

Kurşunsuz Benzin – Tersiyer Bütil Alkol Karışımının Buji Ateşlemeli Motorun Performansına ve Eksoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi

Seda Akyaz Alaçam^{1+*} ve Orhan Durgun²

¹Makina Mühendisliği Bölümü/Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

²Makina Mühendisliği Bölümü/Fen Bilimleri Enstitüsü, Avrasya Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

⁺Sorumlu Yazar: sedaakyaz@gmail.com

^{*}Konuşmacı: sedaakyaz@gmail.com

Özet - Kurşunlu yakıtların kansorejen etkileri ve zehirleyici olması nedeniyle zamanla kullanımından vazgeçilmiştir. Böylece günümüzde kurşunsuz benzin kullanımı yaygınlaşmıştır. Sunulan çalışmada kurşunsuz benzinin içerisine; tersiyer bütil alkol (TBA) katılarak karışım yakıtların motor performansı ve de eksoz emisyonları üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel, tam (1/1) gazda, değişken devir sayıları ve farklı sıkıştırma oranları için gerçekleştirilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan tersiyer bütil alkol dört farklı hacimsel oranda (% 1, 2, 3, 4) benzine katılmıştır. Deneysel tümü elektrikli dinamometre ile donatılmış, değişken sıkıştırma oranlı tek silindirli bir benzin motoru kullanılarak yapılmıştır. Deneysel sonuçlarından elde edilen döndürme momenti, efektif güç, ortalama efektif basınç, özgül yakıt tüketimi, efektif verim ve CO emisyonları değerleri farklı çalışma koşulları için incelenmiştir.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar; TBA'ün katkı maddesi olarak katılmasının motor performansını ve eksoz emisyonlarını iyileştirici yönde etkilediğini göstermiştir. TBA'e ilişkin en iyi değerler % 2 TBA veya % 3 TBA karışım oranları için elde edilmiştir.

CO emisyon değerleri TBA'ün katkı miktarı arttıkça düşüş göstermiştir. TBA için en düşük CO değerleri % 4 karışım oranında elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Alternatif Yakıtlar, Oksijenatlar, Benzin-Alkol Karışımları, Benzin-TBA karışımları, Buji Ateşlemeli Motor Performansı

I. GİRİŞ

Alkoller; şeker, nişasta gibi bitkisel ürünlerin, bitkisel artıkların fermantasyonu yoluyla veya kömürden yapay olarak elde edilirler. Yapılarında hidrojen (H) ve karbondan (C) başka ek olarak oksijen bulunur. Böylece yanması için hava gereksinimi benzine göre daha azdır.

Motorlarda yaygın olarak kullanılan alkoller etanol ve metanoldür. Alkoller benzine % (10–15) oranında katılabileceği gibi %100 oranında da saf olarak kullanılabilirler. Temiz yanan yakıtlardır. Alkoller kullanıldığında yanma sonucu sıcaklığı düşüğünden ve yanma iyileştigiinden yanma ürünleri içerisindeki azot oksit (NO_x) ve karbonmonoksit (CO) oranlarında azalma olmaktadır. [13]

Petrol rezervlerinin elbet birgün biteceği düşünüldüğünde motor yakıtı olarak alkollerin kullanımının gelecekte yaygınlaşması benzine göre daha mümkün görülmektedir. Başta A.B.D, Brezilya, Kanada olmak üzere birçok ülkede motor yakıtı olarak kullanımının yaygınlaşması amacıyla yasal düzenlemeler yapılmakta ve kullanımı devletler tarafından kanunlarla teşvik edilmektedir. [3]

Bu çalışmada tersiyer bütil alkol-kurşunsuz benzin karışımının farklı sıkıştırma oranları ve farklı katkı miktarları için motor performansı ve eksoz emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen değerler birbiriyle karşılaştırılmıştır. En iyi karışım oranı saptanmıştır.

II. YÖNTEM VE METHODLAR

Deneysel tümü Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İçten Yanmalı Motorlar Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Deneysel tek silindirli, dört zamanlı, su soğutmalı ve sıkıştırma oranı değiştirilebilen buji ateşlemeli motor ile çalışılmıştır. Deneyslere başlamadan önce ortam sıcaklığı, kuru ve yaş termometre sıcaklıkları ölçülmüştür.

Tüm ölçümler her sıkıştırma oranı için tekrar edilmiştir. Deneyslere önce kurşunsuz benzin (Ana yakıt) ile başlanmıştır. Katkı maddesi olarak kullanılan tersiyer bütil alkol (% 1, 2, 3, 4) hacimsel oranlarda benzine karıştırılarak yakıt deposuna doldurulmuştur. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra sıkıştırma oranı (8,8.5,9,9.5,10), ateşleme (10°KMA) olarak ayarlanarak motor çalıştırılmıştır. Motor tam gazda kararlı çalışmaya başladığında devir sayısı

900d/dk'dan başlanarak her aşamada n=100d/dk arttırılarak son olarak n=1600d/dk ya kadar deney verileri okunmuştur. Motor soğutma suyu sıcaklığı 50° C - 85° C aralığında tutulmuştur. ([1],[4],[12])

% 1	99,009	0,991
% 2	98,039	1,961
% 3	97,087	2,913
% 4	96,154	3,846

A. Tersiyer Bütil Alkolün Özellikleri

Deneysel çalışmada kullanılan TBA, %99 saflıktadır. Kapalı formülü (CH₃)₃OH'dır ve renksiz, keskin kokulu bir alkoldür. Buji ateşlemeli motorlarda faz ayrışmasını engellemek ve oktan sayısını arttırmak amacıyla katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında boya maddelerini temizleme, bazı kimyasal maddelerin senteziyle tat verici olarak ve parfüm sanayisinde kullanılmaktadır. İzobütülenin katalitik hidrasyonu sonucu elde edilebilir.[12]

Oda sıcaklığında katı fazda bulunur. Isıl değeri metanol ve etanolden yüksektir. Bileşiminde bulunan oksijen nedeniyle yanması için benzine göre daha az miktarda hava gerektirir. Üst Isıl değeri benzinden daha düşüktür. TBA daha çok, yüksek oktan sayısı nedeniyle buji ateşlemeli motorlarda tercih edilmektedir. Nem tutma özelliği vardır. İçerdiği su nedeniyle yakıt ve emme sistemlerinde korozyona neden olabilir.[8]

B. Deneysel Kullanılan Katkılar ve Yakıtların Özellikleri

Sunulan çalışmada kullanılan ana yakıtta (kurşunsuz benzine) ve katkı maddesi TBA'ya ilişkin bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir. [14]

Tablo 1. Kurşunsuz benzin ve TBA'nın kimyasal ve fiziksel özellikleri

Kapalı Formülü	C ₆₋₈ H _{13,1-18}	(CH ₃) ₃ OH
Molekül Kütle (kg/kmol)	86-115	74,12
Yoğunluğu (kg/m ³)	*0,765	*0,789
Stokiyometrik Karışım için Hava/Yakıt Oranı	14,5	11,2
Oksijen Oranı	-	21,6
Kurşun İçeriği (gPb/l)	**0,013	-
Kükürt İçeriği (% ağırlık)	0,005	-
Alt Isıl Değeri (Mj/kg)	*43,472	32,5-35,174
Buharlaşma Isısı (kj/kg)	300-350	-
Gizli Buharlaşma Isısı (kj/kg)	-	0,57
Kaynama Noktası (°C)	26,7-225	82,9
Oktan Sayısı	**95	105
ROS	**85	95
MOS		
Donma Noktası(°C)	-	25,7
Çözünürlük		Su, alkol, eter

C. Deneysel Kullanılan Katkıların ve Yakıtların Oranları

Deneysel hazırlanan yakıt karışımlarının gerçek karışım yüzdeleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kurşunsuz benzin ve TBA karışımının gerçek hacimsel yüzdeleri

Yakıt karışımı	K. Benzin (G.hacimsel %)	TBA (G.hacimsel %)
TBA+K.Benzin		

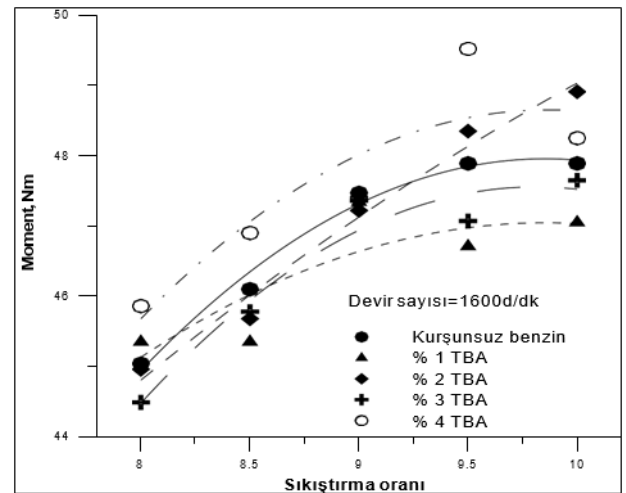
III. SONUÇLAR

Alkollerin; yanma sonu sıcaklıklarının düşük olması ve vuruntu dayanımlarının diğer petrol ürünü yakıtlardan yüksek oluşu buji ateşlemeli motorlarda kullanılmalarına olanak sağlamaktadır. Vuruntu dayanımlarının yüksek olması motorun sıkıştırma oranının arttırabilmesine olanak sağlamaktadır.

Motorlarda kullanılan en yaygın alkoller etanol (C₂H₅-OH) ve metanol (CH₃-OH) dür. Tersiyer bütil alkol (TBA-(CH₃)₃OH) ve metil tersiyer bütil eter (C₄H₉OCH₃) oktan sayıları yüksek olduğundan benzine karıştırılarak oktan sayısını arttırmak amacı ile izopropanol ise düşük donma sıcaklığı nedeni ile karbüratör buzlanması önlemek amacıyla motorlarda katkı yakıtı olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmada elde edilen verilerde bunu göstermektedir.[2]

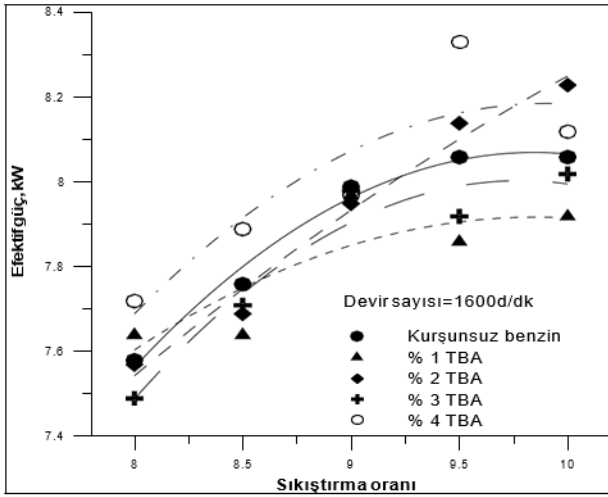
IV. TARTIŞMA

Deneysel ölçülen değerler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen döndürme momenti, efektif güç, ortalama efektif basınç, özgül yakıt tüketimi, efektif verim gibi motor performansını gösteren büyüklükler n=1600 dev/dk 'da farklı sıkıştırma oranlarında değişken katkı miktarları için grafikler şeklinde gösterilmiştir. [12]



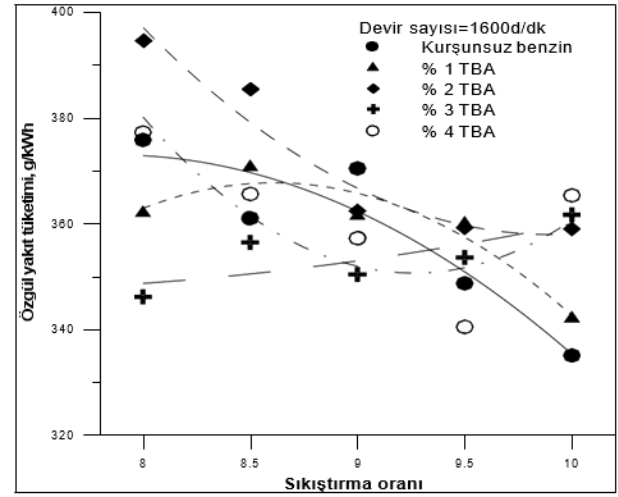
Şekil 1. n=1600d/dk'da TBA karışımları için döndürme momentinin sıkıştırma oranına göre değişimleri

Şekil 1'de döndürme momentine ilişkin eğriler incelendiğinde, sıkıştırma oranı arttıkça moment değerlerinin arttığı, katkı oranı arttıkça azaldığı görülmektedir.



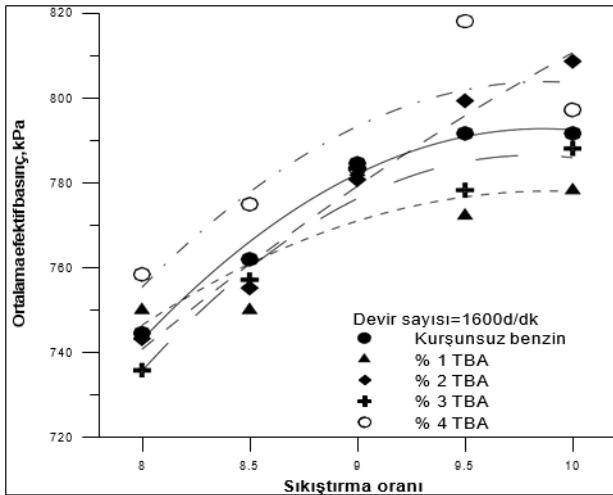
Şekil 2. n=1600d/dk'da TBA karışımları için efektif gücün sıkıştırma oranına göre değişimleri

Şekil 2'de efektif güce ilişkin eğriler incelendiğinde, karışım oranları arttıkça efektif gücün kısmen arttığı, sıkıştırma oranı arttıkça arttığı görülmektedir.



Şekil 4. n=1600d/dk'da TBA karışımları için özgül yakıt tüketiminin sıkıştırma oranına göre değişimleri

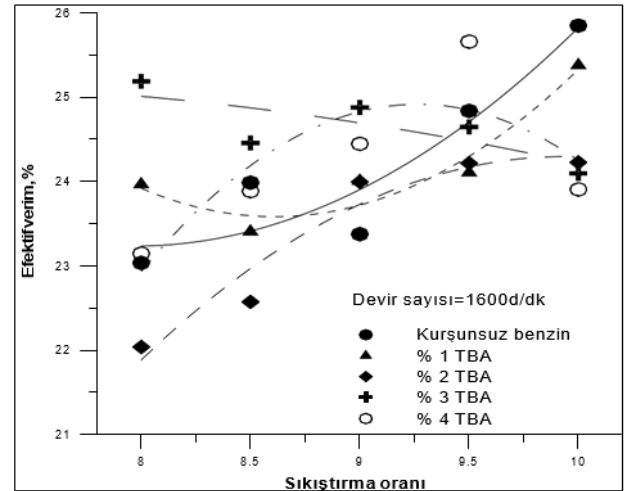
Şekil 4'de özgül yakıt tüketimine ilişkin eğriler incelendiğinde, sıkıştırma oranı arttıkça yakıt tüketiminin azaldığı, katkı oranı arttıkça kısmen azaldığı görülmektedir.



Şekil 3. n=1600d/dk'da TBA karışımları için ortalama efektif basınçın sıkıştırma oranına göre değişimleri

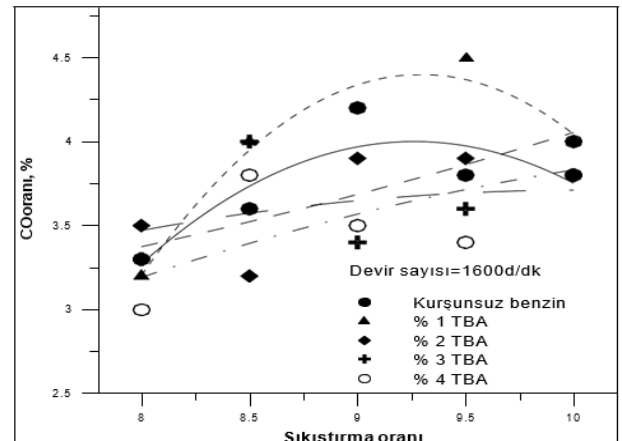
Şekil 3'de ortalama efektif basınca ilişkin eğriler incelendiğinde, sıkıştırma oranı arttıkça efektif basınç değerinin de arttığı, katkı oranı arttıkça azaldığı görülmektedir.

Deney süresince motorda vuruntu oluşmamıştır.



Şekil 5. n=1600d/dk'da TBA karışımları için efektif verimin sıkıştırma oranına göre değişimleri

Şekil 5'te efektif verim eğrileri incelendiğinde, sıkıştırma oranı arttıkça eğrilerin belli bir sıkıştırma oranına kadar azalan daha sonra tekrar artan bir karakter gösterdiği, katkı oranı arttıkça arttığı görülmektedir.



Şekil 6. n=1600d/dk'da TBA karışımları için CO emisyon değerlerinin sıkıştırma oranına göre değişimleri

Şekil 6’da karbon monoksit (CO) oranına ilişkin eğriler incelendiğinde, sıkıştırma oranı arttıkça CO değerleri artan belli bir devirden sonra ise biraz azalan bir karakter göstermiştir. Genel olarak TBA karışım oranı arttıkça kurşunsuz benzine göre CO değerlerinde düşüş görülmektedir.

V. SONUÇLAR

Sunulan çalışmada katkı yakıtı olarak TBA’nın kullanılmasının; değişik çalışma koşullarında değişik devir, farklı sıkıştırma oranları ve karışım oranları için motor performansını iyi yönde etkilediği, aynı zamanda eksoz emisyonları oranlarında azalttığı görülmektedir.

Yüksek sıkıştırma oranlarında TBA katkısı efektif verimde iyileşme, özgül yakıt tüketiminde azalma, ortalama efektif basınçta ve döndürme momentinde artış ve efektif verimde artış sağlamaktadır. TBA’ye ilişkin en iyi değerler % 2 TBA veya % 3 TBA karışım oranları için elde edilmiştir. CO emisyon değerleri TBA’ün katkı miktarı arttıkça düşüş göstermiştir. TBA için en düşük CO değerleri % 4 karışım oranında elde edilmiştir.[12]

KAYNAKLAR

- [1] O. Durgun., *Motorlarda Deneysel Yöntemler*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Trabzon-1995.
- [2] E. Kızıltan, "*Motor Yakıtlarına Alkol Katılmasının Motor Performansına Etkisi*", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 1988
- [3] O. Durgun, "*Yakıtlar ve Yanma Ders Notları*", Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon- (Basılmamış).
- [4] H. Bayraktar, O. Durgun, "*Buji Ateşlemeli Motorlar İçin Alternatif Yakıtların Teorik Olarak Değerlendirilmesi ve Pratik Olarak Kullanılabilirliği*", Mühendis ve Makina, Haziran 2004,533
- [5] Çetinkaya, S., Çelik, M. B., *Buji Ateşlemeli Motorlarda Yakıt Olarak Metanol-Benzin Karışımlarının Kullanılması*, 5. Yanma Sempozyumu, 1997, İstanbul, 255-266.
- [6] A. Karnik, "*Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP*," M. Eng. thesis, Indian Institute
- [7] Sezer, İ., *Normal Benzine Metanol ve MTBE Katılmasının Buji Ateşlemeli Motorun Performansına ve Eksoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Y. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ocak 2002
- [8] Durgun, O., *Motorlarda Benzin - Etil Alkol - İzopropanol Karışımlarının Kullanılması*, İkinci Yanma Sempozyumu, 18–20 Eylül 1989, İstanbul.
- [9] Alasfour, F. N., *Butanol a Single Cylinder Engine Study; Engine Performance*, *International Journal of Energy Research*, e 21, 21-30, 1997
- [10] Gasoline Anti-Knock Agents, *Gasoline Aromatics Content and SI Engine Emissions*, Alexandria University, SAE Technical Paper 961225, May 6-8, 1999
- [11] Mohsen, M. O., *Relations Ship between Gauom, M., Martin, D. W., Combustion Characteristics of Higher Alcohol-Gasoline Blends*, *Department of Mechanical and Aerospace Engineering*, West Virginia University, USA
- [12] S. Akyaz, O. Durgun, "Benzin - Tersiyer Bütül Alkol Ve Benzin – Naftalin Karışımlarının Buji Ateşlemeli Motorun Performansına Ve Eksoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, Ocak 2007
- [13] Safgönül, B, Arslan, H. E., Ergenemen, M., Soruşbay, C., *İçten Yanmalı Motorlar*, İ.T.Ü Makina Fakültesi, Otomotiv Anabilim Dalı
- [14] <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/search/ProductDetail/ALDRICH/H/308250>, 19.09.2006