

Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Tohumunun Biyoyakıt Olarak Değerlendirilmesi

Ömer ÇALIŞKAN* Mehmet Serhat ODABAŞ Necdet ÇAMAŞ

Ondokuzmayıs Üniversitesi, BMYO, Teknik Programlar Böl. 55400, Bafra, Samsun

*Yazışma yazarı: ocaliskan@omu.edu.tr

Geliş tarihi: 21.07.2009, Yayına kabul tarihi: 02.10.2009

Özet: Güneş enerjisini bünyelerine kimyasal enerji olarak bağlayan bitkiler, enerji sektöründe yeni ve yenilenebilir kaynak olarak düşünülmektedir. Buna bağlı olarak son yıllarda biyoyakıt tesislerinin kurulmasının arttığı görülmektedir. Sektörün en önemli sorunu ise hammadde teminidir. Yağ açığının giderek arttığı ülkemizde ise bu konu daha da önem kazanmakta ve alternatif düşünceler ortaya konmaktadır. Bu çalışma ile tütün tohumlarının da yeni alternatifler arasında, yer alması gerektiği ortaya konmak istenmiştir. Zira tütün tarımında, yaprak tütünler, ana ürün olarak alınmakta, tohumlar ise yağ içeriği yüksek olmasına rağmen düşük verimi nedeniyle tarlada bırakılmaktadır. Hâlbuki kimyasal ve biyodizel özellikler bakımından tatmin edici sonuçlar veren tütün tohumu yağı, tahmini olarak 14 bin ton ham yağ potansiyeli ile değerlendiremediğimiz varlıklarımızdandır. Yağ ihtiyacının %70'inin ithalat ile karşılandığı ülkemizde hiçbir bitkisel ham yağ kaynağının israf edilmemesi ulusal çıkarlarımız için zorunluluktur.

Anahtar kelimeler: Tütün tohumu, *Nicotiana tabacum* L., Biyodizel,

Utilization of Tobacco Seed (*Nicotiana tabacum* L.) as Biodiesel

Abstract: The plants which can convert solar energy into chemical energy within their own bodies are considered as a new and renewable source in the energy sector. Accordingly, we have recently observed an increase in the number of biodiesel plants. The biggest problem faced by the sector is the provision of raw material. In our country, which has an increasing amount of deficiency in oil, this problem is even bigger and alternative ways are sought. This study aimed to demonstrate tobacco seeds as one of the alternatives because after the tobacco leaves are collected from the field, tobacco seeds are left on the field due to their low yield. However, these seeds have high level of oil and have produced satisfying chemical and biodiesel results. This in result leads to a 14000 tone-loss of raw oil potential. Thus, it is obligatory for Turkey to save raw vegetable oil sources in our country, where 70% of the oil is imported.

Key words: Tobacco seed, *Nicotiana tabacum* L., Biodiesel,

Giriş

Çevre duyarlılığının arttığı günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ayrı bir önem verilmektedir. Ayrıca çevreye zararı bilinen yenilenemeyen enerji kaynaklarının, yakın gelecekte tükenme noktasına geleceği bilinmektedir. Özellikle petrol ürünleri bu bakımdan risk ve tehlike faktörü oluşturmaktadır. Enerji ihtiyaçlarının gelişen yaşam koşullarında hızla arttığı da

anlaşılmakta ve yeni enerji arayışları giderek yaygınlaşmaktadır (DBR 2005, RCEP2007).

Günümüzde yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde biyokütle önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Ana bileşenleri, karbonhidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak

tanımlanmaktadır. Biyokütle enerji çeşitlerinden birisi biyodizel olarak da adlandırılan biyomotorindir ve motorları modifiye etmeden fosil dizeli ile karıştırılarak kullanılabilir (Karasoğanlı 2001 ve Jensen, 2005). Biyodizelin ham maddesi bilindiği gibi, bitkisel ve hayvansal yağlardır. Bitkisel yağların ana bileşeni triacylglycerol'dür (TAG). Kimyasal olarak TAG, yağ asidi ile gliserolün esteridir. Biyomotorin üretiminde bir katalizör aracılığı ile gliserol (alkol) ve biyodizel elde edilmektedir;

Triacylglycerol+alkol=alkilester(biyodizel) + gliserol (Ulusoy ve Alibaş, 2002).

Bitkilerden elde edilen yağlar, farklı yağ asitleri ihtiva ettiğinden fiziksel ve kimyasal özellikleri de farklılık arz etmektedir (Knothe ve ark., 2005). Bu farklılıklar ise biyodizel yakıtın teknik özelliklerine yansımaktadır. Ancak biyodizel yakıtların ortak özelliği, petrol kaynaklı yağlara kıyasla çevreye daha az zararlı olmasıdır. Zira biyodizel yakıtlar karbondioksitsiz ve toprakta çözünebilirlik özelliğine sahiptir. Biyodizel ürünler %99.6 oranında biyolojik olarak parçalanmaktadır (Alptekin ve Çanakçı, 2006). Bunun yanı sıra, tarımsal sanayinin güçlenmesine, kırsal göçün azalmasına, dışa bağımlı olmadan enerji elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Gürleyük ve Akpınar, 2002).

Biyodizel yakıtların yukarıda bahsedildiği gibi hem yeni-yenilenebilir enerji kaynağı olması, hem de çevreye dost olması gibi önemli nedenlerle değeri gün geçtikçe artmakta ve birçok ülkede biyodizel üreten tesislerin kurulması devam etmektedir.

Gelişmelere bağlı olarak, agronomik açıdan yağ bitkilerinin bu teknolojiye uygun gereksinimleri karşılama olanakları ve yağ bitkileri potansiyeli araştırılırken, diğer taraftan bünyelerindeki yağ asitlerine bağlı olarak teknik özellikleri az çok değişiklik gösteren yağ bitkilerinden biyodizel üretim yöntemleri geliştirilmektedir. Aynı zamanda bu yakıtların petrol türevi dizel yakıtlarla karışım oranları, motor performansları ve teknik özellikleri ortaya koymak amacıyla çalışmalar yürütülmektedir (Altun ve Gür, 2005; Frondel ve Peter, 2007).

Yapılan çalışmalardan elde edilen verilere bağlı olarak biyodizel üretiminin ileriki yıllarda artırılması söz konusu olmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği ülkelerinde, dizel yakıt tüketiminin 2005 yılında 159.9 mton, 2010 yılında 177.8 mton olacağı tahmin edilmektedir. Bu miktarın 2005 yılında %2'sinin 2010 yılında %5.75'inin biyodizelden karşılanması planlanmaktadır. Ekim alanı olarak hesaplandığında ise 2005 yılı için 3 milyon hektar alanda yağ bitkileri üretimi söz konusu iken 2010 yılında hedeflenen biyodizel üretimine ulaşmak için, 9 milyon hektar araziye ihtiyaç duyulacaktır. Bu miktara bioetanol için gerekli üretim alanı da ilave edildiğinde 11.2 milyon hektar ekilebilir araziye gereksinim olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu miktar ise 82.4 milyon hektar olan toplam ekilebilir arazinin %13.6'sına tekabül etmektedir. Her geçen yıl biyodizel üretimini artırmayı amaçlayan ve 2020 yılında toplam dizel ihtiyacının %20'sini biyodizelden karşılamak isteyen Avrupa Birliği genelinde, ekilebilir toplam arazilerinin %38'inin yağ bitkilerine ayrılması gerekmektedir (Kavalov, 2004, Frondel ve Peter, 2007).

Bu planlamalarda dikkati çeken önemli bir husus, toplam tarım arazilerinin giderek fazla miktarda yağ bitkilerine ayrılması durumudur ki, Birleşmiş Milletler bu amaçla kontrolsüz adım atılmasının yarardan çok zarar getirebileceği uyarısında bulunmaktadır. Hem insanların yaşam koşulları, hem de çevre üzerinde ciddi etkileri olabileceğine dikkat çekilmektedir. Raporda tarım alanlarının giderek daha geniş bir şekilde biyoyakıt elde edilen bitkilere ayrılmasının, gıda ürünlerini daha da pahalı hale getireceğine ve yoksulluğu artıracığına işaret edilmektedir. Zira, Birleşik devletlerde bioenerjinin ekonomik tesirini araştırarak Daniel ve ark., (2000) mevcut alanların %10 bioenerji bitkilerine ayrılmasının diğer ürünlerde %8-14 fiyat artışına neden olacağı öngörüsünde bulunmuşlardır.

Benzer bir durum, ülkemiz için de geçerlidir. Şu anki konumu ile Türkiye, AB ülkeleri de dikkate alındığında biyodizel üretim potansiyeli bakımından önemli bir üretici ülke konumuna gelmiştir. 2005 yılı

verilerine göre TOBB raporunda 878.000 ton/yıl üretim kapasitesine ulaşılmıştır (Acaroğlu, 2005). Afacan (2006)'ın bildirdiğine göre 2006 yılında üretim yapan tesis sayısı 144, üretim kapasitesi 1.5 milyon tona çıkmıştır. Görünen odur ki, petrol ithalatçısı olan Türkiye, yeni bir enerji kaynağı olan biyodizel için gerekli yağ ve yağ bitkilerini de ithal edecek durumdadır. Bu hususta akla gelen ilk önlemler;

--yağ bitkilerine ayrılan alanların artırılması,

-- alternatif yağ bitkilerinin geliştirilmesi ve --elimizde mevcut olan ancak kullanmadığımız kaynakların bu sektöre hammadde olarak kazandırılmasıdır.

Hazırlanan bu çalışmada, mevcut kaynaklar içerisinde yer alan ve tütün yetiştiriciliğinin ana ürünü olan yapraklar alındıktan sonra tarlada bırakılan, ekonomik olarak değerlendirilmeyen tütün tohumlarının tahmini potansiyeli, tütün tohumunun özellikleri ile bu tohumlardan elde edilebilen biyodizelin teknik özellikleri üzerinde durulacaktır. Zira tütün yetiştiricisi üreticilerimiz, yaprak hasadından sonra tarlada kalan sap ve tohumları, toprağı sürerek imha etmektedir. Oysa enerji ithalatçısı olan ülkemizde her türlü enerji kaynağını değerlendirmek, hem üreticimiz hem de ülke ekonomisi için bir zorunluluk olarak bilinmelidir.

Tütün Tohumu ve Yağı

Tütün bitkisinde tek bir ana sap mevcut olup, bu ana sapın üst kısmında dağınık veya bileşik salkım şeklinde çiçekler bulunur. Çiçekler döllenmeden sonra kapsülleri oluştururlar. Bir bitkide 35-100 arasında kapsül oluşur. Bu kapsüller içerisinde kahverenginden siyaha kadar değişen ve 1000 tane ağırlığı 0.07-0.09 g olan çok küçük tohumlar bulunur (Şekil 1, 2, 3). Tohumların 12-15 bin tanesi bir gram gelmektedir. Böbrek şeklinde olan tohumların bileşiminde bulunan % 38-42 arasındaki yağ, yemelik olarak kullanıma da uygundur. Bir tütün bitkisinde bulunan her bir kapsül 1350-3000 tohum üretebilmekte; böylece bitki başına yaklaşık 50.000-300.000 adet tohum elde

edilebilmektedir (Elçi ve ark.,1987). Samsun ve Amasya-Gümüşhacıköy yöresinde Maden, Canik, Bafra ve Basma tütün çeşitlerinde iki yıl süreyle yürütülen çalışmada, ortalama 36.0-51.5 adet çiçek olduğu ve bu çiçeklerin tamamının kapsüle dönüşerek tohum verdiği bildirilmiştir (Karpat, 1989). Romanya'da Baragan 185 adlı yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan çeşit üzerinde yapılan araştırmalarda, fideleme zamanının tohum verimi üzerine etkili olduğu ortaya konmuştur. Erken fidelemede, bitki başına ortalama 40 kapsül ve her bir kapsülden 0.18-0.30 gr tohum elde edilmekte yani bitki başına 8-12 gr tohum alınmaktadır. Geç fidelemede ise çiçek gelişimi gecikmekte ve bitki başına 4-7 gr tohum alınmaktadır (Dima ve ark., 2003).



Şekil 1. Tütün çiçekleri



Şekil 2. Kapsüller



Şekil 3. Kapsüller ve tohum

Ancak günümüzde üretimi yapılan Flue-cured Virginia (FCV), Burley ve bazı yarı oriental tip tütünlerde tepe kırımı uygulandığından tohum alınamamakta, sadece; küçük kıtalı, tepe kırımı yapılmayan, oriental tip tütünlerde tohum elde edilebilmektedir. Son verilere göre dünya genelinde 4 milyon hektar alanda tütün tarımı yapılmakta, bu alanların yaklaşık % 80'inde tepe kırımı uygulanmaktadır (Anon, 2008a). Ülkemiz açısından baktığımızda ise Türkiye oriental tip tütün yetiştiriciliğinde dünyada ilk sırayı

almakta ve doğuda bir miktar yarı oriental tütün ile Marmara bölgesinde FCV- Burley yetiştiriciliği dışında, genelde oriental tip tütün üretimi yapılmakta, dolayısıyla bu üretim alanlarından tohum elde etmek mümkün olmaktadır. Diğer bir ifade ile en önemli oriental tütün üreticisi ve en fazla tütün tohum potansiyeline sahip ülke Türkiye'dir. Bilinen hesaplamalara göre dekara 15-25 kg tohum alınabilmektedir. Bu ürün ülkemiz için her gramı çok kıymetli olan yağlı tohum ihtiyacı için çok önemsenmelidir. Fakat yapraklar alındıktan sonra sap ve tohum tablası tarlada imha edilmektedir. ıllardır ürün kaybı olarak düşündüğümüz bu tohumluğun, ülke ekonomisine kazandırılması gerekmektedir. Çünkü Türkiye, dünya genelinde önemli bir tütün üreticisi ve ihracatçısıdır. Çizelge 1 incelendiğinde ülkemizin tütün üretiminde dünya genelinde ilk 10 içinde yer aldığı görülmektedir. Yurt genelinde ise Ege bölgesi başta olmak üzere birçok bölgede tütün tarımı yapılmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Ülkeler İtibariyle Toplam Tütün Üretimi (Ton)

SIRA NO	DÜNYA TÜTÜN ÜRETİMİ (TON)			
	ÜLKELER	2005	2006	2007
1	Çin	2.685.743	2.746.000	2.397.200
2	Brezilya	889.426	900.381	908.674
3	Hindistan	549.100	552.200	520.000
4	ABD	290.170	329.918	353.187
5	Endonezya	153.470	146.265	164.851
6	Türkiye	147.612	117.634	117.883
7	Yunanistan	125.904	37.386	30.783
8	Arjantin	163.528	165.000	170.000
9	İtalya	110.000	110.000	100.000
10	Pakistan	100.500	112.600	103.000
11	Tayland	70.000	70.000	70.000
12	Malavi	93.598	121.600	118.000
13	Diğerleri	1.269.017	1.178.582	1.178.549
	Toplam	6.738.602	6.642.977	6.202.127

Kaynak: Anon. 2008a

Çizelge 2. Yıllar İtibariyle Tütün Üretimimiz (Ton)

BÖLGELER	Üretim alanı (ha) 2006	Üretim alanı (ha) 2007	Üretim alanı (ha) 2008	Üretim miktarı (ton) 2006	Üretim miktarı (ton) 2007	Üretim miktarı (ton) 2008
EGE	95.741	97.258	103.031	71.556	73.903	79.279
KARADENİZ	21.107	18.857	17.203	19.193	17.109	16.005
MARMARA	3.135	2.179	850	4.452	3.531	1.740
DOĞU	5.413	5.634	5.434	4.213	4.630	4.207
GÜNEYDOĞU	20770	20.936	20.354	18.220	18.710	17.709
TOPLAM	146.166	144.904	146.872	117.634	117.883	118.940

Kaynak: Anon. 2008b

Tütün tohumu yaprak tütün üretiminin yan ürünüdür ve tohumun %38-42'si yağdır. Geri kalan kısım ise protein, ham lif, karbonhidrat ve inorganik maddelerdir. Eshetu, (2007)'ya göre, yağ asitlerinin dağılımı %66-76 linoleik, %17-27 oleik, %7-10 palmitik ve % 3.1 stearik asittir. Kuruma indeksi 55-75, iyot değeri 135-147 arasındadır ve tütün tohumu yarı kuruyan yağlar kategorisindedir. Bitki gelişimi evrelerinde yağ kompozisyonu incelendiğinde genç yapraklarda yağ asidi miktarının çiçeklenme başlangıcında en yüksek seviyeye ulaştığını, olgunlaşmanın %30'dan %60'a ulaşmasıyla linoleik asidin arttığını, hızlı bir yağ asitleri artışının kapsül oluşumu devresinde olduğunu ve tohumlarda en fazla bulunan yağ asidinin %75 ile linoleik asit olduğu tespit edilmiştir (Chu ve Tso, 1968). Aynı şekilde Hindistan,

Türkiye, Zimbabve ile İngiltere'de yürütülen çalışmalarda linoleik asit içeriğinin %69-79 arasında değiştiği bildirilmiştir (Crawford ve Hilditch 2006).

Mukhtar ve ark., (2007)'ye göre tütün tohumu yağı, doymamış yağ asitlerince zengindir. Yağ asitlerinin %71.63'ünü linoleik, %13.46'sını oleik ve %8.7'sini palmitik asit oluşturmaktadır. Tütün tohumlarında tohum ağırlığının % 40.6'sı yağ olup, bu yağın özgül ağırlığı 0.917, iyot değeri 140.27, kuruma indeksi 5367, asit değeri 6.8 mg KOH/g olarak belirlenmiştir (Mukhtar ve ark., 2005).

Mukayese için, yağ bitkisi olarak yetiştiriciliği yapılan bitkilerin bünyelerinde bulunan yağ asitleri ile tütün tohumu yağ asitleri tablo halinde sunulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bazı yağ bitkileri ile tütün tohumu yağının yağ asidi kompozisyonları

Bitki adı	Palmitik 16:0	Palmitoleik 16:1	Stearik 18:0	Oleik 18:1	Linoleik 18:2	Linolenik 18:3	Diğerleri toplamı
Soya	13.9	0.3	2.1	23.2	56.2	4.3	0
Ayçiçeği	6.4	0.1	2.9	17.7	72.9	0	0
Aspir	7.3	0	1.9	13.6	77.2	0	0
Kolza	3.5	0	0.9	64.1	22.3	8.2	0
Pamuk	28.7	0	0.9	13.0	57.4	0	0
Mısır	11.8	0	2.0	24.8	61.3	0	0.3
Palm	42.6	0.3	4.4	40.5	10.1	0.2	1.1
Tütün	10.96	0.2	3.34	14.54	69.49	0.69	0.78

Kaynak: Demirbaş 2003, Giannelous ve ark 2002.

Linoleik, palmitik, stearik ve oleik asit varlığına sahip tütün yağı, pazara sunulmuş birçok yemeklik yağ ile fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından kıyaslanabilir özelliktedir. Tütün tohumu yağı kullanılan diyet çalışmalarında Charles Foster albino farelerinin büyüme fizyolojilerinde

herhangi bir tersliğe rastlanılmamıştır (Thakur ve ark (1998). Histopatolojik çalışmalarında da hiçbir toksik etki gözlemlenmemişlerdir. Gunstone ve Herslöv (2000)'e göre de tütün tohumu yağı, teknolojik kullanımların yanı sıra yemeklik olarak da kullanılabilir özelliktedir. Tütün

tohumu yağının diğer yağlarla kıyaslanabileceğini savunan Patel ve ark. (1998), besleme kalitesi bakımından yerfıstığı ve pamuk yağından daha iyi, aspir yağına benzer olduğunu, raf ömrü bakımından da onlar kadar dayanıklı olduğunu, ayrıca yağ ekstraksiyonundan sonra geriye kalan tohum posasının, nitrojence zengin hayvan yemi ilavesi olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır.

Tütün yetiştiriciliğinde tek amaç, kaliteli yaprak tütün elde edilmesi olduğundan, tohum verimi ve tohum üretimi dikkate alınmamaktadır. Oysa tütün tohumu, yağ içeriği bakımından ayçiçeği ve kolzaya benzer, soyadan ise yüksektir. Ama yaprak tütün yetiştirilen alanlarda tohum verimi dekara 25 kg civarında tahmin edilmektedir.

Yağ üretimini artırmayı amaçlayan ve tütünün yeni bir yağ bitkisine dönüşeceğini düşünen bazı araştırmacılar, ana ürünü tohum olan, tütün ıslahına yönelmişlerdir. Araştırmacılar İtalya'da %39.4 yağ içeriği olan ve 5700 kg/ha tohum alınabilen hatlar geliştirmişlerdir. Bu miktar tohumdan 2000lt/ha üzerinde yağ alınabilmektedir (Wendy ve ark., 2007). Elde edilen yağ presle alındıktan sonra kalan küspenin ise %10 yağ, %35 protein ve yüksek omega 6 yağ asidi ile iyi bir hayvan yemi olduğu tespit edilmiştir (Pline ve Fogher 2007). Ayrıca tütün verimsiz kıraç alanlarda düşük girdi maliyetleri ile yetiştirilebildiğinden gıda üretimi için ayrılan alanlara da rakip değildir.

Tütün Tohum Yağının Biyodizel Olarak Kullanım Olanakları ve Teknik Özellikleri

Enerji çeşitleri arasında, bitkisel kaynakların kullanılması düşüncesi ile enerji tarımı, tarımda yeni açılımlara neden olmaktadır (Akınerdem, 2007). Hammaddesini yağlı tohumlardan alan biyodizel sektörünün en önemli sorunu ise hammadde sağlanmasıdır. Özellikle ülkemizin, yağ açığı olması nedeniyle hammadde konusu ayrı bir önem kazanmakta ve her türlü kaynağın değerlendirilmesi gerekmektedir (Esendal

ve ark., 2007). Zira mevcut yağlı tohumlu bitkiler ile yağ açığımızı kapatmamız söz konusu değildir (Gizlenci ve ark., 2007). Hammaddeye çözüm arayışları içerisinde, alternatif yağ bitkileri yetiştiriciliğinin artırılması, endemik yağ bitkilerinin bu sektöre kazandırılması ve tütün tohumu gibi kullanılmadan israf edilen kaynakların değerlendirilmesi ilk akla gelenlerdir.

Tütün tohumundan yağ eldesi diğer bitkilerde olduğu gibi presleme veya soksalet yöntemi ile kimyasal olarak yağ ayrıştırılarak yapılmaktadır. Petrol eteri ve n-hekzan kullanarak, ultrasonik ekstraksiyon çalışmasında, bu yöntemin soksalet yöntemine nazaran daha az etkili olduğu, fakat 25 °C'de daha kısa sürede nispeten daha yüksek yağ verimi alındığı ortaya konmuştur (Stanisavljevic ve ark., 2006). Bu araştırmacılara göre, tütün tohumu yağı, tütün ziraatinin geleceği için, ümidi temsil etmektedir.

Oriental Oltja tütün çeşidi kullanarak yapılan çalışmalarda ise tütün tohumunun yüksek miktarda serbest yağ asidi içerdiği ve iki aşamalı olarak biyodizel üretilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. İlk aşamada serbest yağ asidi miktarının azaltılması ve ikinci aşamada da, biyodizel üretimi söz konusudur. Türkiye'den toplanan tütün tohumlarının da değerlendirildiği çalışmada, yağ asidi kompozisyonunun büyük bir benzerliğe sahip olduğu ve yağ asitleri içerisinde yaklaşık %70 ile linoleik asidin en büyük payı aldığı belirlenmiş, biyodizel üretimi için tütün tohumunun değerli bir yenilenebilir enerji materyali olabileceği ortaya konulmuştur (Veljkovic ve ark. 2006).

Tütün tohumu yağı, dizel yakıt için uygun bir alternatiftir. Tütün tohumu yağının 40 °C'de, kinetik vizkozitesi 27.7 mm²/s setan sayısı 38.7, enerji içeriği 39.6Mj/kg olup bulutlanma noktası -7.8 °C, akma noktası -14 °C, parlama noktası 220°C, yoğunluk 0.9175, sülfür 0,0006, iyot sayısı 135 ve kül ise % 0.008 olarak tespit edilmiştir (Giannelous ve ark., 2002).

Kısmi bir mukayese yapmak amacı ile çeşitli bitkisel yağ esterlerinin fiziksel özellikleri ile tütün tohumu yağı için elde edilen değerler Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Bazı yağ bitkileri ile tütün yağı biyodizelinin teknik özellikleri

Bitki adı	40°C de Kinematik vizkozite mm ² /s	Setan sayısı	Enerji içeriği	Bulutlanma noktası (°C)	Akma noktası (°C)	Parlama noktası (°C)	Yoğunluk (kg/l)	Sülfür (wt.%)	Saponifi (mgKOH/gr)	İyot değeri	Kül (%)
Soya	32.6	37.9	39.6	-3.9	-12.2	254	0.9138	0.010	189-195	112.5	<0.01
Ayçiçeği	33.9	37.1	39.6	7.2	-15.0	274	0.9161	0.010	188-194	125.5	<0.01
Mısır	34.9	37.6	39.5	-1.1	-40.0	277	0.9095	0.010	187-195	122.6	0.01
Pamuk	33.5	41.8	39.5	1.7	-15.0	234	0.9148	0.010	189-198	105.7	0.01
Kolza	37.0	37.6	39.7	-3.9	-31.7	246	0.9115	0.010	168-181	130.0	0.054
Tütün	27.7	38.7	39.4	-7.8	-14.0	220	0.9175	0.006	193	135.0	0.008

Kaynak: Giannelous 2002

Çizelge 4'den anlaşılacağı gibi, tütün tohumu yağının teknik özellikler bakımından elverişli durumda olduğu görülmektedir. Bu sanayi dalında istenen yağın, çoğunlukla tekli doymamış ve çoklu doymamış zincirler ile minimum doymuş zincirlerin karışımından oluşması tercih edilmektedir ki, tütün tohumu yağı da bu özelliklere sahiptir (Oğuz ve Ögüt, 2001).

Tütün tohumu yağı biyodizeli üzerine yapılan çalışmalarda %25'e kadar tütün yağı biyodizeli ilavesinin motor performansında önemli bir değişime sebep olmadığı ve yüksek devirlerde dizel yakıttan hafifçe daha fazla güç ve tork sağladığı, ayrıca motorda herhangi bir modifikasyona gidilmesine gerek olmadığı belirlenmiştir (Usta, 2005).

Ülkemizde yürütülen bir çalışmada, alternatif dizel yakıtı olarak tütün tohumu biyodizeli ve ayçiçeği-fındık yağı sabun stoğu biyodizeli, normal dizel No2 ile fiziksel olarak karşılaştırılmıştır. Araştırmada dört silindirli, ön yanma odalı turbo dizel motor kullanılmıştır. Bu çalışmada da, dizel no 2 için 841.5 kg/l yoğunluk, 2.9 viskozite, % kütleli olarak 0.68 kükürt ve 44631 kJ/kg ısı değer elde edilirken, %17.5 oranında tütün tohumu metil esteri katılan biyodizel T17.5 için aynı sıraya göre elde edilen değerler 886.8 kg/l, 3.5cst, <0.001 kükürt ve 39811kJ/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca özgül yakıt tüketimi ele alındığında sabun stoğu biyodizeli (S17.5) yakıt tüketimini %5 civarında arttırırken, tütün yağı T17.5, dizel no:2 ye oranla az bir oranda daha düşük yakıt tüketimi gerçekleştirmiştir. T17.5 biyodizeli CO emisyonunu azaltmış, S17.5 ise arttırmıştır (Usta ve ark., 2005).

Yukarıda bahsedilen fiziksel ve kimyasal özellikler ile teknik değerler bize tütün

tohumu metil esteri ile oluşturulan biyodizelin önemli bir dizel alternatifi olabileceğini, bu kaynağın değerlendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

2008 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık 147 bin hektar alanda tütün tarımı yapılmıştır (Anon. 2008b). Tütün yaprakları hasat edildikten sonra tarlada kalan sap ve tohum ise imha edilmektedir. Oysa tahmini rakamlara göre tütün alanlarında, dekarda 15-25 kg tohum bulunmaktadır. Bu miktar bazı alanlarda daha yüksek rakamlara da çıkabilmektedir. Örneğin, Denizli yöresinde dekardan 61.7 ± 14.2 kg/da tohum toplandığı bildirilmektedir (Usta, 2005). Dekara 25 kg tohum verimi varsayımı ile kaba bir hesap yapılacak olursa, 145 bin hektar alandan 36 bin ton tütün tohumu alınabilir. Ortalama %40 yağ olduğu düşünüldüğünde bu tohumlardan yaklaşık 14.400 ton yağ alınabileceği anlaşılmaktadır.

Kaldı ki bu miktar yağ, hiçbir alana gerek duymadan sadece yaprak tütün üretiminin yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tohumların toplanması ve ekonomimize kazandırılması zorunludur. Zira Türkiye, hem petrol ve türevleri hem de yağ ve yağlı tohumlar ithalatçısı konumundadır. Bitkisel yağ sanayicileri derneğinin verilere göre, 2007 yılında 2.064.000 ton yağlı tohum üretimimiz ile birlikte, 2.079.617 ton yağlı tohum ve 804.803 ton ham yağ ithal ederek yağ ihtiyacımız karşılanmıştır. Bir diğer deyişle Türkiye, ihtiyaç duyduğu yağın % 70'ini yurt dışından temin etmiş ve 1.719.078 dolar ödemiştir (Anon, 2007).

Sonuç

Yağ ihtiyacımızın büyük çoğunluğunu ithalat yoluyla karşıladığımız ortadadır. Bu durumda iken biyodizel tesislerinin kurulması ve işletilmesi ise daha düşündürücü bir hal almaktadır. Ülkesel yağ açığımızın kapatılması için üretim planlaması ve mevcut kaynaklarımızın daha verimli değerlendirilmesi zorunludur. Tütün tohumları da, mevcut kaynaklar içerisinde, potansiyel bir alternatif olarak durmakta, ancak düşük verimlerinden dolayı, tarlada imha edilmektedir. Oysa yurt içinde her türlü kaynağın değerlendirilmesi, ulusal çıkarlarımız için gereklidir. İsraf etme lüksümüz olmamalı, tütün tohumları tarlada bırakılmamalıdır.

Ayrıca yapılacak yeni bir çalışma ile bölgelere göre toplam tütün tohumu verimi ile bu tohumların yağ içerikleri üzerine araştırma yürütülerek, net rakamların ortaya konması sağlanmalıdır. Bu bakımdan özellikle Ege ve Karadeniz Bölgeleri üzerinde daha yoğun durulmalıdır. Son yıllarda Doğu-Güney Doğu tütünlerinin alternatifi olarak küçük kıtalı, kalite tütünlerin bu bölgelerde yetiştiriciliği üzerine yürütülen çalışmalarda dikkate alındığında, tohum alınacak tütün alanlarının artacağı anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra yaprak tütün kalitesini bozmadan, tohum verimini artırma olanakları araştırılmalı veya bazı araştırmacıların belirttiği gibi özellikle sulama imkânı olmayan kıraç alanlarda yetiştirilme özelliğinden faydalanılarak yüksek tohum verimi olan çeşitler geliştirilerek yağ sanayisine katkı sağlanmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim, 2007. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği. Ar-ge/İstatistikler <http://www.bysd.org.tr/>
- Anonymous, 2008a. FAO Statistic database. <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>
- Anonim, 2008b Tütün mamulleri ve Alkollü içkiler Piyasası Düzenleme Kurumu (TAPDK). <http://www.tapdk.gov.tr>
- Afacan, T. 2006. Petrol ve Alternatif Enerji Kaynağı Biyodizel. MÜSİAD Çalıştayı. 16.02.2006. Ankara.

- Akınerdem, F. 2007. Türkiye’de Biyoyakıtlar ve Hammadde Temini. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu. Bildiri Kitabı. s.63-70.
- Altun, Ş. ve Gür M.A. 2005. Bitkisel Yağların Alternatif Yakıt Olarak Dizel Motorlarında Kullanılması. Hr.Üniv. Z.F. Dergisi. 9(3) 35-42.
- Acaroğlu, M. 2005. Türkiyede Bitkisel ve Atık/hayvansal Yağlardan Biyodizel Üretiminde Durum Saptanması. AB ve Türkiye’de Biyodizel Potansiyeli ve Biyodizel üretiminin Geleceği. 02.12.2005Ankara. <http://www.biodieselturk.com/M%20Acaroglu-Tubitak.pdf>
- Alptekin, E. ve Çanakçı, M. 2006. Biyodizel ve Türkiye’deki durumu. www.mmo.org.ekim09/makale.
- Chu, H. ve Tso, T.C. 1968. Fatty acid composition in Tobacco. I. Green Tobacco Plants. Plant Physiol. 43, 428-433
- Crawford, R.V. and Hilditch, T.P. 2006. The component fatty acids of tobacco-seed oils. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol:1 Issue :8 p. 230-234.
- Daniel, G., Ugerte, T., Walsh, M.E., Sapouri, H. and Slinsky, S.P. 2000. The Economic Impacts of Bioenergy Crop Production on U.S. Agriculture. http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/eco_impacts.html.
- Demirbaş, A. 2003. Biodisel Fuels From Vegetable Oils Via Catalitic and Non-Catalitic Supercritical Alcohol Transesterifications Other Methods; A Survey. Energy Conversion and Manegement Vol:44 (13) 2093-109
- DBR, 2005. Bioenergies after the petroleum age. Current Issues—Energy Special. Deutsche Bank Research, Frankfurt. www.dbresearch.com/rod/dbr_internet_en-rod/
- Dima, A., Paunescu, A.D., Militaru, D.C., Halmajan, H. And Coman, E. 2003. The İnfuluence of Transplantation Time on Physical Parameters of Tobacco Seed Production. Coresta .

- Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö. Ve Geçit, H.H. 1987. Tarla Bitkileri. Ankara Üniv. Zir Fak. Yay No: 1008. 238 s. Ankara.
- Esendal, E., Çamaş, N., Arslan, B., Çalışkan, Ö. ve Paşa, C. 2007. Biyodizel alanında Endemik Yağ Bitkilerinin Önemi. 1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Semp. Samsun.
- Eshetu, B. 2007. Nicotiana tabaccum Seed Oil. www.ipp.boku.ac.at/oilseeds/eshetu.html
- Frondele, M., Peter, J. 2007. Biodiesel: A new Oildorado. Enerjy Policy. 35(2007) 1675-1684.
- Giannelous, P.N., Zannikos, F., Stournass, S., Lois E. and Anastopoulos G. 2002.. Tobacco seed oil and alternative diesel fuel: Physicall and Chemical Properties. Industrial Crops and Products. Vol:16 Issue: 1 pages 1-9.
- Gizlenci, Ş., Acar, M. ve Kayaoğlu ,Y. 2007. Türkiyede Kolza Gerçeği. 1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Semp. Samsun.
- Gunstone, F.D. and Herslöf, B.G. 2000. Lipid Glosary 2. Oil Pres Bridgewater. www.Ohlroggeleb.plantbiology.msu.edu/la bweb
- Gürleyük, S.S. ve Akpınar, S. 2002 Yeni Enerji Kaynakları: Biyodizel. www.Obitet.gazi.edu/makaleler.
- Jensen, P. 2005. Unmodified Vegetable Oil as an Automotive Fuel. The IPTS Report. <http://www.jrc.es/home/report/english/articles/vol74/TRA1E746.htm>.
- Karaosmanoğlu, F. 2001. Biyomotorin ve Türkiye. Enerji dergisi. 1. 35-38.
- Karpat, H. 1989. Samsun Bafra Tütün (Nicotiana tabaccum L.) Çeşitlerinin Taksonomik (Morfolojik ve Polinolojik) Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. İst. Üniv. Fen Bil. Ens. 194 s. İstanbul.
- Kavalov, B. 2004. Biofuel Potential in the EU. <http://www.p2pays.org/ref/05/04170.pdf>
- Knothe, G., Gerpen, J.U. and Krahl, J. 2005. Biodiesel Handbook. OECS Pres. İllinois.
- Mukhtar A., Ulah, H. And Mukhtar, M. 2005. Extraction and Charecterization of Tobacco Seed Oil. Asian Journal of Chemistry. Vol 18 No:1 p: 20-24
- Mukhtar A., Ulah, H. and Mukhtar, M. 2007. Fatty Acid Composition of Tobacco Seed Oil and Syntesis of Alkyd Resin. Chinese Journal of Chemistry Vol 25, issue: 5 p:705-708.
- Oğuz, H.ve Öğüt, H. 2001. Tarım Traktörlerinde Bitkisel Kökenli Yağ ve Yakıt Kullanımı. Selçuk-Teknik Online Dergisi. ISSN: 1302-6178. Vol:2 Nu: 2.
- Patel, J.A. Patel, B.K. and Chakraborty, A. 1998. Production Potantial and Quality Aspect of Tobacco Seed Oil. Tobacco Res. 44 (9) 44-49
- Pline-Srnic W. and Fogher, C. 2007. Development of High Seed-Yielding Tobacco Varieties for Oil Production - Transforming Tobacco into an Oil Crop. <http://www.planttechno.com>
- RCEP. 2007. Biomass as a Renewable Energy Source. <http://www.rcep.org.uk/biomass/chapter1.pdf>
- Stanisavljevic, I.T. Lazic, M.L. and Veljovic, V.B. 2006. Ultrasonic Ekstraktion of Oil From Tobacco (Nicotiana tabaccum L.) Seeds. Ultrasonic Sonochemistry Vol: 14 646-652.
- Thakur, L.S. Parekha, L.J. and Patel, B.K. 1998. Evaluation of Nutritional Quality of Tobacco Seed Oil. Tobacco Res 24 (2) s. 65-69.
- Ulusoy, Y. and Alibaş, K. 2002. Dizel Motorlarda Biyodizel Kullanımının Teknik ve Ekonomik Olarak İncelenmesi. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. Vol: 16 s: 37-50.
- Usta, N. 2005. Use of Tobacco Seed Oil Methyl Ester in a Turbocharged İndirect İnjection Diesel Engine. Biomass and Bioenergy. Vol: 28 No:1, 77-86.

- Usta, N. Can, Ö. ve Öztürk, E. 2005. Alternatif Dizel Motor Yakıtı Olarak Biyodizel ve Etanolün Karşılaştırılması. Müh. Bilimleri Dergisi. Cilt No:11 Sayı 3 s. 319-456
- Veljkovic, S.H., Lazic, M.L., Lakicevic, V.B. Stemenkovic, O.S. and Todoravic, Z.B. 2006. Biodiesel Production from Tobacco Seed Oil with High Content of Free Fatty Acids. Fuel 85(2006) 2671-2675.
- Wendy, P. S. and Corrado F. 2007. Development of High Seed Yielding Tobacco Varieties for Oil Production. Transforming Tobacco Into an Oil Crop. [www. Agbioworld.org/nesletter-wm/](http://www.Agbioworld.org/nesletter-wm/)