



Pamuk Yağı Motorin Karışımlarının ve Pamuk Yağı Esterlerinin Küçük Güçlü Bir Dizel Motorda Yakıt Olarak Kullanımı

Ahmet KILIÇKAN¹

Ahmet Konuralp ELİÇİN¹

Doğan ERDOĞAN¹

Geliş Tarihi: 15.02.2008

Kabul Tarihi: 27.05.2008

Öz: İçinde yaşadığımız dönem, konvansiyonel olarak bilinen, kullarımdaki enerji kaynaklarının tükenme olasılığı riskinin bilincine varıldığı bir sürecin başlangıcıdır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının bir çoğunun hesaplanan sürelerin çok öncesinde tükeneyeceği, bunun çevremiz için büyük ve geri dönüşümü olmayan felaketlere sebep olacağı, artan ihtiyacı ve sürekli gelişen teknolojileri karşılamada yetersiz kalacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenlerle, çeşitliliğini artırma ve yayma isteklerinden dolayı, araştırmacılar yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Günümüzde yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği artmakta, bir kısmı ekonomik alternatiflik açısından değer kazanmakta, bir kısmı üzerinde ise teknik ve ekonomik açıdan araştırmalara devam edilmekte ve yeni enerji kaynakları ortaya çıkmaktadır. Bu kaynakların en önemli ortak yönü ise çevreye uzun veya kısa vadede olumsuz etkileri oluşturamamasıdır. Bio yakıtlar bu amaçla en yeniler arasında yer almaktadır. Mevcut motor teknolojilerinde çok büyük bir değişiklik yapılmaksızın kullanılabilir olması, Diesel yakıtına yakın veriminin olması, hayvansal ve bitkisel kaynaklardan elde edilebilir olması ve çevreci olması araştırmaların bu yönde ilerlemesine neden olmaktadır. Bitkisel yağların, doğrudan motorlarda kullanılmaları yüksek viskoziteleri nedeniyle mümkün değildir. Bu nedenle uygulanan yöntemler, bu problemin çözülmesine yöneliktir. Bu araştırmanın amacı, yakıt olarak kullanılan pamuk yağının küçük güçlü bir Diesel motor performansına etkilerini incelemek, emisyon kontrollerini yapmak ve uygulanabilirliğini belirlemektir. Bu amaçla, doğrudan püskürtmeli, 5,5 kW anma gücünde 4 zamanlı bir Diesel motoru kullanılmıştır. Yakıt olarak belirli oranlarda pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımları ve transesterifikasyon yöntemi ile edilen pamuk yağı etil ve metil esterleri kullanılmıştır. Denemelerde devir sayılarına bağlı olarak, dönme momenti, yakıt tüketimleri ve emisyon değerleri ölçülmüştür. Yapılan hesaplamalarla, güç, özgül yakıt tüketimleri ve saatlik yakıt tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre pamuk yağı alkil esterlerinin Diesel yakıtına benzer değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, pamuk yağı, emisyon, performans

Using of Cottonseed Oil Mixture with Diesel Fuel and Cottonseed Esters as a Fuel in Small Diesel Engine

Abstract: The term we live in known as conventional is a beginning of the conscious of possibility of risks of depletion. Such reasons like, fossil originated energy sources can be consumed before the time it is guessed, these sources can cause huge and irrevocable catastrophes, they can not be enough to the need of rising energy sources and newly developing technology and for the wish of the developed countries to rise and widen the variety of useable energy, investigators new focused on the searching for new and renewable energy resources. Today, the variety of new and renewable energy sources are increasing, some part gaining value as alternatives of economy, some part of it is still under investigation from its both economic and technical sides and almost everyday, there appears a new source of energy. The most common side of these sources are that they do not cause short or long term negative effects. Bio fuels are within the mostly new of these with this aim. The reasons that they can be used in present motor technologies without making any change, as they have a close product to diesel fuel, as it can be gained from both animal and vegetable sources and it has an environment causes investigations to go on this way. It is impossible to use vegetable oils directly to the motors as their high viscosities. So the methods are applied is to solve this problems which. The objective of this research is to determine the feasibility and examine the effect of cottonseed oil methyl and ethyl esters which are produced by transesterification method and blending method used as fuel on the performance and emissions controls of diesel engine. For this purpose, a naturally aspirated, direct injection, single cylinder Lombardini LDA 450 model diesel engine was used as the power unit. The engine displacement was 0,454 L with a 85 mm bore and 80 mm stroke. The compression ratio was 17,5:1. the test engine was attached to a 40 kW hydraulic dynamometer to measure torque. During the test, torque, emissions values and fuel consumption were measured with respect to the engine speed. The brake power, brake specific fuel consumption values are also calculated. Accordingly, cottonseed oil alkyl esters were found to closely similar to those of diesel fuels.

Key Words: Biodiesel, cottonseed oil, emission, performance

¹Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

Giriş

İçinde yaşadığımız dönem, klasik bir deyimle, konvansiyonel olarak bilinen enerji kaynaklarının riskinin arttığı bir sürecin başlangıcıdır. Bu risk dört önemli faktörü içermektedir. Birincisi, klasik enerji kaynaklarının birçoğu hesaplanan bir sürenin sonunda tükenecektir. İkincisi, bu tür kaynaklar çevremiz için büyük ve geri dönüşümü olmayan tehlikeler yaymaktadır. Üçüncüsü, klasik enerji kaynaklarının artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemede yetersiz kalmasıdır. Dördüncüsü ve en önemlisi, gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranda bağımlı olmamaya çalışmaktadır. Türkiye gibi geçmişte petrol, günümüzde doğal gaz ve petrol ile gelecekte doğal gaz bağımlısı olacak bir ülkenin bugünü ve geleceği açısından alternatif enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır (Gürleyük ve Akpınar, 2003).

Yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük teknik potansiyele "*Biyokütle*" sahiptir. Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "*Biyokütle Enerji Kaynağı*", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "*Biyokütle Enerjisi*" olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya v.b.), karbo-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, v.b.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.), hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara ulaşılmaktadır. Biyokütle kökenli sıvı yakıtlar içinde günümüzde ön plana çıkan biyomotorindir. Biyomotorin (Biodiesel), biyodizel, Dizel-Bi, Yeşil Dizel adları ile de bilinmektedir. Dizel yakıtının büyük oranda parafinler ve aromatiklerden oluşmasına karşılık, bitkisel yağlar yağ asitlerinin gliserinle yapmış oldukları esterlerdir. Trigliserid, gliserin molekülünü oluşturan 3 alkol grubunun yağ asitleriyle esterleşmesi ile elde edilmektedir. Gliserinin 3 karbon atomunun da aynı yağ asidi ile esterleşmesi halinde basit trigliserid, farklı yağ asitleri ile esterleşmesi halinde karışık trigliserid adı verilir. Trigliseriddeki doymamış yağ asitlerinin cinsi ve miktarı, bitkisel yağın özelliklerini oluşturmaktadır (Erdoğan ve Mohammed 1997).

Doymamış yağ asidi moleküllerinin karbon atomları arasında bulunan çift bağ sayısı, bir ya da daha fazla olabilmektedir. Yağ asitleri, içerdikleri karbon atomu sayısına bağlı olarak uzunluğu farklı

zincirler oluştururlar. Bitkisel yağlarda en çok bulunan yağ asitlerine örnek olarak; 16 karbonlu palmitik ile 18 karbonlu stearik, oleik, linoleik ve linolenik asidi gösterilebilir. Bunlardan palmitik asit çift bağ sayısı olmayıp doymuştur. Oleik ve risiloneik bir çift bağa, diğerleri iki çift bağa sahiptir (Erdoğan 1991). Araştırma ve uygulamalar; kimyasal yapı olarak uzun, dallanmış ve tek çift bağlı yağ asitlerini içeren yağların uygun Diesel yakıtı alternatifi olduğu ve artan doymamışlık derecesinin setan sayısını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu durum, oleik asitçe zengin yağları ön plana çıkarmaktadır (Karaosmanoğlu ve Aksoy 1994, Alpgiray ve ark. 2007).

Pamuk yağı %14 – 21 oranında oleik asit ve %46–58 linoleik asit içeren bir yağdır. Araştırma ve uygulamalar, kimyasal yapı olarak uzun, dallanmış ve tek çift bağlı yağ asitlerini içeren yağların uygun Diesel motor yakıtı alternatifi olduğunu ve artan doymamışlık derecesinin setan sayısını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu durum oleik ve linoleik asitçe zengin yağların alternatif yakıt olarak ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Yüksek oleik asitli bitkisel yağların oksitlenme direnci daha iyidir. Her bir yağda yağ asidi zincirinin farklı tiplerinin oranı olarak bitkisel yağların kompozisyonları değişmektedir. Monodoymamış zincirler oksitlenme direnci için iyidir. Polidoymamış zincirler fakir oksitlenme direnci verir, fakat düşük sıcaklıkta davranış özelliği iyileşmektedir. Doymuş yağ asidi zincirinin düşük sıcaklık direnci çok azdır. Bu yüzden istenen yağ çoğunlukla monodoymamış, polidoymamış zincirler ve minimum doymuş zincirlerin karışımına sahip olacaktır (Acaroğlu ve Oğuz 2002, Eliçin ve Erdoğan 2007). Çizelge 1'de Pamuk yağı yağ asitleri kompozisyonları görülmektedir.

Bitkisel yağların enerji içerikleri, petrol kökenli Diesel yakıtları ile hemen hemen aynı düzeydedir. Ancak Diesel yakıtına göre 10 – 20 kat daha fazla yüksek viskozite sebebiyle; enjektörlerde tıkanma, yağlama yağı problemleri, motor ömrünün kısılması ana sorunları ile belirtilebilecek pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır. Bitkisel yağların direkt püskürtmeli Diesel motorlarında uzun süreli kullanımları imkansız olup, sadece rafine yağların ön yanma odalı Diesel motorlarında bazı sınırlamalar ile değerlendirilmesi mümkün görülmüştür. (Karaosmanoğlu ve ark. 2000).

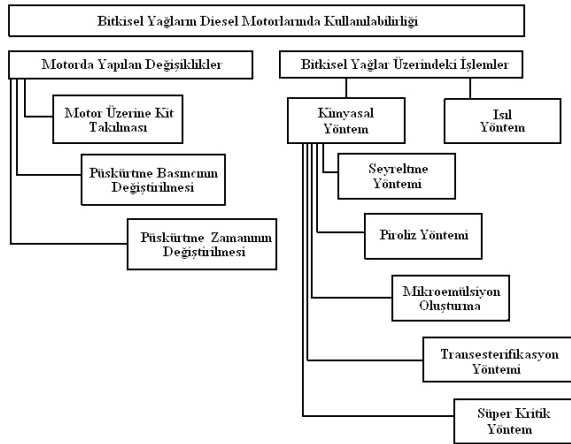
Bütün bu olumsuz faktörler, motor bakım masraflarını artırıcı ve motorun ömrünü kısaltıcı yönde etki etmektedir. Bitkisel yağların Diesel yakıtı alternatifi olarak değerlendirilebilmesi için, öncelikle yüksek viskozite probleminin çözülmesi gerekmektedir. Buna göre yüksek viskozite problemi, ya motorda bir takım değişiklikler yaparak ya da saf bitkisel yağlara çeşitli yöntemler uygulanarak çözülmeye çalışılmaktadır.

Çizelge 1. Pamuk yağı yağ asitleri kompozisyonları

Pamuk Yağı Yağ Asitleri Kompozisyonları	
Asitler	Değer
Miristik Asit	0,6-1,0
Palmitik Asit	21,4-26,4
Palmitoleik Asit	1,2
Stearik Asit	2,1-3,3
Oleik Asit	14,7-21,7
Linoleik Asit	46,7-58,2
Linolenik Asit	0,4
Araşidik Asit	0,2-0,5
Gadoleik Asit	0,1
Behenik Asit	0,6
Lignoserik Asit	0,1
Doymuş Yağ Asitleri (%)	7,43
Tekli Doymamış Yağ Asitleri (%)	81,74
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (%)	10,83

Bu yöntemlerin başlıcaları, seyreltme, mikroemülsiyon oluşturma, piroliz, transesterifikasyon ve süper kritik yöntemdir (Oğuz 2001, Eliçin ve ark. 2007).

Şekil 1'de bitkisel yağların Dizel motorlarında kullanılabilmesi için kullanılan yöntemler şematik olarak görülmektedir. Bitkisel yağların yakıt olarak kullanılması ile ilgili araştırmalarda, yağların yakıt özelliklerinin belirlenmesi, gerekiyorsa iyileştirilmesi ve referans yakıt olarak Dizel yakıtı ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan yakıt olarak kullanılan pamuk yağı, gerek ulusal bir ürün olması nedeniyle, gerekse yapılan araştırmalar arasında daha ilker arasında olması nedeniyle tercih edilmiştir.



Şekil 1. Bitkisel Yağların Dizel Motorlarda Kullanılabilme Yöntemleri

Materyal ve Yöntem

Yapılan araştırma iki ana bölüm olarak planlanmıştır. Birinci bölümde pamuk yağı, Dizel yakıtı %10/90, %20/80, %30/70, %40/60 ve %50/50 karıştırılmış ve daha sonra emisyon ve motor denemeleri yapılmıştır. İkinci bölümde ise, önceden hazırlanmış basit biodiesel üretim tesisinde pamuk yağı etil ve metil esterleri elde edilmiş, elde edilen yakıtların kimyasal ve yakıt özellikleri incelendikten sonra motor ve emisyon denemeleri yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle pamuk yağının yağ asitleri kompozisyonları araştırılmış, daha sonra yakıt olarak kullanılan karışım ve alkil esterlerin viskozite ve özgül ağırlıkları saptanmıştır.

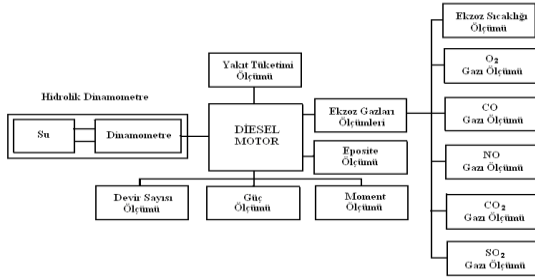
Pamuk yağının yakıt olarak kullanımındaki en önemli problem olarak karşımıza çıkan yüksek viskozite sorunu, biyodizel üretim yöntemlerinden transesterifikasyon ile giderilmeye çalışılmıştır. Pamuk yağı metil veya etil ester elde etme yönteminin esası, bir trigliserid olan bitkisel yağın etil veya metil alkolle uygun miktarlarda karıştırılması, uygun çeşit ve miktarda katalizörün ilave edilmesi ve belirli bir sıcaklıkta reaksiyonun gerçekleştirilmesidir. Biodiesel olarak adlandırılan tüm yağların yeniden esterleştirme işlemi metanol veya etanol kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Literatür bilgileri incelendiği taktirde asit, baz veya lipaz katalizörlerin kullanılması uygundur. Fakat çoğunlukla baz katalizörler reaksiyon zamanının azaltıcı etkisinden ve ekonomik oluşlarından dolayı tercih edilmektedir. Bu nedenle denemelerde KOH kullanılmıştır.

Elde edilen farklı oranlardaki yakıt / pamuk yağı karışımları ve pamuk yağı etil ve metil esterlerinin, küçük güçlü bir Dizel motorunda performans etkilerini ve çevreye olan olumsuz veya olumlu etkilerini incelemek için motor denemeleri yapılmıştır. Deneyler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Atölyesinde bulunan tesiste gerçekleştirilmiştir. Deney tesisatı hidrolik dinamometre, motor, opasite ölçüm cihazı, beş gaz analiz cihazı, yakıt sarfiyatı ölçüm düzeneği ve kontrol ünitelerinden oluşmaktadır. Deneme tesisatı bağlantı şeması Şekil 2'de görülmektedir. Araştırmada, tek silindirli, 5,5 kW gücünde, doğrudan püskürtmeli, hava soğutmalı Lombardini LDA 450 model Dizel bir motor kullanılmıştır.

Motor, elde edilen karışımlar ve esterler ile çalıştırılmadan önce, tesisin emniyeti açısından önemli olan, bağlantı elemanlarının kontrolü ve test düzeneğinin kalibrasyonu için başlangıçta Dizel yakıtı kullanılarak sistem boşa denenmiştir. Daha sonra Dizel yakıtı referans yakıt olarak denenmiş ve motor yüklenerek değerler alınmıştır.

Daha sonra diğer yakıt türleri için denemelere geçilmiştir. Her bir yakıt türü için denemeye başlanmadan önce mutlaka Diesel yakıtı ile boşta çalıştırılarak diğer yakıt türünden hiçbir yakıt kalıntısının kalmamasına çalışılmıştır. Motor denemeleri tam gaz konumunda iken hidrolik bir dinamometre ile yapılmıştır. Denemeler her bir yakıt türü için 3 tekrar halinde yapılmış ve tekrarlar arasında en az 2 saat motorun soğuması için beklenmiştir. Şekil 3'de motor deneme tesisatı görülmektedir. Egzoz gazı çıkışı bir bacaya bağlanmıştır. Baca üzerinde daha iyi bir akış için aspiratör bulunmaktadır. Duman yoğunluğu ve emisyon değerlerinin ölçümleri için bu aletlerin sensörleri egzoz borusu üzerinde delikler açılarak ölçülmüştür.

Motor tam gazda iken, motor mili kademe kademe yüklenerek motor devir sayısı maksimum devirden 250'şer 250'şer azaltılarak gerekli ölçümler alınmıştır. Aynı devir ve yükte yakıt ölçme düzeneği ile 50 ml yakıtın harcanması için geçen süre ölçülmüştür. TSE'ye göre; ölçülen güç hava şartları dikkate alınarak düzeltilmektedir. Atmosferik koşullar çok fazla değişim göstermediği düşünülerek elemine edilmiştir. Fakat mutlak suretle bu şartların etkinin olduğu tarafımızca bilinmemektedir.



Şekil 2. Deneme tesisatı bağlantı şeması



Şekil 3. Motor deneme tesisatı

Bulgular ve Tartışma

Araştırmaya, Denemede kullanılan yakıt karışımlarının ve esterlerin oda sıcaklığı koşullarında viskozite değerleri ve özgül ağırlıkları 3 tekrar olarak ölçülerek başlanmıştır. Çizelge 2'de sonuçlar görülmektedir.

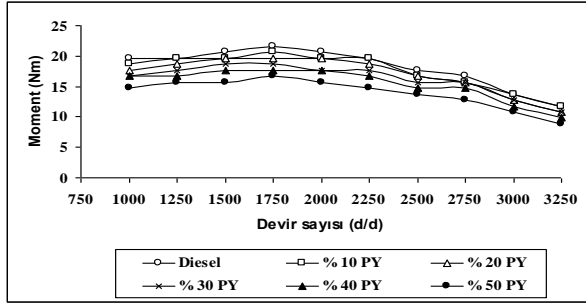
Motor karakteristik eğrilerinden, motor momentlerinin motor devir sayılarına bağlı olarak değişimleri Şekil 4 ve Şekil 5'de görülmektedir. Şekil 4'den de görüldüğü üzere en yüksek moment değerlerine Diesel yakıtı kullanıldığında elde edilmiştir. Aynı devir ele alındığında Diesel yakıtı 1750 devirde 21,582 Nm moment geliştirirken, aynı devirde %10 PY + %90 Diesel yakıtı karışımı 20,601 Nm, %20 PY + %80 Diesel yakıtı karışımı 19,620 Nm, %30 PY + %70 Diesel yakıtı karışımı 18,639 Nm, %40 PY + %60 Diesel yakıtı karışımı 17,658 Nm ve %50 PY + %50 Diesel yakıtı karışımı 16,677 Nm moment geliştirmiştir. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere karışıma ilave edilen her %10'luk pamuk yağı'na karşılık %5'lik bir moment düşüşü görülmüştür.

Yine aynı şekilde, Şekil 5 incelendiğinde, pamuk yağı etil esteri ile pamuk yağı metil esteri arasında herhangi bir değişim görülmezken (1750 d/d'de 19,620 Nm), bu ester yakıtların Diesel yakıtından ise yaklaşık %9 daha az bir momente sahip olduğu saptanmıştır.

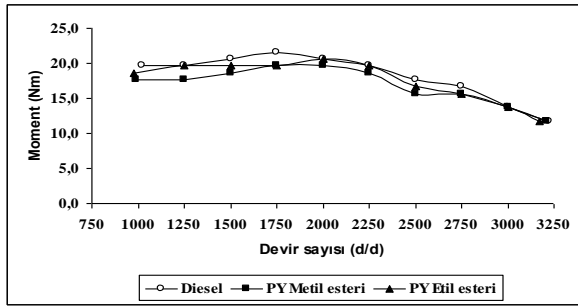
Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarından elde edilen motor güçlerinin motor devir sayılarına bağlı olarak değişimleri Şekil 6'da görülmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, Diesel yakıtı ile yapılan denemelerde maksimum güce 2750 d/d'da ulaşılmış ve güç değeri ise 4,8022 kW olarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yakıtları 20 °C'de viskozite ve özgül ağırlık değerleri

Yakıt Türü	20 °C'da Viskozite Değeri (cSt)	20 °C'da Özgül ağırlıkları (g/cm ³)
Diesel Yakıtı	3,626	0,7798
Pamuk Yağı	50,767	0,8414
%10 PY + %90 Diesel	4,002	0,7079
%20 PY + %80 Diesel	6,671	0,7159
%30 PY + %70 Diesel	9,478	0,7185
%40 PY + %60 Diesel	13,329	0,7216
%50 PY + %50 Diesel	16,725	0,7287
Pamuk Yağı Metil Esteri	4,275	0,8150
Pamuk Yağı Etil Esteri	5,124	0,7914

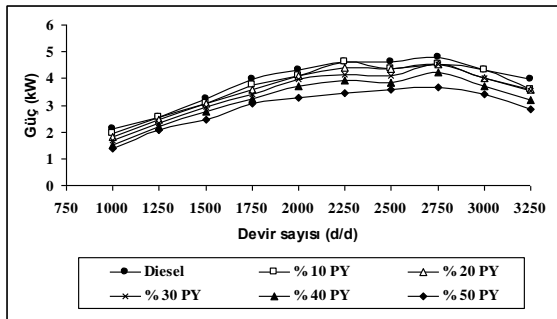


Şekil 4. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak moment değerlerinin değişimi



Şekil 5. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak moment değerlerinin değişimi

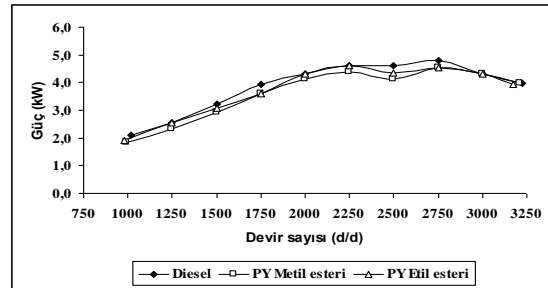
Aynı devir sayılarına bakıldığında, %10 PY + %90 Diesel yakıtı karışımı 4,8022 kW, %20 PY + %80 Diesel yakıtı karışımı 4,5197 kW, %30 PY + %70 Diesel yakıtı karışımı 4,3785 kW, %40 PY+%60 Diesel yakıtı karışımı 4,2373 kW ve %50 PY + %50 Diesel yakıtı karışımı 3,6723 kW güç geliştirmiştir. Sonuçlara göre, %10 pamuk yağı artışlarına karşılık güçte az bir azalma söz konusu olmakla beraber, bu düşüş %7-9 değerinde olmaktadır (Şekil 6).



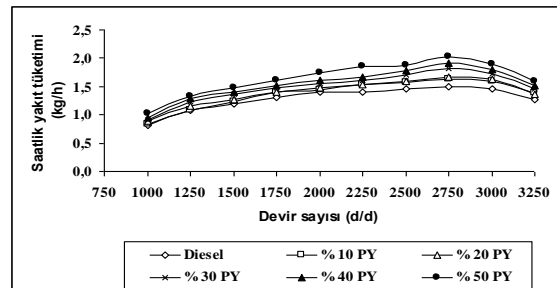
Şekil 6. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak güç değerlerinin değişimi

Yine aynı şekilde, Şekil 7 incelendiğinde, pamuk yağı etil esteri ile pamuk yağı metil esteri arasında herhangi bir değişim görülmemekte ve 2750 d/d'de 4,5197 kW güç geliştirirken, referans yakıt olan Diesel yakıtında ise aynı devirde 4,8022 kW güç geliştirmektedir. Değerlerden de anlaşıldığı gibi, pamuk yağı alkil esterleri, Diesel yakıtından yaklaşık olarak % 8-10 daha düşük güç elde edilmesine neden olmuştur.

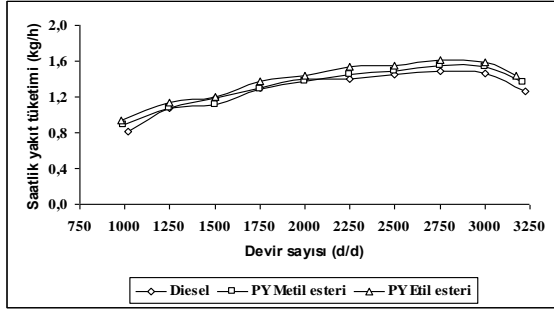
Motor karakteristik eğrileri incelendiğinde güç ve moment değerlerinde %10'luk bir düşüşler görülmekte, buna karşılık yakıt tüketimlerinde ise bir artma gözlemlenmektedir. Şekil 8 'de Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor karakteristik değerlerinden elde edilen saatlik yakıt tüketimlerinin motor devir sayılarına bağlı olarak değişimleri verilmiştir. Şekil 9'da ise, pamuk yağı etil esteri ile pamuk yağı metil esterinin Diesel yakıtı ile karşılaştırmalı olarak saatlik yakıt tüketimleri görülmektedir. Şekillerden de görüleceği üzere, her %10 luk yağ oranı artışına karşılık, saatlik yakıt tüketiminde %5-8'lik bir artış belirlenmiştir. Buna karşılık pamuk yağı etil esterinin, Diesel yakıtından %5-6, pamuk yağı metil esterinin ise Diesel yakıtından %3-5 daha fazla saatlik yakıt tüketimine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak güç değerlerinin değişimi



Şekil 8. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak saatlik yakıt tüketimi değerlerinin değişimi



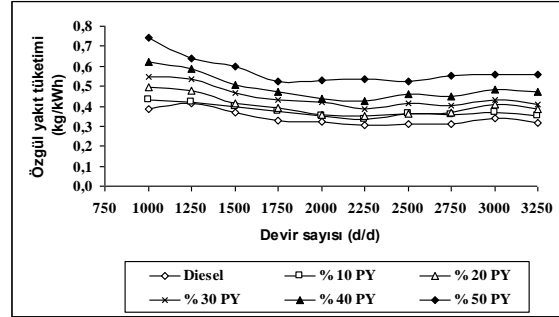
Şekil 9. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak saatlik yakıt tüketimlerinin değişimleri

Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarından elde edilen özgül yakıt tüketim değerlerinin motor devir sayılarına bağlı olarak değişimleri Şekil 10 'da görülmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere, Diesel yakıtı en düşük özgül yakıt tüketimine 2250 d/d'da 304 gr/kWh değeriyle sahip olmuştur. Aynı devir değeri göz önüne alındığında, %10 PY + %90 Diesel yakıtı karışımı 333,5 gr/kWh, %20 PY + %80 Diesel yakıtı karışımı 349,3 gr/kWh, %30 PY + %70 Diesel yakıtı karışımı 387,9 gr/kWh, %40 PY + %60 Diesel yakıtı karışımı 425,6 gr/kWh ve %50 PY + %50 Diesel yakıtı karışımı 534,4 gr/kWh değerleri belirlenmiştir. Açıkça görülmektedir ki, her %10'luk yağ oranı artışına karşılık özgül yakıt tüketimlerinde yaklaşık %3 ile %10 oranında bir artış meydana gelmektedir. Bu da yakıtın içerisindeki yağ karışım oranının artmasıyla, karışımın ısı değerinin düşmesinden ileri gelmektedir.

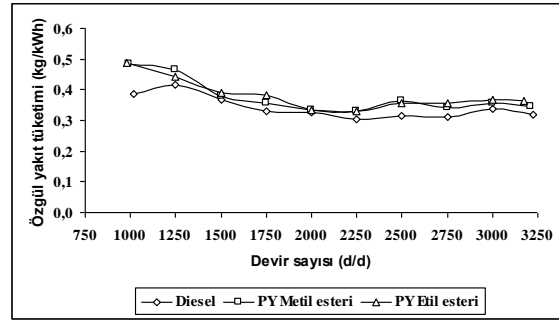
Şekil 11'de ise pamuk yağı alkil esterlerinin özgül yakıt tüketimleri çok fazla değişim göstermemekle birlikte, farklı devirlerde Diesel yakıtına oranla pamuk yağı metil esteri ortalama %10-12, pamuk yağı etil esteri ise yaklaşık %12-14 daha yüksek özgül yakıt tüketimlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Şekil 12 ve Şekil 13'de pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının ve pamuk yağı alkil esterlerinin Diesel yakıtı ile karşılaştırmalı olarak egzoz gazı içerisinde bulunan O_2 değerleri görülmektedir. Karışımların içerisine katılan yağ oranına bağlı olarak, egzoz gazı içerisinde bulunan O_2 miktarını fazla olmamakla beraber bir miktar artırmıştır. Bunun nedeni, yanmanın tam olarak tamamlanmaması, oksijenin silindirin içerisinde reaksiyona girmemesidir.

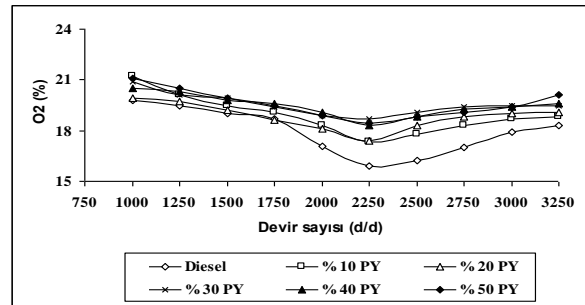
Şekil 14 ve Şekil 15'de ise test yakıtlarının CO değerlerinin değişimleri görülmektedir. CO değeri devir sayısına bağlı olarak değişim göstermektedir.



Şekil 10. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak özgül yakıt tüketim değerlerinin değişimi

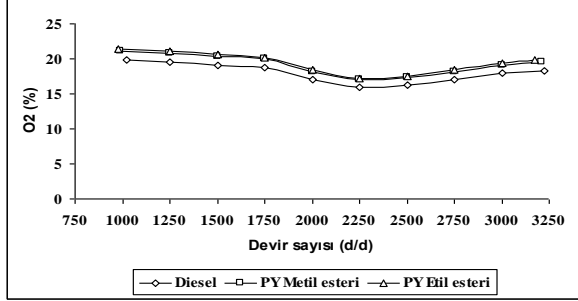


Şekil 11. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak özgül yakıt tüketim değerlerinin değişimleri

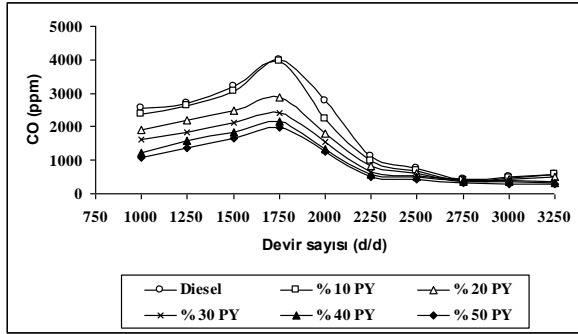


Şekil 12. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak O_2 değerlerinin değişimi

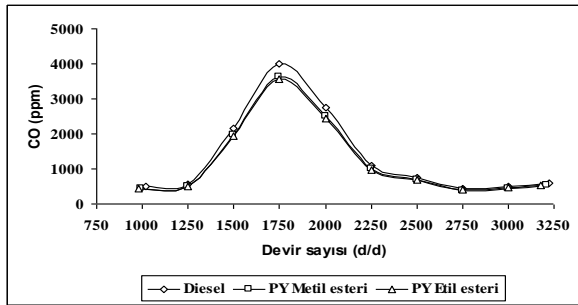
Devir sayısı arttıkça CO değeri azalmaktadır. Bu beklenen bir sonuç olmakla beraber, karışım içerisindeki yağ oranının artmasıyla CO miktarı da doğru orantılı bir şekilde azalmaktadır. Pamuk yağı alkil esterlerinde ise benzer bir durum söz konusu olup, Diesel yakıtına benzer özellikler göstermişlerdir.



Şekil 13. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak O₂ değerlerinin değişimleri



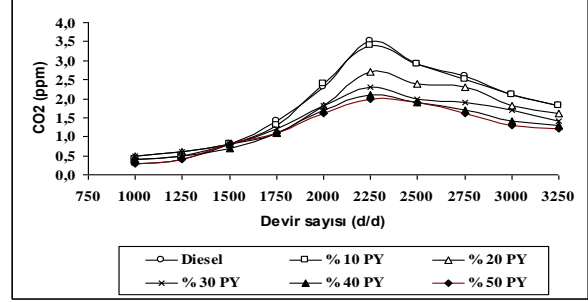
Şekil 14. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak CO değerlerinin değişimi



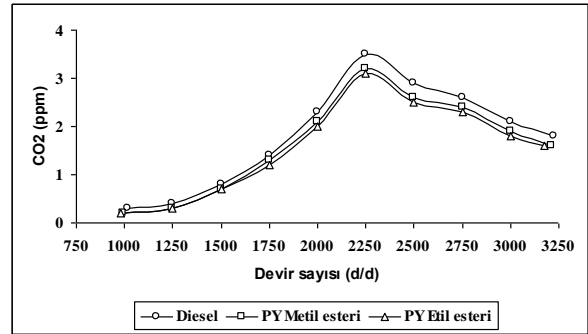
Şekil 15. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak CO değerlerinin değişimleri

Şekil 16 ve Şekil 17'de test yakıtlarının CO₂ değişimleri görülmektedir. Karışimli yakıtların ve alkil ester yakıtların CO₂ değerleri Diesel yakıtından daha düşük çıkmaktadır. Bunun başlıca nedeni yine tam yanma olayının yüksek devirlerde sağlanamamasıdır.

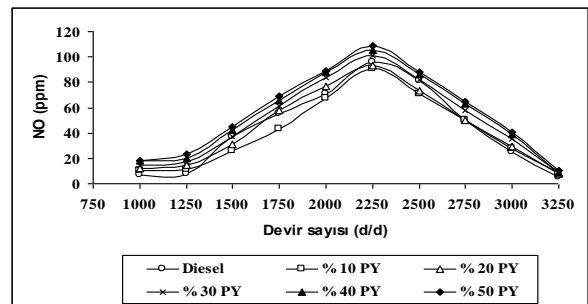
Şekil 18 ve Şekil 19'da ise deneme yakıtlarının azot oksit değişimleri görülmektedir.



Şekil 16. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak CO₂ değerlerinin değişimi

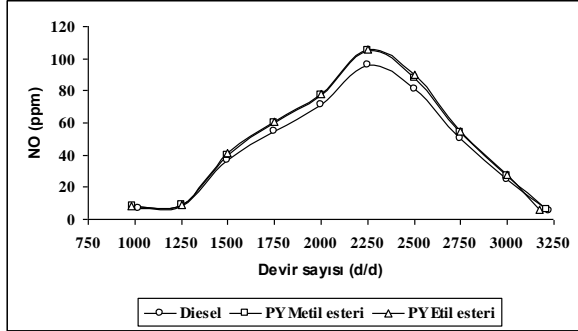


Şekil 17. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak CO₂ değerlerinin değişimleri

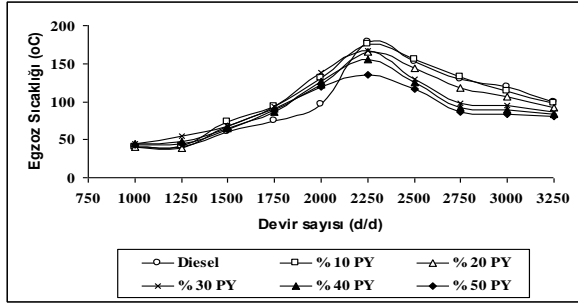


Şekil 18. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak NO değerlerinin değişimi

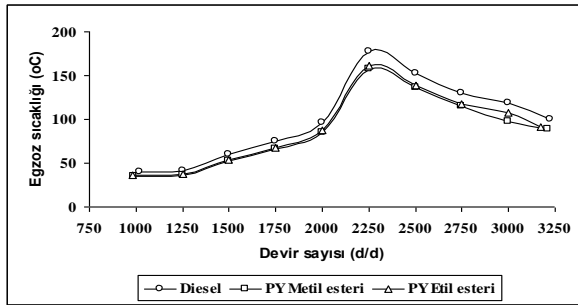
Şekil 20 ve Şekil 21'de test yakıtlarının egzoz gazı sıcaklık değişimleri görülmektedir. Karışimli yakıtların ve alkil ester yakıtların ısı değerleri düşük olduğu için egzoz gazı sıcaklıkları Diesel yakıtına göre düşük çıkmıştır.



Şekil 19. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak NO değerlerinin değişimleri



Şekil 20. Diesel yakıtı ve pamuk yağı / Diesel yakıtı karışımlarının motor devir sayısına bağlı olarak egzoz sıcaklık değerlerinin değişimi



Şekil 21. Diesel yakıtı, pamuk yağı metil esteri ve pamuk yağı etil esteri yakıtlarının motor devir sayılarına bağlı olarak egzoz sıcaklık değerlerinin değişimi

Motor devir sayısına bağlı olarak bağlı olarak, tüm yakıtlarda duman yoğunluğu miktarında düşüş gözükmektedir. Burada aromatik miktarlarına bağlı olarak duman miktarının değişebileceği, karışımların ısı değerlerine bağlı olarak silindir içerisindeki sıcaklık değişiminin de duman oluşumuna etkin olduğu söylenebilir. Diesel motorundaki güç artışı, silindire püskürtülen yakıtın miktarı ile doğrudan ilişkilidir.

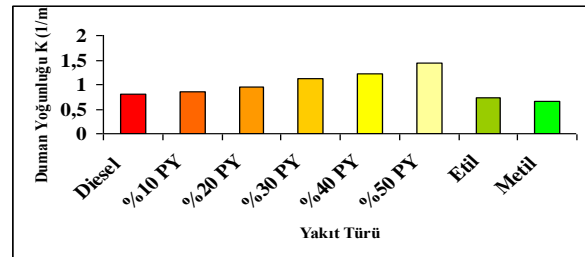
Deney motorunun tasarımı Diesel yakıtına göre yapıldığından, yanma sonucu bazı karışımlardaki duman miktarının Diesel yakıtına göre daha fazla artması mümkün gözükmemektedir. Emme işleminin son sıcaklığına bağlı olarak silindirdeki havanın sıcaklığı artmakta ve hacimsel verim düşerek silindire giren hava miktarını azaltmaktadır. Buna bağlı olarak da normal yanma sağlanmadığından duman oluşumu artabilmektedir (İçingür ve Eray 2003). Yapılan denemelerde özellikle karışimli yakıtlar için yağ oranı artmasıyla duman yoğunluğunda az da olsa bir artış gözlemlenmiştir. Şekil 22'de tüm yakıt türlerinin duman yoğunluğu değerleri görülmektedir.

Esterleştirme işlemi ile ham yağların özelliklerinde iyileşmeler görülmüş, viskozitelerinin azaldığı, ısı değerlerinde bir miktar artış olduğu ve yoğunluklarının azaldığı belirlenmiştir. Bu özellikleri ile yağ asidi metil esterleri No 2-D'na daha yakın özellikler göstermişlerdir. Pamuk yağı ile yapılan çalışmada ilk harekete geçişte zorluklar meydana gelmektedir.

Pamuk yağı kullanımı ile motor momenti, gücü ve toplam veriminde No 2-D'na kıyasla az da olsa düşüşlerin meydana geldiği, yağ asidi metil esterleri kullanımı ile moment, güç ve toplam verim ham pamuk yağlarına oranla daha yüksek olduğu ve No 2-D'na daha yakın olduğu belirlenmiştir.

Pamuk yağı ile yapılan testlerde duman yoğunluğunun No 2-D'na oranla daha yüksek olduğu, fakat yağ asidi metil esterlerinin kullanımı ile duman yoğunluğu ham bitkisel yağlara oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. NO_x emisyonlarının pamuk yağı kullanıldığında önemli ölçüde azaldığı, yağ asidi metil esterleri kullanıldığında ham pamuk yağlarına oranla NO_x emisyonlarında kısmen artış belirlenmiştir.

Pamuk yağlarının ürettikleri efektif moment ve güç değerlerinin No 2-D efektif güç ve moment değerinden daha düşük olmasının en önemli sebebi pamuk yağları ve bunlarda elde edilen yağ asidi metil esterlerinin ısı değerlerinin No 2-D'na göre daha düşük olmasıdır. Ayrıca yüksek viskozitelerinden dolayı Pamuk yağları enjektörde püskürürken daha iri zerreli olmaktadır.



Şekil 22. Deneme yakıtlarının duman yoğunluğu değerleri (3000 d/d)

Bu ise yakıtın buharlaşma ve yanma süresinin uzatarak, yanmanın daha çok genişleme periyodunda olmasına, motor momenti, gücü ve veriminin azalmasına neden olmaktadır. Pamuk yağları ile yapılan testlerde NO_x emisyonlarının düşük çıkması, bitkisel yağların ısı değeri düşük olması ve iri zerreli püskürmeleri sonucunda tutuşma gecikmesi periyodunun uzaması ve çevrimde maksimum basınç ve sıcaklığın düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yağ asidi metil esterlerinin kullanımı ile kısmen yakıt kalitesi ve dolayısıyla NO_x emisyonlarında artmaktadır. Yapılan kısa süreli testlerde pamuk yağları Diesel motorlarında kullanılmış, performans ve emisyon karakteristikleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları üretim fazlası ham pamuk yağlarının saf olarak ve metil esterlerinin alternatif yakıt olarak Diesel motorlarında kısa süreli kullanılabilceğini göstermiştir.

Kaynaklar

- Acaroglu, M. and H. Oguz. 2002. Energy farming and standardization of using biomass – biofuel. Proceedings of the 8th International congress on mechanization and energy in agriculture congress book, pp : 168 – 174.
- Alpgiray, B., A.K.Eliçin ve R. Gürhan. 2007. Kanola yağı alkil esterlerinin bir Diesel motorunun performansına ve emisyon karakteristiklerine etkilerinin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 5-6 Eylül, Kahramanmaraş.
- Eliçin, A.K., K. Saçılık ve D. Erdoğan. 2007. Haşhaş yağı esterlerinin bir Diesel motorda kullanım olanaklarının belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 5-6 Eylül, Kahramanmaraş.
- Eliçin, A.K. ve D. Erdoğan. 2007. Fındık yağı metil ve etil esterleri ile Diesel yakıtı karışımlarının küçük güçlü bir Diesel motorda yakıt olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi, A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(2) : 137-146, Ankara.

- Erdogan, D. 1991. Bitkisel yağların Dizel motorlarında yakıt olarak kullanılması. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 25 – 27 Eylül, Konya.
- Erdogan, D. ve A.A. Mohammed. 1997. Yakıt Olarak Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Dizel motor Performanslarına Etkileri". Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 17 – 19 Eylül, Tokat.
- Gürleyük, S.S. ve S. Akpınar. 2003. Yeni enerji kaynakları : Biodizel. Yenilenebilir Enerji Kaynakları II. Sempozyumu, YEKSEM 2003, Ekim, İzmir.
- İçingür, Y. ve M.E. Eray. 2003. Değişik yakıt harmanlarının Dizel motorlarda kullanılabilirliğinin deneysel olarak incelenmesi. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, No:16(3), 589 – 599, Ankara.
- Karaosmanoğlu, F. ve H.A. Aksoy. 1994. Kullanılmış kızartma atık yağının seyreltme yöntemi ile alternatif yakıt olarak değerlendirilmesi. Türkiye 6. Enerji Kongresi. s. 461, Ekim 17 – 22, İzmir.
- Karaosmanoğlu, F., G. Kurt. and T. Özakbas. 2000. Long term CI engine test of sunflower oil. Renewable Energy 19: 219-221.
- Oğuz, H. 2001. Diesel yakıtı ayçiçek yağı karışımlarının Diesel motorlarında yakıt olarak kullanım imkanlarının araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

İletişim Adresi:

Ahmet Konuralp ELİÇİN
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara
Tel: 0-312-596 1787
E-posta: akelicin@agri.ankara.edu.tr