



**T.C.
BILECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
SONUÇ RAPORU**

**DİZEL MOTOR ENJEKTÖRLERİNİN UÇ KISIMLARINDA YAKIT KAYNAKLI
OLUŞAN HASARIN ANALİZİ**

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr.Hasan YAMIK

PROJE NO: 2011-02-BİL.03-02

BAŞLAMA TARİHİ: 01 Şubat 2012

BİTİŞ TARİHİ: 01 Ağustos 2013

ÖZET

Yakıtlar enjektörlerde hasarlara sebep olur. Bu hasarlar Sem görüntüleri ile tespit edilebilir. Bu çalışmada dizel motorlarında farklı yakıt türleri kullanılarak enjektörlerde oluşan hasarlar incelenmiştir. Her yakıt kullanımından sonra enjektörün SEM görüntüsü alınacaktır. Sonuçta Sem görüntüleri ile oluşan hasarlar karşılaştırılmıştır

Bu kapsamda söz konusu enjektörün enjektör memesindeki hasarın nasıl olacağı ve oluşan hasarın nasıl minimum seviyeye indirileceği araştırılmıştır. Bu araştırma için Bilecik Üniversitesinde bulunan tek pistonlu motor kullanılmıştır.

ABSTRACT

Fuels are caused failures in nozzles. These failures can be determined by Sam. By using various fuel blends, failures in nozzles examined. In this study the nozzles will be scanned by SEM in each time of fuel blends. At the end images of SEM were compared.

It will be research that how the failure is described in nozzle and how the level of failure is decreased. For this research, the one cylinder diesel engine is used in Bilecik University.

1.Giriş

Dizel Motor Enjektörlerinin Uç Kısımlarında Yakıt Kaynaklı Oluşan Hasarın Analizi, dizel motorlarında yakıt, yakıtın püskürtülmesi ve püskürtülen yakıtın geometrisi sonucu ortaya çıkan bir konudur. Oluşana hasar genellikle enjektör deliklerinde görülmektedir. Deliklerin çaplarının değişmesi, delik geometrisinin değişmesi gibi etkileri vardır.

Bu çalışmada yakıtlar ve yakıtların harmanlanması sonucunda değişen yakıt özellikleri ile enjektörlerde oluşan hasar incelenmiştir.

2.Dizel Yakıtı

Ham petrolün damıtımı esnasında 200-300 °C kaynama noktası aralığında alınan üçüncü ana ürün dizel yakıtıdır. Dizel yakıtı için parafin, aromatik ve naften grubu hidrokarbonlar daha uygundur.

Mazot olarak tanımlanan yakıtı da içine alan ve kerozen ile yağlama yağı arasında özgül ağırlık ve damıtma bakımından çok geniş üretim aralığı bulunan yakıtlar grubudur. Bu grup içerisinde, kullanım alanına bağlı olarak en ideal olan dizel motoru yakıt türü belirlenir. Dizel Yakıtlarının Sınıflandırılması;

ASTM standartlarına göre dizel yakıtları üç derecede değerlendirilmektedir.

No.1-D: petrolün damıtılmasından elde edilir. Değişik hızlarda ve yüklerde çalışan motorlarda kullanılan uçucu-damıtık dizel yakıtıdır.

No.2-D: Damıtık ve kraking ürünlerini ihtiva eden, No.1-D'ye göre buharlaşma özelliği az olan ağır hizmet ve endüstri motorları yakıtıdır.

No.4-D: Damıtma ve kraking ürünlerinden ve bazı artıklardan oluşan düşük veya orta hız motorlarının yakıtıdır (Karakuş, 2001).

Çizelge 0.1. Dizel yakıt tiplerine ait bazı fiziksel özellikler (Borat, Balcı ve Sürmen, (1994)

Özellik	1-D	2-D	4-D
Setan Sayısı (Minimum)	40	40	40
Parlama Noktası (°F)	100	125	130
Viskozite Saybolt (S), (100 °F)	30-34	33-45	45-125
Kül (% Kütlesel)	0, 01	0, 02	0, 10
Kükürt (% Kütlesel)	0, 50	1, 0	2, 0

2.1.Viskozite

Viskozite, sıvıların akmaya karşı dirençlerinin ve iç sürtünmelerinin bir ölçüsüdür. Viskozite kinematik ve dinamik viskozite olarak ikiye ayrılır. Tanım olarak dinamik viskozite; birbirlerinden 1 m uzaklıktaki iki düzlem arasında 1 m² alanındaki sıvı tabakasının 1 m/s² hızla kayması için gerekli olan Newton kuvvetine denir. Kinematik viskozite; dinamik

viskozitenin yoğunluğa oranıdır. Kinematik viskozite birimi santistok (cSt) olup, 1 cSt = 1 mm/saniyedir ve ASTM D-88'e göre viskozite 40 °C de ölçülmelidir.

Viskozite değeri, yakıt zerrecilerinin büyüklüğünü kontrol ettiğinden dolayı iyi bir yanma için çok lüzumlu olan yeterli hava-yakıt karışımı elde etmede en önemli faktörlerden atomizasyon ve dağılma derecelerini de belirlemektedir. Enjekte edilen yakıtın yanma odasında nüfuz ettiği mesafe, yakıt zerrecilerinin büyüklüğüne bağlı olmaktadır. Çok viskoz olan yakıtlar nispeten soğuk olan silindir duvarlarına çarpmadan zerreciler halinde ayrılamayacaklarından dolayı yanma tam gerçekleşmez ve bu yüzden egzoz dumanlı olur (Altın, 1998).

Viskozite değerleri, Engler (DIN 51560), Redwood (Institute of Petroleum, Standard Methods IP 70/57), Saybold Universal ve Saybolt-Furol viskozimetreleri ile belirlenmektedir.

Yakıtın viskozitesi, yakıt bir enjektörden veya dar bir kanaldan hava içinde püskürtüldüğünde oluşacak yakıt demetini çok etkiler. Viskozite büyüdükçe yakıtın zerrecelere ayrılması azalır, dolayısıyla iri yakıt zerreciklerinin nüfuz derinliği fazlalaşır.

Ayrıca dizel yakıtının viskozitesi akışa uygun olmalıdır. Özellikle dizel motorlarının yakıt besleme ve püskürtme sistemlerinde viskozite önemli bir parametredir. Viskozite küçüldükçe borulardaki akış direnci azalır, ayrıca püskürtme ile oluşan yakıt demeti içindeki yakıt damlacık çapları küçülür, yanma iyileşir ve is (yanmamış karbon tanecikleri) miktarı da azalır. Viskozitenin çok düşük olması durumunda ise püskürtme sistemindeki kaçaklar artacaktır. Soğuk havalarda motora ait küçük çaplı boru ve memelerden kolayca geçecek kadar akışkan olmalıdır. Dolayısı ile enjektörden püskürtülen yakıt damlacıkları büyür ve yakıtın hava ile karışması zorlaşır. Sıcaklık viskoziteye önemli derecede etki ettiğinden, viskozite her zaman sıcaklıkla bir verilmelidir (Safgönül, 1989).

Motor yakıtlarının viskoziteleri 50 °C'de 1.5-5 Engler derecesi olmalıdır. Viskoziteleri bu Engler derecesinin üzerinde olan yakıtlar 40-100 °C'a kadar ısıtılarak kullanılırlar.

2.2. Isıl değer

Yanma sonucu oluşan ürünlerin, yanma öncesi referans bir sıcaklığa göre toplam entalpilerinin yakıt kütle sine bölünmesiyle elde edilen değere ısıl değeri denir (Borat, Balcı ve Sürmen,1994).

Yakıtın ısıl değeri genellikle birim kütle sinin enerjisi ile verilmektedir (kJ/kg veya kcal/kg). Motorlardaki yanma sonu sıcaklıklarında su her zaman buhar olarak bulunduğundan, ısıl değer, alt ısıl değer olarak verilmelidir. Hidrokarbonlarda yakıtın alt ısıl değerini hidrojen miktarına, diğer bir deyişle özgül kütle ye aşağıdaki ampirik ifade ile bağlamak mümkündür (Soruşbay, 1998).

$$H_u = 9822,2 + 36,6 API \quad (\text{Kcal/kg})$$

Benzin veya dizel yakıtı için,

$$H_u = 42000 - 44000 \text{ kJ/kg}$$

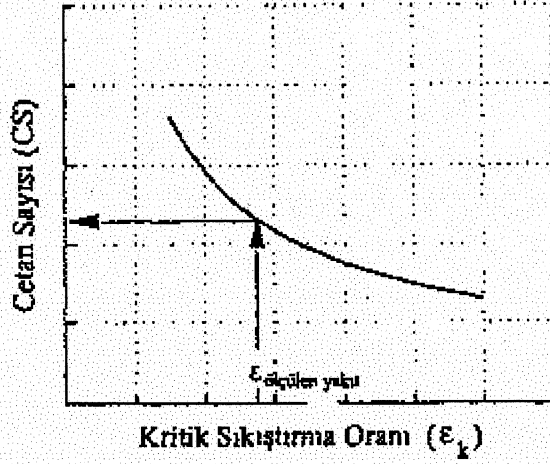
$H_u = 10200-10500 \text{ kcal/kg}$ olarak verilebilir.

2.3. Setan sayısı

Dizel motorunda yakıt buharı-hava karışımının sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklıklarında kendi kendine tutuşabilmesi için dizel yakıtlarının tutuşma meyillerinin benzinin aksine yüksek olması istenir. Tutuşma meylinin düşük, yani tutuşma gecikmesi (TG)'nin zaman olarak büyük olması durumunda yanma için ayrılabilen krank mili açısı aralığı azalır. Ayrıca TG süresince yanma odasında biriken ve ani olarak yanan yakıt miktarı da artacağından mekanik zorlanmalara neden olan yüksek basınçlar ortaya çıkar (dizel vuruntusu). Dizel yakıtının tutuşma eğiliminin ölçüsü olarak setan sayısı kullanılmaktadır (Borat, Balcı ve Sürmen, 1994 b)

Dizel yakıtında en önemli özellik setan sayısıdır. Setan sayısı yakıtın dizel motorunda sıkıştırma sonucu ısınan havanın içerisinde kendi kendine tutuşma özelliğini belirleyen bir sayıdır. Setan sayısının fazla olması tutuşma gecikmesi periyodunu azaltmakta ve yanma odasında biriken yakıtın ani yanması ile oluşan hızlı basınç artışını önlemektedir. Düşük setan sayılı yakıt daha erken tutuşarak yanmaya başlayacaktır. Fakat bu sırada sıkıştırma devam ettiği için silindir içi sıcaklık ve buna bağlı olarak NO_x oluşumu artacaktır. Bu yüzden yanma başlamadan önce daha az yakıt püskürtülmelidir. Böylece ÜÖN civarında yanan yakıt miktarı azalacağından maksimum yanma sıcaklığı düşecektir (Karakuş, 2001).

Setan (C₁₆H₃₄) düz zincir yapıda parafin grubundan bir yakıt olup, setan sayısı 100 olarak kabul edilmiştir. Alfametilnaften'in (C₁₀H₇CH₃) ise setan sayısı 0'dır. Bu iki yakıtın karışımının setan sayısı hacimsel olarak, karışımındaki % setan miktarı ile belli olur. Ölçülecek yakıtın setan sayısı standart motorda (CFR veya BASF motoru) ölçülen TG süresinin, setan-alfametilnaften karışımlarının TG süreleri ile karşılaştırılması sonucu belirlenir. Aynı TG süresini veren karışımındaki setan yüzdesi ölçülen yakıtın setan sayısıdır. Ancak TG aynı zamanda sıkıştırma sonu sıcaklığına, dolayısıyla sıkıştırma oranına bağlı olduğunda karşılaştırmayı aynı TG sürelerini veren kritik sıkıştırma oranı ile yapmak daha doğrudur. Bunun için çeşitli setan-alfametilnaften karışımları ile yapılan çalışma sırasında sıkıştırma oranı sürekli olarak değiştirilebilen, CFR motorunda denenir. Belli bir karışım ile deney yaparken CFR motoru dışarıdan bir elektrik motoru ile döndürülür ve sıkıştırma oranı sürekli olarak yükseltilecek tutuşmanın başladığı kritik sıkıştırma oranı bulunur ve farklı setan sayılarına sahip karışımlarla deney tekrarlanarak Şekil 0.1'deki gibi bir eğri çizilir. Daha sonra motor, setan sayısı ölçülen yakıtla çalıştırılarak tutuşmanın başladığı kritik sıkıştırma oranı bulunur, Şekil 0.1'deki eğriden setan sayısına geçilir. Deneyler sırasında CFR motorunun emme havası sıcaklığı 30°C, soğutma suyu sıcaklığı 100°C değerlerinde tutulmaktadır (Soruşbay, 1998).



Şekil 0.1. Setan sayısı ve sıkıştırma oranı arasındaki ilişki (Soruşbay 1998)

Dizel motorlarında kullanılmakta olan yakıtların setan sayılarını yükseltmek için, onlara özel sentetik maddeler veya katkıları eklenir. Bunlar amil nitrat etil nitrat, aldehit, keton, ester ve peroksitlerdir.

Çizelge 0.2. Katkı maddeleri eklenmesiyle, setan sayısının artışı (Küçükşahin, 1998)

Katkı Maddesi	Katkı eklendikten sonra setan sayısı (%)					
	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Aseton peroksit	33	41	45	51	57	63
Etilnitrat	33	39	44	49	53	57
İzo-amil nitrat	33	39	44	49	54	58

Setan sayısının yukarıda belirtilen yöntemle belirlenmesi zor ve pahalı olduğu için dizel yakıtının tutuşma özelliği anilin noktası veya dizel indeksi ile de verilebilir. Bunun dışında, setan indeksinin belirlenmesi yöntemi olarak nomograflar kullanılır. Nomograflar, API gravite ve yakıtın % 50'simin destile olduğu ortalama kaynama noktasına bağlı olarak hazırlanmıştır. ASTM D-9762'ye göre setan indeksinin hesaplanması için Ek-3'de nomograf verilmiştir. Nomograflar normal destilasyon ürünü (straight-run), termal ve katalitik kraking ünitelerinden alınan dizel yakıtları için iyi netice verirler. Anilin ($C_6H_5NH_2$)'nin tutuşma meyli çok düşüktür. Anilin kendi yapısında olan aromatik grubundaki yakıtlarla düşük sıcaklıklarda bile kolayca karışır. Parafin grubu ile karışması ise daha zordur. Diğer taraftan

tutuşma meyli yüksek olan dizel yakıtı parafinik yapıda olup bu yakıt içinde parafin yüzdesi ne kadar yüksekse anilinle karışma sıcaklığı da o kadar yüksek olacaktır. Ölçülen yakıtın dizel indeksini bulmak için eşit miktarlardaki anilin ve dizel yakıtı karıştırılarak ısıtılır, anilinin tamamen erimesi sağlanır. Tekrar soğuma sırasında anilin ayrılmaya başladığı noktaya anilin noktası denilmektedir. Bu şekilde saptanan anilin noktası ile,

$$\text{Dizel İndeksi} = \frac{\text{Anilin Noktası} (^{\circ}F) \times \text{API}(60^{\circ}F)}{100}$$

hesaplanır (Soruşbay, 1998).

ASTM D-976'ya göre setan indeksinin diğer hesaplama yöntemi olarak aşağıdaki ifade verilmektedir.

API ve % 50 distile sıcaklığı °F olarak biliniyor ise;

$$\begin{aligned} \text{Setan İndeksi} = & - 420,34 + 0,016 G^2 + 0,192 G \log M \\ & + 65,01 (\log M)^2 - 0,0001809 M^2 \end{aligned} \quad (0.1)$$

olarak hesaplanabilir. Ayrıca formülde hesaplama için yoğunluk ve % 50 distile sıcaklığı °C biliniyor ise ;

$$\begin{aligned} \text{Setan İndeksi} = & 454,74 - 1641,416 D + 774,74 D^2 \\ & - 0,554 B + 97,803 (\log B)^2 \end{aligned} \quad (0.2)$$

şeklinde bir dizel indeksi tanımlanır. Bu indeks ne kadar büyükse söz konusu yakıt o kadar parafinik yapıda olup tutuşma meyli o kadar büyüktür. Bir yakıtın setan sayısı 50 ise DI de aynıdır. Setan sayısı 45'in altında ise DI küçük, 50'nin üstünde ise DI daha büyüktür. Dizel yakıtının setan sayısı, yüksek hızlı motorlarda 50–65, alçak hızlı motorlarda 25-45 olmalıdır (Karakuş, 2001).

Motor tipine bağılı olarak, gerekenden daha büyük setan sayılı yakıt kullanıldığında tutuşma hemen enjektör memesinin yakınında başlayacağından enjektör deliği üzerinde karbonlaşma tehlikesi doğabilir.

2.4.Akma noktası

Dizel yakıtlarının akma noktası özellikle sıcaklığın düşmesi ile önem kazanır. Çünkü özellikle soğuk havalarda dizel yakıtının motor üzerinde akışını yakıtın akma noktasını belirler. Bu nedenle dizel yakıtının akma noktası eğer yüksek olursa dizel yakıtı motor üzerinde akamayacak ve bu nedenle motor çalışamayacaktır. Bundan dolayı yakıtın akma noktası ortam sıcaklığından 5 ila 10 °C daha altında olmalıdır.

2.5.Yoğunluk ve API

Özgül ağırlık veya yoğunluk; birim hacmin ağırlığı olarak tanımlanır. Yanmaya doğrudan bağılı değildir fakat yoğunluğu büyük olan yakıtlar fazla miktarda karbon atomu içerdikleri için ısı değerleri yüksektir. Ayrıca özgül ağırlık ne kadar küçük ise yakıt o kadar kolay tutuşur. Genel olarak dizel yakıtlarının özgül ağırlıkları 0,815-0,934 gr/dm³ arasındadır.

Özgül ağırlık ile birlikte kullanılan bir diğer değer API (American Petroleum Industry) dir. Özgül ağırlık ile API arasındaki ilişki aşağıdaki (Safgönül, 1998).

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{141,5}{131,5 - API}$$

ASTM D-1298'e göre yoğunluk 15 °C'de ölçülmelidir.

2.6.Parlama ve alevlenme noktası

Bir yakıtın parlama noktası, bir kaptan ısıtılan yakıtın üzerine yaklaştırılan alev ile geçici olarak tutuşma halinde yakıt buharı teşekkül ettiği en düşük sıcaklık olarak tarif edilir.

Alevlenme noktası ise tutuşma buharının sönmeden devam etme sıcaklığıdır. Alevlenme sıcaklığı parlama sıcaklığından biraz yüksektir. Kendi kendine tutuşma bakımından yakıtlar buldukları ortama son derece bağımlıdır (Karakuş, 2001). Bu nedenle alevlenme sıcaklığı

parlama sıcaklığından biraz daha yüksektir. Dizel yakıtının alevlenme sıcaklığı 55 °C'nin altında olmamalıdır (ASTM D-93).

2.7.Uçuculuk

Uçuculuk, özellikle motor soğuk iken çalışmayı kolaylaştırmak ve yanmanın dumansız olmasını sağlamak bakımından önemlidir. Düşük uçuculuk özelliğine sahip yakıtlar en iyi gücü temin edebilmek ve dumanı azaltmak amacıyla yüksek hızlı motorlar için uygundur.

2.8.Korozyon etkisi

Dizel yakıtlarında kükürt muhtevası hem korozif hem de partikül teşekkülü bakımından son derece zararlıdır. Düşük çalışma sıcaklığında motor harekete geçirildiği sırada çok şiddetli korozyona neden olur. Kükürt miktarı ASTM 0129'da ve IP 3362 ya göre motor hızlarına bağlı olarak yüksek hızlı motorlarda % 1'in altında olmalıdır.

2.9.Kül miktarı

Yanma sonucunda meydana gelen artıklar sekman yuvaları ve supap tabla ve sapında birikirler. Bu açıdan dizel yakıtların en önemli problemlerinden birisi önemli ölçüde karbon ve kül ihtiva etmeleridir. Setan sayısı belli bir değere kadar, yanma olayını iyileştirmek suretiyle yanma sonu artık miktarını azaltmaktadır.

Ancak bu değerden sonra is oluşmasına olumsuz etki eder. Bu yüzden, herhangi bir maddenin konvansiyonel dizel yakıt ilavesi olarak kabul edilmesinden önce, bu özelliklerin dikkate alınması gerekir (Borat,Balcı ve Sürmen, 1994 a).

3.Etanol

Etanol, içerisinde etil alkol bulunan, şeker, şekeri çevrilebilen selüloz veya nişasta gibi maddelerin fermantasyonu sonucu elde edilen alkol türüdür. Etanol patates, tahıllar, şeker kamışı ve şeker pancarı gibi tarım ürünlerinden elde edilir.

Etanolün motorlarda kullanımı düşüncesi tarım ürünlerinin bolca yetiştirildiği ülkeler için geçerlidir. Bu sebeple etanol yakıtının alternatif bir yakıt olarak motorlarda kullanılması dünya çapında sınırlı kalmıştır. Ayrıca günümüzdeki etanol üretimindeki enerji dengesi negatiftir. Yani etanolün üretimi için, yanması sonunda vereceği enerjiden fazla enerjiye gereksinim vardır.

3.1.Etanolün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kimyasal denklemi		C_2H_5OH
C/H oranı		0.333
Moleküler kütle		46.07
Özgül kütle		
Sıvı :	(kg / dm ³)	0.79
Isıl değeri		
	(Mj/kg)	26.9
	(Mj/litre)	21.3
Stokiyometrik karışım için		
hava/yakıt (kütlesel)		8.96
hava/yakıt (hacimsel)		14.3
	(kj/litre)	3.61
$mol_{ürünler} / mol_{reaktantlar}$		1.06
Buharlaşma ısısı	(Mj/kg)	0.856
Tutuşma sınırları		
%hacim		3.5-19
λ		0.29-1.92
Adyabatik alev sıcaklığı	(⁰ C)	1924
Kaynama noktası	(⁰ C)	78.7
Donma noktası	(⁰ C)	-117.7
Kendi kendine tutuşma sıcaklığı	(⁰ C)	392
Oktan sayısı		
ROS		106
MOS		89

Etanol temiz, renksiz ve zehirli olmayan bir sıvıdır. Etanolün ısı değeri benzinden daha düşüktür. Etanol su ile her oranda karışabilme özelliğine sahiptir.

Etanolün, yüksek oktan sayısına sahip olmasına karşın çok düşük setan sayısına sahip olması ve kendi kendine tutuşma direnci nedeni ile dizel motorlarında kullanımında birtakım problemler yaratır. Fakat kendi kendine tutuşma direnci, Otto motorlarında sıkıştırma oranının artırılmasına olanak sağladığından etanolün Otto motorlarında kullanımı daha avantajlıdır. Bu sebepten dolayı etanol, dizel motorlarında ancak buji kullanılması durumunda veya dizel yakıtla karıştırılması durumunda kullanılabilir.

Düşük setan sayısına sahip olan yakıtların dizel motorlarındaki yanmasını düzeltmek için birtakım çalışmalar yapılmaktadır. Tablo 0'de uygulanabilecek metodlar ve bu metodların avantaj ve dezavantajları gösterilmektedir.

Tablo 0 Etanolün Dizel Motorlarında Kullanımı İçin Geliştirilen Metodlar

METOD	AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
Kimyasal Katkı Maddesi	Motorda Değişikliğe Gerek Yok	Katkı Maddelerinin Pahalı Olması ve Gerekli Miktarının Çokluğu
Emilsyon	Motorda Çok Az Değişiklik Gerektirir	Yakıtın % 50'sinin Dizel Olması Nedeni İle İki Ayrı Yakıt Tankı Gerektiriyor
Etanolün ve Dizel Enjektörlerinin Ayrı Kullanımı	Pilot Enjeksiyon İçin Az Miktarda Dizel Yakıtı Gereksinimi	Karmaşık Kontrol Sistemi ve İki Ayrı Enjeksiyon Sistemi Gereksinimi
Yüzey Ateşlemesi	Tek Bir Yakıt Gerektirmesi	Sıcak Yüzey Eldesi İçin Gerekli Enerjinin Büyük Olması
Buji Ateşlemesi	Tek Bir Yakıt Gerektirmesi	Ateşleme Sisteminin Fiyatı

Etanolün ısı değeri petrole göre daha düşüktür, buharlaşma ısısı yüksek, buhar basıncı düşüktür. Buharlaşma ısısının yüksek oluşu motorlarda soğukta ilk hareketi zorlaştırmaktadır. Etanolün en önemli dezavantajlarından biri içinde bulunan suyun yakıt donanımı ve emme sistemi üzerindeki korozif etkisidir. Etanolün korozif özellikleri nedeni ile korozyonu önlemek için yakıt ve emme sistemi, koruyucu maddelerle kaplanmaktadır. Ayrıca etanolün nem tutuculuk özelliğinin yüksek olması ve kolaylıkla nemlenmesi etanol benzin karışımı olan yakıtlarda faz ayrışmasına neden olabilir.

İçerisinde su bulunmayan alkol ve benzini karıştırmak mümkün olmasına rağmen az miktarda su ihtiva eden karışımlarda bu mümkün olmamakta ve faz ayrışması oluşmaktadır.

Çeşitli deneyler sonucunda varılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Benzine etil alkol katılması yanmayı iyileştirmekte vurutuya dayanıklılığı artırmaktadır. En iyi karışımın % 10 hacimsal oranlı etil alkol – benzin karışımı olduğu belirlenmiştir. Bu karışımda düşük sıkıştırma oranlarında ($\epsilon=7.5$ için) %7 ; yüksek sıkıştırma oranlarında ($\epsilon=9.5$ için) %15 verim artışı sağlanmaktadır. Ayrıca alkol kullanımı hava kirliliğini önemli düzeyde azaltmaktadır.
2. Alkollerin buhar basıncı düşük olduğundan alkol karışımları kullanıldığında özellikle soğuk havalarda ilk harekette emme sisteminde buharlaşmayı iyileştirici önlemler almak gerekir. Ayrıca alkolün (ve içinde bulunabilecek suyun) emme ve yakıt sistemi ve diğer motor elemanları üzerindeki korozif ve aşındırıcı etkileri incelenmeli , bu etkilere karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
3. Güncel tekniklerde etil alkol üretimi pahalıdır ve genellikle gıda kaynaklarına dayanmaktadır. Ucuz alkol üretimi için yeni yöntemler geliştirilmelidir.

Etanolün motorlarda kullanımı düşüncesi daha çok geniş tarım alanlarına sahip ülkelerde yaygındır. ABD’de tarımla uğraşan eyaletlerde, %80 etanol %20 benzin karışımı olan E80 yakıtı, yıllardan beri otomobillerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Petrol rezervlerinin hemen hemen olmadığı fakat özellikle şeker kamışının bol bulunduğu Brezilya’da otomobiller 15 yıldan fazla bir süredir etanolle çalışmaktadır.

3.2.Yanma Performansı

Etanolün buharlaşma ısısının yüksek oluşu soğukta çalışmayı güçleştirmektedir. Kendi kendine ateşleme direncinden dolayı etanol Otto çevrimli motorlarda rahatlıkla kullanılabilir. Bu özelliği bu yakıtın dizel motorlarında kullanılmasını güçleştirmektedir. Etanol yakıtı

metanol gibi dizel motorlarında yüksek enerji bujileri ile beraber kullanılmalıdır. Yanma enjeksiyon zamanlamasına bağlıdır. Enjeksiyon zamanlamasının iyi olmaması karışımın erken yanmasına neden olabilir.

3.2.Egsoz Emisyonu

Etanolün benzine göre daha düşük alev sıcaklığının olması, yanma işleminin iyileşmesini, yanma ürünleri içindeki azot oksitlerin NO_x ve CO'nin azalmasının sağlamaktadır.

4.Havacılık Yakıtı

Jet A1, ana maddesi kerosen olan ve günümüzde dünya genelindeki jet motorlu yolcu ve kargo uçaklarında kullanılan yakıt türüne verilen addır. Jet A1'in ana maddesi olan kerosen aslında, yanıcı özellikte bir hidrokarbon sıvısıdır. Yunanca "keros" kelimesinden türetilmiştir. Kerosen, "parafin yağı" diye tabir edilen gaz yağıdır.

150°C ile 270°C arasında, petrolün çok ince bir şekilde damıtılmasıyla elde edilir. Genellikle ısıtma ve aydınlatma alanında kullanılır. Benzine nispeten daha zor alev alır ama benzinden daha fazla ısı verir. Parlama derecesi 38°C dir. Bu derecenin altında herhangi bir ateş temasında alev almaz. Ancak kerosenin, yani bir bakıma Jet A1'in buharı son derece kolay parlayabilir ve tahminlerin ötesinde bir yangına sebebiyet verebilir. Kerosenin donma noktası ise -47°C civarındadır.

Bu özellikleri dolayısıyla; yani yüksek irtifadaki düşük ısılarda kolay kolay donmaması ve bir kaza durumunda yangın çıkma riskini mümkün olan en az seviyeye indirmesi sebebiyle "uçak yakıtı" olarak tercih edilmektedir. Jet A1'in yanı sıra, Jet A ve Jet B tipi uçak yakıtları bulunmaktadır. Jet A1 ile Jet A arasındaki en önemli fark, parlama ve donma dereceleridir. Jet A, 51°C'de alev alırken, -40°C'de donmaktadır. Donma derecesi -60°C'ye kadar düşen Jet B tipi nafta-kerosen türü akaryakıt ise, ticarî havayolu sektöründe nadiren kullanılmaktadır.

5.Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmalar üç ana başlık altında toplanabilir.

5.1.Motor Testleri

Kullanılacak deney yakıtları ile tek silindirli motor her bir yakıt ile 1500d/d de 110 saat çalıştırılmıştır. Bu çalışma da öncelikli olarak dizel yakıtı ile motor 110 saat çalıştırılmıştır. Bu çalışmadan sonra motorun enjektörü sökülmüştür. Diğer bir yakıtı geçmeden önce motorun yakıtı değiştirilmiştir. Aynı zamanda motorun yağ ve yakıt filtreleri yenilenmiştir. Böylece bir önceki yakıt ile olan her bir atık motor içerisinde ve üzerinde bırakılmamıştır.

Daha sonra aynı motor testi dizel yakıtı içerisine hacimsel olarak %10 alkol (etanol) eklenerek yapılmıştır. Bu işlem sonrasında da motorun yağ ve yakıt filtresi değiştirilmiştir. Alkol ile yapılan 110 saatlik çalışma sonrasında dizel yakıtı içerisine hacimsel olarak % 10 oranında JetA-1 havacılık yakıtı eklenmiştir. Bu şekilde oluşturulan karışım ile motor 110 saat çalıştırılmıştır.

5.2.Enjektörlerin SEM görüntüleri için hazırlanması

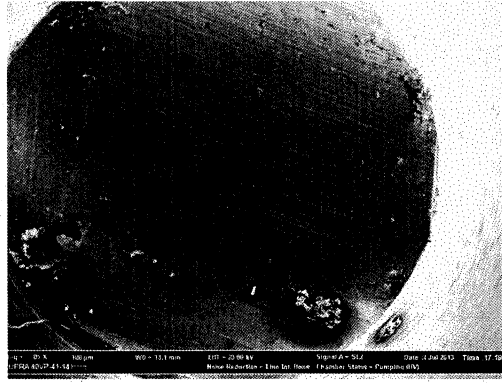
Yakıtla ile yapılan testler sonucunda sökülen enjektörler SEM görüntüleme için hazırlanmıştır. Bu işlem için enjektörlerin önce hassas kesme makinesi ile uçları kesilmiştir. Daha sonra metalografik olarak yüzey elde edilinceye kadar zımpara ile temizlenmiştir. Bu işlem sonucunda enjektörler SEM için hazır hale getirilmişlerdir.

5.3.SEM görüntülerinin alınması

Görüntüleme için hazırlanan enjektörler Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan SEM ile görüntülenmiştir. Görüntüleme sonucunda elde edilen bazı görüntüler aşağıda verilmiştir.



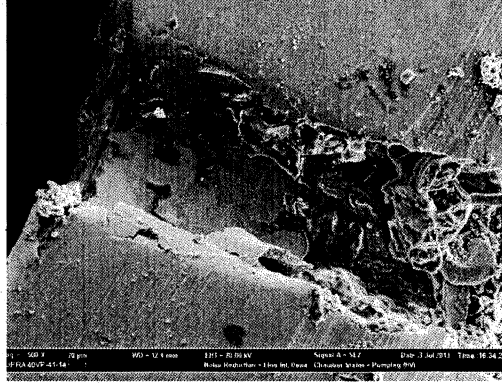
Şekil5.1.Dizel yakıtı kullanımı sonrası enjektör ucu



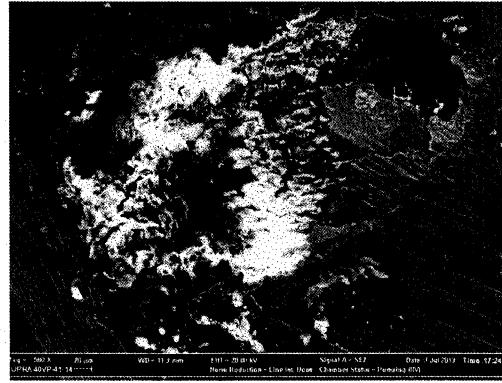
Şekil5.2.Dizel/etanol karışımı yakıtı kullanımı sonrası enjektör ucu



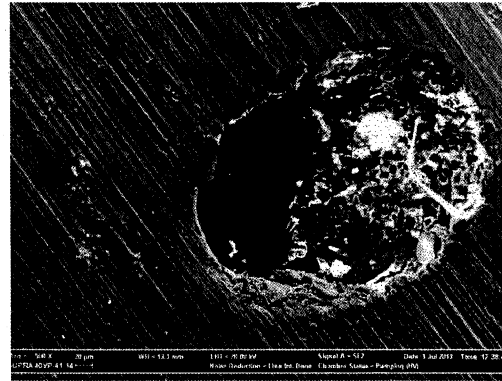
Şekil5.3.Dizel/JetA-1 yakıtı kullanımı sonrası enjektör ucu



Şekil5.4.Dizel yakıtı kullanımı sonrası enjektör kanalı



Şekil5.5.Dizel/etanol karışımı yakıtı kullanımı sonrası enjektör kanalı



Şekil5.6.Dizel/JetA-1 karışımı yakıtı kullanımı sonrası enjektör kanalı

Yapılan işlemler sonrasında tespit edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- Yakıtların içerisinde bulunan bileşenlerden bazıları ^{korozyon} ~~korzyon~~ oluşumunda daha fazla etkilidir.
- Yakıt içerisindeki su özellikle tuzlu su bu oluşumda çok etkilidir.

- Sulfür bileşeni ortam gazları ile tepkimeye girerek korozyon ve asit oluşumuna neden olmaktadır.
- Etanol korozyon oluşumunda etkili olduğu görülmektedir.
- Enejktör kanallarında yapılan görüntülemelerde kanalların yanma odasına doğru olan kısımlarında korozyon daha belirgin olmaktadır. Bunun nedeni yanma nedeni ile bu bölgede sıcaklığın yüksek olmasıdır.

6. KAYNAKLAR

Borat, O., Balcı, M, Sürmen, A., 1994a, Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği, **Tek. Eğt. Vakfı Yay., Matbaa Eğitimi Bölümü**, Ankara.

Karakuş, N., 2000, Yakıt Özelliklerinin Dizel Motor Performansına Ve emisyonlara Etkisi, **G.Ü. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi**, Ankara.

Altın, R., 1998, Bitkisel Yağların Dizel Motorlarında Kullanılmasının Deneysel Olarak İncelenmesi, **G.Ü. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi**, Ankara.

Safgönül, B., 1989, Pistonlu Motorlar, **İTÜ Makine Ofset Atelyesi**, İstanbul.

Soruşbay, C., 1998, İçten Yanmalı Motorlar, **İTÜ Mak. Fak. Basımevi**, İstanbul.

Küçükşahin, F., 1999, Dizel Motorları, **Güven Kitabevi**, İstanbul.