. Orta motor hızlarında en düşük değerler elde edilmektedir.



Şekil 4.1. Motor hızına bağlı özgül yakıt sarfiyatı değişimleri. (Specific fuel consumption changes depending on engine velocity)

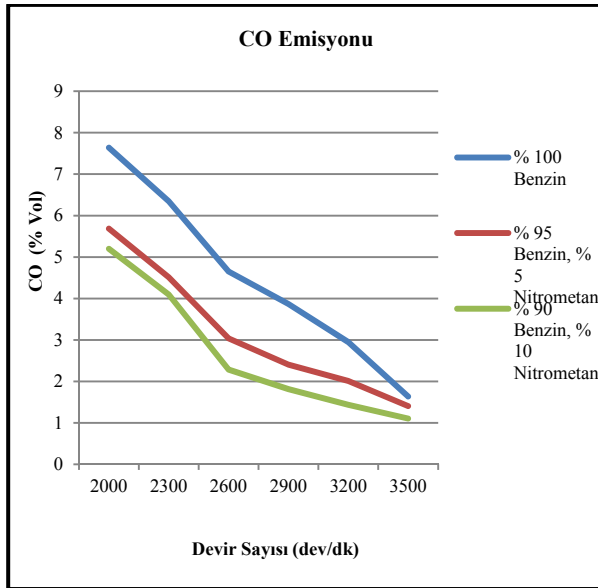
Şekilde görüldüğü gibi en düşük özgül yakıt sarfiyatı tüm karışımlar için 3200 min<sup>-1</sup>'de gerçekleşmiştir. Bu motor hızında benzine göre % 5 nitrometan içeren karışımın özgül yakıt sarfiyatı % 6,18'lik bir iyileşme göstermektedir. % 10 nitrometan içeren karışımın özgül yakıt tüketimi ise % 100 benzin ve % 5 nitrometan içeren karışımın özgül yakıt sarfiyatı eğrilerinin arasında yer almaktadır. Bunun nedeni büyük ölçüde karışım yoğunluklarının farklı olmasıdır. Karışım yoğunluğu, karışımın içerdiği nitrometan oranı arttıkça artmaktadır. Karışımın kütleli debisi içerdiği nitrometan oranının artışına göre artmasına karşın yakıtın kütleli debisi ile, ilgili motor hızındaki efektif güç oranlandığında özgül yakıt sarfiyatı sonucuna ulaşılmaktadır. % 5 nitrometan içeren karışımında benzine göre karışımın kütleli debisinin artışının efektif güçteki artışın miktarına göre daha az olması % 5'lik karışımın özgül yakıt tüketiminin en uygun sonucu verdiğini kanıtlamaktadır.

#### 4.2. CO emisyonu (Co-emission)

Benzin motoru eksik hava ile (zengin karışım) çalıştığında CO emisyonu hızla artmaktadır. CO emisyonunun ana nedeni, yanma sırasında yeterli havanın olmamasıdır. Az hava ile yanma durumunda yakıtın karbonunun tümü CO<sub>2</sub>'ye dönüşmemekte ve CO olarak kalmaktadır [9].

Şekil 4.2'de CO emisyonunun farklı karışımlarla tam yükte yapılan deneyler sonucunda farklı motor devirlerindeki miktarları görülmektedir. Karışım içerisindeki nitrometan oranının artmasıyla CO emisyonundaki azalma miktarının da artış gösterdiği görülmektedir. Burada % 100 benzine göre fazla oranda iyileşmenin sağlandığı karışım, 2900 min<sup>-1</sup> motor hızında % 53,06 azalma gösteren % 10 nitrometan içeren karışımdır. En düşük CO değeri ise 3500 min<sup>-1</sup>'de benzine göre % 32,62 düşüş elde edilen % 10 nitrometan içeren karışımda gözlenmiştir.

Benzin içindeki nitrometan oranının artmasıyla karışımın benzine göre daha fakir olduğu ölçülen HFK (hava fazlalık katsayısı) miktarlarıyla gözlenmiştir. Karışımdaki nitrometan oranı arttıkça silindire alınan hava miktarı artmaktadır. Ayrıca nitrometanin içeriğinde bulunan oksijenin de yanmaya yardımcı olması yanma sonucu oluşan C atomlarının birleşecek yeterli oksijeni bulunmasıyla CO<sub>2</sub>'ye dönüşmesine imkan sağlamaktadır. Böylece CO emisyonları azalmaktadır.



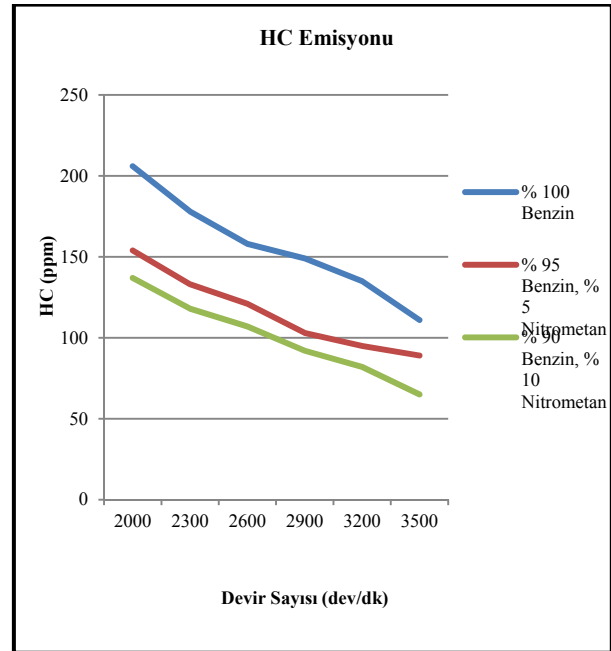
Şekil 4.2. Motor hızına bağlı CO emisyonu değişimleri. (Co-emission changes belonging to velocity of engine)

#### 4.3. HC Emisyonu (HC Emission)

CO emisyonu gibi HC emisyonunun oluşması da eksik yanmanın bir sonucudur. Silindire yeterli oksijenin

alınmaması yanmanın tam gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Yanma tam gerçekleşmediğinde ise HC emisyonları meydana gelmektedir.

Nitrometanın buharlaşma gizli ısısının benzinden daha yüksek oluşu emme zamanında silindirin sıcaklığını düşürerek, silindire alınan dolgu miktarının artmasını sağlamaktadır. Böylece nitrometan içeren karışımlarda % 100 benzine göre karışım daha fakir oluşmaktadır. Ayrıca nitrometanın oksijen içeriği yanmaya yardımcı olmaktadır. Yanma için yeterli oksijenin bulunması ile HC emisyonlarında azalmalar meydana gelmektedir. Şekil 4.3'de farklı karışımlarla yapılan deneylerde elde edilen HC emisyonu verilerinin motor hızına göre nasıl bir değişim izlediği grafik olarak gösterilmiştir.



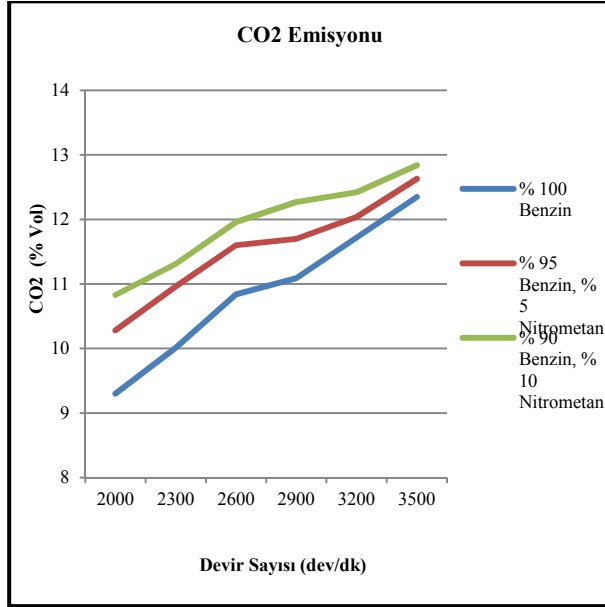
Şekil 4.3. Motor hızına bağlı HC emisyonu değişimleri. (HC-emission changes belonging to velocity of engine)

Değerler incelendiğinde en düşük değer 3500 min<sup>-1</sup>'de % 10 nitrometan içeren karışımda elde edildiği görülmektedir. 3500 min<sup>-1</sup>'de % 10 nitrometan içeren karışımda elde edilen değer % 100 benzine göre % 41,44 bir azalma meydana gelmiştir.

#### 4.4. CO<sub>2</sub> Emisyonu (CO<sub>2</sub> Emission)

Şekil 4.4. incelendiğinde bütün karışımlarda motor devrine göre artan bir CO<sub>2</sub> emisyonu görülmektedir. CO<sub>2</sub> emisyonu yanmanın tam gerçekleştiğinin bir göstergesidir. Yanma ne kadar iyi olursa CO<sub>2</sub> emisyonu o kadar fazla olur denilebilir. Yakıtın içinde bulunan karbon yandıktan sonra havanın ve varsa yakıt içeriğindeki oksijenlerle birleşerek CO<sub>2</sub> emisyonlarını oluşturmaktadırlar. Yeterli oksijen bulunamadığında

emiyon CO olarak kalmaktadır. Burada etkili olan nitrometanin oksijen içerikli olması ve buharlaşma gizli ısısının benzinden daha yüksek olmasından kaynaklanan emilen hava miktarının artmasına yardımcı olmasıdır.



Şekil 4.4. Motor hızına bağlı CO<sub>2</sub> emisyonu değişimleri. (CO<sub>2</sub>-emission changes belonging to velocity of engine)

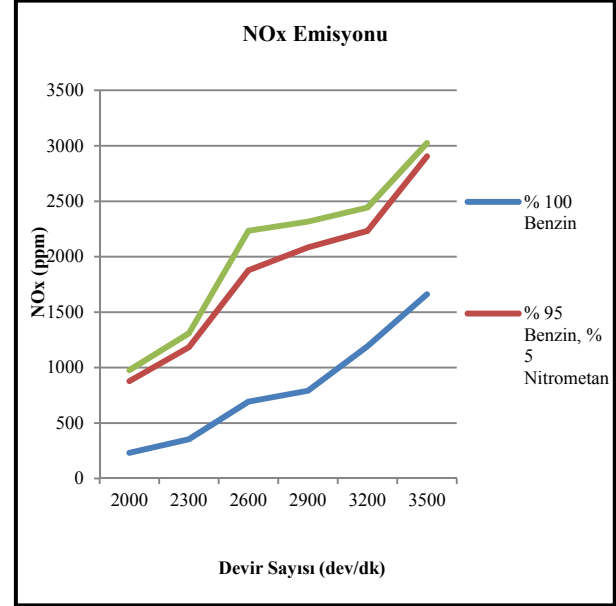
Şekil 4.4'de yer alan sonuçlar incelendiğinde % 100 benzine göre elde edilen en fazla artış gösteren sonucun 2000 min<sup>-1</sup> de % 16,45 oranında bir artma ile % 10 nitrometan içeren karışımda meydana geldiği görülmektedir. Ölçülen en yüksek değer ise % 10 nitrometan içeren karışımda, 3500 min<sup>-1</sup>'de, % 100 benzine göre % 3,97 oranında bir artış ile % 12,84 olarak ölçülmüştür.

#### 4.5. NO<sub>x</sub> Emisyonu (NO<sub>2</sub> Emission)

Egzoz çıkış sıcaklıkları karışım içindeki nitrometan oranlarının artmasıyla azalmaktadır. Nitrometan benzinden çok daha hızlı yanmakta ve silindirdeki yanma sıcaklığını arttırmaktadır. Böylece yanma sonunda NO<sub>x</sub> emisyonlarının oluşması için uygun bir zemin hazırlanmış olmaktadır. Nitrometanin benzinden daha hızlı yanması, silindirdeki yanmanın egzoz zamanına sarkmasına müsaade etmeden egzoz supabı açılana kadar yanma işleminin büyük ölçüde tamamlanmasına olanak sağlamaktadır. Böylece yanmış gazlar egzoz gidene kadar soğuma fırsatı bulmakta ve egzoz çıkış sıcaklıkları düşüş göstermektedir.

Şekil 4.5'te farklı karışımlarla yapılan deneylerde elde edilen NO<sub>x</sub> emisyonlarının motor devrine göre değişimleri grafik olarak görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi en olumlu NO<sub>x</sub> eğrisini % 100 benzin ile

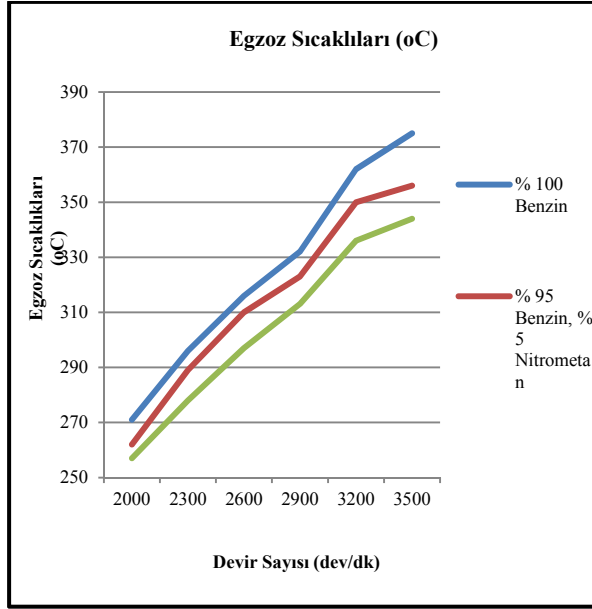
yapılan deney sonuçları vermektedir. Karışım içerisindeki nitrometan oranları arttıkça NO<sub>x</sub> emisyonlarında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Değerler incelendiğinde % 100 benzine göre en fazla artışın 2000min<sup>-1</sup> devirde % 322,66 orandaki artışla % 10 nitrometan karışımında gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.5. Motor hızına bağlı NO<sub>x</sub> emisyonu değişimleri. (NO<sub>2</sub>-emission changes belonging to velocity of engine)

NO<sub>x</sub>'in en yüksek ölçüldüğü karışım % 10 nitrometan içeren karışımdır. Değer olarak 3500 min<sup>-1</sup>'de en yüksek değer % 100 benzine göre % 82,17'lik bir artışla 3024,81 ppm olarak ölçülmüştür.

Şekil 4.6'da egzoz sıcaklıklarının farklı karışım oranlarında motor hızına göre nasıl değiştiği grafik olarak gösterilmiştir. Karışım içerisindeki nitrometan oranlarının artmasıyla egzoz sıcaklıklarında düşme meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.6. Motor hızına bağlı egzoz sıcaklıklarının değişimleri. (exhaust temperature changes belonging to velocity of engine)

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

% 100 benzine göre % 5 ve % 10 nitrometan içeren karışımlar ile yapılan tam yük deneyleri sonucunda özgül yakıt sarfıyatı ile ilgili en iyi sonucu % 5 nitrometan içeren karışım vermiştir. En düşük özgül yakıt sarfıyatı % 5 nitrometan içeren karışımında, 3200 min<sup>-1</sup>'de % 100 benzine göre % 6,18'lik bir iyileşme ile 392,5 g/kWh olarak ölçülmüştür.

CO ve HC emisyonları % 100 benzine oranla, karışımdaki nitrometan miktarının artması ile azalmıştır. CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonlarında ise karışımlardaki nitrometan miktarının artması ile artışlar gözlenmiştir. CO emisyonu için, % 100 benzine göre fazla oranda iyileşmenin sağlandığı karışım, 2900 min<sup>-1</sup> motor hızında % 53,06 azalma gösteren % 10 nitrometan içeren karışımıdır. En düşük CO değeri ise 3500 min<sup>-1</sup>'de benzine göre % 32,62 düşüş elde edilen % 10 nitrometan içeren karışımında gözlenmiştir.

HC emisyonu için, 3500 min<sup>-1</sup>'de % 10 nitrometan içeren karışım ile yapılan deney sonucu elde edilen değer % 100 benzine göre % 41,44 bir azalma göstermiştir.

CO<sub>2</sub> emisyonu için, sonuçlar incelendiğinde % 100 benzine göre elde edilen en fazla artış gösteren sonucun 2000 min<sup>-1</sup> de % 16,45 oranında bir artma ile % 10 nitrometan içeren karışımında meydana geldiği görülmektedir. Ölçülen en yüksek değer ise % 10 nitrometan içeren karışımında, 3500 min<sup>-1</sup>'de, % 100 benzine göre % 3,97 oranında bir artış ile % 12,84 olarak ölçülmüştür.

NO<sub>x</sub> emisyonu için, Değerler incelendiğinde % 100 benzine göre en fazla artışın 2000 min<sup>-1</sup> devirde % 322,66 orandaki artışla % 10 nitrometan karışımında gerçekleştiği görülmektedir.

Nitrometanın benzine % 5 oranında katılması ile elde edilen karışımın özgül yakıt sarfıyatının benzine göre daha olumlu sonuç verdiği görülmektedir. % 10 nitrometan içeren karışımın özgül yakıt sarfıyatı da benzine göre düşük çıkmasına karşın, % 5 nitrometan içeren karışıma göre da fazladır. Karışım içerisindeki nitrometan oranı % 5'ten daha fazla oranlara çıktıkça yakıt sarfıyatının arttığı görülmektedir.

CO ve HC emisyonları karışımdaki nitrometanın artması ile azalırken CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonları artış göstermiştir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Yüksel, F., Yüksel, B., The Use Of Ethanol-Gasoline Blend As A Fuel In An Si Engine, Renewable Energy, No: 1181-1191, 2004.
- [2] Çetinkaya, S., Çelik, M. B., Buji Ateşlemeli Motorlarda Yakıt Olarak Metanol-Benzin Karışımlarının Kullanılması, 5. Yanma Sempozyumu, 1997.
- [3] Salman, M. S., Sümer, M., "Buji Ateşlemeli Motorlarda Etanol Ve Etanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansına Etkileri", Politeknik Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 2, S. 27-35, 1999.
- [4] Borat, O., Balcı, M. Ve Sürmen, A., Hava Kirlenmesi Ve Kontrol Tekniği, T.E.V. Yayınları-3, Ankara, S. 60-92, 1992.
- [5] Nichols, R., J., The Challenges Of Change In The Auto Industry: Why Alternative Fuels?, Journal Of Engineering For Gas Turbines, Transaction Of The Asme, Vol 116, October 1994
- [6] Coup, D., Toyota's Approach To Alternative Technology Vehicles : The Power Of Diversification Strategie, Corporate Environmental Strategy 6, Vol 258-269, 1999.
- [7] <http://www.klotznitromethane.com/>
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Nitromethane>
- [9] [http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/emisyon/hava\\_yakit\\_orani\\_emisyona\\_ etkisi.htm](http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/emisyon/hava_yakit_orani_emisyona_ etkisi.htm)