

# Biyodizel Yakıtın Dizel Motoru Performansına Etkileri

Cumali İLKILIÇ

Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

## GİRİŞ

**Y**eryüzünde insanların yararlanabileceği birçok enerji kaynakları bulunmaktadır. Bu enerji kaynaklarının bir kısmı kolay elde edilebildiği gibi bazılarının da elde edilmesi oldukça zordur. Eskiden beri insanlar elde edilmesi kolay olan ve yararlanılması zor olmayan enerji çeşitlerini kullanmaya başlamışlardır. Bu enerjiler ilk zamanlarda ileri teknoloji gerektirmeyecek bir şekilde kullanılmıştır. Ulaşım veya taşıma araçları petrole çalışacak şekilde tasarlanmış olması buna örnek olarak verilebilir. Petrol ve petrol ürünleri bu araçların motorlarında kullanılmaya başlandıktan sonra bu araçlar zamanla petrole uyumlu olarak geliştirilmişlerdir. Bu yüzden petrol ve petrol ürünleri çok kullanılmış ve dünyadaki petrol rezervlerinin tamamı işletilmeye başlanmıştır. Fosil yakıtlar diye adlandırılan petrol ve kömür rezervleri bitme noktasına gelince insanlar değişik alternatif enerji kaynaklarını aramaya yönelmişlerdir.

Dünyada petrol üzerine yapılan hesapların çok olmasından dolayı temel sebebi petrol olan bazı savaş ve işgaller

olmuş ve sonuçta da petrol krizleri meydana gelmiştir. Dünyada ilk petrol krizi 1948 yılında İsrail Filistin Savaşı sonucu, ikinci petrol krizi, 1973 yılındaki İsrail ile Arap ülkeleri arasındaki savaş sebebiyle ve diğer bir kriz de 1979 yılında İran'da Şah yönetiminin devrilmesinden sonra İran'ın dünyaya petrol satışlarını durdurması sonucu İran petrollerini sömüren İngiliz ve ABD şirketlerinde meydana gelmiştir. 1980 yılında İran ve Irak savaşı sırasında bu iki ülke savaş harcamalarını karşılamak için petrol üreten ülkelerin standartlarının üstünde satış yaparak kriz durumuna sebep oldular. 1990 yılında Irak'ın Kuveyt'i işgali ve ABD'nin ambargo talebi yeni bir petrol krizi doğurdu [1]. 2003 yılında temel sebebi petrol olan ABD'nin Irak'ı işgal etmesi ile meydana gelen belirsizlikler sonucunda petrol fiyatlarında oldukça yükselmeler meydana gelmiştir. Değişik zamanlarda yaşanan petrol krizleri sonucu petrol fiyatları aşırı derecede artmış olup bunun sonucunda ekonomik krizler ortaya çıkmıştır. Bu krizlerden özellikle petrol bakımından dışa bağımlı olan ülkeler daha çok zarar görmüştür.

Dünya Enerji Dairesi raporlarına göre, dünyanın tahmini petrol rezervi 2.330 milyar varil olup bu rakamın yaklaşık üçte biri tüketilmiş durumdadır. Dünya petrol üretimi bu şekilde devam ettiği takdirde yılda 22 milyar varillik üretim ile en fazla 100 yıl sonra dünya petrolü bitme noktasına gelecek. Bu arada dünya petrol dağılımı düzgün olmayıp bunun %79'u Orta Doğu ve çevresinde olup bu miktarın da %58'i OPEC (Organisation of Petroleum Exporting Countries) ülkelerinin kontrolü altındadır. 1960 yılında kurulan OPEC toplam on üç üye bulduran ve dünyanın en büyük petrol rezervlerine sahip olmasına rağmen dünyanın ikinci büyük petrol satıcısı durumundadır. Buna karşılık dünyanın en çok petrol tüketen ülkeleri olarak bilinen Kanada, İngiltere, Norveç ve Amerika Birleşik Devletleri'nin petrol rezervlerinin yaklaşık 10 yıl içinde biteceği Dünya Enerji Dairesi raporlarında belirtilmektedir [2].

Uluslararası Enerji Bürosu (IEA) verilerine göre dünya petrolünün %63'ünü ABD, Japonya, Almanya, İtalya, Fransa, İngiltere, Kanada, Rusya, Çin ve Güney Kore tüketmektedir. Bu

ülkelerin ilk yedisi G7 olarak tanımlanan gelişmiş yedi ülkedir. Bu yedi ülkenin dünya zenginliklerinin %60'ından fazlasını kontrol ettikleri dünyanın sayılı ekonomi dergilerinde belirtilmektedir. Dünya petrol rezervinin %49.5'ini tüketen bu ülkelerin şirketleri, Arap dünyası ile yakınlaşmak ve onların mallarını dünyaya iletmek için var gücü ile çalışmaktadırlar. Dünya üzerindeki 180'den fazla ülkenin pazarlarına ne kadar ürün gideceğini tayin eden bu yedi ülke, petrole ilişkin her türlü ürünün dağıtımında da baş rolleri oynadıkları Uluslararası Enerji Bürosu raporlarından anlaşılmaktadır [3].

Petrol ve petrol ürünleri Yirminci Yüzyılın başlarında motor yakıtı olarak kullanılmaya başlanmış ve motor tasarımları da zamanla petrol ürünleri ile çalışabilecek şekilde geliştirilmiştir. Petrol rezervlerinin belirli bölgelerde toplanması ve bu rezervlerin belli bir süre sonra tükenmesi, mevcut motor teknolojisinde önemli değişiklikler yapmadan petrole alternatif olabilecek yeni motor yakıtlarının araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Kalkınmış ve kalkınmakta olan ülkelerde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde değişik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar arasında petrol kökenli olmayan doğal gaz, biyogaz, hidrojen, güneş enerjisi, alkoller ve bitkisel yağlar gibi petrole alternatif olabilecek yakıtların motorlarda kullanılması

çalışmaları devam etmektedir [4-16]. Ayrıca yakıt pilleri veya hücreleri üzerinde de Cantoni ve diğerleri çalışmalar yapmışlardır [17].

Bitkiler tohumlarında içerdikleri karbonhidratlardan yağları sentez ederek meyve ve çekirdeklerinden depo etmektedirler. Bitki tohumlarının çeşitli işlemlerden geçirilmesi ve sıkıştırılması sonucu içerdikleri yağları dışarı verirler. Elde edilen bu yağlardan, sıkıştırma, depolama ve diğer işlemler sonucunda birçok yağ asidi oluşmaktadır. Bitkisel yağlar, yağ asitlerinin gliserid esterleri olan trigliserid karışımlarıdır. Bitkisel yağlar, trigliserid diye adlandırılan bir gliserol molekülüne bağlanmış üç yağ asit molekülünün zincirlerinden meydana gelmiş ve birçok yağ asidi içermektedir. Yapılan çalışmalarda, bitkisel yağlarda palmitik ( $C_{16}H_{32}O_2$ ), stearik ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), oleik ( $C_{19}H_{34}O_2$ ), linoleik ( $C_{18}H_{30}O_2$ ) ve miristik ( $C_{14}H_{28}O_2$ ) gibi yağ asitlerinin bulunduğu kaydedilmiştir. Yağ asitlerinin oranı bitkilerin yetiştirildiği bölgeye ve bitkinin cinsine göre farklı değerler almaktadır.

Bitkisel yağların içten yanmalı motorlarda saf olarak kullanılmasında motorun ilk harekete başlaması anında bazı çalışma zorlukları ortaya çıkmaktadır [18-24]. Bitkisel yağların dizel yakıtı ile karıştırılması durumunda yoğunluk ve viskozitesinden dolayı karışamama aralığı gibi bazı olumsuzluklar

meydana gelmektedir. Yüksek viskozite, püskürtme esnasında damlacık boyutunda büyümeye sebep olmakta ve buna bağlı olarak da iyi bir atomizasyon sağlanamamaktadır [25-35]. İyi olmayan bir atomizasyon ile iyi bir karışım sağlanamayacağı için tam yanmanın olmadığını Zhou ve diğ. [36] yaptıkları çalışma ile göstermişlerdir. Kötü bir yanma ile motor performans değerleri ve kirletici emisyonları da istenildiği şekilde çıkmamaktadır. Bu olumsuzlukları önlemek için yağın viskozitesinin dizel yakıtına yaklaştırılması için ısıtılması veya ester ile emülsiyonlarının elde edilmesi gerekmektedir. Yağın ısıtılması halinde viskozitesinde yaklaşık %20 oranında düşüş olduğunu Strayer ve diğ. [37] araştırmışlardır. Bitkisel yağların esterleştirilmesi sonucu kimyasal ve fiziksel özellikler dizel yakıtının kimyasal ve fiziksel özelliklerine yakın olmakta ve bu yağların dizel motorunda kullanımı da kolaylaşmaktadır [38-47].

Yağ asidinin zincir yapısındaki son karbonunun çıkarılıp yerine metil kökünün eklenmesi ile o yağın metil esterine dönüşebileceğini Klopfenstein ve diğ. [46] araştırmışlardır. Bitkisel yağların uzun zincirli yağ asitlerin mono alkil esteri olması bakımından kimyasal olarak yağ asidi metil esteri adıyla tanımlanmaktadır. Bitkisel yağların ya da hayvansal kökenli yağların bir katalizör eşliğinde kısa

zincirli metil alkol veya etil alkol ile reaksiyona girmesi sonunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılabilen ürün biyodizel olarak bilinmektedir. %1 sülfirik asit ihtiva eden metanol serbest yağ asitlerini çok hızlı bir şekilde metil esterine dönüştürmektedir. Belli oranda karıştırılan metanol yağ karışımı 50 ile 60°C sıcaklıkta 10-12 saat bekletilerek yağ metil esterine dönüştürülebilir.

## MATERYAL VE METOT

Biyodizel kullanılarak dizel motorlarının performansını ölçmek ve dizel yakıtı ile karşılaştırmak amacı ile yapılan bu çalışmada bitkisel yağdan biyodizel yakıtı elde edilmiştir. Bitkisel yağ ile dizel yakıtı arasında kimyasal ve fiziksel özellikler bakımında bazı farklar bulunmaktadır. Bu özelliklerin

azaltmaktır. Bu amaç için transesterifikasyon olarak bilinen bir yöntem olan yağları alkolle esterleştirme işlemi alkolün katalizör etkisinden de faydalanmak amacıyla tercih edilmektedir. Kimyasal olarak transesterifikasyonun tanımı ise, ortamdan trigliseridlerin molekülü veya yağlı asit almak, serbest asitleri nötrleştirmek, gliserini çıkarmak ve bir alkol esteri oluşturmaktır. Bu işlemlerin sonucunda biodizel yakıtı elde edilirken belli bir oranda da gliserin ortaya çıkmaktadır. Gliserin bir atık gibi görünmesine rağmen birçok sanayi alanında kullanım yeri bulunmaktadır. Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretimi Şekil 1'de görüldüğü gibi bir yol izlenerek yapılmaktadır.

Ön işlem olarak bitkisel yağ

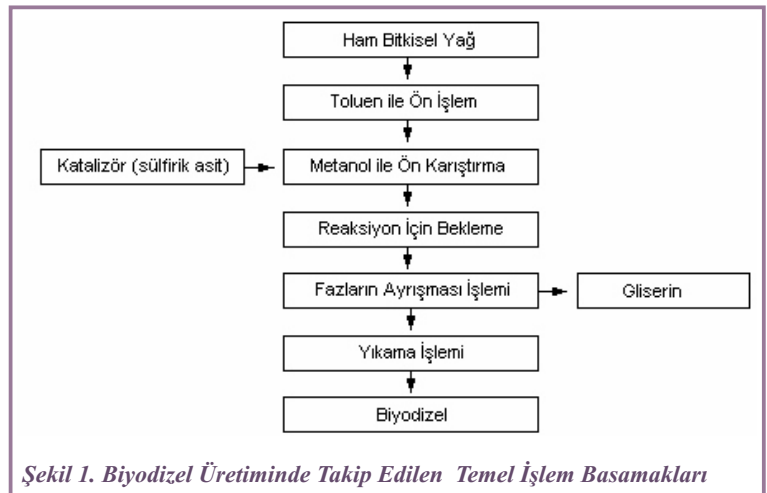
örneğin hacimsel olarak 2 ölçüsü için 1 ölçü toluen ( $C_7H_8$ ) alınarak bir yoğunlaştırıcı ile uygun gelen bir kabın içinde çözülür. Çözülen numune başka bir kaba aktarılarak üzerine %1'lik sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) ihtiva eden metanol ( $CH_3OH$ ) ilave edilir. Metil alkol ve katalizör olarak kullanılan sülfirik asit ile birlikte bir kaba konup tamamen çözününceye kadar bekletilir. Deneyde kullanılan yakıt için bekleme 12 saat süreyle 50°C'lik yağ banyosundan gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon tamamlandıktan sonra gliserin, metanol ile yer değiştirmekte ve biyodizel meydana gelmektedir. Biyodizel içinde asılı kalan gliserin taneciklerinin tamamen alınması için yıkama işlemine tabi tutulur. Meydana gelen biyodizelin

Tablo 1. Yağ Esterleri Elde Etmek İçin Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Özellikleri.

| Adı                 | Kapalı formülü | Kütlesel ağırlığı | Yoğunluğu  | Kaynama nok. |
|---------------------|----------------|-------------------|------------|--------------|
| Toluen              | $C_7H_8$       | 91,140 g/mol      | 0,87 gr/ml | 111°C        |
| Metanol             | $CH_3OH$       | 32,042 gr/mol     | 0,79 gr/ml | 65°C         |
| Hegzan              | $C_6H_{14}$    | 86,160 gr/mol     | 0,66 gr/ml | 69°C         |
| Sülfirik asit       | $H_2SO_4$      | 498,078 gr/mol    | 1,84 gr/ml | -            |
| Sodyum klorür       | $NaCl$         | 58,442 gr/mol     | -          | -            |
| Potasyum bikarbonat | $KHCO_3$       | 100,115 gr/mol    | -          | -            |
| Sodyum sülfat       | $Na_2SO_4$     | 142,040 gr/mol    | -          | -            |

dizel yakıtının özelliklerine benzemesi için bitkisel yağların biyodizele dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürme sırasında gerekli olan kimyasal maddeler özellikleri ile beraber Tablo 1'de görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan biyodizel aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır [48].

Yakıt olarak kullanılacak yağlardaki ilk işlem viskozite ve yoğunluğunu



Şekil 1. Biyodizel Üretiminde Takip Edilen Temel İşlem Basamakları

yıkanması için %5'lik NaCl eriyiği ve hegzan ( $C_6H_{14}$ ) ilave edilerek iyice karıştırılır. Daha sonra fazların ayrılması için bir süre beklenir. Faz ayırma işleminde, oluşan gliserin ve sodyum dibe çöker ve üst tarafta kalan biyodizel kısmı alınır.

Biyodizel içindeki yağ asitlerinin korozif etkilerini gidermek amacı ile %2'lik potasyum bikarbonat ( $KHCO_3$ ) çözeltisi ilave edildikten sonra iyice karıştırılır ve fazların ayrılmasına veya dinlenmeye terkedilir. Dinlenmeye

Elde edilen biyodizel karışımı süzgeçlerden süzülerek sodyum sülfattan temizlenir ve kullanıma hazır hale getirilir. Biyodizel, bitkisel yağ ve dizel yakıtı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Deneyde Lombardini marka, 6LD400 model, 4 zamanlı, direkt püskürtmeli, hava soğutmalı, sıkıştırma oranı 18:1 ve standart enjeksiyon basıncı 200 bar olan bir dizel motoru kullanılmıştır. Bu motor Cussons marka P8160 model

nedenle maksimum motor momenti devri olan 2200 d/d, maksimum güç devri 3100 d/d ve motorun düşük devri olan 1300 d/d'lık motor hızlarında ölçümler yapılmıştır. Deney motor dizel yakıtı ve biyodizel ile çalıştırılarak ölçümler alınmış olup sonuçlar tablo haline getirilerek dizel yakıtı ve biyodizel ile elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Tablo 3'de dizel yakıtı ve biyodizel ile 3100 d/d'lık motor hızında yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar görülmektedir. Dizel yakıtı ile 17.75 Nm moment elde edilirken biyodizel yakıtı ile %3'lük bir düşüş göstererek 17.25 Nm olmuştur. Literatürde, bitkisel yağlardan elde edilen biyodizel ile yapılan çalışmalarda da yaklaşık aynı düşüşler mevcuttur. Aynı devirde dizel yakıtı ile 5.51 kW güç elde edilirken biyodizel ile %3'lük bir düşüş ile 5.36 kW güç elde edilmiştir. Özgül yakıt tüketimi dizel yakıtı için 302 g/kWh iken biyodizel için %2'lik bir artışla 307 g/kWh olmaktadır. Yakıtların ısı değerleri incelendiği zaman dizel yakıtı ile biyodizel arasında %5 oranında bir düşüş mevcuttur.

**Tablo 2. Bitkisel Yağ (BY), Dizel Yakıtı ve Biyodizelin Özellikleri**

| Yakıtın özelliği       | Bitkisel Yağ | Dizel Yakıtı | Biyodizel |
|------------------------|--------------|--------------|-----------|
| Yoğunluk(kg/lit)       | 0.89         | 0.84         | 0.88      |
| Viskozite ( $mm^2/s$ ) | 34.89        | 3.20         | 4.30      |
| Isıl değer (kJ/kg)     | 36700        | 42902        | 40763     |
| Alevlenme Noktası °C   | 234          | 58           | 148       |
| Setan Sayısı           | 37           | 54           | 47        |

birakılan biyodizelde bulunan asit ve diğer maddeler kabın dibine çöker ve çöken bu maddeler yakıttan temizlenir. Daha sonra elde edilen biyodizelin motorda daha iyi yanması için sudan temizlenmesi amacı ile susuz sodyum sülfat ( $Na_2SO_4$ ) ilave edilerek iyice karıştırılır ve suyu alınır yani kurutulur.

dinamometreye bağlanarak yükleme yapılmıştır. Motor performans değerlerini belirlemek amacıyla, dizel motoru tam gaz ve değişik devirlerde çalıştırılmıştır. Normal şartlarda taşıt motorları ile sabit tesis motorları genellikle maksimum moment devri civarında çalıştırılmaktadır. Bu

**Tablo 3. Motorun Maksimum Güç (3100 d/d) Devrinde Elde Edilen Değerler**

| Motor hızı (m/s)           | 3100         |           |
|----------------------------|--------------|-----------|
|                            | Dizel Yakıtı | Biyodizel |
| Yakıtın cinsi              |              |           |
| Moment (Nm)                | 17.75        | 17.25     |
| Güç (kW)                   | 5.51         | 5.36      |
| ÖYT(g/kWh)                 | 302          | 307       |
| Yağ sic.(°C)               | 60           | 67        |
| Yanma ver. (%)             | 90           | 89        |
| Yakıt tüketimi (g/dak)     | 27.5         | 28.5      |
| Yakıt tüketimi (kg/h)      | 1.65         | 1.70      |
| Egzoz Çıkış Sıcaklığı (°C) | 456          | 442       |

Tablo 4'de dizel yakıtı ve biyodizel ile 2200 d/d'lık motor hızında yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar görülmektedir. Dizel yakıtı ile 20.00 Nm moment elde edilirken biyodizel yakıtı ile %4'lük bir düşüş göstererek 19.25 Nm olmuştur. Aynı devirde dizel yakıtı ile 4.40 kW güç elde edilirken

**Tablo 4. Motorun Maksimum Moment (2200 d/d) Devrinde Elde Edilen Değerler**

| Motor hızı (m/s)             | 2200         |           |
|------------------------------|--------------|-----------|
|                              | Dizel Yakıtı | Biyodizel |
| Moment (Nm)                  | 20           | 19.50     |
| Güç (kW)                     | 4.40         | 4.23      |
| Özgül Yakıt Tüketimi (g/kWh) | 284          | 292       |
| Yağ sıc.(°C)                 | 67           | 72        |
| Yanma ver. (%)               | 93           | 91        |
| Yakıt tüketimi (g/dak)       | 21.8         | 22.0      |
| Yakıt tüketimi (kg/h)        | 1.31         | 1.32      |
| Egzoz Çıkış Sıcaklığı (°C)   | 522          | 516       |

**Tablo 5. Motorun Düşük (1300 d/d) Devrinde Elde Edilen Değerler**

| Motor hızı (m/s)             | 1300         |           |
|------------------------------|--------------|-----------|
|                              | Dizel Yakıtı | Biyodizel |
| Moment (Nm)                  | 16.50        | 15.25     |
| Güç (kW)                     | 2.24         | 2.07      |
| Özgül Yakıt Tüketimi (g/kWh) | 307          | 313       |
| Yağ sıc.(°C)                 | 78           | 78        |
| Yanma ver. (%)               | 96           | 95        |
| Yakıt tüketimi (g/dak)       | 11.4         | 12.0      |
| Yakıt tüketimi (kg/h)        | 0.67         | 0.69      |
| Egzoz Çıkış Sıcaklığı (°C)   | 390          | 394       |

biyodizel ile %4'lük bir düşüş ile 4.23 kW güç elde edilmiştir. Özgül yakıt tüketimi dizel yakıtı için 284 g/kWh iken biyodizel için %3'lük bir artışla 292 g/kWh olmaktadır.

Tablo 5'te dizel yakıtı ve biyodizel ile motorun en düşük devri olan 1300 d/d'lık motor hızında yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar görülmektedir. Dizel yakıtı ile 16.50 Nm moment elde edilirken biyodizel yakıtı ile %8'lik bir düşüş göstererek 12.25 Nm olmuştur. Aynı devirde dizel yakıtı ile 2.24 kW güç elde edilirken biyodizel ile %8'lik bir düşüş ile 2.07 kW güç elde edilmiştir. Özgül yakıt tüketimi dizel yakıtı için 307 g/kWh iken biyodizel için %2'lik bir artışla 313 g/kWh olmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar, dizel yakıtı ve biyodizel için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Biyodizel ve dizel yakıtı için yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar motor momenti ve gücü bakımından biyodizel kullanılarak yapılan ölçümlerde, dizel yakıtına göre maksimum moment devrinde yaklaşık %3'lük bir moment kaybı ve maksimum güç devrinde %3'lük bir güç kaybı gözlenmiştir. Özgül yakıt tüketimi değerleri karşılaştırıldığında dizel yakıtının biyodizele göre %2 oranında az olduğu tespit edilmiştir. Motor gücü ve momentindeki düşüşlerin yakıt kullanımının azlığından ve yakıtların ısı değerlerinden kaynaklandığı

söylenebilir. Dizel yakıtının ısı değeri ile biyodizelin ısı değeri arasında %5'lik bir fark bulunmaktadır. Biyodizel yakıtı dizel motorlarında kullanıldığı zaman motorun verimi dizel yakıtına yakın değerler almaktadır. Biyodizel dizel yakıtına göre daha yüksek tutuşma derecesine sahip olduğu için problem çıkarmadan taşınması ve depolaması rahatlıkla yapılabilir. Yağlanma derecesi yüksek ve iyot sayısı oldukça düşük olduğu için motorların kullanım ömrü uzun olur. Yapılan bu testlerin tümü incelendiğinde biyodizelin Türkiye şartlarında imal edilmesi ve alternatif yakıt olarak dizel araçlarında kullanılmasının mümkün olduğu sonucuna varılmaktadır.

Ülkemiz açısından biyodizel kullanımı incelendiği zaman, ülkemizin petrol kaynaklarının yetersiz ve enerji ihtiyacının %85'ine yakın bir kısmını ithal eden bir ülke olması diğer yandan da dünyada meydana gelen enerji krizleri en çok ülkemizi etkilediği için biyodizel gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasında yarar vardır. GAP projesinin tamamen bitmesi halinde yağlı tohum üretiminde oldukça büyük bir artışın meydana gelmesi beklenmektedir. Özellikle ayçiçek, pamuk, soya, aspir ve kolza bitkilerinin ülkemizde yetiştirme alanlarının artışı ümit edilmektedir. Bu bitkilerden elde edilen yağların yemeklik yağ olarak kullanılması dışında motor yakıtı olarak da kullanılması halinde bu bitkilerin



üretiminde bir artış meydana gelebilir. Bu artış tarım alanlarındaki iş imkanlarının artırılmasını sağlayabilir. Tarım sektöründe bir canlanma meydana gelerek kırsal kesimlerden büyük yerleşim birimlerine olan iç göç azalabilir ve buna bağlı olarak fabrika ve tarım alanlarında istihdam oluşturularak işsizlik oranında bir azalma meydana gelebilir. Petrol ambargoları ve krizlere karşı ülkenin dışa bağımlılığı azalır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olması bakımından sonu olmayan bir enerji olarak yararlanılabilir. Yan ürün olarak ticari amaçlı gliserin ve potasyum gübresi elde edilebilir. Atıkları gübre ve hayvan yemi olarak kullanılabilirliği için çevreye zarar vermez.

Alternatif bir enerji kaynağı olan biyodizelin dizel yakıtına göre birçok avantajı bulunmaktadır. Amerika ve Avrupa Birliği ülkelerinde yaygın olarak kullanılan biyodizelin ülkemizde de kullanımı değerlendirildiği zaman bazı önemli sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Temiz enerji ve temiz bir çevrenin elde edilmesiyle beraber ülkemizde dizel yakıtına alternatif olabilecek bir yakıt üretilmesi söz konusudur. Biyodizel yakıtı ülkemizin petrole olan ihtiyacı bakımından dışa bağımlılıktan kurtulmasına yardımcı olur ve enerji açığına da çözüm olabilir. Türkiye tarım potansiyelini daha doğru olarak kullanabilecek ve sonuçta yeni iş imkanları sağlanabilir. Bitkisel yağ

yakıtlarının ülkemizde kullanılabilir hale getirilmesinin gerek tarım ve gerekse otomotiv sektörünün ekonomik olarak güçlenmesi sonucunu doğuracaktır. Buna bağlı olarak Türkiye'yi ekonomik açıdan rahatlatacak ve bu konuda bilinçli politikaların oluşturulması söz konusu olacaktır.

Alternatif bir enerji kaynağı olarak bilinen biyodizelin dizel yakıtına göre birçok avantajı bulunmaktadır. Biyodizel yakıtı dizel motorlarında kullanıldığı zaman motorun verimi bir petrol ürünü olan dizel yakıtına yakın değerler almaktadır. Biyodizel dizel yakıtına göre daha yüksek tutuşma derecesine sahip olduğu için taşıma ve depolama sırasında bazı kolaylıklar sağlamaktadır. Dizel yakıtı ile her oranda tam olarak karışır ve onun kalitesini artırır. TS 3082 EN 590 Türk Standardı dizel motorlu taşıtlarda kullanılan akaryakıtlara en çok %5 oranında biyodizel katılmasına müsaade etmektedir. Ayrıca Türk standartları Enstitüsü taşıtlarda kullanılan biyodizel için TS EN 14214 standardını çıkarmıştır. Bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edildiği için yağlanma derecesi yüksek ve iyot sayısı da oldukça düşük olduğundan taşıt motorlarının kullanım ömrünü uzatır. Tarım alanındaki iş imkanlarının sayısının korunması, artırılması ve bu makinelerin geliştirilmesini sağlayabilir. Yan ürün olarak ticari amaçlı gliserin ve potasyum gübresi

elde edilir. Tarımsal sanayinin güçlenmesini sağlar Tarım sektöründe canlanma olur, üretim alanlarında istihdam oluşturularak işsizlik ve iç göçlerin azalmasına neden olur. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğu için petrol ambargo ve kriz risklerini azaltarak dışa bağımlılığın azalmasına sebep olur.

### KAYNAKÇA

1. **Salihogulları, C. ve Ayhan, E.** Dünya Petrol Arzı, 21 Aralık 1996 sayılı Zaman Gazetesi, sayfa 14, 1996.
2. **Salihogulları, C. ve Ayhan, E.** Dünya Petrolü Süperlere Teslim, 23 Aralık 1996 sayılı Zaman Gazetesi, sayfa 14, 1996.
3. **Salihogulları, C. ve Ayhan, E.** Ateş Düştüğü Yeri Yakar, 22 Aralık 1996 sayılı Zaman Gazetesi, sayfa 14, 1996.
4. **Huzayyin AS, Bawady AH, Rady MA, Dawood A.** Experimental Evaluation of Diesel Engine Performance and Emission Using Blends of Jojoba Oil and Diesel fuel. Energy Conversion and Management 45(13-14):2093-2112. 2004.
5. **Ramadhas AS, Jayaraj S, Muraleedharan C.** Use of Vegetable oils as I.C. Engine fuels A Review. Renewable Energy 29(5): 727-742, 2004.
6. **Rao GAP, Mohan PR.** Effect of Supercharging on the Performance of a DI Diesel Engine With Cotton Seed Oil

- Energy Conversion and Management 44(6):937-944, 2003.
7. **Nagaraj AM, Prabhu KGP.** Emission and Performance Characteristics of a Single Cylinder Compression Ignition Engine Operating on Esterified Rice Bran Vegetable Oil and Diesel Fuel. American Society of Mechanical Engineers, Internal Combustion Engine Division (Publication) ICE 39: 389-394, 2002.
  8. **Babu, AK, Devaradjane G.** Vegetable Oils as fuel for diesel Engines: An Overview. American Society of Mechanical Engineers, Heat Transfer Division, (Publication) HTD 372(3):313-318, 2002.
  9. **Lowry JPA.** Alternative Fuels For Automotive and Stationary Engines in Developing Countries. Proceedings of ImechE Seminar on Fuels For Automotive and Industrial Diesel Engines, MEP, 31-35, London 1990.
  10. **He Y, Bao YD.** Study on Cottonseed Oil as a Partial Substitute For Diesel Oil in fuel for Single-Cylinder Diesel Engine. Renewable Energy 30(5): 805-813, 2005.
  11. **Mazed MA, Summers JD, Batchelder DG.** Peanut, Soybean and Cottonseed Oil As Diesel Fuels. Transaction of the American Society of Agricultural Engineers 28(5): 1375-1377, 1985.
  12. **Zaher FA, Taman AR.** Thermally Decomposed Cottonseed Oil as a Diesel Engine Fuel. Energy Sources 15(3): 499-504, 1993.
  13. **Knothe, GBMO, Ryan III TW, Callahan TJ, Wheeler HG.** Vegetable Oils As Alternative Diesel Fuels. Degradation of Pure Triglycerides During the Precombustion Phase in a Reactor Simulating a Diesel Engine. SAE Special Publications, Issue 900: 37-63, 1992.
  14. **Bagby MO.** Vegetable Oils: Precombustion Characteristics and Performance as Diesel Fuels. American Chemical Society, Division of Petroleum Chemistry, Preprints 31(1): 339, 1986.
  15. **Shay EG.** Diesel Fuel From Vegetable Oils: Status and Opportunities. Biomass and Bioenergy 4(4): 227-242, 1993.
  16. **Cantoni U.** Alternative Fuels Utilization in Fuel Cell for Transportation, TMC, Advanced Engineering Research Group, 97 111, 1993.
  17. **Nwafor OMI.** Emission Characteristics of Diesel Engine Running on Vegetable Oil With Elevated Fuel Inlet Temperature. Biomass and Bioenergy 27(5): 507-511, 2004.
  18. **Engler CR, Johnson LA, Lepori WA, Yarbrough CM.** Effects of Processing and Chemical Characteristics of Plant Oils On Performance of an Indirect-Injection Diesel Engine. Journal of the American Oil Chemists' Society 60(8): 1592-1596, 1983.
  19. **Bari S, Lim TH, Yu CW.** Effects of Preheating of Crude Palm Oil (CPO) on Injection System, Performance and Emission of a Diesel Engine. Renewable Energy 27(3): 339-351, 2002.
  20. **Krishna MVSM, Prasad CMV, Murthy PVK, Reddy TR.** Studies on Pollution Levels From Low Heat Rejection Diesel Engine With Vegetable Oil-Pongamia Oil. Indian Journal of Environmental Protection 24(6): 420-425, 2004.
  21. **Schlick ML, Hanna MA, Schinstock JL.** Soybean and Sunflower oil Performance in a Diesel Engine. Transaction of the American Society of Agricultural Engineers 31(5): 1345-1349, 1988.
  22. **Ramadhass AS, Jayaraj S, Muraleedharan C.** Characterization and Effect of Using Rubber Seed Oil as Fuel in the Compression Ignition Engines. Renewable Energy 30(5): 795-803, 2005.
  23. **Dorado MP., Arnal JM, Gómez J, Gil A, López FJ.** The Effect of a Waste Vegetable Oil Blend With Diesel Fuel on Engine Performance. Transaction of the American Society of Agricultural Engineers 45(3): 519-523, 2002.
  24. **Bhattacharyya S, Reddy CS.** Vegetable Oils as Fuels for Internal Combustion Engines: A Review. Journal of Agricultural Engineering Research 57(3): 157-166, 1994.
  25. **Ramadhass AS, Jayaraj S, Muraleedharan C.** Characterization and Effect of Using Rubber Seed Oil as Fuel in The Compression Ignition Engines. Renewable Energy 30(5): 795-803, 2005.
  26. **Pugazhivadivu M, Jeyachandran K.**

- Investigations on the Performance and Exhaust Emissions of a diesel Engine Using Preheated Waste Frying Oil as Fuel. *Renewable Energy* 30(14): 2189-2202, 2005.
27. **Barnwal BK, Sharma MP.** Prospects of Biodiesel Production From Vegetable Oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9(4): 363-378, 2005.
  28. **Agarwal AK, Das LM.** Biodiesel Development and Characterization For Use as a Fuel in Compression Ignition Engines. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* 123(2): 440-447, 2001.
  29. **Schwab AW, Bagby MO, Freedman B.** Preparation and Properties of Diesel Fuels From Vegetable Oils. *Fuel* 66(10): 1372-1378, 1987.
  30. **Nwafor OMI.** Emission Characteristics of Diesel Engine Running on Vegetable Oil With Elevated Fuel Inlet Temperature. *Biomass and Bioenergy* 27(5): 507-511, 2004.
  31. **Ramadhass AS, Jayaraj S, Muraleedharan C.** Characterization and Effect of Using Rubber Seed Oil as Fuel in the Compression Ignition Engines. *Renewable Energy* 30(5): 795-803, 2005.
  32. **Pugazhivadivu M, Jeyachandran K.** Investigations on the Performance and Exhaust Emissions of a Diesel Engine Using Preheated Waste Frying Oil as Fuel. *Renewable Energy* 30(14): 2189-2202, 2005.
  33. **Barnwal BK, Sharma MP.** Prospects of Biodiesel Production From Vegetable Oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2005; 9(4): 363-378.
  34. **İkiliç, C., and Yücesu, H. S.,** Investigaton of the Effetct of Sunflower Oil Methyi Ester on the Performance of a Diesel Engine, *Energy Sources* 27(13), 1225-34, 2005.
  35. **Schwab AW, Bagby MO, Freedman B.** Preparation and Properties of Diesel Fuels From Vegetable Oils. *Fuel* 66(10): 1372-1378, 1987.
  36. **Zhou PL. and Thorp, I.** Emulsified Fuels Atomisation Study With High Speed Photographic Technology, *American Society of Mechanical Engineers* 50, 23-30, 1993.
  37. **Strayer R.C. Blake J.A. and Craig WK. Canola and High Erucic Rapeseed Oil as Substitutes for Diesel Fuel,** *Journal American Oil Chemistry' Society* 60(8) 1587 1597, 1983.
  38. **Megahed OA, Abdallah RI, Nabil D.** Rapeseed Oil Esters as Diesel Engine Fuel. *Energy Sources* 26 (2): 119-126, 2004.
  39. **Schuchardt U., Sercheli R., Vargas RM.** Transesterification of Vegetable oils: A Review. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 9(3): 199-210, 1998.
  40. **Freedman B. Butterfield, R O., Pryde EH.** Transesterification Kinetics of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 63(10): 1375-1380, 1986.
  41. **Noureddini H, Zhu D.** Kinetics of Transesterification of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74(11): 1457-1463, 1997.
  42. **Ramadhass AS, Jayaraj S, Muraleedharan C.** Biodiesel Production From High FFA Rubber Seed Oil. *Fuel* 84(4): 335-340, 2005.
  43. **Encinar JM, González JF, Rodríguez JJ, Tejedor A.** Biodiesel Fuels From Vegetable Oils: Transesterification of Cynara Cardunculus L. Oils With Ethanol. *Energy and Fuel* 16(2): 443-450, 2002.
  44. **Ma F, Hanna MA.** Biodiesel Production: A Review. *Biosources Technology* 70(1): 1-15, 1999.
  45. **Harrington KJ, D'Arcy-Evans C.** Comparison of Conventional and in Situ Methods of Transesterification of Seed Oil From a Series of Sunflower Cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 62(6): 1009-1013, 1985.
  46. **Megahed OA, Abdallah RI, Nabil D.** Rapeseed Oil Esters as Diesel Engine Fuel. *Energy Sources* 26 (2): 119-126, 2004.
  47. **Klopfenstein W. E. and Walker H.S.** Efficiencies of Various Esters of Fatty Acids as Diesel Fuels, *Journal American Oil Chemistry' Society* 60(8): 1596 1599, 1983.
  48. **Christie, W. W.,** Gas Chromatography and Lipids, the Oily Press, Scotland, 1989.