

# ETANOL VE METANOLÜN BUJİ İLE ATEŞLEMELİ MOTOR YAKITI OLARAK KULLANIMI

Murat Karabektaş

**Özet** – Alternatif motor yakıtları arasında, oktan sayısı avantajı ile metanol ve etanol ticari olarak buji ateşlemeli motorlarda (BAM) kullanım olanağı bulmuştur. Bu çalışmada metanol ve etanolün BAM'larda kullanım özellikleri belirtilmiş, egzoz emisyonu ve motor performansı açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Alkol yakıtlar, efektif tork, özgül yakıt tüketimi, ısıl verim açısından benzine oranla oldukça avantajlıdır. Özellikle CO, HC emisyonları yönünden daha az kirletici etki göstermelerine rağmen aldehit emisyonlarında artış görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler**–Alternatif yakıt, etanol, metanol, egzoz emisyonu, motor performansı

**Abstract** – Among the alternative engine fuels, ethanol and methanol can be used as commercially fuel for spark ignition engine (SI) because of their higher octane numbers. In this study, the features of methanol and ethanol as fuel for SI engines are stated. The characteristics of alcohol-fueled SI engine are evaluated regarding exhaust emissions and engine performances. Alcohol fuels have more advantages than petrol as regards torque, break specific fuel consumption, thermal efficiencies. Alcohols cause a marked reduction in the CO and HC emissions but increase in aldehyde emission.

**Keywords**–Alternative fuel, ethanol, methanol, exhaust emission, engine performance

## I.GİRİŞ

Motorlu araçlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının yasal düzenlemelerle sürekli daralan limitleri ve yakıt fiyatlarındaki artış alternatif motor yakıtlarına olan ilgiyi arttırmıştır. Petrol rezervlerinin sınırlı olmasının yanında bu rezervlerinin dünya üzerinde belli bölgelerde yoğunlaşmış durumda olduğu bilinmektedir.

Petrol kaynaklarına sahip olmayan ülkeler için petrole bağımlı kalmadan kendi yerel kaynaklarından enerji ihtiyacını karşılayabilme düşüncesi alternatif yakıtlara olan ilginin önemli sebepleri arasında

gösterilebilir. Egzoz emisyonları, global ısınma gibi ciddi çevresel sorunların ana unsurlarından biridir. Emisyonlardan kaynaklanan kirliliği azaltmanın bir yolu da mevcut petrol kökenli yakıtlar yerine alternatif yakıt kullanmaktır. Yapılan çalışmalar alternatif yakıtların mevcut yakıtlara oranla daha az kirletici emisyon ürettiklerini göstermektedir. Alternatif bir yakıtın ticari olarak kabul edilmesi için fiyatının uygun olması ve motorlarda fazla modifikasyona ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmesi gerekmektedir. Diğer yakıtlardan farklı olarak alkol yakıtlar ,mevcut buji ateşlemeli motorlarda çok az modifikasyonla kullanılabilir. Alkol yakıtlar (metanol ve etanol) direkt motor yakıtı olarak (E100) kullanılabilirdiği gibi benzin ile belli oranlarda karışım oluşturularak (E10 veya gasohol) kullanılabilir.

## II. ALKOL YAKITLARIN ÖZELLİKLERİ

Etanol ( $C_2H_5OH$ ) ve metanol ( $CH_3OH$ ), buji ile ateşlemeli motorlarda (BAM) kullanımı uygun olan yakıtlardır. Etanol'ün en önemli özelliği yenilenebilir alternatif bir yakıt olması ve zirai ürünlerden (şeker kamışı ,mısır) fermantasyon yoluyla üretilebilmesidir. Metanol ise, doğal gaz, kömür, gibi ürünlerden elde edilir. Bu yönleriyle alkol yakıtların , petrol kökenli yakıtlardan farklı olarak dünyanın çeşitli bölgelerine dağılmış ürünlerden ve yerel kaynaklardan elde edilebileceği hususu önemli bir noktadır.

Alkol ve benzinin yanmasındaki farklılık, kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Benzin, yüzlerce farklı hidrokarbonun bileşiminden oluşmuştur. Bu bileşenlerin her birinin kendine özgü kaynama noktası vardır. Alkoller ise saf bileşimdir ve tek bir kaynama noktasına sahiptirler. Ayrıca alkollerin motor yakıtı olarak kullanımında yanma karakteristiklerinin benzinden farklı olmasının önemli bir nedeni bileşimlerinde oksijen içermeleridir. Tablo 1'de alkol yakıtların petrol

kökenli yakıtlarla karşılaştırmalı özellikleri verilmektedir. [1]

Motor yakıtı olarak alkollerin ana karakteristiklerini şu şekilde sıralayabiliriz.

1-) Alkoller sahip oldukları yüksek oktan sayısı sebebiyle, buji ateşlemeli motorlar için uygun bir yakıttır. Ancak, sahip oldukları düşük setan sayısı, bu yakıtların dizel motorlarında kullanımını güçleştirir. Alkol yakıtların sahip oldukları yüksek oktan sayısı sebebiyle kullanıldıkları motorda kompresyon artışı yapılmasına olanak sağlarlar.

2-) Alkoller, oksijen içeren yakıtlardır ve yanmaları için stokiyometrik oran olarak benzine oranla daha az oksijene ihtiyaç duyarlar. Sahip oldukları düşük ısı değer sebebiyle, yandıklarında benzin ve motorine oranla daha az enerji üretirler.

3-) Sahip oldukları yüksek buharlaşma ısı sebebiyle, buharlaşırken etraftan çok fazla ısı çekerler. Bundan dolayı buharlaşma soğutucu etkileri fazladır. Aynı motor gücünün elde edilmesinde benzine göre metanol 6,4 kat, etanol ise; 3,7 kat daha fazla buharlaşma ısısına ihtiyaç duyarlar.

4-) Düşük sıcaklıklarda alkoller, düşük buhar basıncı özelliği gösterirler. Bundan dolayı düşük ortam sıcaklıklarında ilk harekette zorluklar görülür. 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda yardımcı ilk hareket tertibatlarına veya benzin, eter gibi ilave yakıtlara ihtiyaç duyarlar.

5-) Alkoller solvent (çözücü) etkisi gösterirler. Bu özellikleri sebebiyle benzine göre tasarlanmış yakıt sistemlerindeki bazı malzemeleri bozarlar. Ayrıca, benzin kullanımını sonucu yakıt sistemlerinde oluşan oksidasyon birikintileri benzine göre çalışma esnasında hiçbir etkiye maruz kalmazlar. Ancak, alkolün yakıt olarak kullanımında kısmen çözünen bu birikintiler yakıt filtresini ve karbüratör jetlerini tıkar.

6-) Benzin ve motorine oranla alkoller geniş bir tutuşma sınırına sahiptir. Bu sebeple normal ortam sıcaklığında dahi alkollerin doymuş buharı etkisiyle depolama tankındaki veya araç üzerinde taşınan depodaki alkol yakıtı, patlama sınırları içinde kalır. %13 metanol içeren 20°C'deki doymuş hava buharı patlama sınırı içindedir. Bu tehlike benzine çalışmada yoktur. Çünkü doymuş buhar ateşlenmek için çok zengindir. Motorin ise bu sıcaklıkta sorun yaratacak kadar buharlaşmaz.

7-) Alkoller su içinde çözünürler. Benzin ve motorin ise esas olarak suda çözünmezler. Su ile temas eden alkol-benzin karışımında ilk önce su alkol tarafından emilir. Karışımla temas eden

suyun miktarı arttığında ise karışım bileşenlerine ayrılır. (faz ayrışması)

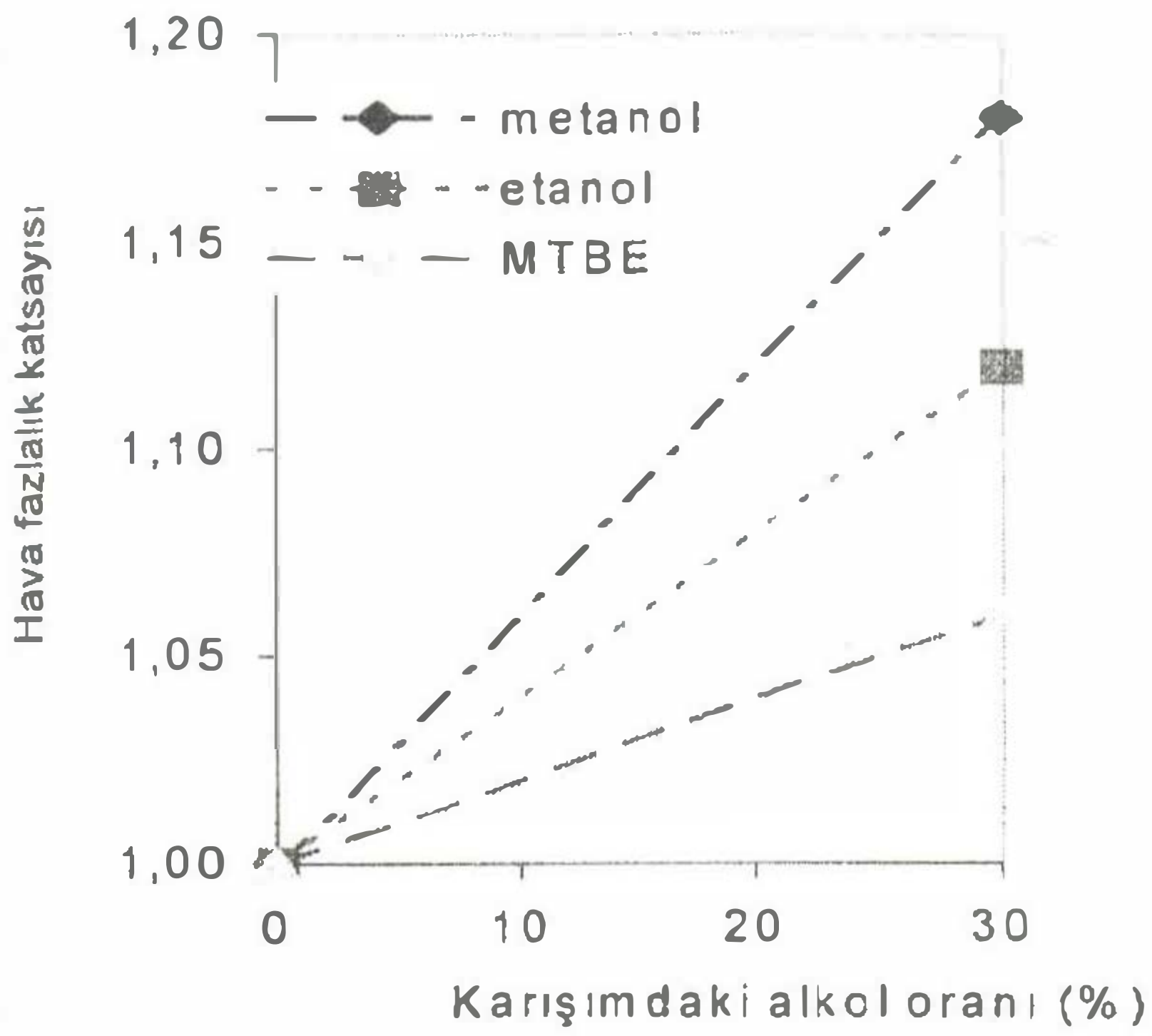
Tablo 1. Alkol yakıt ve benzinin özellikleri

	Benzin	Metanol	Etanol
Kimyasal yapı	Hidrokarbon karışımı	CH <sub>3</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Özgül ağırlık (60 F)	0.72-0.75	0.79	0.79
Kaynama Noktası ( C)	30-225	65	78.3
Net Isıl Değer (kütle , Mj/kg)	43.5	20.1	27
Net Isıl Değer (Hacim ,Mj/l)	32	15.9	21.3
Buharlaşma Isısı (kj/kg)	400	1110	900
Buhar Basıncı(100 F, kpa)	62-90	32	17
Oktan Sayısı RON MON	91-110 82-92	112 91	111 92
Setan Sayısı	<15	<15	<15
Stokiyometrik A/F oranı	14.6	6.4	9
Buhar Alevlenme limitleri (%)	0.6-8	5.5-26	3.5-15
Buhar Etkisi	Tahriş edici	Küçük dozlarda dahi zehirleyici	Yalnız yüksek dozlarda zehirleyici

### III. BENZİN MOTORUNUN ALKOL İLE ÇALIŞMAYA ADAPTASYONU

Alkol yakıtların motorlarda kullanımını için benzin ile karışım oluşturulduğunda karışım içindeki %5-22 alkol oranına kadar motorda herhangi bir modifikasyon yapmaya gerek yoktur. Genelde karışım yakıtlar yakıtın oktan sayısını arttırmak ve oksijen içeriği kazandırmak için yapılmaktadır. Ancak % 100 alkol yakıt kullanımında motorda bazı değişimlere ihtiyaç duyulmaktadır. [2] Bunlar;

1-) Alkollerin sahip olduğu düşük ısı değeri ve stokiyometrik olarak düşük hava / yakıt oranı düşünülerek uygun karışım oluşturma tertibatı motora adapte edilmeli ve motora daha fazla yakıt gidişi sağlanmalıdır. Benzin içine katılan alkol yakıt oranı arttıkça karışımın stokiyometrik hava/yakıt oranı azalmaktadır. Alkollerin karışımı fakirleştirme etkisi olarak adlandırılan bu durum şekil 1'de belirtilmektedir.



Şekil 1. Alkol benzin karışımının fakirleşme etkisi

- 2-) Motordan maksimum güç ve yakıt ekonomisi elde edebilmek için yüksek oktan sayısı avantajı kullanılarak motorun sıkıştırma oranı artırılmalıdır.
- 3-) Yüksek buharlaşma gizli ısısı ve düşük buhar basınçlarının etkilerini azaltmak için bir miktar düşük kaynama noktalı katkı maddesi katılmalıdır.
- 4-) Yakıt sistemindeki plastik malzemeler değiştirilmelidir.

Brezilya'da bioetanol kullanımını uzun yıllar önceye dayanmaktadır. 1970'li yıllardaki petrol krizinden önce "proalcohol" adı altındaki projeye şeker kamışından etanol üretilmiş ve bu yakıt saf veya benzin ile karışım olarak motorlarda kullanılmıştır. Araç üreticileri etanol ile çalışan motorları geliştirmek için çalışmaktadır. A.B.D de ise genelde mısır' dan üretilen etanol %10 oranında benzin ile karıştırılmaktadır ve bu "gasohol" adı altında satılmaktadır. A.B.D'de toplam satılan yakıtın % 7 'si gasoholdür. Avrupa'da ise ülkeden ülkeye değişen farklı uygulamalar vardır. Yalnız Fransa, benzine alkol yakıt karışımı (ETBE) için yasal düzenlemelerini ve gerekli altyapıları oluşturmuştur.

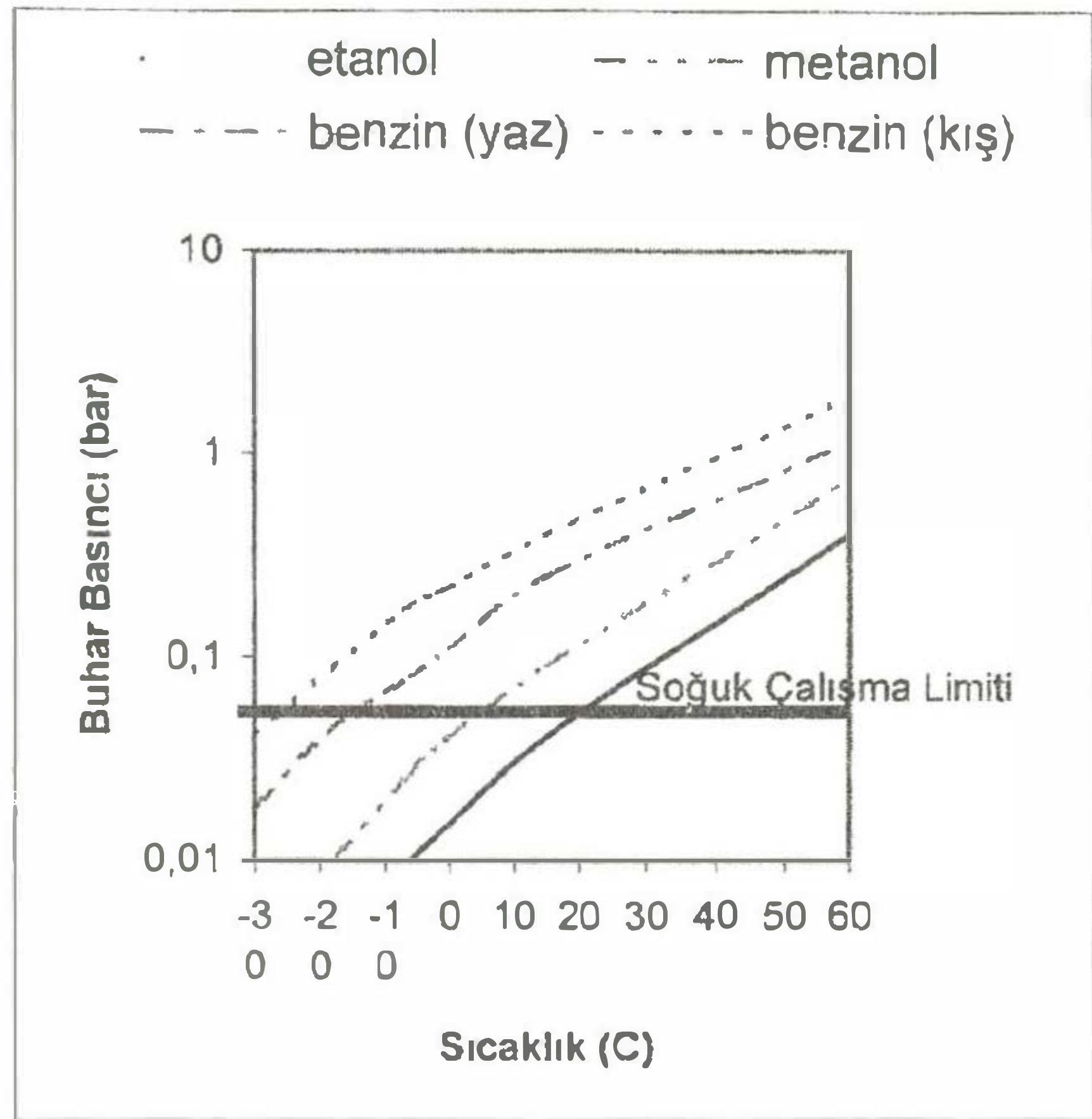
#### IV. ALKOL YAKITLARIN SOĞUK HAVADA ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİ

Alkoller benzine oranla daha düşük buhar basıncına sahiptirler. Şekil 2'de benzin, metanol ve etanolün dış sıcaklığa bağlı olarak buhar basınçları verilmektedir. Bütün yakıtların buhar basıncı, sıcaklık ile birlikte düşer. Bu, yakıtların soğuk havada çalışma özelliklerini belirler. Kış benzininde soğuk çalışma limiti -20, -25°C arasındadır ve bu sıcaklıkta buhar basıncı 0,60 bar'dır. Bu basınçta alkoller, yaklaşık olarak soğuk çalışma limitindedirler. Bu sıcaklık metanol için 5-10°C, etanol için ise 15-20°C'dir.[3]

Yüksek buharlaşma ısıları, düşük buhar basınçları sebebiyle alkollerin benzine göre soğukta ilk harekete geçmesi ve çalışması daha güçtür. Bu sebepten, motorda karışım oluşturma veya yakıt ısıtma sistemine ihtiyaç duyulur.

Motorlarda saf alkol kullanılmasından ötürü oluşacak bu sakıncayı gidermek için şu sistemler motora uygulanabilir.

- 1-) Ek benzin enjeksiyonu
- 2-) Elektrikle ısıtma
- 3-) Yakıt atomizasyonu
- 4-) Düşük kaynama noktasına sahip yakıt katkısı



Şekil 2. Farklı Yakıtların Buhar Basınçları

#### V. ALKOL YAKITLARIN MOTOR MALZEMELERİ İLE UYUMU VE MOTOR AŞINTISI

Metanol ve etanol yakıtlar, motor yakıt sistemlerinde kullanılan kurşun kaplama, alüminyum, bakır, magnezyum ve pres döküm çinko gibi malzemelerde aşındırıcı etki yaparlar. Ayrıca, alkollerle temasta bulunan kauçuk ve plastik malzemelerde de bozulma olur. Karbüratör yakıt şamandıraları genellikle plastik malzemeden yapıldığından şişerler. Fiber conta yumuşar, hortumlar ve yakıt pompası diyafranları sertleşir ve kırılır. Alkol yakıt kullanımında, uygun malzeme özelliklerine sahip, alkol yakıtlardan etkilenmeyen malzeme kullanımı önemlidir.

Yakıt olarak, metanol ve etanol kullanımını sonucu, motorlarda silindir ve segman aşınması olmaktadır. Bu aşınmanın sebebi; silindirlerdeki yağ filminin, soğukta çalışma esnasında silindir yüzeylerine

yapışan alkol tarafından yıkanması, sonuçta piston-segman-silindir arasında metal teması olmasıdır. Aşınının bir diğer sebebi de; metanolün yakıt olarak kullanımında oluşan formik asitin demir malzemeye etkimesidir. Bunun sonucunda silindirlerde aşınma olmaktadır. Bu problemi azaltmak için krom kaplamalı segman kullanımı bir çözüm olarak görülmektedir. Yine yakıt sistemindeki, yakıttan ileri gelen korozyonlar uygun katkı maddeleri ile azaltılabilmektedir. Emme manifoldunda, karter havalandırma sisteminden dolayı oluşan birikintilerde, kaliteli yağ kullanımı ve temizleme katkı maddeleri ile giderilir.

## VI. ALKOL YAKIT KULLANIMINDA EGZOS EMİSYONU VE MOTOR PERFORMANSI

Alkollerin, benzine göre egzoz emisyonu karakteristiklerinin farklılığı, sahip oldukları farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerin sonucu olarak değerlendirilmektedir. Alkol yakıtlar benzinden farklı olarak oksijen içerdiğinden, yanma esnasında hava-yakıt karışımı daha iyi oluşmaktadır. Yanma işlemi süresince ortamda daha fazla oksijen bulunacağından karbon molekülleri daha iyi okside olacaktır. Bunun en belirgin göstergesi olarak saf alkol veya alkol-benzin karışım kullanımında benzine oranla CO emisyonu emisyonlarındaki azalma, CO<sub>2</sub> emisyonlarında ise oluşan artıştır. Alkol ve karışım yakıt kullanımının en karakteristik özelliği CO ve HC emisyonlarında azalma ve aldehit emisyonlarında artış olmasıdır. NO<sub>x</sub> emisyonları için ise yapılan çalışmalarda farklı değerlendirmeler yapılmaktadır. Kimi araştırmalarda bu emisyonlarda artış olduğu bildirilirken, kimi çalışmalarda da azalma olduğu açıklanmıştır. Bu farklılıkların nedeni olarak; test prosedürlerinin farklılığı, emisyon kontrol ekipmanı değişikliği, motor çalışma şartları, değişik hava-yakıt oranı gösterilebilir.[4,5,6,7,8]

Alkollerle çalışma sonucu NO<sub>x</sub> emisyonlarında belirlenen azalmanın en önemli sebebi olarak benzine çalışmaya oranla düşük yanma sıcaklıkları gösterilebilir. Alkolle çalışan motorun egzoz sıcaklıklarının düşük olması bunu doğrulamaktadır. Ancak yapılan çalışmalar NO<sub>x</sub> emisyonunun alkol – benzine karışım oranından çok motor çalışma koşullarına bağlı olduğunu göstermektedir. Eğer motorun sıkıştırma oranı benzine çalışmaya göre arttırılırsa sıkıştırma sonucu ve yanma sonucu sıcaklıkları yükseleceğinden NO<sub>x</sub> emisyonlarında artış, HC emisyonlarında ise azalma olacaktır.[9,10]

Alkol yakıt kullanımında, benzine çalışmaya oranla efektif güç, tork, yakıt tüketimi, volümetrik verim, ısı veriminde artış olmaktadır. Bunun yanında

özgül yakıt tüketimi ise azalmaktadır. Alkollerin sahip olduğu düşük ısı değer ve daha iyi yanma karakteristikleri göz önüne alındığında aynı çıkış gücünü elde etmek için motora kütleli olarak daha fazla yakıt gönderilmesi gerektiği belirgindir. Benzin alkol karışımlarında karışımın içindeki alkol oranı arttıkça bu karakteristikler daha belirginleşmektedir. Alkollerin yüksek gizli ısı değerleri dolayısıyla motora emilen havayı soğutmaları sonucu yanma odasına daha fazla dolgu sokulması etkisi volümetrik verim artışı olarak kendini göstermektedir. [11,12,13]

Katalitik konvertör kullanımında Pt/Rh tip üç yollu konvertör CO, HC, NO<sub>x</sub> gibi emisyonların yanında alkol yakıtların karakteristik özelliği olan asetaldehid emisyonu üzerinde etkilidir. Egzoz sistemindeki konvertör aldehid emisyonlarını azaltılmasına rağmen yanmamış alkol emisyonu azaltılmasında etkili değildir. [14]

## VII. SONUÇLAR

Etanol ve metanol sahip oldukları özellikler dolayısıyla buji ateşlemeli motorlarda büyük modifikasyonlara ihtiyaç duymaksızın kullanılabilir bir yakıt türüdür. Egzoz emisyonları ve motor performansları açısından benzine oranla daha iyi sonuçlar vermektedir. Genellikle CO, HC emisyonlarında azalma olmaktadır. NO<sub>x</sub> emisyonları ise motor çalışma şartları ve kompresyon oranına bağlı olarak değişim göstermektedir. Aldehid emisyonlarında ise önemli artış olmaktadır. Alkoller saf olarak kullanmak yerine %10-20 oranında benzine ile karıştırarak kullanmak daha avantajlı görülmektedir. Bu oranlar motorlarda küçük bazı ayarlamalar yapılarak uygulanabileceğinden önemlidir.

Özellikle etanol yakıtının zirai ürünlerden elde edilebilme özelliği göz önüne alındığında Türkiye açısından önemli bir alternatif yakıt kaynağı olabileceği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin benzine talebinin 1999 yılında 4.56 milyon ton'dan 2010 yılında 9.2 milyon ton'a, 2020 yılında 14.6 milyon ton'a çıkacağı öngörülmektedir. Sadece benzine içine %10 oranında metanol katılımı ile önümüzdeki yıllarda önemli oranlarda dışa bağımlı petrol kökenli yakıt ithalatının yerel kaynaklardan karşılanabileceği görülmektedir. Bu sayede zirai ürün üreticisinden etanol üretim tesislerine kadar bir çok alanda meydana gelecek canlanma ile önemli oranda istihdam artışı gerçekleştirilebilecek ve zirai ürünün katma değeri artacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1]BATA,R,M.,POPURİ,S,S.,”A Performance Study Of Butanol, Metanol And Ethanol Gasoline Blends Using A Single Cylinder Engine”, SAE paper , 93953.
- [2]GARRETT ,T,K.,”Automotive Fuel And Fuel System “ SAE Publish,1991.
- [3]SEİFFERT,U.,WALZER ,P., “The Future For Automotive Technology”, F.Pinter Publish,1994.
- [4]ANDREWS,G,E., “İgnition Timing And Mixture Strength Influences On Emissions For A Gasoline /30 % Ethanol Fuel “ Autotech '93 , Birmingham,1993.
- [5]SELPH ,M,A.,HARVEY,C,A.,”Assesmant of Unregulated Emissions from Gasoline Oxygenated Blends”, SAE paper 902131
- [6]BATA,R,M.,ELROD,A,C.”Emissions From IC Engines Fueled With Alcohol Gasoline Blends”Transaction Of THE ASMe, vol 111,1989
- [7]RİCE ,R,W.,SANYAL,A,K.,”Exhaust gas Emissions Of Butanol , Ethanol And Methanol-Gasoline Blends” Engineering For Gas Turbines And Power, vol 113,377,1991
- [8]GETHİNG,J,A., WELSTAND,J,S.,”Are The Reductions İN Vehicle CO emissions Proportional To The Fuel Oxygen Contenet”, SAE international congress, Michigan ,1989
- [9] HASSAN ,M,A.,”Effect Of Ethanol-Unleaded gasoline Blends On Engine Performance And Exhaust Emission”  
Energy Conversion ,’2002
- [10]HSİEH,W.,CHEN,R,H.,”Engine Emission And performance using Ethanol-gasoline blended fuel”, atmospheric environment,2002
- [11]YAMAUCHİ,T.,SASAYAMA,T., “ The Effect Of Methanol-Gasoline Mixing Ratio On Performance Of IC Engines”, SAE paper , 940584.
- [12]SALİH,F,M., ANDREWS,G,E., “The İnfluence Of Gasoline /Ethanol Blends On Emission And Fuel Economy”,SAE paper 922378
- [13] SAMULSKİ ,M,J., “ Sensitivity Of Test Cycle And Fuel Type On A SI Four Stroke Inboard Marine Engine “, SAE paper, 941782
- [14] HE,B,Q.,WANG,J,K.,”study on emission characteristics of an EFI engine with blended fuel”, atmospheric environment,2002