

BIYODİZEL ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK ATIK KIZARTMA YAĞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Zafer UTLU

KK Astsubay Meslek Yüksek Okulu Otomotiv Bilimleri BALIKESİR
zafer_utlu@yahoo.com

Özet: Enerjinin vazgeçilmez gerekliliği tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır. Biyodizel, bitkisel kaynaklı yağ ve atık yağların değerlendirilmesi yolu ile elde edilen yenilenebilir enerji çeşidi olarak bilinmektedir. Ülkemizde dizel motorlu araçlar toplam araçlar içerisinde %35,85’lik paya sahiptir. Bu nedenle ülkemiz her yıl yaklaşık 8,5 milyon ton dizel yakıt üretimi için petrol ithal etmektedir. Bununla birlikte ülkemizde her yıl ortalama 1,85 milyon ton bitkisel kaynaklı atık kızartma yağı (AKY) oluşmaktadır. Bu çalışmanın amacı; atık olarak çevreye büyük zarar veren yağların değerlendirilerek, atık kızartma yağı metil esteri (AKYME) ve ham gliserin elde edilmesi yolu ile yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanımını araştırmaktır.

1. Giriş

Günümüzde motorlu taşıt endüstrisinin temel enerji girdisi petrol ürünleridir. Dünya petrol kaynaklarının belirli bölgelerde toplanmış olması, siyasi ve ekonomik nedenlerden dolayı zaman zaman petrol krizleri yaşanmasına neden olmuştur. Ayrıca, petrolün belirli bir rezerve dayalı sonlu kaynak olması ve termik motor teknolojisinin de petrole bağımlı gelişmesi, mevcut motor teknolojisinde fazla bir değişiklik yapmadan kullanılan yakıtlara alternatif olarak yeni yakıtların araştırılarak ortaya konulması zorunlu hale gelmiştir. Bu konuda özellikle, tarımsal potansiyeli yüksek olan ülkelerde bitkisel yağlar ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bitkisel yağ kullanımı sonucu ortaya çıkan AKY’nda yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi, ekonomik etkinin yanı sıra olumlu çevresel etkilerle birlikte sürdürülebilir kalkınmayı da destekleyecektir.

Bu çalışmada, öncelikle biyodizel üretiminde kullanılan bitkisel yağların genel değerlendirilmesi önceki yapılan çalışmaların ışığı altında verilecektir. Daha sonra Türkiye’nin motorlu taşıt parkı, petrol ve petrol ürünleri üretim ve tüketim miktarları sunulacaktır. Atık yağ potansiyeli, yağ bitkilerinin üretim potansiyeli ile birlikte değerlendirilecektir. Dördüncü bölümde biyodizelin elde etme yöntemleri ve elde edilen yakıtın fiziksel ve kimyasal özellikleri, diğer yakıtlar ile karşılaştırmalı olarak verilecektir. Beşinci bölümde AKY’dan elde edilen yakıtın motor performans test sonuçları sunulacaktır. Son olarak genel bir değerlendirme yapılacaktır.

2. Biyodizel Üretiminde Bitkisel Yağ Kullanımı

Bitkisel ve AKY’nın değerlendirilmesi ile biyodizel enerjisi etkin bir şekilde taşımacılık sektöründe kullanılabilecek yapıya sahiptir. Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik bakımdan uygunluğu, atıklardan kurtulma ve olumlu çevresel etkisi bakımından kullanılabilirliği ile ortaya çıkmaktadır. Bitkisel ve AKY’nın, motor yakıtı olarak kullanımı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır[1-8]. Araştırma sonuçları, bitkisel yağların içten yanmalı motorlarda, No 2 dizel yakıtı yerine kullanılabilen özelliklere sahip olduklarını göstermiştir. Motor yakıtı olarak kullanılabilen bitkisel yağların başlıcaları; soya yağı, ay çiçek yağı, aspir yağı, kolza yağı, yer fıstığı yağı, keten tohumu, fındık yağı, pamuk tohumu ve atık kızartma yağlarıdır. Yapılan araştırmalardan elde edilen genel sonuçlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır. Yağlar yüksek setan oranı, uzun indüksiyon periyodu, düşük viskozite, düşük donma noktası ve düşük akma noktası ve bunların kombinasyonlarının değerlendirilmesi sonucunda; mısır, kolza, susam, pamuk tohumu, soya yağı ve atık kızartma yağlarının bu özelliklerinin en iyi kombinasyona sahip olduğunu göstermişlerdir.

Bitkisel yağlarla yapılan kısa süreli çalışmalarda motor performanslarında güç ve yakıt tüketiminin dizel yakıtına göre eşit bulunmuştur. Bununla birlikte değişen devir sayılarında ve maksimum güçte, kısa süreli yapılan çalışmalarda motor arızalarına rastlanmamıştır. Özellikle direkt püskürtmeli dizel motorların enjektörlerinde kömürleşme belirtilerine, yakıt birikmelerine ve reçineleşmelerine yol açabileceğini, ön yanma odalı motorlarda ise daha az sorunlar ortaya çıkartmaktadır. Biyodizelin, dizel yakıtından daha çok çevre dostu olduğunu, emisyon değerlerinin dizel yakıtına benzer, hatta bazı değerlerinin daha iyi olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir. Çalışmalarda bitkisel yağların termik verimlerinde dizel yakıtına göre, eşit veya biraz daha büyük değerler elde edilmiştir. Egzoz gazı sıcaklığı dizel yakıtına göre eşit veya daha yüksek değerler verdiğini belirlenmiştir[5]. Bitkisel yağ esterinin saf veya karışım halinde dizel motorda kullanılabilmesi, Bitkisel yağ esterinin zehirsiz, biyolojik olarak tamamen işlenebilir ve kullanımının tehlikesiz olduğu, bitkisel yağ metil

esterinin yakıt tüketimlerinin dizel yakıtı tüketimine yakın olduğu, Yakıtın ısınması ve akışı için araçta ek önlemlerin gerekmediği, CO₂ emisyonunun pratikte değişmediği, Nox emisyonunun biraz yükseldiği ve bu yükselmenin, motorda yapılacak basit bir püskürtme ayarı ile engellenebileceği, açığa çıkan gazda SO₂, kurşun ve halojenlerin bulunmadığı, ayrıca is ve karbon açısından dizel yakıtından çok daha iyi olduğu bildirilmiştir[8]. Bitkisel yağların alternatif yakıt olarak kullanımındaki en önemli problemin, viskozite yüksekliği olduğu belirtilmiştir. Viskozite yüksekliğinin, yakıt sistemlerinde tıkanmalara ve yanma kalitesinin bozulmasına, yanma odasında karbon birikintilerine neden olduğu vurgulanmıştır. Ham yağlardaki bu olumsuz özelliğin, yağ esterleriyle ve dizel yakıtı ile belirli oranlarda karıştırılarak azaltılabileceği belirtilmiştir[9].

3. Taşımacılık Sektörünün Araç ve Petrol Ürünleri Üretim ve Tüketim Değerleri

Türkiye'nin motorlu araç parkında 2001 yılı itibarı ile 7069574 araç bulunmaktadır. Otomobiller dışındaki araçların dizel yakıtı kullandığı göz önüne alınırsa, yaklaşık olarak 2534.771 adet aracın dizel yakıtı ile çalışmaktadır. Bu miktar toplam araç içerisinde %35,85'lik paya sahiptir. Tarım sektöründe yoğun olarak kullanılan traktör için düşünüldüğünde 2001 yılı itibarıyla 948416 adet ile toplam araç parkı içerisinde traktörün %13,42'lik bir paya sahiptir[10]. Ülkemizde üretilen ve ithal edilen petrol ürünleri miktarı ile, petrol türevlerinin üretim değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Dizel yakıt tüketim miktarı %28'dir. Petrol ihtiyacımızın yaklaşık %88-92'si dış alımla karşılanmaktadır[10].

Tablo 1. Yıllara Göre Ham Petrol Üretimi ve İthalatı ile Seçilmiş Petrol Türevleri Tüketimi (Ton)

Yakıtın Adı\Yıllar	1995	1998	2000	2001
Ham Petrol Üretimi	3 692 000	3 385 000	2 886 111	2 679 000
Ham Petrol Tüketim	29 324 000	30 582 000	32 595 000	30 936 000

Petrol türevlerinin dağılımı ise yıllara göre değişmekle birlikte benzin % 13, Dizel %28, fuel oil %26, Jet yakıtı %6, diğerler petrol ürünleri ise % 28 olarak gerçekleşmektedir. Özellikle yük, yolcu ve iş makinelerinde yoğun olarak kullanılan dizel yakıtının özellikleri aşağıdadır[6]. Dizel yakıtı fraksiyon kulesinde yaklaşık 160 °C başlayıp tamamı 391 °C'de buharlaşan ve ham petrolden arındırılarak elde edilen bir akaryakıttır. Dizel yakıtının kapalı formülü; C_{12,216} H_{23,29} S_{0,0575} dür. Bu formüle göre kütleli birleşimi; C=0,8538 kg, H=0,1355kg, S=0,0107kg dizel yakıtı az miktarda kükürt, azot, kül ve su içermektedir. Dizel yakıtı Türkiye'de mazot olarak isimlendirilmektedir. DIN51601-51777e göre dizel yakıtında istenen özelliklerin bazıları aşağıda sıralanmıştır; Hacimsel su miktarı %0.1, 15 °C'de özgül ağırlık 0.820-0.860 g/ml, Kaynama olayı hacimsel olarak 360 °C'e kadar en az % 90, 20 °C'de Viskozite 1.8-10 mm²/s, Parlama noktası 55°C, Tutuşma kabiliyeti (en küçük setan sayısı olarak) 40 SS Kül miktarı, kütleli olarak maksimum % 0.02 dir.

4. Yağ Bitkilerinin Ülkemizdeki Üretim Potansiyeli Atık Yağların Değerlendirilmesi

Bitkisel yağlar ülkemizde halen yemeklik yağ olarak tüketildiğinden ekiliş ve üretim miktarları bu alana cevap verebilecek düzeydedir. Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılabilir duruma gelmesiyle, bu alandaki üretimin artırılma olanağı her an mevcuttur. Ayrıca GAP projesinin faaliyete geçmesiyle 1.7 milyon hektar alan tamamıyla sulanır hale gelmiştir. GAP bölgesinde yetiştirilecek bitkiler içerisinde, yağ bitkileri, önemli bir potansiyele sahip olacaktır. 2001 yılı istatistiklerine göre ülkemizde yağ bitkilerinin ekiliş alanları, bitkilerin yağ oranları, üretim verimleri ve üretim miktarları Tablo 2'de verilmiştir[11].

Tablo 2. Yağ Bitkilerinin Ekiliş Alanları, Bitkilerin Yağ Oranları, Üretim Verimleri ve Üretim Miktarları. 2001 Yılı [11]

Yağ bitkisinin adı	Ekiliş alanı (ha)	Yağ oranı (%)	Üretim verimi (kg/ha)	Üretim miktarı (ton)
Ayçiçeği	510 000	40-50	1275	650 000
Mısır	550 000	17-18	4000	2 200 000
Pamuk toh.	731 362	16-24	1229	1 371 705
Yer fıstığı	27 000	35-55	2679	72 000
Soya	17 000	13-25	2941	50 000
Keten toh.	290	30-40	534	155
Fındık ^a	285 000	70-80	219	625 000
Susam	50 000	45-59	460	23000
Haşhaş	45836	44-50	468	21436
Kolza	290	40-45	2241	650
Aspir	35	9-28	714	25
Kenevir toh.	700	-	229	160
Türkiye Toplamı	1 932 515	-	-	5 014 131

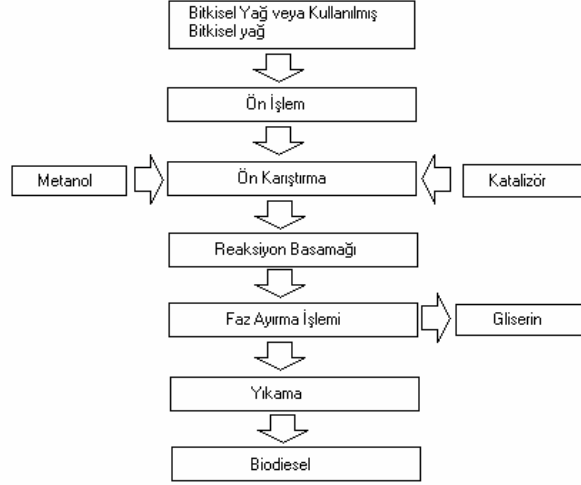
^a Meyve veren ağaç sayısı

4.1 Atık bitkisel yağ metil esterlerinin hazırlanması:

Biyodizel uzun zincirli yağ asitlerinin mono alkil esteri olması nedeni ile kimyasal olarak "yağ asiti metil ester" adıyla tanımlanmaktadır. Biyodizel; bitkisel (kolza, soya vb. bitkilerin) ya da hayvansal kökenli yağların bir

katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan, yakıt amaçlı ürünün adıdır. Şekil 2.1. de biyodizel üretimi gösterilmektedir.

Atık olarak çevreye büyük zarar veren, kötü koku yapan, döküldüğü giderleri katılaştırarak tıkanan atık yağlar metil alkol ve kostik ile hazırlanan ester ile reaksiyona sokularak bitkisel yağ metil esteri (biyodizel), gliserin ve potas gübresi elde edilmektedir.



Şekil 1. AKYME üretim aşamaları

Reaksiyonun şematik hali kısaca şu şekildedir; Bitkisel yağ öncelikle ön işlem uygulanarak fosfor lipidlerinden arındırılır. Eğer, yağ kullanılmış ise, kızartma artıklarından ve sudan ayrılmalıdır. Reaksiyon öncesinde yağ, metanol ve katalizörün birbiriyle çok iyi karıştırılması gereklidir. Çünkü metanolün sudaki çözünürlüğü çok azdır. Reaksiyon görüldüğü gibi basit bir nükleofilik yer değiştirme reaksiyonudur. Burada gliserin, metanol ile yer değiştirmekte ve yağ asidi metil ester meydana gelmektedir.

Üretim için gerekli hammaddeler; Atık bitkisel kızartma yağı: Su içeriğinden ayrılmış, akışkan hale gelmiş, Katkı Maddeleri: Metanol (%99 saflıkta), KOH %90-%92, H₂SO₄ %95-%97, saf su. Ürün; Biyodizel, ham gliserin ve potasyum sülfat tır.

Herhangi amaçla kullanılmış 20 lt'lik atık yağ işlem başlamadan önce 60⁰-80⁰C'ye kadar ısıtılmıştır. Daha sonra elekten geçirilerek içinde bulunan (kızartma vb.) atıkları ayrıştırılmaktadır. İkinci işlemde 20 litre atık yağ için gerekli olan 4 litrelik (%20) metil alkol bir kaba konup içerisine 160 gram pot asyum hidroksit (katalizör olarak) katılarak tamamen çözününceye kadar karıştırılır. Bu esnada 20lt yağ da 70⁰C de hazır durumdadır. İkinci aşamada hazırlanan metil ester 70⁰C civarındaki atık yağ üzerine dökülerek karıştırılır. 8 saat beklendikten sonra oluşan gliserin ve potasyum gübresi dibe çöker. Üst tarafta kalan biyodizel kısmı alınır. Biyodizel içinde asılı kalan gliserin taneciklerinin tamamen alınması için yıkama işlemine tabi tutulur. Reaksiyon sonunda gliserin fazının ayrılması tam olarak gerçekleştirilmelidir. Böylece büyük oranda metanol de ayrılmış olur.

4.2 Bitkisel yağların yakıt özellikleri

Bazı bitkisel yağların, yakıt olarak kullanılabilme özellikleri, Tablo 3 de dizel yakıtı ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablo incelendiğinde, bitkisel yağların viskozitelerinin ASTM tarafından dizel yakıtı için verilen 4,0 olan üst sınır değerine göre yaklaşık 7–10 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Viskozitenin yüksekliği bitkisel yağların yakıt olarak kullanılmasındaki en önemli dezavantajlarından biridir. Bitkisel yağların viskoziteleri ve ısı içerikleri zincir uzunluğu ile artmakta, çift bağ sayısı ile azalmaktadır [11].

Setan sayısı açısından bitkisel yağların ASTM alt sınırı olan 40'a büyük ölçüde yaklaştığı görülmektedir. Bu açıdan pamuk ve yerfıstığı yağlarının en uygun değerde olduğu görülmektedir. Bitkisel yağların ısı değerleri de, dizel yakıtının ısı değerlerinin yaklaşık % 90'ı kadardır. Bitkisel yağlar donma ve akma noktaları açısından da, dizel yakıtına göre uygundur. Tutuşma gecikmesi değerleri No 2 dizel yakıtından daha yüksektir.

Yakıtın içindeki su ve tortu miktarının, ele alınan birçok bitkisel yağda ASTM sınır değerleri içinde kaldığı görülmektedir. Karbon kalıntısı ile kül ve kükürt oranı açısından da sınır değerler aşılmamaktadır. ASTM yöntemi ile oksitleme süresi dizel yakıtı için 150 saatin üzerinde olduğu halde, bitkisel yağlar için bu süre 2,9–10 saat arasında bulunmuştur. Bu açıdan, bitkisel yağların olumsuzluğu söz konusudur. Tablo 3'de verilen değerlere göre; yüksek setan sayısı, uzun oksitleme süresi, düşük viskozite ile düşük donma ve akma noktaları açısından mısır, kolza, susam, pamuk ve soya yağı önceliğe sahiptir, bunları ayçiçeği ve yerfıstığı yağları izlemektedir.

Tablo 3. No 2 Dizel yakıtı ve Bitkisel Yağ Metil Esterlerinin Yakıt Özelliklerinin karşılaştırılması [4],[9].

Bitkisel yağın adı	Özgül kütle (g/ml)	Kinematik viskozite (mm ² /s)	Isıl değeri (kJ/kg)	Setan sayısı (ASTM D613)	Tutuşma gecikmesi (krank açısı (°))	Donma noktası (°C)	Akma noktası (°C)	Oksitlenme süresi (h)
Dizel yakıtı	0.86	2.9	42450	50.8	12.5	-15	-33	150
Ayçiçek yağı	0.92	34.9	39644	33	23.8	7.2	-15	5.5
Soya yağı	0.92	36.4	39390	39	19.6	-3.9	-12.2	8
Pamuk yağı	0.91	37.4	37420	51	21.4	1.7	-15	7.5
Yer fıstığı	0.91	37.2	37160	39	19.6	12.8	-6.7	6.7
Kolza yağı	0.92	39.0	39913	37.6	21.9	-3.9	-31.7	10.5
Keten yağı	-	27.2	39300	34.6	-	1.7	-15	3
Susam yağı	-	35.5	39350	40.2	-	-3.9	-9.4	8.5
Karbon	Tüm bitkisel yağlarda % 0.22-0.30 (ASTM sınır değeri % 0.35)							
Kükürt oranı	Tüm bitkisel yağlarda % 0.01 (ASTM sınır değeri % 0.5)							
Kül oranı	Tüm bitkisel yağlarda % 0.005-0.01 (ASTM sınır değeri % 0.01)							
Su ve tortu	Tüm bitkisel yağlarda % 0.05 (ASTM sınır değeri % 0.05)							

4.3 Atık kızartma yağlarının yakıt özelliklerini iyileştirilme yöntemleri

Bitkisel ve atık kızartma yağlarının yakıt olarak kullanılabilmelerini sağlamak amacı ile iki yönde çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bunlar; bitkisel yağların yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi ve motor yapısında yapılacak değişikliklerdir.

Motor ayarlarında yapılacak değişikliklerde temel olarak püskürtme basıncının ve zamanının değiştirilmesidir.

Yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda çalışmaların ağırlığını, bitkisel yağların viskozitelerinin azaltılması oluşturmaktadır. Bitkisel yağların viskozitelerinin azaltılmasında, ısıl ve kimyasal olmak üzere iki yöntem uygulanmaktadır. Isıl yöntemde, yakıt olarak kullanılacak olan bitkisel yağların, ön ısıtma ile sıcaklığının yükseltilmesi, viskozitesinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Kimyasal yöntem ise dört alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar; inceltme, mikroemülsiyon oluşturma, proliz ve transesterifikasyon'dur. Bu yöntemler kısaca açıklanmıştır. İnceltme; Bitkisel yağların belirli oranda dizel yakıtı ile karıştırılarak inceltilmesi işlemidir. Bu yönde yapılan çalışmalarda %5-%30 arasında bitkisel metil esterlerinin karıştırılması ile viskozite ve doymamışlık oranları ayarlanmaktadır.

Mikroemülsiyon oluşturma; Bitkisel yağların viskozitesini düşürmek için, metanol veya etanol gibi kısa zincirli alkollerle mikroemülsiyon oluşturulmaktadır. Böylece viskozite değeri düşmektedir. Mikroemülsiyon, normalde karışmayan iki sıvı ile bir veya daha fazla amfiyofil bir araya gelmesiyle oluşur. Bu yöntemle petrolden tamamen bağımsız alternatif dizel yakıtları meydana getirmek mümkün olabilmektedir [12].

Proliz veya kraling kimyasal bağların daha küçük moleküller oluşturmak üzere alması işlemidir. Bitkisel yağların proliz ürünlerini elde etmek için iki yöntem vardır, bunlardan biri, bitkisel yağı ısı etkisiyle kapalı bir kapta parçalamak, diğeri ise standart ASTM distilasyonu ile ısıl parçalanma etkisinde tutmaktır [12].

Transesterifikasyon; Bitkisel atık yağların dizel yakıt alternatifini olarak uygunlaştırılmasında izlenen en önemli kimyasal yöntemdir. Transesterifikasyon, bir bitkisel yağın küçük molekül ağırlıklı bir alkolle katalizörlüğünde gliserin ve yağ asidi esteri oluşturmak üzere reaksiyona girmesidir. Bazı yağların metil esterlerinin yakıt özellikleri Tablo 4 de verilmiştir. AKYME'nin özellikleri açısından dizel motorlarda doğrudan yakıt olarak kullanılabilirliği görülmektedir.

Tablo 4. Atık Kızartma Yağı Metil Esterinin Yakıt Özellikleri

	Alevlenme noktası (°C)	Özgül kütle 20°C (g/cm ³)	Viskozite 37.8°C (mm ² /s)	Setan sayısı	Isıl değer (Mj/l)
No 2 Dizel Yakıtı	72	0.837	2.6	50.8	43.35
Atık Kızartma Yağı ME	156	0.888	4.3	52.5	39.55
Yer fıstığı yağı ME	176	0.883	4.9	54.0	33.60
Soya yağı ME	178	0.885	4.5	45.0	33.50
Ayçiçek yağı ME	183	0.880	4.6	49.0	33.50

ME Metil ester, ^aPetrol Ofisi A.Ş.'den alınan standart değerlerdir. ^bEge Biyoteknoloji Firmasında tarafımızdan yapılmıştır

5. Bulgular ve Tartışma

Deneyler Land Rover TDI 110 Marka, dört silindirli direk enjeksiyonlu, Turbo-intercooler dizel motorda yapılmıştır. Bu motor, 2100 d/d'da 235 Nm moment ve 3850 d/d 'da 82 kW güç üretebilmektedir. Motor deneylerinde, moment, güç, devir ve egzoz sıcaklıklarının ölçümünde KK AMYO Motor Bilimleri Atölyelerinde

bulunan motor dinamometresi kullanılmıştır. Emisyon ölçümleri için de Gaco-SN marka gaz analiz cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz CO, CO₂, NO_x, O₂, SO₂ gazlarını ppm ve mg/Nm³ olarak ölçebilmektedir. Motor deneyleri TS1231'de belirtilen test esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir[13]. Ölçüm sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Dizel Araçlarda No 2 Dizel Yakıtı ile Atık Kızartma Yağı Metil Esterinin Karşılaştırılması
2500 d/d Motor Devrinde Ölçülen Performans ve Emisyon Değerleri

	Moment	Güç	Özgül Yakıt	Emisyonlar			O ₂	Duman	Egzoz
	(Nm)	(kW)	Tüketimi(g/kWh)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	NO _x (ppm)	Miktarı(%)	Koyuluğu(%)	sıcaklığı ⁰ C
Dizel Yakıtı	216	61	233,39	396	9,3	464	7,9	37,4	451
AKYM	212,8	59,9	269,71	388	9,1	454	8,1	27,5	416
Fark (%)	1,48 Azalma	1,8 Azalma	13,46 Artış	2,02 Azalma	2,15 Azalma	2,16 Azalma	2,47 Artış	26,47 Azalma	7,76 Azalma

Motor performansı ve egzoz emisyon değerlerinin ölçülmesi için tam yük değişik devir testi yapılmıştır. Testler 4400, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000 ve 1750 d/d' da gerçekleştirilmiştir. Deneysel düzeneğindeki şaftın zarar görmemesi için 1750 d/d'nın altına inilmemiştir. Deneyler başlamadan önce yakıt enjeksiyon pompası, enjektör püskürtme basınçları 200 bar'a, enjeksiyon avansı 12° KMA'na ve supap ayarları motor katalog değerlerine göre ayarlanmış ve motor yağı değiştirilmiştir. Yaptığımız çalışmadaki veriler incelendiğinde, %30,77 hidrokarbon, %2,02 karbon monoksit azalması meydana gelmiştir. Bunun yanında havada da bol miktarda bulunan azot oksitlerde %2,15 lük bir artma meydana gelmiş, teker gücü ve teker kuvvetinde de 2500 devirde normal karşılanan % 1,48 ve 1,8 lik azalmalar olmuştur. Hızlanma sürelerinde yavaşlama olduğu gözlemlenmiştir. Dizel yakıtı oranla ekonomik, çevreci, yenilenebilir bir yakıt elde edilmiş bunun yanında çok az miktarda hızlanma süresi ve güç ile kuvvetten kayıp verilmiştir. Üretilen AKYME ısı değeri dizel yakıtından daha düşük, fiziksel ve kimyasal özellikleri dizel yakıtına benzer yenilenebilir ve ekonomik bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. AKYME performans yönünden dizel yakıtına oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Ölçümler sonucunda dizel yakıtına göre momentte ortalama %4,3, güçte ortalama %4,5 azalma tespit edilmiştir.

AKYME ısı değerinin düşük, yoğunluk ve viskozitesinin yüksek olmasından dolayı özgül yakıt tüketimi dizel yakıtına göre ortalama %14,34 artış göstermiştir.

Kirletici emisyonlar yönünden atık yağ metil esteri olumlu sonuçlar vermiştir. Bu emisyonlardaki ortalama azalmalar; CO₂'te %5,98, CO'te %17,14, NO_x'de %1,45 olarak gerçekleşmiştir. AKYME kullanımı ile egzoz dumanı koyuluğu dizel yakıtına göre ortalama %22,46, egzoz gazı sıcaklıkları ise ortalama %6,49 azalmıştır.

Kısa süreli performans ve emisyon testleri sonucunda AKYME, moment, güç, emisyonlar ve yakıt tüketimi bakımından tatmin edici sonuçlar vermiştir. Ancak yakıt deposu, yakıt sistemi elemanları, motor yağı ve aşınmalar, enjektörler, yanma odaları, pistonlar, manifoldlar ve supaplar üzerindeki etkilerinin tam olarak belirlenmesi için uzun süreli testler yapılmalıdır. Ayrıca, enjeksiyon avansının daha geniş aralıklarda değiştirilmesi, dizel yakıtı ile belirli oranlarda karıştırma, yakıtın ısıtılması ve enjeksiyon basıncının değiştirilmesi gibi parametrik çalışmalar da yapılmalıdır. Atık yağ metil esterinin viskozitesini düşürücü, ısı değeri artırıcı kimyasal katkıları geliştirilmelidir..

6.Sonuç

Atık kızartma yağlarının metil esteri olarak kullanılması Türkiye açısından değerlendirildiğinde şu sonuçlar ön plana çıkmaktadır; Türkiye dizel yakıtına alternatif bir yakıt üretebilecek kapasiteye sahiptir. Üretilen yakıt çevre dostu olarak, çevre kirliliğine çözüm olabilecektir. Türkiye tarımsal potansiyelini daha doğru ve etkin olarak kullanabilecek ve yeni iş olanakları sağlayacaktır. Atık kızartma yağları değerlendirilebilecek ve bu yağlardan oluşan doğal çevre kirliliğinin azaltılabilecektir. Bu yağların değerlendirilmesinde en büyük sorun yağların toplanmasından kaynaklanmaktadır

Kaynaklar

- [1].ALİBAŞ A., V. EYÜBOĞLU,S.KAYIK,.Bitkisel Yağların Motor Yakıtı Olarak Kullanılabilen Olanakları Mühendis ve Makina Dergisi.Cilt:34 SAYI:398 s.19-27,1993
- [2].ERDOĞAN D.Bitkisel Yağların Dizel Motorlarında Yakıt Olarak Kullanılması.T.Mek.13.Ulusal Kongresi.,Konya,s.30-37. 1991.
- [3]. GEYER S.M., M.J. JACOBUS, S.S. LESTZ., Comparison of Dizel Engine Performance and Emissions from Neat and Transesterified VEGETABLE OILS. Transactions of the ASAE,USA.p.375-381,1984.
- [4].GOERING CE., A.W.SCHWAB, M.J.DAUGHERTY, E.H.PRYDE, A.J.HEAKIN, Fuel Properties of Eleven VEGETABLE Oils , Transactions of the ASAE, p.1472-1477.USA. 1982.
- [5]. İŞİGİRTUNA A., F. KARAOSMANOĞLU, H.A. AKSOY, Bitkisel Yağların Dizel Yakıt Alternatif Olarak Kullanımı .Isı Bilimi ve TEKNİĞİ 7. ULUSAL Kongresi. Ege Üniv.İzmir.s.191-196. 1989.
- [6]. KAUFMAN K.R., M. ZIEJEWSKI,Sunflower Methyl Esters for Direct Injected Diese Engines.Transactions of the ASAE., USA p.1626-1633,1984.

- [7]. KAUFMAN K.R., T.J. GERMAN ,G.L.PRATT,J. DERRY, (A). Field Evaluation of Sunflower Oil / Dizel Fuel Blends in Dizel Engines Transactions of the ASAE , USA 29(1)p.2-9,1986.
- [8]. ULUSOY Y., Uludağ Üniv.Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Doktora Tezi ,Bursa 1999.
- [9]. PETERSON L., WAGNER, D.L..Vegetable Oil Substitutes for Dizel Fuel.Transactions of the ASAE, vol.26(2) USA,P.322-332 .1983
- [10]. UTLU Z, HEPBAŞLI A. Assessment of the energy utilization efficiency in the Turkish transportation sector between 2000 and 2020 using energy and exergy analysis method. Energy Policy, 2005 [Baskıda].
- [11]. UTLU, Z.; HEPBAŞLI A.Assessment of the energy and exergy utilization efficiencies in the Turkish agricultural sector. International Journal of Energy Research [Baskıda].
- [12]. SCHÄFER A.. Alternative dizelmotorenkraftstoffe auf der Basis von Pflanzenölen. Raps, Sonderausgabe. Mai.s.145-148,1988.
- [13]. TS 1231, İçten Yanmalı Motorlar - Muayene Ve Deney Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1 – 24, 1991.

Yazışan Yazar:

Zafer UTLU,

Dr. Öğ. Bnb.

KK Astsubay Meslek Yüksek Okulu

10110 Balıkesir E-mail: zutlu66@yahoo.com veya zafer_utlu@yahoo.com

Tel: 0266 221 23 50 /4450Faks: 0266 221 23 58