



## Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Remzibey-05 Tohum Yağı Metil Esteri: Potansiyel Dizel Motor Uygulamaları için Yakıt Özellikleri

<sup>a</sup>Tanzer ERYILMAZ\*, <sup>b</sup>Cüneyt CESUR, <sup>a</sup>Murat Kadir YESİLYURT, <sup>c</sup>Emine AYDIN

<sup>a</sup>Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 66200, Yozgat

<sup>b</sup>Bozok Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66200, Yozgat

<sup>c</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 53100, Rize

\*Sorumlu yazar: tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.12.2013

Düzeltilme Geliş Tarihi:26.12.2013

Kabul Tarihi: 08.01.2014

### Özet

Compositae/Asteraceae familyasının bir üyesi olan aspir (*Carthamus tinctorius* L.), esas itibariyle yenilebilir yağ elde edilen ve kuşyemi olarak kullanılan tohumları için yetiştirilmektedir. Son yıllarda, bitkisel yağların biyodizel üretiminde kullanılması, yağlı tohumlu bitkilerin öneminin artmasına neden olmuştur. Biyodizel üretiminde kullanılacak potansiyel bitkilerden biri de aspirdir. Türkiye, aspir yetiştiriciliği için oldukça uygun iklim ve toprak koşullarına sahip bir ülkedir. Tohum ve yağ verimi, yağ asidi kompozisyonu ve yağın yakıtla ilişkili özellikleri, çeşit ve çevre koşullarından etkilenen özelliklerdir. Bu çalışma ile Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen ülkemizdeki tescilli aspir çeşitlerinden Remzibey-05 tohum yağının yağ asidi kompozisyonu ve bu çeşitten elde edilen yağdan üretilen biyodizelin yakıt özellikleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir, Biyodizel, Remzibey-05, Yağ asidi, Yozgat

## Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Remzibey-05 Seed Oil Methyl Ester: Fuel Properties for Potential Diesel Engine Application

### Abstract

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), which is a member of the Compositae (Asteraceae), mainly for edible oil obtained from the seeds is used as canary grass grown. In recent years, the usage of vegetable oils for biodiesel production has led to increase in the importance of oilseed plants. Safflower is one of the potential plants that can be used in biodiesel production. For the cultivation of safflower, Turkey has a very favorable climatic and soil conditions. Seed and oil yield, fatty acid composition and oil – fuel related characteristics, which are affected by variety and environmental conditions. In this study, registered in our country safflower varieties of Remzibey-05 which is grown in Yozgat ecologic conditions aimed to determine the fatty acid composition and biodiesel fuel properties which is produced oil obtained from this variety.

**Keywords:** Safflower, Biodiesel, Remzibey-05, Fatty acid, Yozgat

### Giriş

Yağlı tohumlu bitkilerden biri olan aspir, Compositae (Asteraceae) familyasından tek yıllık bir bitki olup kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Bu bitkinin eski çeşitlerinde yaklaşık %25-27 yağ bulunmaktadır. Yeni çeşitlerin geliştirilmesiyle bu oran %46-47'ye kadar yükseltilmiştir (Şakir ve Başalma, 2005). Açık renkli olan yağı, daha çok doymamış yağ asitlerinden linoleik asit bulundurması

nedeniyle yağ bitkileri arasında önemli bir yere sahiptir (Metcalf ve Elkins, 1980).

Düşük tohum verimi nedeniyle aynı koşullarda yetişen diğer birçok kültür bitkisiyle anılabilmesi için, bir taraftan modern yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesi ve diğer taraftan da ileri ıslah metotları kullanılarak genetik verim potansiyeli yüksek yeni çeşitlerin elde edilmesi gerekmektedir (Aydın, 2012). Aspir bitkisi iklim ve toprak istekleri yönünden diğer yağ bitkilerine göre daha az seçici

olması; değişik koşullarda üretim imkânını ortaya koymuştur. Ekolojik faktörler dikkate alındığında aspir bitkisinin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirilerek buğday ile ekim nöbetine girebilme imkânı vardır.

Ülkemizin sulanabilir tarım alanlarının hala %80'i sulanamamaktadır. Çok geniş alanlarımızda hala sulama imkânı bulunmadığı için tahıla dayalı üretim devam etmektedir. Bu üretim desenini çeşitlendirmek hem biyolojik çeşitliliği artıracak, hem de toprakların daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Aspir bitkisi bu amaçla kullanılabilir bir bitkidir.

Kıraç alanlarda yetiştirilmesi yanında sulanan koşullarda da yüksek verim sağlamaktadır. Uygun toprak sıcaklığı ve nem koşullarında, aspir bitkisinin kökleri toprağın 3 metre derinliklerine kadar inebilmektedir. Bu özelliği nedeniyle münavebe sistemi içerisindeki yüzlek köklü tahılların yararlanmadığı toprağın alt katmanlarındaki besin elementlerinden de istifade edebilmektedir (Li ve Mündel, 1996).

Yağlık bitkilerin tarımı ve yağ bitkilerine dayalı endüstri geçtiğimiz 15 yıldan bu yana bütün dünyada önem kazanmıştır. 1996 yılında yaklaşık 175 milyon hektar olan ekim alanı 2011 yılında yaklaşık 220 milyon hektara ulaşmıştır. Buna karşılık yıllık yağlı tohum üretimi 1996 yılında yaklaşık 250 milyon ton iken 2011 yılında 450 milyon tona ulaşmıştır. Bununla beraber bitkisel yağ üretimi 1996 yılında 75 milyon ton iken 2011 yılında 150 milyon ton olmuştur. Dünyada ekim alanı 1996-2011 yılları arasında yaklaşık %25 oranında artarken üretim miktarı 75 milyon tondan 150 milyon tona ulaşarak %100 arttığını görüyoruz (Anonim, 2011). Buna karşılık Türkiye'de yağlı tohum ekilişi yapılan alan son on beş yılda %9,3'lük bir artış göstererek, 2010/11 hasat döneminde yaklaşık 768 bin hektara ulaşmıştır. Aynı süre zarfında yağlı tohum üretimi %31,1'lik bir artışla yaklaşık 3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (İlkdoğan, 2012). Dünya ile Türkiye'de ki yağ üretimi ve ekim alanları rakamlarını karşılaştığımızda ülkemizdeki artışların dünyadaki artışların gerisinde kaldığı görülmektedir.

Bitkisel yağların gıda sanayinin haricinde enerji sektöründe de kullanım imkânlarının keşfedilmesi ile beraber insanlık için çok hayati bir seviyeye ulaştığını ve bu bitkilerin her geçen gün üretim imkânlarının artırılması ve verim artışlarının sağlanmasının çok stratejik bir konuma ulaştığını söylemek mümkündür. Üçüncü milenyum yakıtı olarak tanıtılan biyodizelin kullanımı tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır. Halihazırda biyodizel Avrupa ve Amerika'da üretilmekte ve satılmaktadır (Oğuz ve ark., 2012).

Aspir diğer yağlı tohumlu bitkilere nazaran kurağa, soğuğa ve tuzluluğa toleranslı (Baydar ve

Turgut, 1993), yazlık ve kışık tiplerinin geliştirilmiş olması, farklı iklimlerde ve farklı zamanlarda yetiştirilebilmesi nedeniyle (Bayraktar ve Ülker, 1990), kuru ve sulu tarım alanlarında münavebeye girerek bitkisel yağ ve hayvansal yem açığımızın kapatılmasında ve biyodizel üretiminde oldukça önemli bir potansiyele sahip alternatif bitkidir. EPDK'nın belirlediği biyodizel mecburi karışım oranlarının ilk uygulanmaya başlanacağı 2014 yılında ihtiyaç duyulacak yağ miktarı yaklaşık 170 milyon litredir. Aynı ihtiyaç 2016 yılında %3 biyodizel harmanlanmasını karşılamak için yaklaşık 540 milyon litre olacaktır (Oğuz ve ark., 2012).

Aspirde ekim zamanı geciktikçe bitki boyu, yan dal sayısı, tabla sayısı, tablada tohum sayısı, bin dane ağırlığı, yağ oranı, tohum ve yağ verimi ile çiçek verimi azalmaktadır (Kızıl ve Şakar, 1997; Kızıl ve Gül, 1999; Öztürk ve ark., 1999; Özkaynak ve ark., 2001). Gecgel ve ark. (2005), Edirne ve Tekirdağ koşullarında Montola-2001 ve Centennial aspir çeşitlerini sonbahar ve ilkbahar yetiştirme sezonunda ekerek, çeşitlerin verim performansını (tohum verimi, yağ verimi, yağ oranı, protein oranı) ve yağ kalite kriterlerini (asitlik, peroksit sayısı, fosfor ve demir içeriği) araştırdıkları çalışmada, verim ve kalite özelliklerinin ekim sezonlarından etkilendiğini, her iki lokasyonda da sonbahar ekimlerinin iyi sonuç verdiğini ve Montola-2001 çeşidinin diğer çeşitten daha iyi yağ kalitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Şakir ve Başalma (2005), Ankara koşullarında bir çeşit ve dört aspir hattını 4 farklı tarihte (mart başı, mart sonu, nisan başı, nisan sonu) ekerek yapmış oldukları çalışmada, ekim zamanlarının agronomik özellikler üzerine önemli derecede etkili olduğunu, çeşit ve hatların ekim zamanlarına tepkilerinin farklı olduğunu ve mart ekimlerinin diğer ekim tarihlerine göre en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Eren ve ark. (2005), Ankara koşullarında 3 aspir çeşidini (Oleicled, Yenice 5-38, Dinçer) sonbahar ve ilkbaharda ekerek, tohum ve yağ verimi ile yağ oranını araştırdıkları çalışmada, sonbahar ekimlerinin yıllık yağış miktarı uygun olan yerlerde nadas alanlarını azaltmak ve ülkenin ihtiyaç duyduğu yağ miktarını karşılamak bakımından potansiyel bir bitki olarak göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır. Ögüt ve ark., (2012); bir aspir türü olan Balcı çeşidinin yağ asidi kompozisyonuna ve bu yağlardan elde edilen biyodizelin yakıt özelliklerine bakmışlardır.

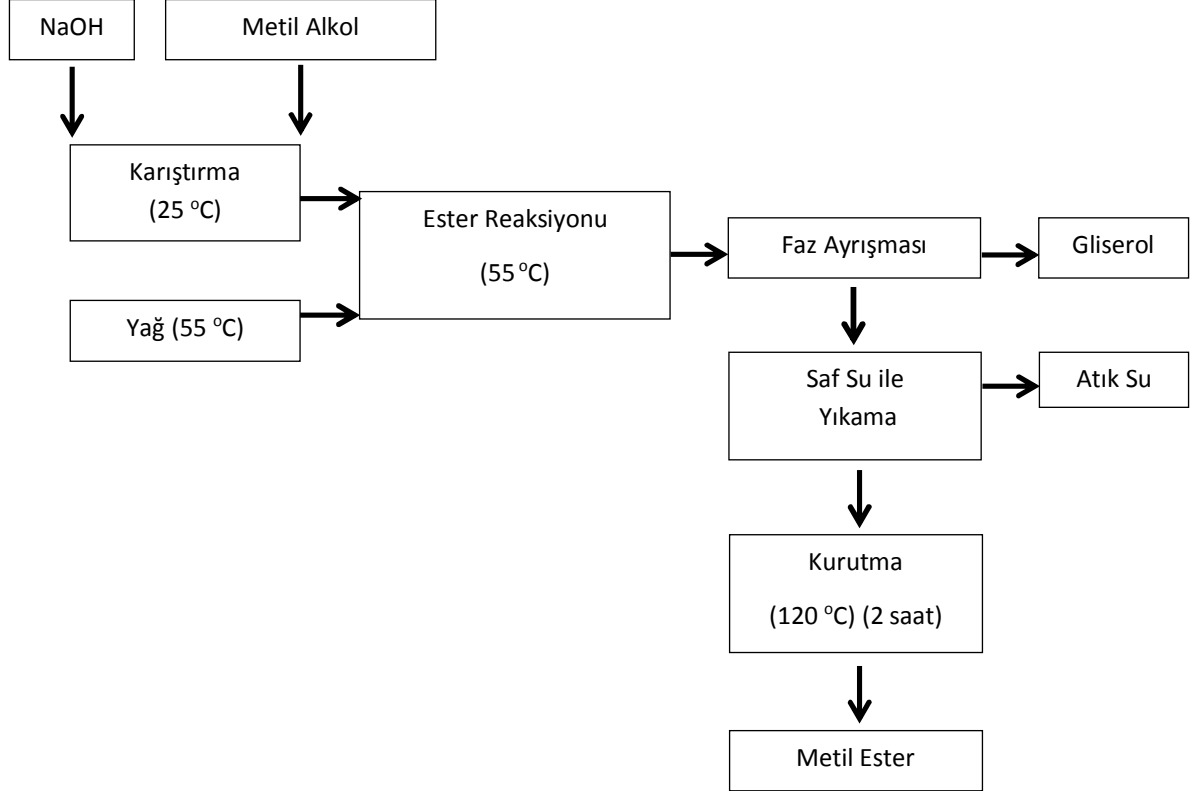
Çalışmada Yozgat ili ekolojik şartlarında yetiştirilen ve önemli bir endüstriyel yağ bitkisi olan aspirin ülkemiz tescilli çeşitlerinden Remzibey-05 tohumlarından biyodizel üretilmiştir. Üretilen bu biyodizelin yakıt özellikleri TS EN 14214 standartlarına göre incelenmiştir.

## Materyal ve Metot

### Metil Ester Üretimi

Bu çalışmada kullanılan ülkemiz tescilli aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidi Remzibey-05 tohumu Eskişehir Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilerek, Yozgat ili şartlarında yetiştirilip üretilen tohumlardan Amerikan malı KERN&KRAFT marka 3.5 kW elektrik motoruna sahip küspe çıkış ağzı 12 mm olan vidalı pres yardımıyla aspir tohumu ham yağı

elde edilmiştir. Bu elde edilen yağdan metil ester üretimi tranesterifikasyon yöntemiyle Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyoyakıt Laboratuvarında bulunan ısıtıcı manyetik karıştırıcı ile Şekil 1.'de verilen akış diyagramına göre iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Metil ester üretim süreci akış diyagramı

Birinci reaksiyonda, %75 metanol (Merck,  $d=0.791-0.792 \text{ kg l}^{-1}$ ), %50 NaOH (Merck) katalizörü, yani 150 ml metil alkol ve 1.75 g NaOH manyetik karıştırıcıda çözülerek metoksit elde edilmiştir. Elde edilen bu metoksit 55 °C'de karıştırılan yağın üzerine eklenmiştir. Karıştırma işleminde karıştırıcının devir sayısı 1000 1/min'e ayarlanmıştır ve karışım 90 dakika karıştırılmıştır. Sonra karıştırıcı ve ısıtıcı durdurulmuştur. Gliserolün çökmesi için 120 dakika beklenilmiş ve gliserol alınmıştır. Daha sonra ikinci aşamaya geçilmiştir.

İkinci reaksiyonda, %25 metil alkol (50 ml), %50 NaOH (1.75 g) manyetik karıştırıcıda çözülerek metoksit elde edilmiştir. Birinci reaksiyonu gerçekleştiren ham metil ester karıştırılarak tekrar 55 °C'ye kadar ısıtılmış, üzerine metoksit

gönderilmiş ve 60 dakika reaksiyona tabi tutulmuştur. Sonra karıştırıcı ve ısıtıcı kapatılmıştır. Tekrar gliserol almak için 2 saat dinlendirilmiş ve gliserol alınmıştır. Ham metil esterinin sıcaklığı 75 °C'ye kadar yükseltilmiş ve metil alkol uzaklaştırılmıştır. Gliserolün çökmesi için 15 saat beklenmiş ve 15 saat sonunda gliserol alınmıştır.

Bu arada metil esterinin pH değerine bakılmış, reaksiyon bazik karakterli olduğu için nötrleşinceye kadar saf su kullanılarak, mistleme yöntemi ile yıkamaya tabi tutulmuştur. Yıkamanın amacı, metil ester içerisinde reaksiyona girmeyen alkol, kalan yağ asitleri, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> iyonları, katalizör madde ve ayrıştırma esnasında bünyede kalma ihtimali olan gliserolün uzaklaştırılmasıdır. Yıkama sırasında metil ester sıcaklığı 50 °C ve yıkamada kullanılan saf suyun sıcaklığı da 50 °C olmak üzere, toplam

200 mililitre saf su kullanılarak yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama işleminden sonra suyun çökmesi için 12 saat beklenmiştir.

**Çizelge 1.** Remzibey-05 tohumu ham yağının yağ asidi kompozisyonu

Yağ Asidi	Yağ asidi kompozisyonu (%)
Miristik (C14:0)	0.08
Palmitik (C16:0)	6.10
Palmitoleik (C16:1)	0.09
Stearik (C18:0)	1.60
Oleik (C18:1)	10.54
Linoleik (C18:2)	81.00
Linolenik (C18:3)	0.11
Araşidik (C20:0)	0.30
Eikosenik (C20:1)	0.15

Çöken su, ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Tekrar ısıtıcı manyetik karıştırıcıya alınan yıkanmış metil ester suyun kaynama noktasının üzerinde olan 120 °C'ye kadar

ısıtılmıştır. Metil ester için 120 °C de 2 saat kurutma işlemi yapılmıştır. Böylece aspir tohumu (Remzibey-05) ham yağından metil ester üretimi gerçekleştirilmiştir.

#### **Remzibey-05 Tohum Ham Yağı Metil Esterinin Yakıt Özellikleri**

Remzibey-05 tohumu yağının yağ asidi kompozisyonu Agilent 6890N Network GC system combined with Agilent 5973 Network Mass Selective Detector (GC-MS) cihazında tespit edilmiştir.

Üretilen biyodizelin yoğunluğu Kem Kyoto marka DA-645 model cihaz, parlama noktası Rapid Tester marka RT-1 model cihaz, pH Hanna Instruments marka HI 8314 membran pHmeter model cihaz ve ısı değeri IKA marka C200 model cihaz kullanılarak tespit edilmiştir. Su içeriği Kem Kyoto Electronics marka MKC-520 model cihaz, bulutlanma, akma ve donma noktalarının tespitinde Koechler marka K46000 model cihaz, bakır şerit korozyon testi için ise Koechler marka K25330 cihaz kullanılmıştır.

**Çizelge 2.** Remzibey-05 tohum ham yağı, metil esteri ve dizel yakıtının yakıt özellikleri

Özellikler	Remzibey-05 tohum ham yağı	Remzibey-05 tohum ham yağı metil esteri	Dizel	TS EN 14214	
				Min.	Maks.
Tohum yağ içeriği, (%)	28.70				
Tohum nem içeriği, (%)	5.20				
Yoğunluk 15 °C'de, (kg/m <sup>3</sup> )	925.19	885.62	827.20	860	900
pH	5	6	6		
Bulutlanma noktası, (°C)		-5.3	-12		
Akma noktası, (°C)		-14.4	-28		
Donma noktası, (°C)		-16.5	-33		
Parlama noktası, (°C)		177	60	101	
Su içeriği, (mg/kg)		395.93	11.65		500
Isıl değer, (MJ/kg)		40.71	47.55		
Bakır şerit korozyon, (50 °C'de 3 saat)	1a	1a	1a		1

#### **Sonuçlar ve Tartışma**

Bitkisel yağlar çeşitli doymuş ve doymamış yağ asitlerinin bileşiminden oluşurlar. Çizelge 1.'de bu çalışmada kullanılan Remzibey-05 tohumu ham yağının yağ asitleri kompozisyonu yer almaktadır.

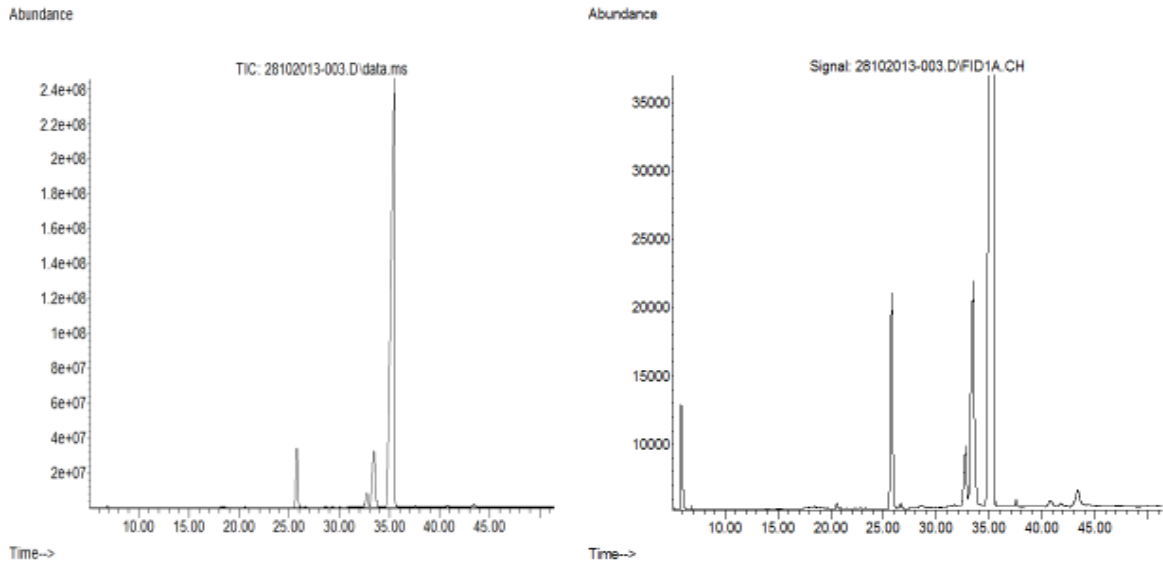
Yağ asitleri analizi sonucunda Remzibey-05 tohumu ham yağının %8.08 doymuş ve %91.92 oranında doymamış yağ asitlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranı %81.00 ile linoleik asit oluşturmuş, bunu %10.54 ile oleik asit izlemiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde ise en yüksek oranı %6.10 ile palmitik asit almaktadır. Bu yağın tekli doymamışlık oranı %10.78 iken çoklu doymamışlık oranı %81.11 olarak belirlenmiştir. Yağ asitliği kompozisyonu

sonuçları kullanılarak Remzibey-05 tohumu ham yağının moleküler ağırlığı 875.898 g mol<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Şekil 2'de aspir tohumu yağına ait gaz kromatogram eğrisi, Çizelge 2'de ise Remzibey-05 tohumu ham yağı ve metil esterinin yakıt özellikleri verilmiştir. Yozgat ili şartlarında yetiştirilen Remzibey-05 tohumlarının yağ oranı %28.70 olarak tespit edilmiştir. Yağlı tohumlu bitkilerin yağ asidi ve yağ oranları çeşit ve çevre koşullarından etkilenen özelliklerdir. Katmer ve ark. (2005) Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin ettikleri Remzibey-05 tohumlarının yağ oranını %33.1, Uysal ve ark. (2006) Isparta koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında %26.9, Öğüt ve ark. (2007) yaptıkları

çalışmada Remzibey-05 tohumlarının yağ oranını %21.98 olarak bulmuşlardır.

Biyodizel standartlarında 860-900 kg/m<sup>3</sup> arasında olması gereken bu değer Remzibey-05 tohum ham yağı metil esterinde 885.62 kg/m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Biyodizelin kütle bazda yaklaşık % 10'luk oksijen içeriği, yanma odasındaki yanma olayına katılan oksijen miktarını artırarak, motorine kıyasla daha iyi bir yanma sağlar (Gerpen, 2006). Motorine yakın güç ve tork eğrileri elde edilir (Karabaş, 2013). Remzibey-05 tohum ham yağı metil esterinin parlama noktası 177 °C olarak bulunmuştur. Biyodizel, motorinden daha yüksek alevlenme noktasına sahiptir. Bu özellik biyodizeli kullanım, taşınım ve depolama açısından motorine

göre daha güvenli bir yakıt yapar. Metil esterinin bulutlanma noktası, akma noktası ve donma noktası sırasıyla -5.3 °C, -14.4 °C ve -16.5 °C; su içeriği 395.93 mg/kg, ısı değeri ise 40.71 MJ/kg olarak belirlenmiştir. Ögüt ve ark. (2007) Remzibey-05 tohumu biyodizeli analizlerinde yoğunluğu 896 kg/m<sup>3</sup>, parlama noktasını 133 °C, su içeriğini 288 mg/kg, ısı değeri 38.40, bulutlanma, akma ve donma noktalarını ise sırasıyla -8 °C, -14 °C ve -16.5 °C olarak belirlemişlerdir. Karabaş (2013) Remzibey-05 tohumu metil esteri analizlerinde yoğunluğu 870 kg/m<sup>3</sup>, parlama noktasını 136 °C, su içeriğini 300 mg/kg, ısı değeri 38.52 MJ/kg, akma noktasını ise -10 °C olarak belirlemiştir.



Şekil 2. Aspir, Remzibey-05 tohum ham yağının gaz kromatogram eğrisi

### Sonuç

Aspir, yetiştirme isteği bakımından diğer yağ bitkilerine göre daha az seçici bir bitkidir. Soğuğa ve kurağa karşı yüksek tolerans göstermesi sayesinde kuru tarım alanlarını, tuzluluğa karşı tolerans ve yabancı otlara karşı olan rekabet avantajları sayesinde de sululu tarım alanlarında değerlendirilebilecek en önemli bitkilerden birisidir.

Enerji bitkisi olarak ta bilinen aspir bitkisinin üretim desenine girmesi, üretim miktarının çoğalması ve dışa bağımlı olan enerji ihtiyacımızın karşılanabilmesi için üzerinde çalışılması gerekli bir bitkidir.

Bu çalışmada Yozgat ili şartlarında yetiştirilen ülkemiz tescilli aspir çeşitlerinden Remzibey-05 tohum ham yağından metil ester üretilmiştir. Üretilen metil esterinin yakıt özellikleri TS EN 14214 standartlarına uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje no. 2013ZF/A63).

### Kaynaklar

- Anonim, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK.
- Aydın, E., (2012). Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin Samsun ekolojik koşullarında verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Baydar, H., Turgut, İ., (1993). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Antalya koşullarında yetiştirme olanakları üzerinde araştırmalar. *Akdeniz Ü.Z.F. Dergisi*, 5: (1-2), 75-92.
- Bayraktar, N., Ulker, M., (1990). Yield and yield affected components in four safflower

- (*Carthamus tinctorius* L.) variety candidates. *Ankara University Journal of Agricultural Faculty*, 41: (1-2), 129-140.
- Eren, K., Başalma, D., Uranbey, S., Er, C., (2005). Effect of growing in winter and spring on yield, yield components and quality of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars in Ankara. Sixth International Safflower Conference, İstanbul-Turkey, June 6-10, p:154-160.
- Gecgel, U., Demirci, M., Esendal, E., Taşan, M., (2005). Effects of sowing dates on some physical, chemical and oxidative properties of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Sixth International Safflower Conference, İstanbul-Turkey, June 6-10, p:139-146.
- Gerpen, J.V. (2006). Biodiesel processing and production. *Fuel Processing Technology*. 86: 1097–1107.
- İlkdoğan, U., (2012). Türkiye’de aspir üretimi için gerekli koşullar ve oluşturulacak politikalar. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Karabas, H., (2013). Safflower Remzibey-05 (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil as an alternative feedstock for the biodiesel in Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, Vol.27, Issue. 1, pp.9-17.
- Katmer, E., Derici, O., Çelikoğlu, F., Erbahadır, M. A., Balcı, A., (2005). Ülkemizde üretilen aspir bitkisinden elde edilen yemeklik yağın kalite özelliklerinin ve depolama şartlarının belirlenmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü. Proje Kod No: TAGEM/GY/02/11/08/069. Genel Yayın No:127, Bursa.
- Kızıl, S., Şakar, D., (1997). Diyarbakır ekolojik koşullarında asperde (*Carthamus tinctorius* L.) uygun ekim zamanının saptanması üzerine bir çalışma. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, Samsun, 22-25 Eylül, s: 634-636.
- Kızıl, S., Gül, Ö., (1999). Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının asperde (*Carthamus tinctorius* L.) boyar madde oranı, taç yaprağı verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, 15-18 Kasım, s: 241-246.
- Li, D., Mündel, H.H., (1996). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 83 p.
- Metcalf, D. S., Elkins, D.M., (1980). Crop production principles and practices. Mac. Millan Pub. Co. Inc, New York.
- Ogut, H., Eryılmaz, T., Oguz, H., (2007). The Comparative investigation of fuel properties of biodiesel produced from some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties. 1. National Oil Crops and Biodiesel Symposium, 28-31 May, Samsun.
- Oğuz, H., Öğüt, H., Gökdoğan, O., (2012). Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modelinin biyodizel sektörüne etkisinin incelenmesi. Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2), 77 – 84.
- Öğüt, H., Oğuz, H., Bacak, S., Mengeş, H. O., Köse, A., Eryılmaz, T., (2012). Investigation of the characteristics of biodiesel from Balci species of safflower. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 8(3): 297-300.
- Özkaynak, E., Samancı, B., Başalma, D., (2001). Bazı aspir çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verimle ilgili özellikler üzerine etkisi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, 17-21 Eylül, s: 79-83.
- Öztürk, Ö., Akınerdem, F., Gönülal, E., (1999). Konya ekolojik şartlarında farklı ekim zamanı ve sıra aralıklarının asperde (*Carthamus tinctorius* L.) tohum ve yağ verimine etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, 15-18 Kasım, s: 368-371.
- Şakir, Ş. Başalma, D., (2005). The effect of sowing time on yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars and lines. VI. International Safflower Conference. (6-10 June), 147-153. İstanbul, Turkey.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbas, S., (2006). Determination of agricultural and technological properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) lines developed from İsparta population. *Suleyman Demirel University Journal of the Faculty of Agriculture*, 1(1):52-63.