

UTILIZATION OF THE SUNFLOWER ETHYL ESTER IN DIESEL ENGINE AS ALTERNATIVE FUEL (Technical Note)

Hasan YAMIK* Yakup İÇİNGÜR**

* Anadolu Üniversitesi Bilecik Meslek Yüksekokulu, Bilecik, Türkiye

**Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

The world energy requirements are usually provided from conventional sources. Petroleum consumption has an important place in these sources. Most of world petroleum production is used in internal combustion engines. With recent increases in petroleum prices and uncertainties concerning petroleum availability, there is interest in vegetable oil fuels for diesel engines. In this study, Engine performance, smoke level, the effect of advance time on the performance and noise level was examined, in comparison diesel fuel with sunflower ethyl ester. Results have shown that ethyl ester as fuel has similarities with the diesel fuel and may be used as an alternative fuel in the future.

Key Words: Sunflower ethyl ester, alternative fuel, engine performance

DİZEL MOTORLARINDA ALTERNATİF YAKIT OLARAK ETİL ESTERİN KULLANIMI (Teknik Not)

ÖZET

Dünya enerji ihtiyacı genel olarak konvansiyonel kaynaklardan karşılanmaktadır. Petrol ise bu kaynaklar arasında önemli yer tutmaktadır. Üretilen petrolün önemli bir kısmı ise içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır. Petrol fiyatlarının artması ve petrolün bulunmasının zorlaşması, dizel motorları için bitkisel yağları ilginç hale getirmiştir. Bu çalışmada Ayçiçek yağı etil esteri 4 zamanlı, direk enjeksiyonlu ve tek silindirli bir dizel motorunda kullanılarak motor performansı, duman koyuluğu, avansa bağlı moment değişimi ve ses seviyesi dizel yakıt ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar etil ester yakıtının, dizel yakıtına yakın özellikler gösterdiğini ve gelecekte alternatif yakıt kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçek etil esteri, alternatif yakıtlar, motor performansı

1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacı, dünyada sanayileşme ve artan nüfus nedeniyle günden güne artmaktadır. Doğal sonuç olarak tüm dünyada enerji açığı oluşmaktadır. Bu nedenle sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile yeni enerji kaynaklarına yönelmektedir.

Gelişmiş ülkelerde, enerji kaynakları hızla tüketilmektedir. Bu nedenle başta ABD'de olmak üzere bütün ülkelerde yeni tür enerji arayışları sürmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının geliştirilmek istenmesinin bir başka nedeni de, dünyada sınırlı olan fosil yakıt rezervlerinin tükeniyor olmasıdır. Kanıtlanmış üretilebilir petrol ve doğal gaz rezervlerine insan ömrüne sığacak kadar ömür biçilmesi, insanlığın geleceği açısından düşündürücüdür. Kısacası konvansiyonel enerji kaynaklarında bir sınıra yaklaşmıştır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme için ekonomik sınırlar kapsamında kullanıma uygun

1. INTRODUCTION

Need for energy is increasing due to the developing industry and increasing population of the world. As a result of this, there is a lack of energy in the world. Therefore; developed countries are searching for new energy resources to remedy their energy need.

In developed countries, energy resources are consumed rapidly. Thus all countries especially USA, is searching for new kinds of energy resources.

As the limited resources of fossil fuels are consumed, the usage of the new and renewable energy resources should be increased. It is worth pointing that feasible petroleum and natural reserves has a life approximately equal to life span of a man. In short; conventional energy resources reaches to a limit. For the countries economical development new and renewable energy resources should be used.

Although Turkey cannot meet its primer energy

teknolojilerle yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma sunulması gerekmektedir.

Türkiye birincil enerji kaynakları bakımından kendine yetemeyen ülke olmasına karşılık, biyoenerji potansiyeli bakımından umut verici konumdadır. Ayrıca linyit kömürü ve hidrolik enerji potansiyeli açısından da önemli kaynaklara sahiptir. Türkiye'nin konvansiyonel enerji üretimi ülkemizin artan enerji ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. Türkiye'nin petrol ihtiyacının karşılanmasında büyük ölçüde dış kaynaklara bağımlı olması ekonomik gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkemizin petrol üretimi, tüketimi karşısında çok sınırlıdır. Petrol ihtiyacımızın % 80'den fazlası ithalat ile karşılanmaktadır. Bu konudaki sıkıntı devam ettiği sürece yeni enerji kaynaklarının araştırılmasının önemi artmaktadır. Otomotiv sanayinde petrol yerine enerji olarak, bitkisel yağlar, güneş enerjisi, sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG) kullanımı araştırılmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarının araştırılması yeni bir konu değildir. Fakat dünya enerji ihtiyacının gitgide artması yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha da arttırmıştır. Aynı zamanda petrol politikalarından ve fiyat istikrarsızlıklarından etkilenmemek için başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülke alternatif enerji kaynakları arayışına girmiştir. Yeni enerji arayışına neden olan bir başka konu ise temiz ve yenilenebilir yakıt düşüncesidir. Çizelge 1'de ülkelere göre dünya fosil yakıtların kullanılma süreleri gösterilmiştir.

Table 1. The use of fossil fuel reserve depend on duration in the world (World energy assemble, 9th subcommission, 1998)
Çizelge 1. Dünya fosil yakıt rezervlerinin yıl olarak kullanılabilme süreleri (Yıl) (Dünya Enerji Şurası, 9. Alt Komisyon, 1998).

Bölge (Region)	Petrol/ Petroleum	D.Gaz/Natural gas	Kömür/Coal
Kuzey Amerika /Northern America	18	12	235
Orta ve Güney Amerika /Middle and Southern America	37	72	>500
Avrupa/(European countries)	8	18	158
Eski SSCB Ülkeleri Ex. Soviet Union Countries	25	83	>500
Ortadoğu /Middle east	83	>100	186
Afrika Africa	28	>100	266
Asya ve Okyanusya/Asia and Ocean countries	16	41	146
TOPLAM DÜNYA /TOTAL WORLD	41	63	218

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bitkisel yağ esterleri ile ilgili olarak literatürde değişik tip ve güçteki motorlar için araştırmalar vardır. Bitkisel yağ esterleri ile yapılan çalışmalar örnek olarak aşağıdaki çalışmalar verilebilir.

Klopfenstein ve arkadaşları (1983) yağ asitleri olan laurik, myristik, stearik, linoleik ve linolenik asitlerinin metil esteri, oleik asitin etil ve butil esterlerini dizel motoru yakıtı olarak etkilerini ölçmek amacıyla dizel motorlarında yakmışlardır. Motor momenti ve güç düşüşü gibi olumsuz ve kirletici emisyonların düşüşü gibi olumlu sonuçlar bulmuşlardır.

Pryde ve arkadaşlarına göre (1983), bitkisel yağların

resources need, it has considerable coal reserves and hydro energy potential. Production of conventional energy in Turkey can not meet the increasing energy need. Since Turkey imports the considerable amount of its petroleum need, economical development is adversely effected. The production of petroleum is limited in Turkey. Turkey imports more than %80 percent of its petroleum need. So, most of the researches are made on new energy resources. Researches on usage of vegetable oils, solar energy, and liquefied petroleum gas instead of petroleum are made in automobile industry. Researches on alternative energy resource are not a new issue. Since consumption of energy increase rapidly, need for alternative energy resources are increased. One of the other reasons for the researches on new energy resources is the pollutant effect of conventional fuels.

2. LITERATURE SURVEY

In literature there are varieties of researches on vegetable oil esters with different engine type and power examples of these researches are given below.

Klopfenstein and his friends (1983) used lauric, myristic stearic linoleic , linolenic acid's methyl esters, oleic acid's ethyl and butyl ester which are oil acids in diesel engine. They find out that; this oil acid's result in reduced meter moment and power. On the other hand these oil acids have reduced emission which pollutes the environment.

Pryde and his freunds (1983) showed that vegetable oil ester's can be used as an alternative to diesel fuel. As the

esterlerini kullanarak bunların dizel yakıtına alternatif olabileceklerini göstermişlerdir. Bu çalışmaların sonucunda dizel motoru yakıtı olarak en iyi şekilde uygulanabilir bitkisel yağ yakıtları hazırlanabilir düşüncesi ile ileri çalışmaların ester ve emisyonlar üzerine yoğunlaştırılmasını tavsiye etmişlerdir.

Soya yapı metil, winterize metil, isopropil esterleri ve bunların dizel yakıtı ile karışımları 4 zamanlı 4 silindirli turboşarjlı, 16.8:1 sıkıştırma oranlı motorda test edilmiştir. Motor performans eğrisinin ester/dizel yakıt karışımlarında dizel yakıtına benzer olduğu görülmüştür. Özgül yakıt sarfiyatında ester/dizel yakıt karışımlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. NO_x emisyonları dizel yakıtından daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni esterlerde %10 civarında kütleli oksijen bulunmasıdır. Ayrıca esterle yapılan çalışmalarda testlerden sonra enjektörde karbon birikintileri gözlenmiştir (Zang, Gergen, 1996).

Sıkıştırma ateşlemeli motorlarda bitkisel yağ esterlerinin dizel yakıtı yerine kullanılma potansiyeli kabul edilmektedir. Araştırmada, yakıt nitelikleri kısa ve uzun dönem motor testleri ve bu yenilebilir alternatif yakıtların üretimi, işlenmesi, maliyeti tartışılmaktadır. (Peterson, Reece ve Moscow, 1993).

Avella, Galtieri and Fiumara (1992), tarafından yapılan çalışmada, dizel motorlarında bitkisel yağ monoesterlerinin petrol ürünü yakıtlara alternatif yeni yenilenebilir bir potansiyel olduğunu kabul etmişlerdir. Ekonomik açıdan bu ürünlerin fiziksel, kimyasal özellikleri motorun tasarımına değişiklik getirmediklerinden gaz yağı ile karıştırılması tavsiye edilmektedir.

1992 yılında yapılan bir çalışmada bitkisel yağların metil esterleri dizel motorlarında alternatif yakıt olarak önerilmiştir. Bu çalışmanın amacı direkt püskürtmeli bir dizel motorunda dizel yakıtı ile soya yağı metil esterini karşılaştırmaktır. Yapılan çalışmada motor performansı, egzoz emisyonları ve ısı kayıpları araştırılmış, deneysel ölçümleri yapılmış değişik meme çapları ile değişik enjeksiyon zamanlamasının performansa etkileri araştırılmıştır. Soya metil esterinin performans ve ısı kaybı açısından dizel yakıtı ile karşılaştırılabilir olduğu görülmüştür. Metil esterinin HC emisyonu ve duman yoğunluğu bakımından dizel yakıtından daha iyi olduğu görülmüştür (Scholl and Sorenson, 1992).

Thompson, tarafından yapılan çalışmada Kolza yağı metil ve etil esterleri üretilmiş ve 24 ay bekletilmiştir. Motorlarda dizel yakıtı, yeni üretilmiş kolza yağı metil ve etil esterleri ve bekletilmiş kolza yağı metil ve etil esterleri kullanılmıştır. Testler direkt püskürtmeli turboşarjlı motorda yapılmıştır. Etil ve metil esterinin moment, güç, özgül yakıt sarfiyatı eğrileri birbirine yakın görülmüştür. Etil esterinin yoğunluğu daha düşük ölçülmüştür (Thompson, et. all. 1998).

Soya yağının etil, metil ve butil esterleri direkt püskürtmeli turboşarjlı motorda test edilmiş performans olarak dizel yakıtı ile esterler arasında çok fazla fark olmadığı, HC, CO ve partiküllere bakıldığında da dizel yakıtına benzerlik gösterdiği, NO_x emisyonlarında ise esterlerin yüksek çıktığı gözlenmiştir (Wagner, Clark and Schrock, 1984).

future study they advice researches on vegetable oil esters and their emissions.

Soybean oil methyl, winterize methyl, isopropyl esters and their diesel fuel used in 4 strokes 4 cylindered turbocharged, 16.8:1 compression ratio engine it is observed that ester/diesel fuel mixture has similar performance curve to diesel fuel. In addition; ester/diesel fuel mixture has greater specific fuel consumption. When NO_x emission is considered ester/diesel mixture has greater emission. This is due to the mass oxygen which is about %10 present in ester. After the test conducted with esters, it is observed that there are carbon particles in injectors (Zay, George 1996).

It is concluded that vegetable oil esters can be used as an alternative to diesel fuel. In this researches properties of fuel, short and long period engine tests production and cost of this alternative fuel is discussed (Peterson, Reece, and Moscow 1993).

In a research conducted by Auella, Galtrevi and Fiumana (1992), it is concluded that vegetable oil monoester's has the potential to be used alternative to petroleum fuels in diesel engines. It is advised that this fuel should be mixed with kerosene since this fuel's chemical and physical properties result in change in design of the engine.

In a study conducted in 1992, it is proposed that vegetable oil methyl ester can be used as an alternative fuel in diesel engine. Purpose of this study is to compare diesel fuel with soybean oil methyl ester in direct injection diesel engine. In this study engine performance exhaust emission and heat loss are inspected and experimental measurements are done in different nozzle diameter and different injection time. It is observed that soybean methyl ester has similar comparable performance and heat loss value.

In addition it is observed that methyl ester has a better performance with regards to HC emission and smoke (Scholl and Sorenson 1992).

Thompson produce rapeseed oil methyl and ethyl ester then aged this fuel for 24 months. In his experiments he used rapeseed oil methyl and ethyl ester and aged version of these fuels. These experiments are conducted with a direct injection turbocharged engine. It is observed that ethyl and methyl ester's moment, power and specific fuel consumption values are comparable. On the other hand ethyl ester has lower density than the methyl ester (Thompson, et. all 1998).

Soya oil ethyl, methyl and butyl esters are used in direct injection turbocharged engine. It is observed that esters have comparable performance with respect to diesel fuel, when the HC, CO and particles are considered this emission. Properties have also similar values to diesel fuel. On the other hand emissions of the esters come to be higher than the diesel fuel.

3. BİTKİSEL YAĞ ESTERİNİN ÜRETİMİ İLE FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Ester üretimi ile ilgili olarak değişik uygulamalar olmakla birlikte yaygın olarak kullanılan ester üretim şekli 4 Mol Bitkisel yağ ile 1 Mol etanolun Katalizör yardımı ile 2-5 saat reaksiyona sokulmasıdır.

Kullanılan Ayçiçek Yağı Etil Esterinin üretimi ise şöyledir. Kütleli olarak 100 gr bitkisel yağ 20 gram etanol 5 gr sülfürik asit karıştırılarak 65-80 °C 2-5 saat reaksiyona sokulmuştur. Daha sonra elde edilen ham ester distile edilerek saf etil ester elde edilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere ayçiçek yağı etil esterinin dizel motorlarında kullanılması için gerekli fiziksel ve kimyasal özellikleri dizel yakıtına yakındır. Örneğin ısı değerinin yüksek oluşu etil esteri alternatif yakıt olarak düşündürmektedir.

Table 2. Physical and chemical properties of diesel fuel and sunflower oil ethyl ester used in tests
Çizelge 2. Deneyde kullanılan ayçiçek yağı etil esteri ile dizel yakıtının fiziksel ve kimyasal özellikleri

ÖZELLİKLER/PROPERTIES	AYÇİÇEK ETİL ESTERİ/SUN FLOWER ETHYL ESTER	DİZEL YAKITI/DİSEL FUEL
Isıl Değer/Heat value (kJ/kg)	30436	40570
Kinematik viskozite/Kinematic viscosity (40 °C) (cSt)	7,48	3,9
Yoğunluk/Density (kg/l) (20 °C)	0,890	0,810
Karbon(Kütleli %) /Carbon	77	85
Hidrojen (Kütleli %) /Hydrogen	11,7	15
Oksijen (Kütleli %) /Oxygen	11,2	-

4. DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

Yakıt Anadolu Üniversitesi Bilecik Meslek Yüksekokulu Kimya Bölümü laboratuvarlarında üretilmiştir. Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır.

4.1. Deney Düzenegi

Üretilen ayçiçek yağı etil esterinin dizel yakıtı ile karşılaştırılması amacı ile dizel motoru, dinamometre, eksoz gaz analiz cihazından oluşan deney düzenegi yapılmıştır. Yakıt kütleli olarak ölçülmüştür. Duman koyuluğu ölçümünde VLT 2600 S marka duman ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ses seviyesi AZ 8928 Dijital Sound Meter 40-130 ile ölçülmüştür. Deney yakıtı ile yapılan ölçümlerde motorun dizel yakıtı ile ısınması sağlanmıştır

3. PRODUCTION OF VEGETABLE OIL ESTERS AND CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THESE ESTERS.

Although there are various methods for the production of ester, commonly used method is the reaction of 4 moles of vegetable oil and 1 mol of ethanol with a catalyze about 2-5 hours.

The sunflower oil ethyl ester used in the study produced in the following manner. 100 gr. vegetable oil, 20 gr. ethanol and 5 gr. sulfuric acid mixed and heat at 65-80 °C for 2-5 hours, after that produced raw ester is distilled. Physical and chemical properties of sunflower oil ethyl ester are similar to diesel fuel as it can be seen in Table 2. Since the heating value of the ethyl ester is high, it can be used as an alternative fuel.

4. EXPERIMENT

Fuel used in this study is produced in Anadolu University Bilecik vocational school Chemistry Department Laboratories. The experiments are conducted in Gazi University Technical Education Faculty Automotive laboratory.

4.1 Experiment Set-up

Diesel fuel meter, dynamometer, exhaust gas analyzer device are used in order to determine the performance and emissions of the sunflower oil ethyl ester and diesel fuel;. The smoke was measured by VLT 2600 S type smoke meter. Noise level is measured with AZ 8928 Digital Sound meter. Diesel fuel is used during the start up period. The tests were conducted with the experiment fuels.

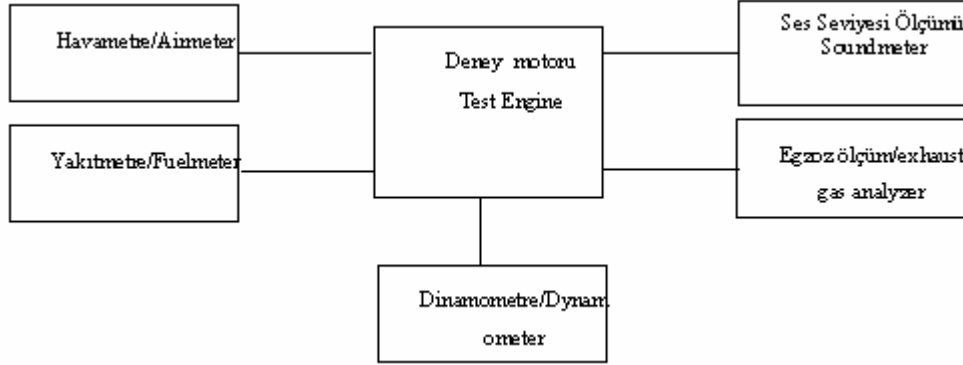


Figure 1. Schematic View of the Experimental Set up

Şekil 1. Deney Düzenegi Görünüşü (Şematik)

4.2. Deney Metodu

Dizel yakıtı ile ayçiçek yağı etil esterinin karşılaştırılması sonucu elde edilen veriler için tam gaz değişik hız testi yapılmıştır. Deney öncesi Motor yağı ve Filtresi değiştirilmiştir. Ayrıca deneyler öncesinde motor dizel yakıtı ile yaklaşık olarak 10 dakika çalıştırılarak ısıtılmış ve ölçümlere motor çalışma sıcaklığına geldikten sonra başlanmıştır. İlk denemeler dizel yakıtı ile yapılmıştır. Dizel yakıtı ve ayçiçek etil esteri için tam gaz değişik hız testi ile motor performans değerleri moment, güç, özgül yakıt sarfiyatı, avans değişimine bağlı olarak tork değişimi ses değerleri ölçülmüştür.

4.2.1. Tork Değişimi

Dizel yakıtı ile ayçiçek yağı etil esterinin tam yük değişik hız testi ile elde edilen motor tork değişimi sonuçları Şekil 2' de gösterilmiştir. Dizel yakıtında en yüksek tork 2400 1/min' de 22,35 Nm, etil esterde en yüksek tork 2250 1/min' de 20,6 Nm olarak ölçülmüştür. 1500 1/min' de dizel yakıtı ile etil esterde ölçülen tork sırası ile 17,6 Nm ve 17,2 Nm dir. Motor devrinin artması ile iki yakıt arasındaki fark artmaktadır. Bu farkın oluşmasında; etil esterinin viskozitesinin dizel yakıtından iki kat yüksek olması ve dolayısıyla püskürtme karakteristiklerinin etkilenmesi, ayrıca etil esterinin ısı değerinin düşük olmasının etkili olduğu söylenebilir.

4.2 Experiment Method

The tests are conducted at full load and with variable speed. Before tests, oil and air filter are changed on the experiment engine. The test engine was run to reach the normal working temperature about 10 minutes with the diesel fuel. All the test conditions were kept constant for each experiment. First measurement is conducted with the diesel fuel then sunflower ethyl ester is used. Engine power output and torque, specific fuel consumption and noise level were measured at the engine speeds starting from 4200 to 1400 l/min at full engine load condition.

4.2.1 Change of Torque

Torque values of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed are shown in Figure 2. Maximum torque is measured as 22, 55 Nm at 2400 l/min for the diesel fuel, and for the ethyl ester it is 20, 6 Nm at 2250 l/min. At 1500 l/min, torque is measured as 17, 6 Nm and 17, 2 Nm for diesel fuel and ethyl ester respectively. When the engine speed increased, the torque values increases the difference between diesel fuel and ethyl ester. This is due to viscosity of ethyl ester which is twice the diesel fuel and heating value of ethyl ester which is lower than the diesel fuel.

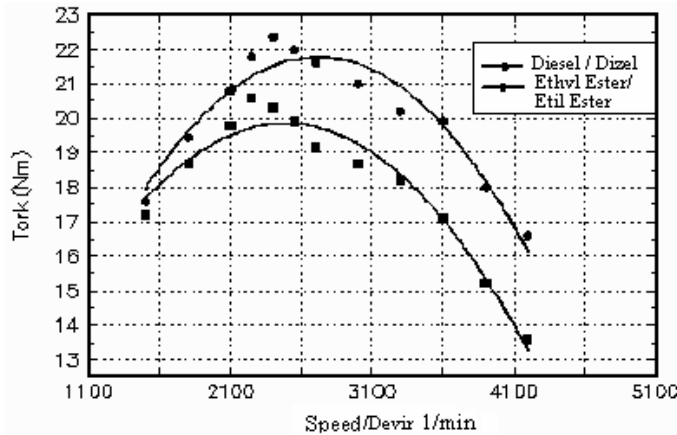


Figure 2. Torque values of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed

Şekil 2. Tam yük değişik devirde dizel yakıtı ile ayçiçek etil esteri yakıtlarının motor tork değişimleri.

4.2.2. Güç Değişimi

Şekil 3' de dizel yakıtı ile ayçiçek etil esteri yakıtlarının efektif güç değişimleri görülmektedir. 3900 l/min' de dizel yakıtı ile etil ester de hesaplanan güçler sırası ile 7,35 kW ve 6,23' kW dir. 2400 l/min' de dizel yakıtının hesaplanana gücü 5,62 kW etil esterin hesaplanan gücü ise 5,10 kW dir.

4.2.2 Change of Power

The effective power values for diesel fuel and sunflower ethyl ester are indicated in Figure 3. Calculated power for diesel fuel is 7, 35 kW at 3900 l/min and 6, 23 kW for ethyl ester. Calculated power values are 5, 62 kW at 2400 l/min and 5, 10 kW for diesel fuel and ethyl ester respectively.

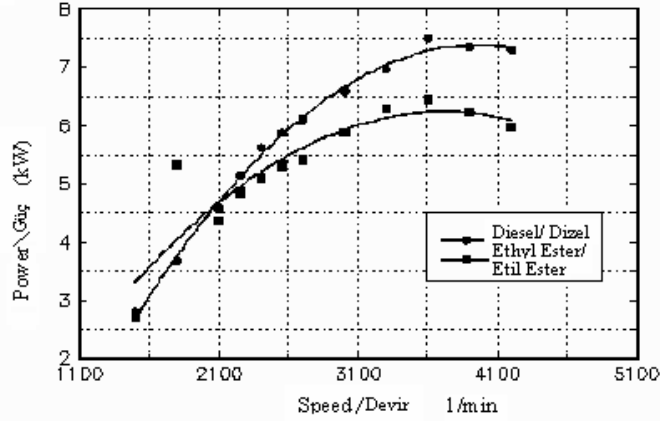


Figure 3. Power values of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed

Şekil 3. Tam yük değişik devirde dizel yakıtı ile ayçiçek etil esteri yakıtlarının motor güç değişimleri

4.2.3. Özgül Yakıt Tüketimi

Her iki yakıt ile yapılan çalışmalarda ölçülen özgül yakıt tüketimi değerleri Şekil 4'te görülmektedir. Dizel yakıtının en düşük özgül yakıt sarfiyatına sahip olduğu değer 2250 l/min' de 324,73 gr/kWh iken etil ester 2550 l/min' de 835,53 gr/kWh' lık özgül sarfiyatına sahiptir. Dizel yakıtı ile etil esterin özgül yakıt sarfiyatları arasında oluşan büyük farkın nedeni etil esterin yüksek viskozitesi ve düşük ısı değerinden dolayı yakıt sevkinin artırılmasından kaynaklanmaktadır

4.2.3 Specific Fuel Consumption

The specific consumption is shown in Figure 4 for diesel fuel and sunflower ethyl ester. Minimum specific fuel consumption for diesel fuel is 324, 73 g/kWh at 2250 l/min and for ethyl ester it is 835, 53 g/kWh at 2550 l/min. This huge difference is due to high viscosity and low heat value of the ethyl ester.

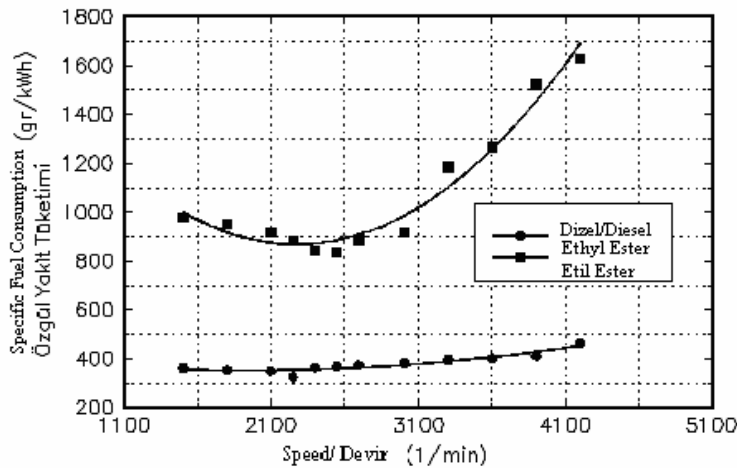


Figure 4. Specific fuel consumption values of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed

Şekil 4. Tam yük değişik devirde dizel yakıtı ile ayçiçek etil esteri yakıtlarının özgül yakıt tüketimi değişimleri

4.2.4. Duman Koyuluğu

Şekil 5' te Dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterini yakıtlarının tam yük değişik devirde duman koyuluğu değerleri görölmektedir. En yüksek momentin ölçüldüğü 2400 1/min' de dizel yakıtında ölçülen duman koyuluğu değeri %33,6 iken ayçiçek etil esterinde bu değer % 41,7 olarak ölçülmüştür. En yüksek gücün ölçüldüğü 3900 1/min' de ise dizel yakıtının duman koyuluğu değerleri % 55, ayçiçek etil esterinin duman koyuluğu değerleri %67,6 olarak ölçülmüştür.

4.2.4. Smoke Level

The smoke values are given in Figure 5. for diesel fuel and ethyl ester at full load variable speed test. Max torque values are measured at 2400 1/min. Smoke values are measured as %33, 6 for diesel fuel. Sunflower ethyl ester smoke value is measured as %41, 7. Figure 5. Smoke values of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed. Maximum power is measured at 3900 1/min; at this point smoke values are measured as %55 for diesel fuel and % 67, 6 for sunflower ethyl ester.

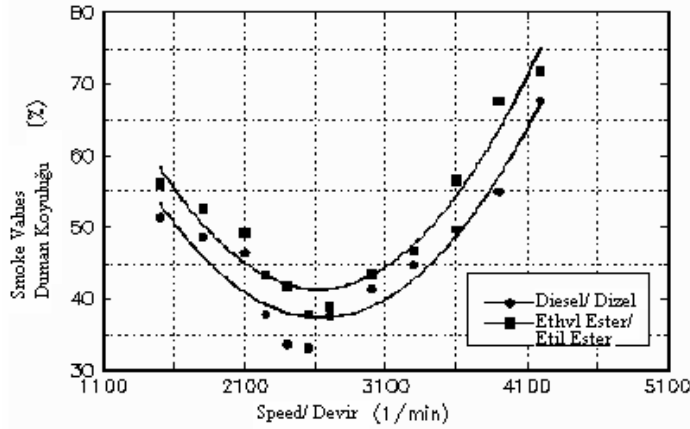


Figure 5. Smoke values % of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed

Şekil 5. Tam yük değişik devirde dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterini yakıtlarının duman koyuluğu değişimleri

4.2.5. Avansa Bağlı TorkDeğişimi

Şekil 6' te dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterinin maksimum motor torkunun sağlandığı 2400 1/min de enjeksiyon avansına bağlı olarak tork değişimi görölmektedir. Dizel yakıtının en yüksek torku 20⁰ enjeksiyon avansında 22,35 Nm olarak ölçülmüştür. Aynı devirde ayçiçek etil esterinde en yüksek tork 20,6 Nm olarak 17⁰ enjeksiyon avansında ölçülmüştür. 12⁰ enjeksiyon avansında dizel yakıtı ile etil esterde ölçülen tork sırasıyla 19,85 Nm ve 19,70 Nm olarak ölçülmüştür.

4.2.5 Torque Change Depend on Injection Advance

The change of torque with respect to injection advance at the max torque value at 2400 1/min is shown in Figure 6. For diesel fuel max torque is obtained as 22, 35 Nm at 20° injection advance. At the same speed for sunflower ethyl ester max torque is obtained as 20, 6 Nm at 17° injection advance. Torque values for 12° injection advance are measured as 19, 85 Nm and 19, 70 Nm for diesel fuel and ethyl ester respectively.

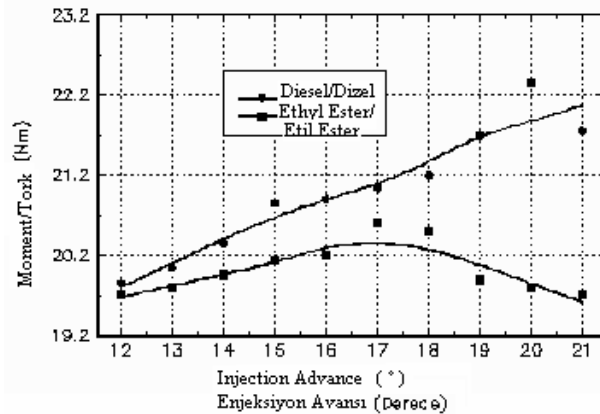


Figure 6. Torque values of diesel fuel and sunflower ethyl ester as a function of injection time at 2400 1/min

Şekil 6. 2400 1/min de dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterinin enjeksiyon avansına bağlı moment değişimleri.

4.2.6. Ses Seviyesi Değişimi

Şekil 7' de dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterinin tam yük değişik hızda ses seviyesi değişimleri gösterilmektedir.

4.2.6 Change of Noise Level

The noise levels for diesel fuel and sunflower ethyl ester are given in Figure 7 at full load variable speed test.

Ses seviyesi en yüksek momentin ölçüldüğü 2400 1/min' de dizel yakıtında 93,7 dB iken, ayçiçek etil esterinde en yüksek momentin ölçüldüğü 2250 1/min' de 92,9 dB olarak ölçülmüştür. En yüksek gücün ölçüldüğü 3900 1/min' de ise dizel yakıtı ile etil esterinin ses seviyesi 98,6 dB olarak ölçülmüştür. Genel olarak görülmektedir ki yaklaşık olarak tüm devirlerde ayçiçek etil esteri dizel yakıtına göre daha sessiz çalışmaktadır.

Noise level is measured as 93, 7 dB at 2400 1/min for diesel fuel and 92, 9 dB at 2250 1/min for sunflower ethyl ester. At 3900 1/min where max power value is measured for diesel fuel and sunflower ethyl ester noise level is measured as 98, 6 dB as it can be observed from the figure 7 sunflower ethyl ester has a lower noise level than the diesel fuel.

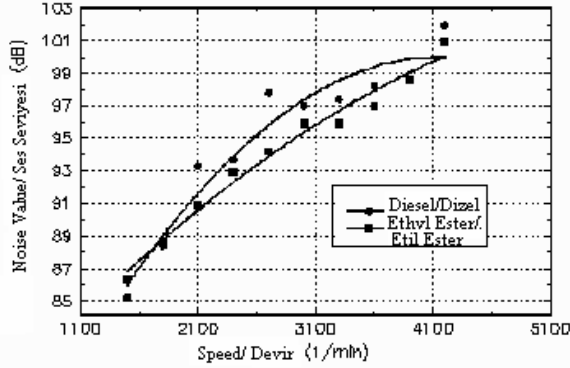


Figure 7. Noise levels of diesel fuel and sunflower ethyl ester at full load variable speed
Şekil 7. Tam yük değişik devirde dizel yakıtı ile ayçiçek etil esterinin ses seviyesi değişimleri.

5. SONUÇ

Yapılan deney sonuçlarına göre ayçiçek etil esterinin kısa süreli performans testlerinde dizel yakıtına yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Sadece özgül yakıt sarfiyatlarında iki yakıt arasında büyük fark oluşmaktadır. Bu çalışmada ham ayçiçek yağı etanol ve katalizör ile reaksiyona sokularak ham ayçiçek etil esteri elde edilmiştir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dizel yakıtına yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmada maksimumu motor momentinin ölçüldüğü 2400 1/min de dizel yakıtı ile ayçiçek etil esteri arasındaki tork değeri farkı %8, en yüksek gücün ölçüldüğü 3900 1/min da iki yakıt arasındaki tork değeri farkı %18 tür. Yine aynı devirlerde efektif güç arasındaki fark sırası ile %10 ve %17 dir. Özgül yakıt tüketiminde ise aynı devirlerde ise iki yakıt arasında ki fark çok fazladır bunun nedeni ise ayçiçek etil esterinin alt ısı değerini düşük olması donucunda, birim güç başına tüketilen yakıt miktarının fazla olmasıdır. Duman koyuluklarına bakıldığında en yüksek moment ve en yüksek güç devirlerinin ölçüldüğü devirlerde sırası ile %14 ve %22 fark ölçülmüştür. Ses seviyelerine bakıldığında ayçiçek etil esteri dizel yakıtından tüm devirlerde daha az ses üretmiştir. Günümüz şartlarında esterler tamamen dizel yakıtı yerine kullanılamaz. Fakat özellikle kirletici emisyonlar bakımından dizel yakıtından daha iyi sonuçlar verdiği için alternatif olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR/ REFERENCES

1. Enerji ve Çevre Komisyonu Özet Raporu., 1998, *Türkiye 1. Enerji Şurası 9. alt komisyon* İstanbul.
2. Altın, R., 1988, Bitkisel Yağların Dizel Motorlarında Kullanılmasının Deneysel Olarak İncelenmesi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Ankara.
3. İlkılıç, C., 1999, Çeşitli Alternatif Yakıtların Dizel Motoru Emisyonlarına Etkilerinin Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi, *F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.

5. CONCLUSION

In this study, raw sunflower oil is reacted with ethanol and catalyst and then sunflower ethyl ester is produced physical and chemical properties of this fuel is similar to diesel fuel. After the test conducted, it is observed that sunflower ethyl ester gives similar results at short period performance tests. It is observed that for specific fuel consumption there is a huge difference.

In the studies conducted difference in torque values is calculated as %8 for diesel fuel and sunflower ethyl ester, at 2400 1/min. where maximum engine moment is measured. Maximum power is measured at 3900/min. and change in torque values of these fuels is calculated as %18 at same speed values. Difference in effective power is calculated as % 10 and % 17 respectively. There is a huge difference between the specific fuel consumption values of fuels at the same speed values. This is due to the low lower heating values of sunflower ethyl ester. When the smoke values are considered, the difference in smoke value is calculated as %14 at speed level where max moment is measured and %22 at speed level where max power is obtained. Sunflower ethyl ester has lower noise level than the diesel fuel at all engine speed.

4. Klopfenstein, W.E. and Walkeer, H.S., 1983, Efficiencies of Various Ester of Fatty Acids as Diesel Fuels, **JAOCS**, vol:60, No:8.
5. Pryde, E.H., 1983 a, Vegetable Oils as Fuel Alternatives - Symposium Overreview, **JAOCS**, vol:61, no:10.
6. Zang, Y. and Gerpen, J.H.V., 1996, Combustion Analysis of Esters of Soybean Oil in a Diesel Engine, **SAE Tech Paper**, 960765.
7. Peterson, C.L., Reece Moscow, I.D., 1993, Potential of Vegetable Oils as a Transportation fuel, **Pasific Rim TransTech Conference Pub By ASCE**, USA.
8. Alfuso, S., Auriemma, M., Police, G., Prati, M.V., 1993, The Effect of Methyl Ester of Rapeseed oil on Combustion and Emissions of DI Diesel Engines, **SAE Tech. Paper** 932801.
9. Scholl, K. Sorenson, S.C., 1992, Combustion of Oil Metil Ester in Diesel Engine, **SAE Tech. Paper**, 920934.
10. Thompson, J.C., Peterson, C.L. Reece, D.L. and Beck, S.M., 1998, Two-year Storage Study with Methyl and Ethyl Esters of Rapeseed, **ASAE**, Vol:41040:931-939.
11. Wagner, L.E., Clark, S.J. and Schrock, M.D., 1984, Effects of Soybean Oil Esters on the Performance Lubricating Oil and Wear of Diesel Engines, **SAE Tech Paper**, 841385.

Received/ Geliş Tarihi: 25.08.2003 Accepted/Kabul Tarihi: 02.12.2004