

KETENCİK ETİL ESTERİNİN TURBOARJLI BİR MOTORDA YAKIT OLARAK KULLANIMINDA MOTORUN EGZOS EMİSYONLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan AKAY*, Hasan AYDOĞAN**

*S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği ABD, Konya

**S.Ü. Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kampüs, Selçuklu, Konya

ÖZET

Metil alkol kullanımı ile üretilen biyodizel çalınması, etil alkol kullanımı ile üretilen biyodizel çalınması, malar, na oranla daha azdır, olmuştur. Bu çalınması, mada farklı olarak ham ketencik yağından etanol kullanımı ile elde edilen ketencik etil esterinin belirli oranlarda diesel yakıtı ile karıştırılarak egzoz emisyon değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalınması, malar 4 silindirli 1900 cc Turbo arj beslemeli common rail yakıt sistemine sahip olan bir diesel motor ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak incelenmiştir ve 3 tekrar yapılarak sonuçların ortalamaları alınmıştır. Sonuçlar incelendiğinde minimum CO emisyon miktarı 3500 devirde 0,01 % vol olarak Ketencik Etil Esteri yakıtında, minimum NO_x emisyon miktarı 1000 devirde 427,5 ppm vol olarak diesel yakıtında, minimum HC emisyon miktarı 2000 ve 3500 devirde 9 ppm vol olarak Ketencik Etil Esteri yakıtında, minimum duman yoğunluğu da 4000 devirde 0,01/m olarak Ketencik Etil Esteri yakıtında ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Etil ester, Ketencik biyodizeli, Motor emisyonu.

EFFECT ON EXHAUST EMISSIONS OF ENGINE WITH TURBOCHARGED ON USE AS FUEL OF CAMELINA SATIVA ETHYL ESTER

ABSTRACT

Methyl alcohol use work produced biodiesel, biodiesel compared to the work generated by the use of ethyl alcohol was obtained. In this study, different camelina sativa crude oil from the specific ratio of the resulting ethyl ester to the use of ethanol was aimed to determine the exhaust emissions mixed with diesel fuel. The studies were performed with a 4-cylinder diesel engine with turbocharger, a 1900 cc common rail fuel system. The data are averaged and the results were analyzed statistically and 3 performed again. Results in the camelina sativa Ethyl Ester Fuel minimum CO emissions as 0.01% volume at 3,500 rpm compared, the minimum NO_x emissions at 427.5 ppm volume in diesel fuel at 1000 rpm, the minimum HC emissions in 2000 and 3500 rpm 9 ppm volume as procedure Ethyl Ester of fuel minimum smoke values of the 4000 revolutions 0.01 / m is measured in camelina sativa Ethyl Ester fuel.

Keywords: Ethyl ester, Camelina sativa biodiesel, Engine emission.

1. GİRİŞ

Petrolün sonlu bir kaynak olması, petrolün kullanımının artması, petrolün rezervlerinin azalması, petrolün fiyatlarının artması, petrolün çevreye verdiği zararlar günümüze kadar bütün kesimler tarafından söylenmekte ve bilinmektedir. Bu durumlar petrolün yerine, biyoyakıtların kullanılması, uzun yıllardır gündemde tutulmaktadır. 1980'lerde, alternatif yakıt olarak bitkisel yağların yüksek viskozite sorunlarının çözülmesi için metil alkolle reaksiyonuyla metil esterlerine, biyodizel, dönüştürülerek giderildiği görülmüştür. Böylece

biyodizel ismi telaffuz edilir olmuştur [1]. Biodizel ismi ilk olarak 1992 yılında Amerika Ulusal Soy Diesel Geliştirme Kurulu tarafından telaffuz edilmiştir. Kimyasal olarak yenilenebilir yağlardan üretilen uzun zincirli yağ asitlerinin mono alkol esterleri olarak tanımlanır [2-4].

Biyodizel, yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların bir katalizörle birlikte zincirli bir alkol (metil veya etil alkol) ile reaksiyonu sonucunda oluşan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür [5]. Biyodizel, diesel motorlarda en fazla kullanılan, bulundukları ve üzerinde sürekli çalışmaya uygun, özelliklerinin dizel yakıtına yaklaştıkça, bir biyoyakıt çeşididir. Biyodizelin motorda çalışmaya, geliştirilmesi, biyolojik olarak bozunabilir olması, zehirleyici etkisinin düşük olması, düşük emisyon profili ve yenilenebilir olması,

gibi avantajlar,ndan dolayı, biyodizele olan ilgi artm, t,r [6]. Konvansiyonel dizel motorlar,nda biyodizel direk olarak kullan,labilece i gibi dizel yak,t, ile kar, t,r,larak ve çok küçük de i iklikler veya de i iklik gerektirmeden kullan,labilir [7]. Bununla birlikte, biyodizelin ya lay,c, özelli inden dolayı, motorun önemli parçalar,nda a ,nmalarda azalmaktad,r [8]. Yap,lan çal, malar, göre; bitkisel ya lar motorine belirli oranlarda kat,ld, ,nda ya da direkt olarak uzun süreli kullan,lmalar, durumunda motor elemanlar,nda a ,nma ve karbon birikintisine sebep olurken motor performans,nda fazla etkili olmad,klar, buna kar ,n özgül yak,t tüketimlerinin artt, , fakat kirletici egzoz emisyonlar,nda iyile melerin oldu u belirtilmi tir [9-11]. Biyodizel kullan,m, ile yanmam, hidrokarbon (HC), karbon monoksit (CO) ve partikül madde (PM) emisyonlar,nda azalmalar sa lanmaktad,r. Bu azalmalara kar ,n, NO_x emisyonlar,nda art, oldu u, azalma veya de i imin olmad, ,n, bildiren çal, malar mevcuttur [12-13].

Biyodizel üretiminde birçok yöntem olmas,na ra men ucuz maliyeti nedeniyle sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit gibi bazik katalizör kullanarak alkol ve ya , esterle tirme yöntemi (transesterifikasyon) tercih edilmektedir [5]. Biyodizel üretiminde alkol olarak etanol ya da metanol kullan,lmaktad,r. Metil ester ifadesi metanol ve bitkisel ya lardan elde edilen biyodizel anlam,na gelir. Etil Ester ifadesi de etanol ve bitkisel ya lardan elde edilen biyodizel anlam,na gelmektedir. Günümüze kadar metanol kullan,larak yap,lan biyodizel çal, malar, daha a ,r,kl, olmu tur. Yap,lan bu çal, mada etanol kullan,m, ile ketencik ham ya ,ndan Ketencik Etil Esteri üretilmi tir. Diesel yak,t,, ketencik etil esteri ve diesel yak,t,-ketencik etil esteri kar, ,m, yak,t,lar,n motor egzoz emisyonlar,na olan etkileri ara t,r,lm, t,r. Bu çal, mada Fiat 1.9 Multijet Diesel motoru, motor dinamometresi, egzoz emisyon de erlerinin ölçülmesinde ise Bosh BEA 350 model egzoz emisyon cihaz, kullan,lm, t,r.

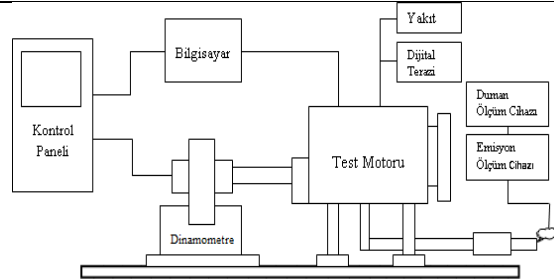
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çal, mada motor denemeleri 1.9 Doblo Multijet motorunda yap,lm, t,r. Tablo 1'de deney motorunun teknik özellikleri verilmi tir. Deney esnas,nda egzoz gazlar,n,n ölçümü için Bosch BEA 350 model emisyon cihaz, kullan,lm, t,r. Yap,lan çal, mada yak,t testlerinin güvenilir olması için deneyler tekrarlı olarak yap,lm, ve elde edilen sonuçlar dizel yak,t, ile mukayese edilmi tir. Ketencik biyodizelinin elde edilmesinde ise alkol olarak etanol kullan,lm, t,r. Ham ketencik ya ,ndan ketencik etil esteri üretilmi tir. Elde edilen biyodizel, hidrolik dinamometreye ba lı olan Multijet, 4 silindirli 1900 cc, Fiat Doblo motoru ile test edilmi , emisyon ölçümleri Bosch BEA 350 model egzoz emisyon

ölçüm cihaz, ile yap,lm, t,r. Elde edilen biyodizel yak,t,n,n viskozite, yo unluk de erleri yo unluk ölçüm cihaz, ve viskozite ölçüm cihaz, ile yap,lm, t,r. Yap,lan testler 3 tekrarl, olarak yap,lm, ve de erlerin ortalamas, al,nm, t,r. Deneylerde %100 Dizel (B0), hacimsel olarak %80 Dieel + %20 Ketencik Etil Esteri (B20) ve 100 Ketencik Etil Esteri (B100) kullan,lm, t,r. Testler 1000 devir/dak,adan ba lanarak 500 devir/dak aral,klar ile 4000 rpm e kadar kademeli olarak yap,lm, t,r. Her bir aral,кта CO emisyonu, NO_x emisyonu, HC miktar, ve duman koyulu u de erleri ölçülmü tür. Çal, mada kullan,lan deney düzene i ekil 1'de verilmi tir.

Tablo 1. Test motorunun teknik özellikleri

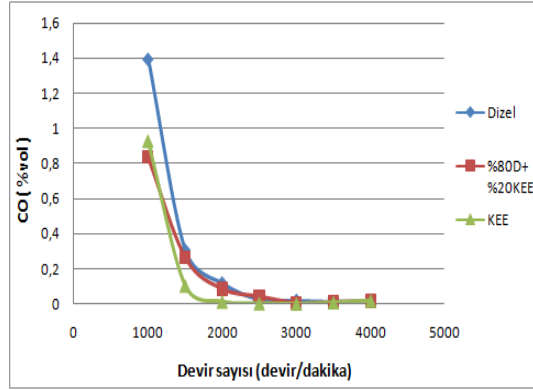
Motor Özellikleri	1.9 Multijet
Silindir adedi ve yerle imi	4, tek s,ra, önde enlemesine
Silindir hacmi (cc)	1910
S,k, t,rma oran,	18,5:1
Maksimum güç hp-d/d	105 - 4000
Maksimum tork Nm(kgm) - d/d	200 - 1750
Yak,t	Motorin Elektronik kontrollü common rail tipi multijet direkt enjeksiyon, turbo ve intercooler
Yak,t besleme	S,k, mal,
Ate leme	82 × 90,4
Çap × Strok (mm)	



ekil 1. Deney Test Düzene i

3. ARA TIRMA SONUÇLARI VE TARTI MA

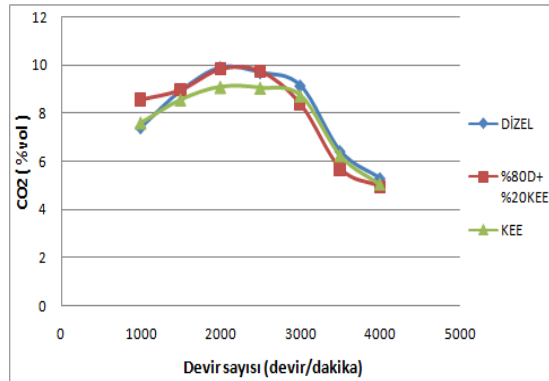
Yap,lan çal, mada test sonuçlar, CO emisyonu, NO_x emisyonu , HC miktar, ve duman koyulu u de erleri bak,m,ndan de erlendirilmi ve dizel yak,t, ile kar,la t,r,lm, t,r. Bu de erler grafiksel olarak incelenmi ve aç,klanm, t,r. ekil 2'de dizel yak,t,, %80 Diesel + %20 KEE yak,t, kar, ,m, ve KEE'nin motor devir say,s,na ba lı olarak CO emisyon de i imleri %vol olarak gösterilmi tir.



ekil 2. Yakıt türlerinin CO emisyon de eri bak,m,ndan kar ,la t,r,lmas,

Grafi e bak,ld, ,nda en yüksek CO emisyon de erinin dizel yak,t, kullan,m,nda elde edildi i görülmü tür. Diesel yak,t, ile 1000 devir de % 1,397 CO emisyon de eri elde edilirken, ayn, devirde %80 Dizel + %20 KEE yak,t kar ,m, % 0,837, KEE yak,t,n,n % 0,938 CO emisyon de erine ula t, , görülmü tür. Bu de erlere bak,ld, ,nda dizel yak,t,na ilave edilen KEE oran, artt,kça CO emisyonlar, de belli oranda dü ü göstermi tir. CO emisyonlar,nda meydana gelen bu dü ü ler; ketencik etil esterindeki oksijen miktar,n,n fazla olmas,na ba lanabilir.

ekil 3' de diesel yak,t,, %80 Diesel + %20 KEE yak,t kar ,m, ve ketencik etil esterinin (KEE) motor devir say,s,na ba l, olarak CO₂ emisyon de i imleri % olarak gösterilmi tir.

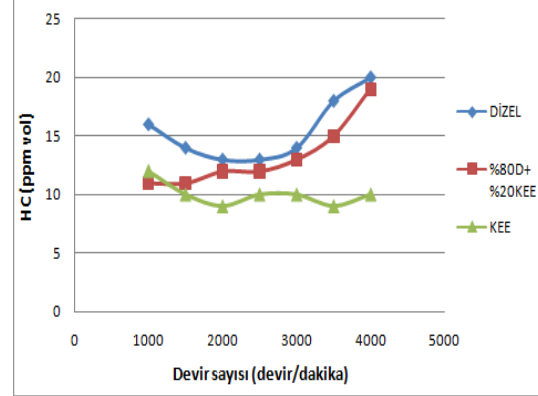


ekil 3. Yakıt türlerinin CO₂ emisyon de eri bak,m,ndan kar ,la t,r,lmas,

Egzoz gazlar,ndaki CO₂ emisyonundaki de i imler incelendi inde en yüksek CO₂ emisyon de erine dizel yak,t,nda ula ,ld, , tespit edilmi tir. dizel yak,t, kullan,ld, ,nda 2000 devirde % 9,9 CO₂ emisyon de eri elde edilmi tir. Yine ayn, devirde %80 Dizel + %20 KEE yak,t kar ,m,nda % 9,84, KEE yak,t,nda ise %vol 9,1 CO₂ emisyon de erleri elde edilmi tir. CO₂ emisyonundaki bu azalma; ketencik ya ,ndan biyodizel üretimi s,ras,nda ketencik ya ,n,n fermentasyonunda karbon ba lar,n, parçalamak için

etanol kullan,lmas,na ba lanabilir. Tepkimede kullan,lan etanol, ketencik etil esteri biyodizelinin yanma h,z,n, art,rarak yanman,n iyile mesini sa lad, , dü ünülmektedir.

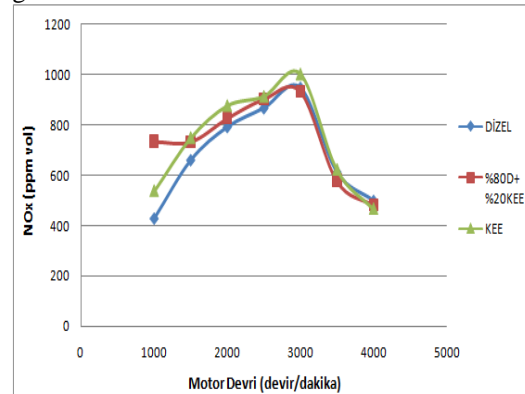
ekil 4' de diesel yak,t,, %80 Dizel + %20 KEE yak,t kar ,m, ve ketencik etil esterinin (KEE) motor devir say,s,na ba l, olarak HC emisyon de i imleri ppm olarak gösterilmi tir.



ekil 4. Yakıt türlerinin HC emisyon de eri bak,m,ndan kar ,la t,r,lmas,

ekildeki yak,t e rilerinden de görülece i gibi en yüksek HC emisyon de eri dizel yak,t, kullan,ld, ,nda elde edilmi tir. Diesel yak,t, ile 4000 devirde 20 ppm vol HC emisyon de eri elde edilirken, ayn, devirde %80 Dizel + %20 KEE yak,t kar ,m,nda 19 ppm vol, KEE yak,t,nda ise 10 ppm vol HC emisyon de eri elde edilmi tir. Bu de erler incelendi i zaman KEE oran, artt,kça HC emisyonlar, da belli oranlarda dü ü göstermi tir. Bu durum ketencik ya ,n,n kimyasal yap,s,ndaki oksijen miktar,n,n fazla olmas,na ba lanabilir. Oksijen miktar,n,n fazlal, , HC emisyonlar,ndaki karbon miktar,n, dü üyerek zararlı, egzoz emisyonlar,n, azaltmaktadır.

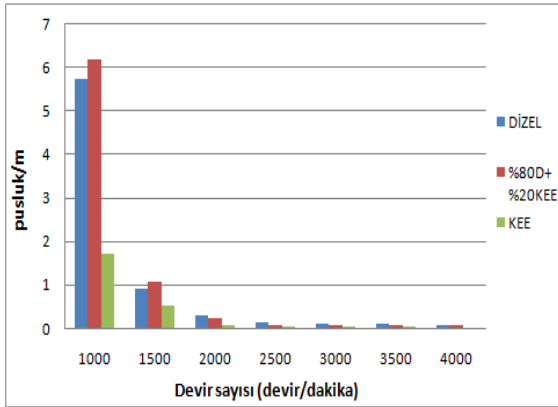
ekil 5' de diesel yak,t,, %80 Dizel + %20 KEE yak,t kar ,m, ve KEE'nin motor devir say,s,na ba l, olarak NO_x emisyon de i imleri ppm olarak gösterilmi tir.



ekil 5. Yakıt türlerinin NO_x emisyon de eri bak,m,ndan kar ,la t,r,lmas,

ekildeki yakıt türlerinden görüldüğü üzere tüm yakıt türleri için en yüksek NO_x değerleri KEE yakıtı, kullanıldığında elde edilmiştir. KEE yakıtı ile 3000 devirde 1005 ppm vol NO_x emisyon değeri elde edilirken, aynı devirde %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı, 931ppm, diesel yakıtında ise 949,5 ppm vol NO_x emisyon değeri elde edilmiştir. Bu değerlerden anlaşılacağı gibi KEE oranı arttıkça NO_x emisyon değerlerinde belli oranlarda artış meydana gelmektedir. Meydana gelen bu artışlar; karışımın oksijen miktarının diesel yakıtına göre yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Ekil 6'da diesel yakıtı, %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı ve KEE motor devir sayısına bağlı olarak duman yoğunluğunun (k faktör) pusluluk/m olarak değişimi grafiği verilmiştir. Ekilden de açıkça görüleceği gibi tüm yakıt türleri için motor devir sayısı arttıkça duman yoğunluğu değerlerinde belli oranda azalma görülmüştür. Tüm yakıt türleri için en düşük duman yoğunluğu değerleri 4000 devirde gerçekleşmiştir. 4000 devirde diesel yakıtı, 0,05/m, %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı, 0,05/m, KEE yakıtında ise 0,01/m duman yoğunluğu değeri elde edilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi düşük devirlerde %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımının duman yoğunluğu değerleri, dizel yakıtının duman yoğunluğu değerlerine göre artış göstermiştir. Duman yoğunluğunda meydana gelen bu artışlar; KEE ile oluşturulan karışımın diesel yakıtına göre viskozitesinin yüksek, setan sayısının düşük olmasıyla ilişkilendirilebilir, bu nedenle tam yanmanın gerçekleşmesiyle dolayısıyla meydana getirmesine ilişkilendirilebilir.



Ekil 6. Yakıt türlerinin pusluluk değerleri bakımından karşılaştırılması.

4. SONUÇLAR

CO Emisyon Değerleri

- En yüksek CO emisyon değerinin dizel yakıtında elde edildiği görülmüştür.
- Diesel yakıtı ile 1000 devirde %vol 1,397 CO emisyon değeri elde edilmiştir.

- Emisyon değerleri bütün devirler için incelendiğinde genel olarak; %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı ve ketencik etil esteri (KEE) yakıtının emisyon değerleri, dizel yakıtının emisyon değerinden düşük ç,km, t,r.
- Bu değerlerin temel nedeni; ketencik etil esterindeki O₂ miktarının dizel yakıtına göre fazla olmasıdır.

CO₂ Emisyon Değerleri

- En yüksek CO₂ emisyon değeri dizel yakıtında ulaşıldığı tespit edilmiştir.
- Diesel yakıtı kullanıldığında 2000 devirde %vol 9,9 CO₂ emisyon değeri elde edilmiştir.
- Emisyon değerleri bütün devirler için incelendiğinde genel olarak; %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı ve KEE yakıtının emisyon değerleri, dizel yakıtının emisyon değerinden düşük ç,km, t,r.
- Bunun temel nedeni; ketencik yağından biyodizel üretimi sırasında ketencik yağına fermentasyonunda karbon bağları parçalamak için etanol kullanılmasıdır. Tepkimede kullanılan etanol, ketencik etil esteri biyodizelinin yanma hızını artırarak yanmanın iyileşmesini sağlar.

HC Emisyonu

- En yüksek HC emisyon değeri dizel yakıtı kullanıldığında elde edilmiştir.
- Diesel yakıtı ile 4000 devirde 20 ppm vol HC emisyon değeri elde edilmiştir.
- Emisyon değerleri bütün devirler için incelendiğinde genel olarak; %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı ve KEE yakıtının emisyon değerleri, dizel yakıtının emisyon değerinden düşük ç,km, t,r. Emisyon değerleri yakıtlardaki KEE oranının artmasıyla ilişkilendirilebilir.
- Ketencik yağına kimyasal yapıdaki oksijen miktarının fazla olması, HC emisyonlarındaki azalmaya önemli etkenidir.

NO_x Emisyonu

- En yüksek NO_x değerleri KEE yakıtı kullanıldığında elde edilmiştir.
- KEE yakıtı ile 3000 devirde 1005 ppm vol NO_x emisyon değeri elde edilmiştir.
- Emisyon değerleri bütün devirler için incelendiğinde genel olarak; %80 Diesel + %20 KEE yakıtı karışımı ve KEE yakıtının emisyon değerleri, dizel yakıtının emisyon değerinden yüksek ç,km, t,r.
- Meydana gelen bu artışların sebebi, karışımın oksijen miktarının diesel yakıtına göre yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Duman Koyulu u

- Tüm yak,t türleri için motor devir say,s, artt,kça duman koyulu u de erlerinde belli oranda azalma görülmü tür.
- Tüm yak,t türleri için en dü ük duman koyulu u de erleri 4000 devirde gerçekle mi tir.
- Dü ük devirlerde %80 Diesel + %20 KEE yak,t kar, ,m,n,n duman koyulu u de erleri, dizel yak,t,n,n duman koyulu u de erlerine göre art, lar göstermi tir.
- Bu durumun temel sebebi; KEE ile olu turulan kar, ,m,n diesel yak,t,na göre viskozitesinin yüksek, setan say,s,n,n dü ük olmas, ile ba ,nt,l, olarak tam yanman,n gerçekle memesinden dolayı, is meydana getirmesi olarak aç,klanabilir.

5. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara göre farklı yak,t ve yak,t kar, ,mlar,n,n özellikle diesel motorlarda kullan,labilmesi için;

- Is,l de eri dizel yak,t,na yak,n olan yak,tlar seçilmeli ve yak,t kar, ,mlar, da diesel yak,t,n,n ,s,l de erine yak,n olmalı,d,r.
- Yanman,n tam olabilmesi için parlama noktas, uygun yak,t türleri seçilmelidir.
- Motor denemelerinin daha sa l,kl, yap,labilmesi için mutlaka yak,t,n yan,nda deney motorunun da kalibrasyonu, bak,m, ve özellikle yak,t sistemi ile ilgili ayarlar,n en az,ndan fabrika ayarlar,na yak,n olmas, gerekmektedir.
- Yap,lan testlerde özellikle yak,t filtresi, yak,t pompas,, diesel araçlar için enjeksiyon memeleri, hava filtresi temizlenmeli ve bak,m, yap,lmalı,d,r.
- Biyodizel çal, malar,nda özellikle NO_x emisyonunu azaltmaya yönelik ek çal, malar yap,lmalı,d,r.
- Üretim maliyetini yükselten bir girdi olarak esterle me reaksiyonunda etil alkolün (etanolün) yerel kaynaklarla üretilmesi için çal, malar yap,lmalı, ve maliyeti dü ürlümlüdür.
- Bitkisel ya lar,n viskozitelerini dü ürmek, ,s,l de erlerini art,rmak için alternatif katkı maddeleri üzerinde çal, malar yap,lmalı,d,r.

TE EKKÜR

Bu çal, ma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Ara tırma Kurumu (TÜB TAK) tarafından, 114M838 nolu proje ile ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Ara tırma Projeleri Koordinatörlü ü tarafından 15201111nolu proje ile desteklenmi tir. Yazarlar TÜB TAK'ın ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Ara tırma Projeleri Koordinatörlü üne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. Kafadar, B. A.,(2010). **öYa lardan Biyodizel Eldesine Etki Eden Faktörlerin Ara tır,ılması** , Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 3-5.
2. Connemann, J. ve Fischer, J., (2000). **öInternational Congress and Expo Lipids Fats and Oils** , Biodiesel World 2000, Sf. 4, Wurzburg, Almanya, 8-10.
3. Adhvaryu, A., Sharma, Y. K., Singh, I. D., (1999). **öStudies on the Oxidative Behavior of Base Oils and Their Chromatographic Fractions** , Fuel, 78:1293-1302.
4. Koç, Ö., (2010). **öDizel Motorlarda Biyodizel Kullan,m,n,n Motora Etkilerinin Dizel Yak,t, ile Deneysel Karşılaştırma, Olarak İncelenmesi** , Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-5.
5. Kafadar, B.A., (2010). **öYa lardan Biyodizel Eldesine Etki Eden Faktörlerin Ara tır,ılması** , Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 1-18.
6. Wyatt, V.T., ve diğ., (2005). **öFuel Properties and Nitrogen Oxide Emission Levels of Biodiesel Produced from Animal Fats** , Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS), Vol.82, No.8, 585-591.
7. Jung, H., ve diğ., (2006). **öCharacteristics of SME Biodiesel-Fueled Diesel Particle Emissions and the Kinetics of Oxidation** , Environ. Sci. Technol, 40, 4949-4955.
8. Agarwal, A.K., (2007). **öBiofuels (Alcohols and Biodiesel) Applications as Fuels for Internal Combustion Engines** , Progress in Energy and Combustion Science, 33(3), 233-271.
9. Ergeneman, M., Arslan, H., Mutlu, M., (1998). **öTatlı Egzozundan Kaynaklanan Kirlenmeler** , Birsan Yay,nevi, İstanbul.
10. Borat, O., Balçık, M., Sürmen, A., (1992). **öÇıktarılan Yanma, Motorlar** , Cilt 1, T.E.V. Yay,n., Ankara.
11. Karabağ, H., (2009). **öTütün Tohumu Yağ, Metil Esterinin Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanılabilirlik İncelenmesi** , Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-6.
12. Özdemir, M., (2011). **öBir Dizel Motorda Biyodizel ve Etanol Kullan,m,n,n Motor Performans,na ve Emisyonlara Etkisinin Ara tır,ılması** , 65-71, 79-86.
13. Özsezen, A.N., Çanakçı, M., Sayın, C., (2008). **öEffects of Biodiesel from Used Frying Palm Oil on the Exhaust Emissions of an Indirect Injection (IDI) Diesel Engine** , Energy & Fuels, 22, 27966280.