



**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PİYASADA SATIŞA SUNULAN AYÇİÇEK
YAĞLARININ BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ayşe ÇEVİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Ekim-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Ayşe ÇEVİK tarafından hazırlanan “Piyasada Satışa Sunulan Ayçiçek Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 22/10/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

.....

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Selman TÜRKER
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 131319003 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ayşe ÇEVİK
22.10.2013

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PIYASADA SATIŞA SUNULAN AYÇİÇEK YAĞLARININ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşe ÇEVİK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

2013, 36 Sayfa

Jüri

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Bu çalışma, piyasada satışa sunulan ayçiçek yağlarının farklılıklarını ve ayçiçek yağından daha ucuz olan ham pamuk ve kanola yağlarının taşıma amaçlı kullanımının olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaç için, 36 farklı marka ayçiçek yağı, 1 adet kanola yağı ve 1 adet pamuk yağı markası piyasadaki satış noktalarından temin edilmiştir.

Temin edilen örneklerde L^* , a^* , b^* renk değerleri, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, iyot değeri ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, serbest asitlik bazı örneklerde, tebliğde belirtilen sınırlardan yüksektir. Peroksit sayısı ise sadece bir örnekte yüksek bulunmuştur. Bütün örneklerin iyot değerlerinin, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın Bitki adı ile anılan yağlar tebliğinde belirtilen değere uygun olduğu gözlenmiştir. Kanola yağının ayçiçek yağına karıştırılmasında linolenik asit belirleyici olmuştur. Ayçiçek yağına pamuk yağının karıştırılması ile de palmitik asit oranının yükseldiği tespit edilmiştir. Renk analizinde ise özellikle b^* değerinin, kanola yağı karıştırılan örneklerde yükseldiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçek yağı, kalite, taşıma, yağ asitleri.

ABSTRACT

MS THESIS

**ASSESSMENT OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF
SUNFLOWER OIL IN MARKET**

Ayşe ÇEVİK

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER

2013, 36 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER

Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Asst. Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

This study was carried out with the aim of determination of the differences of sunflower oils in market and to determine the usage of raw cottonseed oil and canola oil that are cheaper than sunflower oil, for the adulteration purpose.

36 different sunflower oils, 1 raw canola oil and 1 raw cottonseed oil have been supplied from market. All samples represent different companies.

L^* , a^* , b^* colour values, acidity, peroxide value, iodine value and main fatty acids were determined for all samples.

As a result, some samples were over of the ranges, mentioned in related Official Statement announced by Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock, for the acidity. Peroxide value was found to be high for only one sample. Iodine values of all samples were in the range, reported in mentioned Official Statement. Linolenic acid, in the composition of the oil, was a good indicator for detection of canola oil incorporated to sunflower oil. By the addition of cottonseed oil into sunflower oil, palmitic acid percentage of the oil was increased. b^* value, a representer of yellowness, increased by the addition of raw canola oil.

Keywords: Adulteration, fatty acid, quality, sunflower oil.

ÖNSÖZ

Zeytinyağının ekonomik açıdan kıymetli bir yağ olması nedeniyle taşış yapıldığına yönelik analizler ve kontroller ile bilimsel çalışmalar sıklıkla yapılmaktadır. Fakat ekonomik açıdan zeytinyağına kıyasla daha düşük değere sahip olan ayçiçek yağında da ayçiçek yağından daha ucuz olan pamuk ve kanola yağı ile taşış yapıp yapılmadığının tespiti amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Ayrıca, piyasada satışa sunulan ayçiçek yağlarının bazı özellikleri açısından farklılıkları ortaya konmuştur.

Araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar yardımlarını esirgemeyen ve teşvik eden, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi Fatma TERLEMEZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, hayatımın her anında olduğu gibi bu dönemde de sonsuz desteklerini daima hissettiren değerli eşim İbrahim ÇEVİK ve saygıdeğer aileme en içten sevgilerimi sunarım.

Ayşe ÇEVİK
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Araştırma planı.....	10
3.2.2. Laboratuvar analizleri.....	10
3.2.2.1. Peroksit sayısı.....	10
3.2.2.2. Yağda serbest asitlik değeri.....	10
3.2.2.3. Renk analizi.....	11
3.2.2.4. Yağ asitleri analizi.....	11
3.2.2.5. İyot değeri.....	12
3.2.3. İstatistiki analizler.....	12
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	13
4.1. Analiz Edilen Örneklerin Serbest Asitlik (%), Peroksit Sayısı (meq O ₂ /kg), İyot Değeri ve L*, a*, b* Değerleri.....	13
4.2. Analiz Edilen Örneklerde Tespit Edilen Yağ Asitleri.....	18
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	28
5.1 Sonuçlar	28
5.2 Öneriler	29
KAYNAKLAR	30
EK-1 AYÇİÇEK YAĞI KROMATOGRAM ÖRNEĞİ.....	33
EK-2 PAMUK YAĞI KROMATOGRAM ÖRNEĞİ.....	34
EK-3 KANOLA YAĞI KROMATOGRAM ÖRNEĞİ.....	35
ÖZGEÇMİŞ	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C : Santigrat derece

m: Metre

cm: Santimetre

gr: Gram

kg: Kilogram

da: Dekar

TED: Tespit edilemeyen düzey

mm: Milimetre

sn: Saniye

dk: Dakika

µl: Mikrolitre

1.GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) Compositeae familyasından yıllık bir bitkidir. Kazık köklüdür. Kuvvetli yan kökleri çok derinlere iner. Boy çeşitlerine göre ortalama 1.5 – 3.0 m'dir. Bazen 5 - 6 m' ye kadar boylananları da vardır. Uzun boyluların vejetasyon süresi daha uzundur. Sap kalınlığı, sapın uzunluğuna göre 2 - 10 cm olabilir. Sap, dik ve içi özle doludur. Kuvvetli bir odunlaşma temayülü gösterir. Üzerinde kaba tüyler vardır. Genellikle kültür çeşitleri az dallanır veya dallanmaz. Yabanileri ve süs için yetiştirilenleri çok dallanır. Yaprakları ters kalp şeklinde, büyük ve kenarları dişlidir. Yaprakları sap üzerinde dizilmiştir. Üzeri hafif tüylüdür. Yüksek (barekte) yapraklar çiçek tablasının alt çevresinde kiremitvari olarak dizilmiştir. Yumurta şeklinde, uçları sivridir (Savaş, 1969).

Ayçiçeğinin menşei önceleri Orta Amerika yani Meksika ve Peru olarak biliniyordu. Fakat yetiştirme istekleri bakımından vatanın daha kuzey olması gerçeğe daha yakın görülmüş ve yeni araştırmalar sonucunda Kuzey Amerika'nın 32 - 35. enlem dereceleri arası olduğu kabul edilmiştir. Ayçiçeği 16. asrın ikinci yarısında İspanyollar tarafından Avrupa'ya getirilmiş, Fransa ve İspanya'da süs bitkisi olarak ve kısmen de taneleri yenmek maksadı ile yetiştirilmiştir. 19. asırda Rusya'da yağ elde edilmeye başladıktan sonra ziraatı hızla geliştirmiştir. Binlerce yıl önce, pek çok bölgedeki insanlar, pişirme amacıyla gıda olarak kullanılabilen bitkisel yağların işlenmesine başladılar. Eski uygarlıktaki insanlar güneş, bir ocak ya da bir fırının kullanımıyla yağlı bitkilerin yağını sızdırıp daha sonra bunları biriktirmeyi öğrenmişlerdir. Güney Avrupalılar M.Ö. 3000' de zeytinyağının üretimine başlarken Çinliler ve Japonlar M.Ö. 2000' de soya yağını üretmişlerdir. Meksika ve Kuzey Amerika' da ayçiçeği tohumları suyun içinde kaynatılmadan önce kavurup hamur haline getirildikten sonra yüzeye çıkan yağını almışlardır. Ülkemizde önceleri pek az olarak bahçelerde süs bitkisi olarak ekilirdi. Ancak 1930 yıllarında Bulgaristan göçmenleri ile beraber Trakya'ya getirilmiş ve hızla çoğalarak Anadolu'ya da yayılmıştır (Anonymous, 2010).

Ayçiçeği bir yağ bitkisidir. Yağı sarı renkli ve kokusuzdur. Birçok yerlerde yemek yağı olarak kullanıldığı gibi margarin yapılmasında da kullanılır. Zeytinyağına, tağış etmek için karıştırıldığı bilinir. Yağına çiçek yağı da denir. Yağ alındıktan sonra geri kalan küspesi makbul bir hayvan yemidir. Küspesinin bileşiminde ortalama % 30 protein, % 19 karbonhidrat ve % 8 kadar da yağ bulunur (Savaş, 1969).

Olgunlaşmış tohumlar sert bir kabuk içerisindedir. Kabuk rengi çok çeşitlidir. Beyaz, kurşuni, siyah, gri, koyu kahverengi olduğu gibi alacalı ve çizgili olanlar da vardır. Tohumların boyları 7 - 20 mm, hektolitresi 33 - 48 kg, 1000 dane ağırlığı 35 - 200 gr'dır. Kabuk oranı % 50'dir. Islah ile bu oran bazı çeşitlerde % 35'e düşürülmüştür. Yağ oranı kabuklu oranlarda % 25 - 28, içte ise % 50'dir. Islahla kabuklu % 40, iç olarak % 60 yağ ihtiva eden çeşitler elde edilmiştir (Savaş, 1969; Anonymous, 2010).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumundan elde edilen yağ, linoleik asit kaynaklarının en önemlisidir. Yağında bu yağ asidinin miktarı ender olarak % 60'ın altına düşen ayçiçeği dünyada ve ülkemizde ekilen yağ bitkileri içerisinde büyük yer tutmakta ve önem taşımaktadır (Şenelt ve Bozkurt, 1985).

Ayçiçeğinin yağ bitkileri arasında önemli ekonomik yeri vardır. Ayçiçeği kabuksuz % 50 civarında yağ ihtiva eder. Yağı alındıktan sonra arda kalan küspe, sap ve tabla artıkları yakacak olarak değerlendirilir (İncekara, 1972). Gerek besin maddesi ve gerekse sanayinin ham maddesi olarak değerlendirilen ayçiçeğinin bugün için istenilen ölçüde üretiminin yapıldığı söylenemez.

Bu çalışmanın amacı, ticari olarak satışa sunulan ayçiçek yağlarının farklılıklarının ve varsa taşıyıcı yapıya yapılmadığının tespitidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ayçiçeği kullanım amacına göre çerezlik ve yağlık çeşitler olarak ikiye ayrılır. Çerezlik çeşitlerin tohumları uzun, büyük ve çoğunlukla siyah çizgilidir. Yağlık çeşitler ise küçük, kısa, tombul ve göbektir. Muhtelif renkte olabilir. Hektolitre ağırlıkları daha yüksektir (Çizelge 1). Yağlık tipleri, çerezlik olanlara nazaran kuraklığa daha çok dayanırlar (Savaş, 1969).

Çizelge 1. Çerezlik ve yağlık tohumların özellikleri

	Uzunluk (cm)	Genişlik (cm)	1000 Dane Ağırlığı (gr)
Çerezlik tipler	1.70	1.04	100 – 200
Yağlık tipler	0.84	0.54	40 – 120

Ayçiçeği, mısırın yetiştiği, toplam yıllık sıcaklığı 2600 - 2800 °C olan ılıman bağ - zeytin bölgelerinde yetişir. Soğuğa oldukça dayanıklıdır. 4 - 6 yapraklı oluncaya kadar donma noktasına yakın ısılardan zarar görmez. Fakat bu safhadan sonra soğuğa karşı daha hassas olur. Güneşli geçen gelişme mevsimini çok sever. Kök sistemi kuvvetli olduğu için kurağa oldukça dayanıklıdır. Kısa boylu çeşitler büyüklere nazaran daha kurak yerlerde yetişebilir. İyi gelişmesi için yaz aylarında yağış ister. Mayıs'tan sonra yağış almayan kurak yerlerde emniyetli bir şekilde yetiştirilmesi için 1 - 2 defa sulanması gerekir (Savaş, 1969).

Hasatta ortalama verim 90 - 100 kg/da'dır. İyi şartlarda 150 - 200 kg/da'dır. Islah edilmiş tohum kullanılarak iyi toprak ve yetiştirme şartlarında 250 - 300 kg/da alınabilmektedir. Dane veriminin 5 misli kadar da sap alınır (Savaş, 1969).

Ayçiçeği tohumları, dört taraflı, düz ve genellikle 0.6 cm uzunluğunda ve 0.3 cm genişliğindedir. Siyah tohum kabuğunda koyu veya gri çizgilere sahiptir. Kabuk, %20 protein ve %30 lipit içeren küçük çekirdeğin etrafındadır. Ek olarak tohum yüksek seviyede demir ve diyet lifi içerir. Çekirdekteki yüksek linoleik asit içeriği ransiditeye eğilimli yapar ve bu yüzden raf ömrünü sınırlandırır (Anonymous, 2010).

Ayçiçeği yağı, çoğunlukla yağlık çeşitteki ayçiçeği tohumları ve hibritlerinden ekstrakte edilir. Küspe, yağ ekstraksiyonu prosesi ürünüdür, öncelikle hayvan yemi rasyonlarında bir bileşen olarak kullanılır. Yağlık tip ayçiçeği tohumları % 38 - 60 yağ ve yaklaşık % 20 protein içerir. Kırma prosesi tohumu kabuğundan ayırır. Her 100 kg tohumdan yaklaşık 40 kg yağ, 35 kg yüksek proteinli küspe ve 20 - 25 kg yan ürün elde

edilir. Ayçiçeği tohumlarının % 90'ından fazlası yemeklik yağ olarak işlenir (İncekara, 1972; Şenelt ve Bozkurt, 1985; Anonymous, 2010).

Ayçiçeği yağı üretimi, tohumların temizlenmesi, öğütülmesi, preslenmesi, ham yağın ekstrakte edilmesi ve rafinasyondan ibarettir. Yağ ekstraksiyonunda hekzan gibi uçucu çözücüler kullanılır (Anonymous, 2010).

Yağ daha sonra rafine edilir. Ham yağlarda bulunan çeşitli safsızlıklar nedeniyle ham yağ istenmeyen tad, aroma, koku ve renge sahiptir. Ham yağın tad, aroma, koku ve rengini istenilen düzeye ulaştırabilmek için yağda mevcut safsızlıkların giderilmesi gerekir. Ham yağda mevcut safsızlıklar ve giderme metotları Çizelge 2'de özetlenmiştir (Nas ve ark., 1992).

Çizelge 2. Ham yağın rafinasyon basamakları ve bu basamaklarda yağdan ayrılan maddeler

Basamaklar	Ayrılan maddeler
1.Musilaj (zamk) giderme	Fosfatidler+zamklar
2.Asit giderme-nötralize etme	Soapstock+renk maddeleri+vitaminler
3.Ağartma (renk açma)	Renk maddeleri+vitaminler+antioksidantlar
4.Koku giderme	Aldehitler+ketonlar+alkoller
5.Vinterizasyon	Stearinler+mumlar

Vinterizasyon işlemi ile hidrojenasyon (sertleştirme) işlemi bütün bitkisel yağlarda uygulanmaz. Bu işlemler üretilecek yağın niteliğine göre bazı salatalık, kızartmalık yağlar ve margarinlerle, şorteninglere uygulanır (Nas ve ark., 1992).

Sıvı yağ doldurulmadan önce, yağ için alınan şişeler temizlenir ve yabancı materyal tespiti için elektronik olarak kontrol edilir. Yağdaki oksidasyonu (ransidite oluşumu eğilimi yüzünden) önlemek için inört (reaktif olmayan) gaz olan nitrojen, şişenin üstünde kalan boşluğa doldurmakta kullanılır (Anonymous, 2010).

Ayçiçeği yağı, ağırlıklı olarak % 48 - 70 linoleik, % 14 - 40 oleik, % 4 - 9 palmitik ve % 1 - 7 stearik asit içerir (Anonymous, 2010).

Yüksek linoleik, yüksek oleik ve orta oleik yağ asidi içeren ayçiçek yağı çeşitleri vardır. Yüksek linoleik asit içeren ayçiçek yağı tipik olarak en az % 69 linoleik asit içerir. Yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı da en az % 82 oleik asit içerir. Doymamış yağ asidi profilindeki farklılık, genetik ve iklim şartlarının farklılığından ileri gelmektedir. Son yıllarda, hidrojenasyonun yerine gıda endüstrisinde kullanılmak üzere, İspanya'da yüksek stearik asit içerikli ayçiçek yağı üretimi de yapılmaktadır (Anonymous, 2010).

Yüksek linoleik asitli ayçiçek yağı, endüstride (boya vs.), margarin üretiminde ve yemeklik olarak kullanılmaktadır. Yüksek oleik asitli ayçiçek yağının ise kozmetik sanayinde ve akaryakıt sanayinde karışım amaçlı kullanımı en yaygındır (Anonymous, 2010).

Ayçiçek yağı lesitin, tokoferol, karotenoid ve vaks içerir. Ayçiçek yağının özellikleri tipik bitkisel trigliserit yağlar gibidir. Tadı ve görünümü hafif ve E vitamini içeriği yüksektir. Ayçiçek yağı oda şartlarında sıvıdır ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir (Anonymous, 2010):

Dumanlanma noktası (rafine):232 °C

Dumanlanma noktası (rafine olmamış):227 °C

Yoğunluk (25 °C): 917 kg/m³

Refraktif indeks (25 °C) : ≈1.473

Viskozite (25 °C, rafine olmamış) : 0.04914 kg/(M*S)

Yemeklik yağların beslenmedeki önemi içerdikleri bazı yağ asitlerine bağlıdır. Esansiyel yağ asitleri olarak isimlendirilen ve birden fazla çifte bağı bulunan bu yağ asitleri linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asittir. İnsan vücudunda diğer gıdalardan sentezlenemeyen bu yağ asitleri vücut için gerekli olduklarından gıda ile alınmaları zorunludur. Ancak bunlardan linolenik ve araşidonik asitlerin vücutta linoleik asitten dönüştürülebildikleri kaydedilmektedir. Deney hayvanları üzerinde yapılan denemelerde bu yağ asitlerinin bulunmaması halinde çeşitli bozukluklar kaydedildiği, sonradan esansiyel yağ asitlerinin diyetle ilave edilmesi ile bu bozuklukların giderildiği görülmüştür. İnsanlar üzerinde yapılan araştırmalarda ise doymuş yağ asitlerince zengin olan hayvansal yağlarla beslenen toplumlarda damarlarda yağ birikmesi olduğu, kanda yağ ve kolesterol seviyesinin yüksek olduğu ve sonuç olarak kalp hastalıkları ve damar tıkanmalarına yol açtığı gözlenmiştir. Diyetle esansiyel yağ asitlerince zengin bitkisel yağların bulunması halinde kanda kolesterol seviyesi düşmekte, buna bağlı olarak da kalp hastalıklarına tutulma olasılığı azalmaktadır. Esansiyel yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı en az 2:1 olmalıdır. Diyetteki toplam kaloringin % 15 - 20'sinin esansiyel yağ asitlerinden sağlanması önerilmektedir (Moore, 1971). Çizelge 3'de Ayçiçek yağının yağ asitleri bileşimi Gustafson (1978) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 3. Ayçiçek yağının yağ asitleri bileşimi ve özellikleri

Yağ asitleri		%
-	C<14	0.1
Miristik	C14:0	0.5
Palmitik	C16:0	3.0 – 10.0
Palmitoleik	C16:1	1.0
Stearik	C18:0	1.0 - 10.0
Oleik	C18:1	14.0 – 65.0
Linoleik	C18:2	20.0 – 75.0
Linolenik	C18:3	0.7
Araşidik	C20:0	1.0
Eikosenoik (gadoleik)	C20:1	0.5
Behenik	C22:0	1.0
Dokosenoik (erusik)	C22:1	0.5
Lignoserik	C24:0	0.5
Nervonik	C24:1	0.5

Şenelt'in (1987), Türkiye'de üretilen ayçiçek yağları üzerinde yaptığı çalışma ile iklim koşulları farklı olan bölgelerin yağlarında bileşimin özellikle oleik asit ve linoleik asit miktarları yönünden değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Yıllık sıcaklık ortalaması yüksek olan bölgelerden alınan ayçiçeklerinin yağlarının oleik asit miktarını fazla, linoleik asit miktarını az, düşük olan bölgelerde ise oleik asit miktarını az, linoleik asit miktarının da fazla olduğunu bildirmiştir. Böylece, yüksek sıcaklıkların yağdaki esansiyel yağ asidi olan linoleik asitin miktarında azalmaya neden olduğunu savunmuştur.

Ayçiçek yağının yağ asitleri bileşiminin bitkinin cinsi, yetiştirildiği iklim koşulları, çiçeğin olgunlaşma süresi (Şenelt, 1987), tabla büyüklüğü, şekli gibi etkenlerle değişiklik gösterdiği çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Robertson ve ark., 1978). Şenelt'in (1987) yaptığı çalışma Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Ayçiçeğinde olgunlaşma süresinin yağ asitleri bileşimi (%) üzerine etkisi^(a)

Yağ asitleri	Çiçeklenme başlangıcından itibaren gün sayısı									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
C16:0	20.8	7.5	5.7	5.4	5.0	5.0	5.3	5.8	5.7	5.2
C16:1	0.5	0.1	eser	Eser	eser	eser	eser	Eser	eser	Eser
C18:0	3.7	7.7	5.0	3.7	3.3	3.2	3.1	2.9	3.1	2.7
C18:1 ^c	11.7	59.6	51.7	43.3	38.5	37.3	32.7	31.4	32.3	37.2
C18:2 ^d	47.8	22.6	36.1	46.4	52.1	53.7	57.5	59.2	57.9	53.8
C18:3	10.7	0.8	0.1	Eser	eser	eser	eser	Eser	eser	Eser
C20:0	1.5	0.8	0.4	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.5	0.3
C20:1	-	eser	0.1	0.2	eser	eser	0.2	Eser	eser	0.1
C22:0	0.8	0.9	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.7
Bilinmeyen	2.6	eser ^b	-	-	-	-	-	-	-	-

a:paralel çalışılan üç ayrı numunenin ortalaması, b:eser, % 0.1 den az, c:ortalama standart sapma 0.92, d:ortalama standart sapma 0.75

Baydar ve Turgut (1999), yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi üzerine çalışmada bulunmuşlardır. Bu çalışmalarında yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Ayçiçeği yağında, palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve behenik asit tespit etmişlerdir. Bu yağ asitleri sırasıyla % 8.86, % 1.86, % 29.99, % 58.83, % 0.43 olarak belirtilmiştir. Pamuk yağında, miristik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve araşidik asit tespit edilmiştir. Bu yağ asitleri sırasıyla % 1.14, % 33.52, % 1.29, % 17.15, % 46.66, % 0.21 olarak belirtilmiştir.

Rezanka ve ark. (1999), gaz kromatografisinde farklı bitkilerdeki yağ asitleri kompozisyonunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada; Ayçiçek yağında, miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, araşidik asit, eikosanoik asit, behenik asit ve lignoserik asit tespit etmişlerdir. Bu yağ asitleri sırasıyla, % 0.1, % 5.5, % 0.1, % 4.7, % 19.5, % 68.5, % 0.1, % 0.3, % 0.1, % 0.9, % 0.2 olarak belirtilmiştir. Pamuk yağında miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve araşidik asit tespit etmişlerdir. Bu yağ asitleri sırasıyla % 0.8, % 27.3, % 0.8, % 2.0, % 18.3, % 50.5, % 0.3 olarak belirtilmiştir.

Semma (2002), bitkisel ve hayvansal yağların yağ asidi kompozisyonu hakkında yaptığı çalışmada doymuş ve doymamış yağ asitleri açısından kıyaslama yapmıştır. Bu çalışmada ayçiçek yağı için toplam doymamış yağ asitlerini % 86, doymuş yağ asitlerini ise % 10 olarak belirtmiştir. Pamuk yağı için toplam doymamış yağ asitlerini %70, doymuş yağ asitlerini %26 ve kanola yağı için toplam doymamış yağ asitlerini % 88 ve doymuş yağ asitlerini %7 olarak belirtmiştir.

Bütün bu çalışmalar ayçiçek yağının yağ asidi bileşiminin bazı şartlara göre değişim gösterebileceğini vurgulamaktadır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 'Bitki adı ile anılan yağlar tebliği' ile ilgili olarak, 12 Nisan 2012 tarih ve 28262 sayılı resmi gazetede yayımlanmış tebliği değişikliklerinde bulunan Ek 1. kısmında, bazı bitkisel yağlarda olması gereken yağ asidi kompozisyonu aralıkları bildirilmiştir (Anonim, 2010). Bu tebliğde, her bir yağ asidi bileşeni için geniş bir aralık bildirilmesi dikkat çekmektedir. Bu aralığın geniş olma sebebi bileşimin, bitkinin cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından, çiçeğin olgunlaşma süresinden, tabla büyüklüğünden ve şeklinden etkilenmesidir. Tebliğde bildirilen yağ asidi kompozisyonu her bir yağ asidi için literatürde belirtilen aralıklara uymaktadır. Bu aralık taşıdığı durumda ayçiçeği yağını diğer yağlardan ayırmak için kullanılacak kriterlerden birini

oluşturmaktadır. Tağşiş konusunda şüphe daha ucuz yağların kullanılması yönündedir. Bu kapsamda daha ucuz olan kanola ve pamuk yağları hedef olabilir. Aşağıda kanola ve pamuk yağları ile ayçiçek yağı kıyaslanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tebliğe göre Ayçiçek, kanola ve pamuk yağının yağ asidi kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	Ayçiçek yağı	Kanola yağı	Pamuk yağı
Kaproik	C6:0	TED	TED
Kaprilik	C8:0	TED	TED
Kaprik	C10:0	TED	TED
Laurik	C12:0	TED - 0.1	TED
Miristik	C14:0	TED - 1.0	TED - 0.2
Palmitik	C16:0	4.0 - 7.6	2.5 - 7.0
Palmitoleik	C16:1	TED - 0.3	TED - 0.6
Stearik	C18:0	2.1 - 6.5	0.8 - 3.0
Oleik	C18:1	14.0 - 71.8	51.0 - 70.0
Linoleik	C18:2	18.7 - 74.0	15.0 - 30.0
Linolenik	C18:3	TED - 0.5	5.0 - 14.0
Araşidik	C20:0	0.1 - 0.5	0.2 - 1.2
Eikosenoik (gadoleik)	C20:1	TED - 0.3	0.1 - 4.3
Behenik	C22:0	0.3 - 1.5	TED - 0.6
Dokosenoik (erusik)	C22:1	TED - 0.3	TED - 2.0
Lignoserik	C24:0	TED - 0.5	TED - 0.3
Nervonik	C24:1	TED	TED - 0.4

TED: Tespit edilemeyen düzey (\leq % 0,05).

Literatürde yağlarda yapılan tağşiş geniş yer almaktadır. Aşağıda ilgili çalışmalarla ilgili bir literatür taraması sunulmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yağlarda taşıyış tespiti için yapılan çalışmaları

Tespit Amaçlı Kullanılan Enstrüman	Uygulama Alanı	Analizin Göstergesi	Referanslar
LC-GC	Ayçiçeği, soya, palm ve üzüm çekirdeği yağı	3,5-stimastadiene / 3,5-campestadiene	Grob ve ark., 1994
LC-GC	Zeytinyağında yemeklik yağ	Yağ asitleri	Gegiou ve Georgouli, 1983
GLC	Çiğit yağında palm olein	Palmitik asit, C ₅₀ ve C ₅₄ karbon numaralı trigliserid	Rossell ve ark., 1983, 1985
GLC, NMR	Zeytinyağında fındık	Yağ asidi profili	Mannina ve ark., 1999
GLS	Çuha çiçeği yağında hodan yağı	Erucid ve linoleik asit	Hudson 1984
RPLC-GC	Zeytinyağında fındık yağı	Fibertone	Blanch ve ark., 1998, 1999, 2000
HPLC, GC	Soya yağlarında keten yağı	Gramisterol ve tokoferol	Manandhar ve ark., 1986
RP-HPLC	Zeytinyağında kanola yağı	Triaçilgliseroller	Salivaras ve ark., 1992
RP-HPLC	Zeytinyağı, soyada palm ve hurma çekirdeği yağı	Tokoferoller, tokotrienoller	Dionisi ve ark., 1995
HRGC	Coğrafi menşei: ülke, bölge, ilçenin kökenine göre çeşidi	Her yazar değişik bileşen üzerinden çalışmıştır	Derde ve ark. 1984,1987; Drava ve ark., 1994; Stefanouidaki ve ark. 1997
HPLC+GC	Bitkisel yağlar	Steryl esterler	Grob ve ark., 1994
HPLC	Zeytinyağlarının sınıflandırılması	Trigliserid	Flor ve ark., 1993

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılmak üzere 36 adet ayçiçek yağı, 1 adet kanola yağı ve 1 adet de pamuk yağı piyasadaki satış noktalarından temin edilmiştir. Firma ve marka isimlerinin gizli tutulmasına hassasiyet gösterilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma planı

Bu araştırmada, ayçiçek yağına karıştırılması muhtemel ve ayçiçek yağından daha ucuz olan kanola ve pamuk yağlarının kimyasal bileşimlerinin ayçiçek yağına olan benzerlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla piyasadan temin edilen örneklerin bazı kalite parametreleri açısından farklılıkları irdelenmiş ve deneme 3 tekerrürlü olarak dizayn edilmiştir.

3.2.2. Laboratuvar analizleri

3.2.2.1. Peroksit sayısı

Bir kilogram yağda bulunan aktif oksijenin milieşdeğer cinsinden değeridir (meqO_2/kg yağ). Yağ ile kloroform/asetik asit karışımı, karanlıkta potasyum iyodür çözeltisi ile reaksiyona bırakılmıştır. Daha sonra açığa çıkan iyot, sodyum sülfat çözeltisine karşı titre edilmiştir (AOAC, 1989).

3.2.2.2. Yağda serbest asitlik değeri

Serbest yağ asitleri etanol/eter (1:1, v/v) çözeltisinde çözülmüş yağın 0.1 N etanollü KOH çözeltisine karşı titrasyonu ile belirlenmiştir. Sonuçlar % oleik asit cinsinden verilmiştir (AOAC, 1989).

3.2.2.3. Renk analizi

Renk değerleri Minolta Chroma meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) cihazıyla ölçülmüştür. Cihaz standart beyaz yüzeyli bir kalibrasyon levhasına karşı kalibre edilmiş ve CIE Standard Illuminant C'ye göre ayarlanmıştır. Yağ örneklerinde renk değerleri temiz cam petri kutularına 20 ml yağ örneği aktarıldıktan sonra standart beyaz zemin üzerinde yine uygun başlığın tutulmasıyla ölçülmüştür. L^* , a^* , b^* değerleri on okumanın ortalamasıdır. Rengin parlaklık koordinatı olan L^* rengin beyazlığı hakkında bilgi verir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişir. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini, b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir (Morello ve ark., 2004; Sikorska ve ark., 2007).

3.2.2.4. Yağ asitleri analizi

Yağ asitleri kompozisyonu için metil ester oluşturma: 5 ml'lik vida kapaklı deney tüpüne 0.1 g yağ örneği tartılmıştır. Üzerine 0.2 ml, 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ve birkaç damla metiloranj çözeltisi ilave edilip, PTFE-septumla birlikte tüpün kapağı kapatılmıştır. 30 saniye süreyle kuvvetlice çalkaladıktan sonra üst faz oluşuncaya kadar beklenmiştir (AOCS, 1984). Yağ asitlerinin metil esterleri (1 μ l) GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectroscopy) cihazında incelenmiştir.

GC-MS şartları:

GC kromatograf:	Agilent 7890A Serisi
Otomatik örnekleiyici:	Agilent 7683 Enjektör ve örnek tablası
Kolon:	HP-88, 100 m x 0.25 mm x 0.2 μ m (p/n 112-88A7)
GC İnlet:	260 °C, split ratio 30:1
Taşıyıcı gaz:	Helyum, sabit akış, 20 cm/sn
Fırın sıcaklık proğramı:	140 °C (5 dk)'den 240 °C (15 dk)'ye 4 °C/dk artış hızı ile
Enjeksiyon hacmi:	1 μ l
Kütle seçimli dedektör	5975C MSD
Transfer hattı	280 °C
Çözücü piki çıkış zamanı	10.5 dk
Algılama modu:	Tarama (40-400 amu)

3.2.2.5. İyot değeri

İyot değeri yağ asidi bileşimi üzerinden hesaplanacaktır (Kyriakidis ve Katsiloulis 2000; AOCS, 1989).

İyot değeri=(% Palmitoleik x 0.95)+(% Oleik x 0.8601)+(% Linoleik x 1.7321)+(% Linolenik x 2.616)+(% Eikosenoik x 0.7854)

3.2.3. İstatistiki analizler

Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş; farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analiz Edilen Örneklerin Serbest Asitlik (%), Peroksit Sayısı(meq O₂/kg), İyot Değeri ve L*, a*, b* Değerleri

Analiz edilen örneklerin serbest asitlik (%), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a* ve b* değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Analiz edilen örneklerin serbest asitlik (%), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de, Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.3.'de özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin farklılığının, serbest asitlik (%), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Çizelge 4.1. Serbest asitlik (%), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a*, b* değerleri analiz sonuçları

Örnekler	Serbest Asitlik			Peroksit Sayısı			İyot Değeri			L*			a*			b*		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	0.24	0.36	0.48	1.95	2.27	2.35	132.54	134.91	135.62	70.07	70.07	70.13	-2.72	-2.71	-2.73	10.60	10.60	10.64
2	0.35	0.43	0.56	2.03	2.84	3.02	131.02	132.20	133.02	70.45	70.47	70.46	-2.75	-2.76	-2.76	10.78	10.79	10.8
3	0.74	0.80	0.95	3.02	3.96	4.03	130.22	131.98	132.48	70.53	70.58	70.58	-2.34	-2.36	-2.35	8.41	8.42	8.42
4	0.48	0.51	0.65	3.95	4.25	4.65	126.54	127.53	128.48	69.11	69.23	69.22	-2.41	-2.42	-2.42	8.93	8.96	8.95
5	0.36	0.48	0.49	3.02	3.37	3.68	126.58	127.83	128.48	70.25	70.26	70.27	-2.89	-2.89	-2.89	10.87	10.87	10.88
6	0.52	0.65	0.75	2.85	3.05	3.542	125.21	126.83	127.45	69.73	69.66	69.69	-2.52	-2.52	-2.48	9.85	9.83	9.84
7	0.25	0.34	0.48	2.62	2.93	3.26	124.84	125.60	126.32	69.99	69.99	70.03	-2.68	-2.68	-2.67	9.52	9.53	9.54
8	0.68	0.77	0.89	2.84	2.90	3.24	133.21	134.28	135.65	69.88	69.91	69.94	-2.97	-2.92	-2.93	11.2	11.19	11.19
9	0.40	0.35	0.45	1.68	1.94	2.54	129.52	130.57	131.54	70.46	70.71	70.78	-2.59	-2.57	-2.60	9.10	9.15	9.16
10	0.45	0.40	0.56	2.01	2.36	3.03	118.45	119.61	120.89	69.9	70.09	70.16	-2.72	-2.72	-2.72	9.73	9.78	9.78
11	0.65	0.59	0.63	2.03	2.88	3.15	122.24	123.31	125.01	70.66	70.67	70.68	-2.14	-2.14	-2.17	7.64	7.65	7.67
12	0.82	0.72	0.84	3.05	3.60	3.95	125.95	127.01	128.62	70.43	70.55	70.6	-1.86	-1.85	-1.86	6.76	6.79	6.8
13	0.48	0.33	0.48	2.16	2.79	3.24	125.54	126.18	127.15	70.48	70.54	70.58	-2.54	-2.52	-2.53	9.44	9.44	9.46
14	0.78	0.64	0.75	3.95	4.36	4.89	131.24	132.40	132.99	70.36	70.39	70.46	-2.29	-2.29	-2.31	8.81	8.82	8.86
15	0.84	0.77	0.86	0.95	1.03	1.68	135.49	136.67	137.45	69.7	69.82	69.96	-3.24	-3.21	-3.24	11.97	11.99	12.03
16	0.78	0.69	0.75	3.06	3.57	3.96	119.32	120.95	122.01	70.38	70.44	70.47	-1.90	-1.91	-1.90	7.58	7.60	7.61
17	0.96	0.82	0.96	1.96	2.27	2.95	123.45	124.98	126.035	70.66	70.63	70.69	-2.63	-2.59	-2.61	9.71	9.69	9.71
18	0.86	0.72	0.82	1.06	1.58	1.94	124.87	125.81	126.65	69.53	70.01	70.12	-2.40	-2.41	-2.41	9.15	9.23	9.26
19	0.84	0.71	0.84	0.84	0.98	1.23	127.95	129.09	130.24	69.54	69.6	69.65	-3.03	-3.00	-3.00	11.08	11.09	11.10
20	0.86	0.79	0.86	2.03	2.34	2.95	121.65	122.21	123.54	70.32	70.46	70.48	-2.56	-2.56	-2.57	9.77	9.78	9.79
21	0.68	0.58	0.63	1.04	1.42	1.66	117.24	118.98	119.48	70.13	70.19	70.17	-2.72	-2.72	-2.72	10.03	10.04	10.04
22	0.78	0.67	0.75	0.95	1.16	1.68	110.36	111.89	112.54	69.75	69.78	69.79	-3.64	-3.64	-3.65	14.55	14.55	14.56

Çizelge 4.1. (devamı)

Örnekler	Serbest Asitlik			Peroksit Sayısı			İyot Değeri			L^*			a^*			b^*		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
23	0.86	0.79	0.84	3.03	3.50	3.95	112.65	113.58	114.68	70.40	70.43	70.49	-2.72	-2.74	-2.73	10.08	10.10	10.10
24	0.79	0.60	0.74	1.04	1.53	1.68	117.48	118.05	119.65	70.51	70.5	70.53	-3.14	-3.12	-3.14	12.21	12.2	12.22
25	0.74	0.67	0.76	3.84	4.09	4.54	110.45	111.73	112.87	69.65	69.67	69.66	-2.01	-2.01	-2.02	8.26	8.25	8.26
26	0.95	0.83	0.96	2.95	3.13	3.65	113.35	114.83	115.69	70.45	70.22	70.22	-2.86	-2.84	-2.83	10.65	10.54	10.53
27	0.74	0.68	0.76	2.98	3.29	3.24	104.32	105.28	107.54	70.03	70.12	70.15	-2.93	-2.95	-2.94	10.72	10.74	10.75
28	0.79	0.61	0.78	1.95	2.00	2.55	119.68	120.32	122.65	70.55	70.58	70.57	-2.77	-2.76	-2.73	9.74	9.74	9.74
29	0.82	0.72	0.86	9.84	9.93	10.22	114.32	115.60	117.65	70.49	70.53	70.63	-2.35	-2.34	-2.35	9.03	9.05	9.08
30	0.86	0.72	0.84	2.03	2.40	2.65	108.65	109.59	110.65	69.92	69.92	69.91	-4.24	-4.23	-4.23	16.08	16.06	16.04
31	0.93	0.83	0.96	3.54	3.90	4.21	121.63	122.89	123.54	70.52	70.53	70.52	-2.40	-2.42	-2.42	9.76	9.77	9.77
32	0.86	0.72	0.84	2.03	2.58	3.11	104.66	105.96	106.69	68.96	69.23	69.34	-3.41	-3.40	-3.40	12.92	12.98	13.00
33	1.24	1.00	1.15	3.21	3.65	3.98	104.39	105.65	106.98	70.60	70.63	70.66	-2.27	-2.26	-2.26	8.84	8.86	8.85
34	1.03	0.93	1.03	3.41	3.51	3.95	118.24	119.53	120.54	70.56	70.57	70.59	-3.33	-3.34	-3.33	11.77	11.77	11.78
35	0.96	0.88	0.98	3.14	3.62	4.03	130.66	131.51	132.63	70.22	70.23	70.25	-3.47	-3.45	-3.49	12.53	12.52	12.54
36	0.76	0.61	0.76	1.56	1.90	2.03	122.03	123.15	124.66	70.18	70.24	70.23	-3.08	-3.08	-3.07	11.82	11.84	11.82
Pamuk yağı	0.75	0.63	0.74	4.03	4.70	4.99	108.48	107.26	108.65	66.88	66.92	66.91	-4.12	-4.14	-4.10	32.04	32.08	32.05
Kanola yağı	3.48	3.34	3.69	5.52	5.77	6.01	107.32	108.38	109.88	64.77	65.00	65.03	-5.84	-5.89	-5.95	53.71	54.08	54.13

Çizelge 4.2. Analiz edilen örneklerin serbest asitlik (%), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a*, b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	S.D.	Serbest Asitlik		Peroksit Sayısı		İyot Değeri		L*		a*		b*	
		Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör
A ^a	37	0.71	103.98**	7.30	45.87**	237.75	172.76**	3.43	450.42**	1.62	7111.98**	194.14	104647.81**
Hata	76	0.007		0.159		1.376		0.008		0.001			0.002

a, Örnek farklılığı; **, $P < 0.01$

Çizelge 4.3. Analiz edilen örneklerin serbest asitlik (% oleik asit), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a*, b* değerleri üzerine örnek farklılığının etkisini gösteren Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	Serbest asitlik	Peroksit sayısı	İyot değeri	L*	a*	b*
1	0.36 ı ^a	2.19 lmnoöpr	134.35 ab	70.09 efgh	-2.72 l	10.61 l
2	0.45 hı	2.63 hijklmn	132.08 abc	70.46 abcde	-2.75 l	10.79 jk
3	0.83 cdef	3.67 cdefgh	131.56 bc	70.56 abc	-2.35 f	8.41 u
4	0.55 ghi	4.28 bcde	127.51 def	69.18 m	-2.41 g	8.94 sş
5	0.44 hı	3.36 defghijk	127.63 def	70.26 defg	-2.87 n	10.87 j
6	0.64 fgh	3.15 fghijkl	126.49 efg	69.69 jkl	-2.50 h	9.84 n
7	0.36 ı	2.94 ghijklm	125.58 efgh	70.00 ghı	-2.67 k	9.53 ö
8	0.78 cdef	2.99 ghijklm	134.38 ab	69.91 hij	-2.94 o	11.19 i
9	0.40 ı	2.05 mnoöprs	130.54 bcd	70.65 ab	-2.58 ij	9.13 pr
10	0.47 hı	2.47 ijklmnoö	119.65 ijk	70.05 fghı	-2.72 l	9.76 no
11	0.62 fgh	2.69 hijklmn	123.52 fghı	70.67 a	-2.15 c	7.65 v
12	0.79 cdef	3.54 cdefghı	127.19 def	70.52 abcd	-1.85 a	6.78 y
13	0.43 hı	2.73 hijklmn	126.29 efg	70.53 abcd	-2.53 hı	9.44 ö
14	0.72 defg	4.40 bcd	132.21 abc	70.40 cdef	-2.29 de	8.83 t
15	0.82 cdef	1.22 rs	136.53 a	69.82 ijkl	-3.23 s	11.99 h
16	0.74 defg	3.53 cdefghı	127.16 ijk	70.43 abcdef	-1.90 a	7.59 v
17	0.91 bcde	2.39 klmnoöp	124.82 efgh	70.66 ab	-2.61 j	9.70 o
18	0.80 cdef	1.53 ööprs	125.77 efgh	69.88 hijk	-2.40 fg	9.21 p
19	0.80 cdef	1.02 s	129.09 cde	69.59 l	-3.01 ö	11.09 i
20	0.84 cdef	2.44 jklmnoö	122.46 hij	70.42 bcdef	-2.56 ii	9.78 no
21	0.63 fgh	1.37 prs	118.56 kl	70.16 efg	-2.72 l	10.03 m
22	0.73 defg	1.26 rs	111.59 noö	69.77 ijkl	-3.64 ü	14.55 d
23	0.83 cdef	3.49 cdefghıj	113.63 mn	70.44 abcdef	-2.73 l	10.09 m
24	0.71 efg	1.42 ööprs	118.39 kl	70.51 abcd	-3.13 r	12.21 g
25	0.72 defg	4.16 cdef	111.68 no	69.66 kl	-2.01 b	8.25 ü
26	0.91 bcde	3.25 efghijkl	114.62 mn	70.29 cdef	-2.84 m	10.57 l
27	0.73 defg	3.17 efghijkl	105.71 r	70.10 efgh	-2.94 o	10.73 k
28	0.73 defg	2.17 lmnoöpr	128.18 ijk	70.56 abc	-2.75 l	9.74 no
29	0.80 cdef	10.00 a	115.85 lm	70.55 abc	-2.34 ef	9.05 rs
30	0.81 cdef	2.36 klmnoöp	109.63 ööp	69.91 hij	-4.23 y	16.06 c
31	0.91 bcde	3.88 cdefg	122.68 ghı	70.52 abcd	-2.41 g	9.76 no
32	0.81 cdef	2.57 ijklmno	105.77 r	69.17 m	-3.40 t	12.96 e
33	1.13 b	3.61 cdefghı	105.67 r	70.63 abc	-2.26 d	8.85 şt
34	1.00 bc	3.62 cdefghı	119.43 jk	70.57 abc	-3.33 ş	11.77 ı
35	0.94 bcd	3.60 cdefghı	131.60 bc	70.23 defg	-3.47 u	12.53 f
36	0.71 efg	1.83 noöprs	123.28 fghı	70.21 defg	-3.07 p	11.82 ı
Pamuk yağı	0.71 efg	4.57 bc	108.13 pr	66.90 n	-4.12 v	32.05 b
Kanola yağı	3.50 a	5.77 b	108.52 öpr	64.93 o	-5.89 z	53.97 a

a, Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.01$)

Analiz edilen örneklerin serbest asitlik (% oleik asit), peroksit sayısı (meq O₂/kg), iyot değeri ve L*, a*, b* değerleri üzerine örnek farklılığının etkisi Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir. Analiz edilen 36 örnekte serbest asitliğin % 0.36 - % 1.14, peroksit sayısının 1.02 – 10.00 meq O₂/kg, iyot değerinin 105.67 - 136.53, L* değeri 69.17 - 70.67, a* değeri (-1.90) – (-4.23) ve b* değeri 6.78 - 16.06 aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Serbest asitlik açısından 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 13 numaralı ayçiçek yağı örneklerinin tebliğde belirtilen sınırlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer örneklerde

ise tebliğe göre serbest asitlik sınır değeri olan 0.6 mg KOH/g yağ eşiğinin aşılmış olduğu tespit edilmiştir.

Peroksit sayısı açısından 29 numaralı örneğin tebliğde belirtilen maksimum sınır olan 10 meq O₂/kg eşiğinde olduğu tespit edilmiştir. Fakat depolamaya uygunluğu yoktur. 15, 18, 21, 22, 24, 36 numaralı örneklerin peroksit sayısının diğer örneklere göre grup olarak daha düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Analiz edilen bütün örneklerin peroksit sayısının tebliğde belirtilen maksimum sınırın altında olduğu belirlenmiştir.

Tebliğde ayçiçek yağının iyot değeri 94 - 141 arasında bildirilmiş olup, analiz edilen bütün örneklerde tespit edilen iyot değeri tebliğde belirtilen değerler aralığındadır. 22, 23, 25, 26, 29, 30, 32, 33 numaralı örneklerin iyot değerinin diğerlerine göre daha az olduğu görülmüştür. Tebliğde yer alan ayçiçek yağının iyot değeri aralığı pamuk ve kanola yağının iyot değerleri aralığını kapsayarak daha geniş bir aralıkta verilmiştir.

Örnekler L^* , a^* , b^* değeri açısından değerlendirildiğinde ise L^* değerinin geniş bir aralıkta olmayıp birbirine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. 30 numaralı örnekte a^* değerinin pamuk ve kanola yağına yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. b^* değerinin, en az 12 numaralı örnekte, en fazla ise 30 numaralı örnekte olduğu görülmüştür.

4.2. Analiz Edilen Örneklerde Tespit Edilen Yağ Asitleri

Analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitlerine ait sonuçlar Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Analiz edilen örneklerin içerdiği yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de, Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.6'de özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin farklılığının, tespit edilen yağ asitlerinin hepsi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 4.4. Analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitlerine ait sonuçlar

Örnekler	% Miristik asit (RT:22.54)			% Palmitik asit (RT:26.75)			% Oleik asit (RT:31.25)			% Linoleik asit (RT:32.05)			%Linolenik asit (RT: 33.12)			% Araşidik asit (RT: 34.55)			% Behenik asit (RT:38.62)		
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür
1	0.03	0.05	0.04	4.79	4.96	5.01	30.12	31.90	32.54	61.25	62.04	63.21	-	-	-	0.21	0.32	0.42	0.65	0.71	0.84
2	0.05	0.07	0.06	6.58	6.72	6.98	28.95	29.81	30.25	60.24	61.51	62.35	-	-	-	0.65	0.83	0.95	0.95	1.04	1.11
3	-	-	-	5.50	5.61	5.98	31.01	32.86	33.56	58.45	59.88	60.12	-	-	-	0.45	0.67	0.78	0.86	0.96	1.03
4	-	-	-	8.93	9.11	9.56	27.09	28.00	29.01	58.45	59.72	60.01	-	-	-	1.02	1.60	1.74	1.45	1.55	1.59
5	-	-	-	7.98	8.21	8.92	33.95	34.41	35.24	55.36	56.71	57.21	-	-	-	0.21	0.30	0.48	0.30	0.35	0.48
6	-	-	-	7.96	8.28	8.65	30.01	30.90	31.96	56.32	57.87	58.28	-	-	-	1.01	1.30	1.45	1.55	1.63	1.70
7	0.21	0.23	0.22	8.12	8.87	9.04	33.84	34.28	35.28	54.36	55.49	56.35	-	-	-	0.21	0.43	0.59	0.54	0.68	0.70
8	0.03	0.04	0.04	5.92	6.23	6.95	29.63	29.64	30.65	61.35	62.80	63.35	-	-	-	0.30	0.54	0.69	0.65	0.73	0.84
9	0.01	0.02	0.02	5.03	5.80	6.12	33.98	34.96	35.92	57.45	58.02	59.87	-	-	-	0.26	0.43	0.51	0.64	0.74	0.84
10	1.50	1.57	1.51	7.16	7.79	8.01	40.03	40.97	41.57	47.21	48.70	49.35	-	-	-	0.19	0.39	0.45	0.59	0.62	0.76
11	0.04	0.06	0.05	4.96	5.13	5.95	43.68	44.59	45.68	48.25	49.04	50.01	-	-	-	0.48	0.53	0.68	0.61	0.62	0.68
12	-	-	-	8.01	8.48	8.96	32.94	33.77	34.85	55.65	56.55	57.04	-	-	-	0.45	0.54	0.68	0.60	0.64	0.68
13	-	-	-	8.12	8.76	9.01	33.54	34.16	35.68	54.01	55.88	56.32	-	-	-	0.48	0.53	0.55	0.59	0.65	0.69
14	0.03	0.04	0.03	6.89	7.02	7.45	29.54	30.37	31.68	60.35	61.35	62.08	-	-	-	0.48	0.50	0.59	0.65	0.70	0.75
15	-	-	-	4.98	5.31	5.68	28.45	28.99	29.95	63.54	64.50	65.38	-	-	-	0.43	0.51	0.99	0.60	0.66	0.70
16	-	-	-	15.65	16.11	16.89	23.65	24.52	25.64	56.32	57.65	58.98	-	-	-	0.82	0.99	1.00	0.69	0.71	0.78
17	-	-	-	12.89	13.41	13.94	25.32	26.11	27.45	58.23	59.18	60.02	-	-	-	0.54	0.68	0.68	0.54	0.59	0.68
18	0.03	0.044	0.040	6.99	7.41	7.84	36.54	37.29	38.01	53.69	54.11	55.02	-	-	-	0.36	0.48	0.54	0.54	0.65	0.69
19	0.04	0.058	0.053	7.89	8.11	8.68	30.95	31.90	32.35	57.64	58.69	59.36	-	-	-	0.41	0.54	0.68	0.65	0.69	0.74
20	-	-	-	11.89	12.15	12.98	29.98	30.72	31.54	54.36	55.29	56.24	-	-	-	1.01	1.08	1.15	0.65	0.73	0.79

Çizelge 4.4 (devamı)

Örnekler	% Miristik asit (RT:22.54)			% Palmitik asit (RT:26.75)			% Oleik asit (RT:31.25)			% Linoleik asit (RT:32.05)			% Linolenik asit (RT: 33.12)			% Araşidik asit (RT: 34,55)			% Behenik asit (RT:38,62)		
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür
21	-	-	-	13.99	14.89	15.23	28.03	28.79	29.14	53.65	54.39	55.69	-	-	-	1.01	1.14	1.21	0.61	0.77	0.80
22	-	-	-	15.98	16.46	16.94	32.96	33.47	34.54	46.32	47.97	48.65	-	-	-	1.03	1.30	1.45	0.62	0.77	0.82
23	-	-	-	16.94	17.20	17.65	30.01	30.62	31.62	49.58	50.366	51.457	-	-	-	0.99	1.02	1.06	0.658	0.784	0.813
24	-	-	-	13.79	14.04	14.85	30.45	31.05	32.15	51.34	52.736	53.358	-	-	-	1.18	1.47	1.62	0.61	0.689	0.745
25	-	-	-	20.95	21.33	21.84	22.54	23.65	24.36	51.47	52.759	53.684	-	-	-	1.03	1.44	1.55	0.714	0.813	0.901
26	4.12	4.00	4.03	11.05	11.56	11.97	32.15	33.19	34.45	48.36	49.815	50.984	-	-	-	0.65	0.72	0.82	0.625	0.672	0.71
27	-	-	-	22.03	22.75	23.05	27.15	28.49	29.53	45.35	46.629	47.683	-	-	-	1.03	1.22	1.36	0.802	0.894	0.925
28	0.04	0.06	0.05	5.04	5.86	6.12	45.68	46.55	47.52	45.21	46.352	47.652	-	-	-	0.48	0.53	0.62	0.629	0.643	0.721
29	-	-	-	14.18	14.90	15.25	32.54	33.11	34.12	49.65	50.29	51.48	-	-	-	0.68	0.97	1.03	0.64	0.71	0.76
30	-	-	-	6.08	6.76	7.01	57.48	58.34	59.54	25.68	26.56	27.65	4.98	5.12	5.64	1.95	2.06	2.15	1.00	1.14	1.35
31	-	-	-	13.98	14.31	14.98	24.93	25.71	26.35	57.01	58.18	59.14	-	-	-	0.99	1.12	1.21	0.60	0.66	0.70
32	-	-	-	21.86	22.38	22.73	27.95	28.84	29.65	45.35	46.85	47.16	-	-	-	0.94	1.18	1.24	0.64	0.73	0.84
33	-	-	-	21.08	21.71	22.05	29.58	30.40	31.54	44.36	45.89	46.35	-	-	-	0.93	1.14	1.23	0.75	0.84	0.85
34	-	-	-	19.93	20.41	20.96	22.14	23.62	24.62	48.31	49.17	50.62	5.01	5.36	5.49	0.94	1.09	1.30	0.30	0.32	0.39
35	-	-	-	11.06	11.56	11.92	27.58	28.18	29.58	52.36	53.81	54.01	4.98	5.37	5.84	0.65	0.70	0.84	0.31	0.35	0.39
36	-	-	-	8.85	9.07	9.67	36.59	37.05	38.02	51.21	52.69	53.12	-	-	-	0.46	0.58	0.68	0.47	0.58	0.62
Pamuk yağı	0.48	0.51	0.50	27.89	28.34	28.56	15.36	16.69	17.53	52.31	53.63	54.23	-	-	-	0.68	0.81	0.95	-	-	-
Kanola yağı	-	-	-	5.06	5.44	5.92	67.24	68.29	69.21	16.95	17.04	18.24	6.96	7.68	8.02	1.48	1.52	1.62	-	-	-

RT: Retention Time (Alıkönma Süresi)

Çizelge 4.5. Analiz edilen örneklerin içerdiği yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	S.D.	Miristik asit		Palmitik asit		Oleik asit		Linoleik asit		Linolenik asit		Araşidik asit		Behenik asit	
		K.O.	Faktör	K.O.	Faktör	K.O.	Faktör	K.O.	Faktör	K.O.	Faktör	K.O.	Faktör	K.O.	Faktör
A ^a	37	1.45	8857.26 ^{**}	111.00	521.91 ^{**}	252.44	289.36 ^{**}	242.00	233.65 ^{**}	10.32	589.67 ^{**}	0.48	19.25 ^{**}	0.27	47.73 ^{**}
Hata	76	0.001		0.213		0.872		1.036		0.018		0.025		0.006	

a, Örnek farklılığı; **, $P < 0.01$

Çizelge 4.6. Analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitleri üzerine örnek farklılığının etkisini gösteren Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	Miristik asit	Palmitik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit	Araşidik asit	Behenik asit
1	0.04 e*	4.92 ö	31.52 ghijk	62.17 ab	0 c	0.32 k	0.74 efghı
2	0.05 e	6.78 klm	29.67 jklmno	61.37 abc	0 c	0.81 efghij	1.03 cd
3	0 g	5.70 mnoö	32.48 fghii	59.48 bcde	0 c	0.64 hiijk	0.95 cde
4	0 g	9.20 ı	28.03 ööp	59.39 bcdef	0 c	1.45 abc	1.53 ab
5	0 g	8.37 iij	34.53 ef	56.43 fghı	0 c	0.33 k	0.38 jk
6	0 g	8.30 iijk	30.95 iijklm	57.49 efgh	0 c	1.25 bcde	1.62 a
7	0.22 d	8.68 ii	34.47 ef	55.40 hii	0 c	0.41 jk	0.64 ghı
8	0.04 e	6.36 lmno	29.97 ijklmno	62.50 ab	0 c	0.51 ijk	0.74 efghı
9	0.02 efg	5.65 mnoö	34.95 ef	58.45 cdefg	0 c	0.40 jk	0.74 efghı
10	1.52 b	7.65 ijkl	40.86 d	48.42 mnoö	0 c	0.34 k	0.66 ghı
11	0.05 e	5.35 oö	44.65 c	49.10 mno	0 c	0.56 iijk	0.64 ghı
12	0 g	8.48 iij	33.85 fg	56.41 ghı	0 c	0.56 iijk	0.64 ghı
13	0 g	8.63 iij	34.46 ef	55.40 hii	0 c	0.52 iijk	0.64 ghı
14	0.03 ef	7.12 jkl	30.53 ijklmn	61.26 abcd	0 c	0.52 iijk	0.70 fghı
15	0 g	5.33 oö	29.13 klmno	64.48 a	0 c	0.64 ghijjk	0.65 ghı
16	0 g	16.21 de	24.60 rs	57.65 efgh	0 c	0.94 defghı	0.73 fghı
17	0.04 e	13.41 fg	26.29 öpr	59.14 bcdefg	0 c	0.63 hiijk	0.61 hı
18	0.05 e	7.41 jklm	37.28 e	54.27 iij	0 c	0.46 jk	0.63 ghı
19	0 g	8.23 iijk	31.73 ghij	58.56 cdefg	0 c	0.54 iijk	0.69 fghı
20	0 g	12.34 gh	30.75 ijklmn	55.30 hii	0 c	1.08 bcdefg	0.72 fghı
21	0 g	14.70 ef	28.65 mnoö	54.58 iij	0 c	1.11 bcdef	0.73 fghı
22	0 g	16.46 d	33.66 fgh	47.65 noöp	0 c	1.26 bcd	0.74 efghı
23	0 g	17.23 d	30.75 ijklmn	50.47 klm	0 c	1.02 cdefgh	0.75 efghı
24	0 g	14.23 ef	31.22 hiijkl	52.48 jk	0 c	1.42 abc	0.68 fghı
25	0 g	21.37 bc	23.52 s	52.64 ijk	0 c	1.34 bcd	0.81 defgh
26	4.05 a	11.53 h	33.26 fghı	49.72 lmn	0 c	0.73 fghijjk	0.66 fghı
27	0 g	22.61 b	28.39 noö	46.55 ööp	0 c	1.21 bcde	0.87 def
28	0.05 e	5.67 mnoö	46.58 c	46.40 öp	0 c	0.54 iijk	0.66 ghı
29	0 g	14.78 ef	33.25 fghı	50.47 klm	0 c	0.89 defghii	0.70 fghı
30	0 g	6.62 klmn	58.45 b	26.63 r	5.25 b	2.05 a	1.16 bc
31	0 g	14.42 ef	25.66 prs	58.11 defgh	0 c	1.11 bcdef	0.65 ghı
32	0 g	22.32 b	28.82 lmno	46.45 ööp	0 c	1.12 bcdef	0.74 efghı
33	0 g	21.61 bc	30.50 ijklmno	45.53 p	0 c	1.10 bcdef	0.81 defg
34	0 g	20.44 c	23.46 s	49.36 mn	5.29 b	1.11 bcdef	0.33 l
35	0 g	11.51 h	28.45 mnoö	53.40 ij	5.40 b	0.73 efghijjk	0.35 k
36	0 g	9.19 ı	37.22 e	52.34 jkl	0 c	0.57 iijk	0.56 ii
Pamuk yağı	0.50 c	28.26 a	16.53s	53.39 ij	0 c	0.81 efghij	0 m
Kanola yağı	0 g	5.47 noö	68.25a	17.41s	7.55 a	1.54 ab	0 m

*, Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiki olarak önemlidir ($P<0.01$)

Analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitleri üzerine örnek farklılığının etkisi Çizelge 4.6.'da gösterilmektedir. Analiz edilen 36 adet örnekte miristik asit % 0 - 4.05, palmitik asit % 5.33 – 22.32, oleik asit % 23.46 - 58.45, linoleik asit % 26.63 - 64.48, linolenik asit % 0 - 5.40, araşidik asit % 0.32 – 2.05 ve behenik asit % 0.33 - 1.62 aralığında tespit edilmiştir.

Ayçiçek yağının, pamuk yağının ve kanola yağının yağ asitlerinin incelenebileceği kromatogram örnekleri, sırasıyla Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'te sunulmuştur.

10 ve 26 numaralı örneklerde diğerlerinden farklı olarak miristik asit sırasıyla 1.52 ve 4.05 olarak oldukça yüksek oranda bulunmuştur. Bu değerler kanola ve pamuk yağı karıştırılması hakkında herhangi bir veri oluşturmamaktadır. Diğer yağ asitlerinden alınan verilere göre 10. ve 26. örneklere kanola ve pamuk yağı karıştırma şüphesi yoktur. Bu durumda bu iki örnekteki farklılık kesindir fakat kanola ve pamuk yağı dışında başka bir unsur ile karıştırıldığına işaret etmektedir. Miristik asit içeren palm, Hindistan cevizi yağı ve babassu yağı aynı zamanda laurik asit içermektedir. 10. ve 26. örneklerde laurik asite rastlanmamış olduğu için bu yağların da karıştırılmadığı anlaşılmaktadır. Fakat, miristik asitin mevcudiyeti hakkında da herhangi bir yargıya varılamamıştır.

1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 28, 30 numaralı örneklerin % palmitik asit içeriği açısından tebliğde bildirilen % 4.0 - 7.6 aralığında olduğu gözlenmiştir. 4, 5, 6, 7, 12, 13, 19 ve 36 numaralı örneklerin % 8.23 - 9.20 aralığında olduğu, 17, 20, 21, 24, 26, 29, 31, 35 numaralı örneklerin % 11.53 - 14.78 aralığında olduğu tespit edilmiştir. 16, 22, 23, 25, 27, 32, 33, 34 numaralı örneklerde % 16.21 - 22.32 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında sınıflandırılma yapıldığında 16, 22, 23, 25, 27, 32, 33, 34 nolu örneklerin diğer örnek guruplarına göre kıyasından, pamuk yağının palmitik asit oranına daha fazla benzerlik göstermesi pamuk yağı taşımasının yapıldığı şüphesini uyandırmaktadır. Tebliğde palmitik asit içeriği pamuk yağında % 21.4 - 26.4 iken kanola yağı % 2.5 – 7 olarak belirtilmiştir. Kanola yağı ve ayçiçek yağının palmitik asit kompozisyonu birbirine yakın olduğundan kanola yağının ayçiçek yağına katılıp taşıması palmitik asit açısından belirleyici değildir.

30 numaralı örnekte oleik asit % 58.45 olarak tespit edilmiş olup, diğer ayçiçek yağı örneklerine kıyasla daha fazladır. 10, 11, 28 numaralı örneklerin oleik asit içeriği % 40.86 - 46.58 aralığında tespit edilmiştir. 16, 17, 25, 31, 34 numaralı örneklerin oleik asit içeriği % 23.46 - 26.29 olup, diğer örneklere göre daha az içerdiği görülmüştür. Tebliğde oleik asit içeriği ayçiçek yağında % 14.0 - 71.8, kanola yağı % 51.0 - 70.0 ve

pamuk yağında % 14.7 - 21.7 olarak belirtilmiştir. Bu değerlerin karşılaştırılması ile ayçiçek yağı örneğine kanola yağı katılıp tağış edilmesiyile oleik asit içeriğinin daha yükseleceğı, pamuk yağının katılıp tağış edilmesiyile de oleik asit içeriğinin daha az olacağı düşünülebilir. Her ikisinin aynı anda tağış konu olması durumunda ise oleik asit açısından değerlendirme yapmak güçtür. Bu yüzden oleik asit, ayçiçek yağının kanola veya pamuk yağı tağışı açısından tek başına kıstas olamaz.

30 numaralı örnekte linoleik asit % 26.63 olarak tespit edilmiş olup, diğer Ayçiçek yağı örneklerine oranla daha düşüktür. Tebliğde linoleik asit içeriğı ayçiçek yağında % 18.7 - 74.0, kanola yağında % 15.0 - 30.0 ve pamuk yağı % 46.7 - 58.2 olarak belirtilmiştir. 22, 27, 28, 32, 33, 34 numaralı örnekler % 45.53 - 49.36 aralığında linoleik asit içermektedir. Kalan diğer örneklerin ise % 64.48 - 48.42 aralığında linoleik asit içerdiği tespit edilmiştir. Ayçiçek yağı ve pamuk yağı linoleik asit içeriğı bakımından yakındır ve bu sebeple ayçiçek yağına katılıp tağış edilmesinde linoleik asit içeriğı bir kıstas olamaz. Fakat, ayçiçek yağına kanola yağının katılıp tağış edilmesi durumunda ise linoleik asit içeriğinin düşmesi beklenir.

30, 34, 35 numaralı örneklerde linolenik asit % 5.25 – 5.40 aralığında tespit edilmiştir. Tebliğde linolenik asit içeriğı ayçiçek yağında % TED - 0.5, kanola yağında % 5.0 - 14.0 ve pamuk yağında % TED - 0.4 olarak belirtilmiştir. Bu yüzden linolenik asit içeriğinin belirtilen değerden yüksek çıkması ayçiçek yağına kanola yağının katılıp tağış yapıldığı anlamına gelmektedir. 30, 34 ve 35 numaralı örnekler haricinde diğer ayçiçeğı yağ örneklerinde linolenik asit tespit edilmemiştir. Bu üç örnekte ayçiçek yağına kanola yağı katılıp tağış yapıldığı anlaşılmaktadır.

Araşidik asit açısından değerlendirildiğinde, 30 numaralı örnek % 2.05 araşidik asit içeriğı ile diğer yağlardan daha fazladır. Bu örneğın linolenik asit içeriğinin de yüksek olduğu göz önüne alındığında kanola yağı katıştırıldığı ile ilgili bir kanıt daha elde edilmiş olur. 4, 6, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 32, 33, 34 numaralı örneklerin araşidik asit içeriğinin % 1.08 - 1.45 arasında olduğu tespit edilmiştir. Tebliğde araşidik asit içeriğı ayçiçek yağında % 0.1 - 0.5, kanola yağı % 0.2 - 1.2 ve pamuk yağında % 0.2 - 0.5 olarak belirtilmiştir. Araşidik asit içeriğinin % 1 civarında olması, tebliğe göre ayçiçek yağına kanola yağının katılıp tağış edilmesi konusunda bir şüphe oluşturabilir fakat, tebliğde bildirilen araşidik asit sınırlarının uygun olmadığı ve üst limitin yükseltilmesi gerektiğı ortaya çıkmaktadır. Tebliğde ayçiçek yağı için maksimum araşidik asit oranı % 0.5 olup, kanola yağı karıştırılmadığı kesin olan 4 ve 6 numaralı örneklerde araşidik asit oranları sırasıyla 1.45 ve 1.25 olarak belirlenmiştir.

Behenik asit açısından değerlendirildiğinde, bütün ayçiçeği örneklerinin tebliğde belirtilen değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Tebliğde behenik asit içeriği ayçiçek yağında % 0.3 - 1.5, kanola yağında % TED - 0.6 ve pamuk yağında % TED - 0.6 olduğu belirtilmiştir. Behenik asit ayçiçek yağına yapılabilecek kanola yağı ve pamuk yağı taşıması için bir değerlendirme kriteri olamaz.

Çizelge 4.4.' te analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitlerine ait sonuçlarına göre; doymuş yağ asitlerinin (miristik, palmitik, araşidik ve behenik asit) toplamı ile doymamış yağ asitlerinin (oleik, linoleik ve linolenik asit) toplamının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de, Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; doymuş yağ asitlerinin (miristik, palmitik, araşidik ve behenik asit) toplamı ile doymamış yağ asitlerinin (oleik, linoleik ve linolenik asit) toplamının etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 4.7. Çizelge 4.4.' te analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitlerine ait sonuçlarına göre; doymuş yağ asitlerinin (miristik, palmitik, araşidik ve behenik asit) toplamı ile doymamış yağ asitlerinin (oleik, linoleik ve linolenik asit) toplamının varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	S.D.	Doymuş yağ asitleri toplamı		Doymamış yağ asitleri toplamı	
		Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör
A ^a	37	114.70	363.91 ^{**}	119.92	31.21 ^{**}
Hata	76	0.315		3.841	

a, Örnek farklılığı; **, $P<0.01$

Çizelge 4.8. Çizelge 4.4.' te analiz edilen örneklerde tespit edilen yağ asitlerine ait sonuçlarına göre; doymuş yağ asitlerinin (miristik, palmitik, araşidik ve behenik asit) toplamı ile doymamış yağ asitlerinin (oleik, linoleik ve linolenik asit) toplamının Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları

Örnekler	Doymuş yağ asitleri toplamı	Doymamış yağ asitleri toplamı
1	5.95 ö*	93.69 a
2	8.54 klmn	91.04 abc
3	7.13 noö	91.96 ab
4	11.98 ı	87.43 bcdef
5	8.77 jklm	90.96 abc
6	10.95 ii	88.45 abcde
7	9.66 ijkl	89.87 abcd
8	7.32 mnoö	92.48 ab
9	6.46 ö	93.40 a
10	9.90 ijk	89.28 abcd
11	6.28 ö	93.76 a
12	9.37 jkl	90.27 abcd
13	9.51 ijkl	89.87 abcd
14	8.20 lmno	91.80 ab
15	6.40 ö	93.61 a
16	17.47 de	82.26 fgh
17	14.31 fg	85.44 defg
18	8.26 lmn	91.56 ab
19	9.26 jkl	90.30 abcd
20	13.79 gh	86.05 cdefg
21	16.15 e	83.24 efgh
22	18.14 d	81.31 ghı
23	18.81 d	81.22 ghii
24	15.98 e	83.70 efg
25	23.23 bc	86.16 iij
26	13.95 g	82.98 fgh
27	24.35 b	74.95 jk
28	6.58 ö	92.99 a
29	16.03 e	83.73 efg
30	9.54 ijkl	90.34 abcd
31	15.86 ef	83.78 efg
32	23.90 b	75.27 j
33	23.21 bc	76.04 ij
34	21.55 c	78.12 hijj
35	12.15 hi	87.25 bcdef
36	10.06 ij	89.57 abcd
Pamuk yağı	29.35 a	69.92 k
Kanola yağı	6.73 oö	93.22 a

*, Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiki olarak önemlidir ($P<0.01$)

Analiz edilen 36 adet örnekte doymuş yağ asitleri toplamı % 5.95 - 24.35 aralığında, doymamış yağ asitleri toplamı ise % 74.95 - 93.69 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. İyot sayısına göre doymuş ve doymamış yağ asitleri toplamlarını kıyasladığımızda; 1, 9, 15, 28 numaralı örneklerin doymuş yağ asitleri toplamı daha düşük çıkarken, iyot sayılarında da yükseklik fark edilmiştir. Ancak her örneğin doymuş yağ asitleri toplamının az çıkması iyot sayısının da yüksek olacağı anlamına gelmediği, diğer örneklerle beraber karşılaştırıldığında anlaşılmıştır. Bu nedenle iyot sayıları ve doymuş – doymamış yağ asitleri toplamının taşıdığı belirlemede bir kıstas olmadığı

anlaşlmıştır. Ayrıca, ayççek, pamuk ve kanola yağının iyot sayılarının birbirine yakınlığı nedeniyle belirli bir ayırım yapılamayacağı görölmektedir.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma ile halkın tüketimine sunulan ayçiçek yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklılıklarından yola çıkarak, ayçiçek yağına karıştırılması muhtemel olan ve ayçiçek yağından daha ucuz olan ham pamuk ve kanola yağlarının taşıdığı konu olup olmadığı araştırılmıştır.

Serbest asitlik açısından bazı örnekler tebliğde belirtilen sınırları aşmıştır. Peroksit sayısı açısından ise sadece 29 numaralı örnek yüksek bulunmuştur.

Ayçiçek yağı örnekleri, pamuk yağı ve kanola yağında tespit edilen iyot değeri tebliğde belirtilen değere uygun olduğu gözlenmiştir.

Kanola yağının ayçiçek yağına karıştırılması ile linolenik asit oranı mevcudiyeti belirgin bir parametre olabilir.

Ayçiçek yağına pamuk yağının karıştırılması ise palmitik asit oranının yükselmesine sebep olmaktadır.

Pamuk ve kanola yağlarının birlikte ayçiçek yağına karıştırılması durumunda ise linoleik asit oranında düşme taşıdığı şüphesini desteklemektedir.

30 numaralı örnek kanola yağı karıştırıldığı en belirgin olan örnek olup, oleik asit içeriği bakımından yüksek görülmektedir. Her iki yağın da oleik asit içeriği yüksek olup bu açıdan birbirlerini desteklemiştir.

Linoleik asit kanola karıştırılması açısından değerlendirilebilir ve linoleik asit oranında bir miktar düşüşe sebep olur. 30 numaralı örnek bunu desteklemektedir ve linoleik asit miktarının azaldığı görülmüştür. Pamuk ve kanola yağının ikisinin birden taşıdığı 34 numaralı örnekte, hem linolenik asitin varlığı, hem de palmitik asitin yüksekliği gözlenmiştir.

30, 34, 35 numaralı örneklerin linolenik asit içermelerinin yanı sıra, kanola yağı ile diğer bir benzerliği a^* ve b^* renk değerleridir. Özellikle b^* değeri kanola yağı katılan örneklerde yükselmiştir. Fakat, bu sınır b^* değerinin 11 - 12 değerini aldığı civarda kırılma göstermiştir. Dolayısıyla, özellikle b^* renk değerinin 12' nin üstünde olduğu durumlarda ham kanola yağı karıştırılması şüphesi bir veri olarak değerlendirilebilir. Fakat, bu yeni bir araştırma konusunu ortaya çıkar ve bir matematik modelleme oluşturulması gerektiğini de ortaya koyar.

5.2. Öneriler

Ayçiçek yağına ham kanola veya pamuk yağı karıştırılması yağ asidi kompozisyonuna dayalı bir analiz sonucu ile belirlenebilmektedir.

Araşidik asit oranının tebliğde bildirilen üst sınırı mevcut ayçiçek yağlarına göre düşük kalmaktadır. Üreticinin bu açıdan şüpheli durumundan çıkarılması için araşidik asit oranının yeniden Bakanlıkça gözden geçirilmesi önerilir.

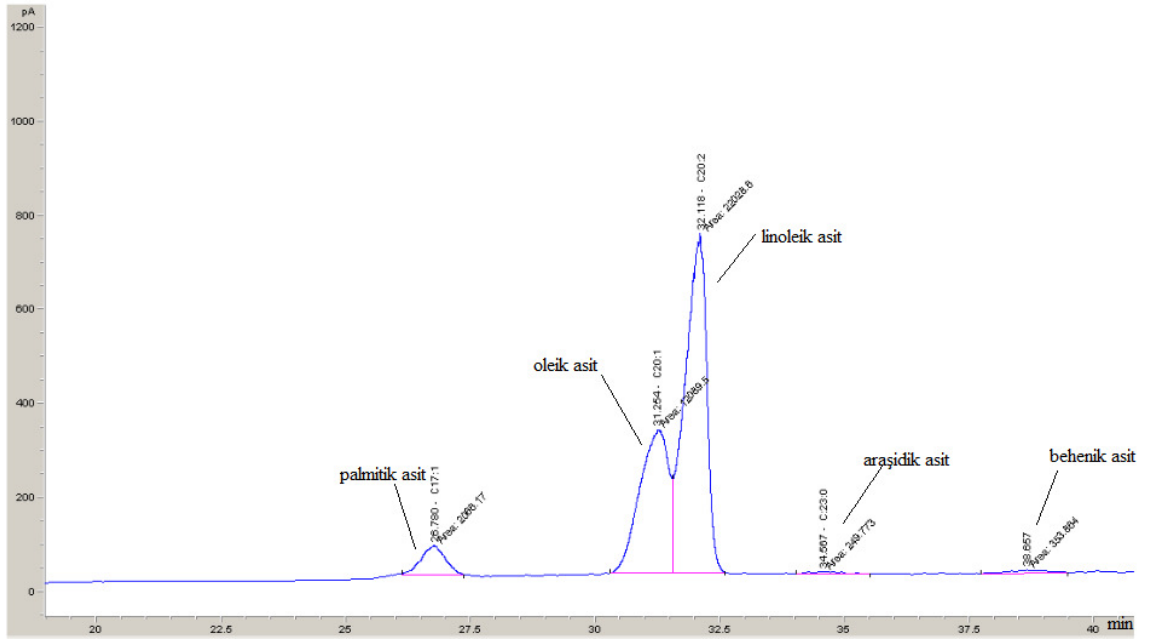
L^*, a^*, b^* renk değerleri gıda sanayiinin değişik kollarında kalite belirleme parametresi olarak kullanılmaktadır. Kanola ve pamuk yağı karıştırılıp karıştırılmadığı, b^* değeri açısından yeni bir çalışmada detaylı bir şekilde ele alınarak incelenmeli ve b^* değerinin eşik noktası tespit edilmelidir. Ayrıca, L^*, a^*, b^* renk değerleri kalite parametresi olarak tebliğde yer alabilir şekilde üzerinde çalışılması gereken bir konudur.

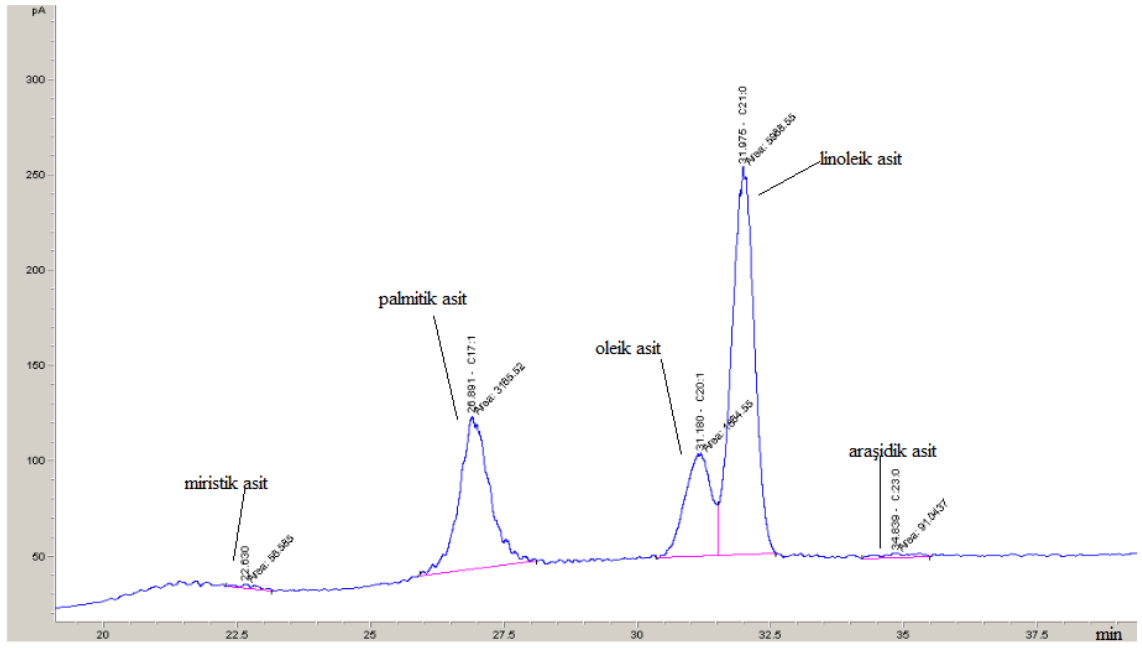
KAYNAKLAR

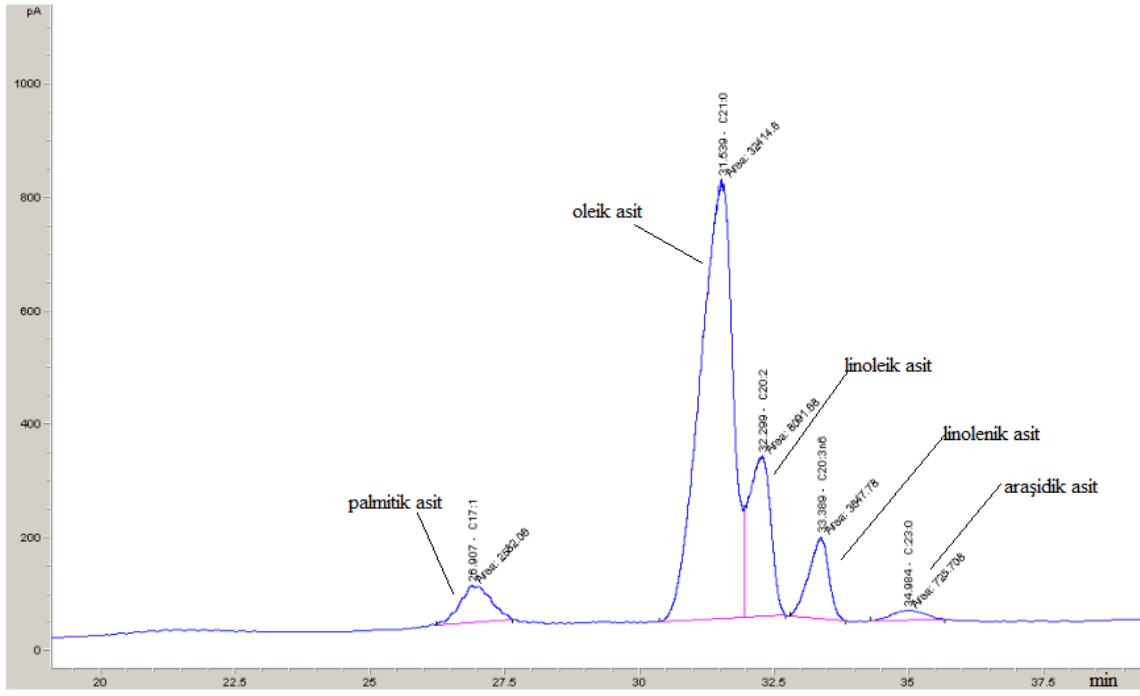
- A.O.A.C., 1989, *Official Methods of Analysis*, 14th edn., Arlington VA.
- A.O.C.S., 1984, Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Edited by S. Williams, *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA.
- A.O.C.S. 1989, *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. edited by David Firestone, 4th edition, American Oil Chemists' Society, Champaign, Cd 1c-85.
- Anonim, 2010, Bitki Adı İle Anılan Yemelik Yağlar, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ No:2010/17.
- Anonymous, 2010, Sunflower Crude and Refined Oils, Agribusiness Handbook, FAO, 5 - 19.
- Baydar, H., Turgut İ., 1999, Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi, *J. Of Agriculture and Forestry 23 Ek Sayı 1*, 81-86.
- Blanch, P.G., Caja, M.M., Ruiz del Castillo, M.L., Herraiz, M., 1998, Comparison of different methods for the evaluation of the authenticity of olive oil and hazelnut oil, *J. Agric. Food Chem.* 46, 3153.
- Blanch, G.P., Caja, M. M., Ruiz del Castillo, M.L., Herraiz, M., 1999, Study of the enantiomeric composition of chiral constituents in edible oils by simultaneous distillation-extraction. Detection of adulterated olive oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(9), 1027-1030.
- Blanch, P.G., Caja, M.M., Leon, M., Herraiz, M., 2000, Application to the detection of adulterated olive oils, *J. Sci. Food Sci. Food Agric.* 80 (1), 140.
- Derde, M.P., Coomans, D., Massart, D.L., 1984, SIMCA demonstrated with characterisation and classification of Italian olive oils, *Journal of Association of Analytical Chemists*, 67, 721.
- Derde, M.P., Buydens, L., Guns, C., Massart, D.L., Hopke, P.K., 1987, Comparison of rule-building expert systems with pattern recognition for the classification of analytical data, *Anal. Chem.* 59 (14) , 1868.
- Dionisi, F., Prodoliet, J., Tagliaferri, E., 1995, Assessment of olive oil adulteration by reversed-phase high-performance liquid chromatography/amperometric detection of tocopherols and tocotrienols, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 72 (12), 1505.
- Drava, G., Forina, M., Lanteri, S., Lupoli, M., 1994, Development of the chemical model of a typical food product: Olive oil from an italian region (Basilicata), *J. Sci. Food Agric.* 65 (1), 21.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metotları (İstatiksel Metotları – 2), *Ankara Üniv. Ziraat Fak.*, Yayın No:1021, Ankara.
- Flor, R.V., Hecking, L.T., Martin, B.D., 1993, Development of high-performance liquid chromatography criteria for determination of grades of commercial olive oils. Part I. The normal ranges for the triacylglycerols, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 70 (2), 199.
- Gegiou, D., Georgouli, M., 1983, A rapid argentation tlc method for detection of reesterified oils in olive and olive-residue oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60 (4), 833.
- Grob, K., Giufree, M.A., Biedermann, M., Bronz, M., 1994, The detection of adulteration with desterolized oils, *European Journal Of Lipid Science And Technology*. 96 (9), 341.
- Gustafson, E.H., 1978, Raw Materials Handling and Controls, *J.A.O.C.S.*, 55, 751.
- Hudson, B.J.F. , 1984, Evening primrose (*Oenothera* spp.) oil and seed, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61 (3), 540.
- İncekara, F., 1972, Endüstri Bitkileri ve Islahı, *Ege Üniv. Ziraat Fak.*, Yayınları No: 83, Cilt: 2, 73-85.
- Kyriakidis, N.B., Katsiloulis, T. 2000, Calculation of iodine value from measurements of fatty acid methyl esters of some oils: Comparison with the relevant American Oil Chemists Society method, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(12): 1235-1238.
- Manandhar, P.P., Nagao, A., Yamazaki, M., 1986, Determination of content of linseed oil in edible soybean oil, *J. Jpn. Oil Chem. Soc.* 35 (9), 725.
- Mannina, J., Patumi, M., Fiordiponti, P., Emanuele, M.C., Segre, A.L., 1999, Olive and hazelnut oils: a study by high-field H NMR and gas chromatography, *J. Food Sci.* 2 (11), 139.
- Moore, E., 1971, Margarine and Cooking Fats, *Unilever Ordinary Series* No:4, 5, Unilever Ltd England.
- Morello J.R., Motilva M.J., Tovar M.J., Romero M.P. 2004, Changes in commercial virgin olive oil (cv. Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction, *Food Chemistry*, 85: 357-364.
- Nas S., Gökalp Y.H., Ünsal M., 1992, Bitkisel Yağ Teknolojisi, *Çukurova üniversitesi*, Adana, 115-129.
- Rezanka T., Rezankova, H., 1999, Characterization of fatty acids and triacylglycerols in vegetable oils by gas chromatography and statistical analysis, *Analytica chimica acta* 398, 253-261.

- Robertson, J.A., Chapman, G.W.Jr. and Wilson, R.L.Jr., 1978, Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflowerseed, *J.A.O.C.S.* 55, 266.
- Rossell, J.B., King, B., Downes, M.J., 1983, Detection of Adulteration. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60, 333-339.
- Rossell, J.B., 1985, Fractionation of lauric oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62, 385-390.
- Rossell, J.B., King, B., Downes, M.J., 1985, Composition of Oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62, 221-230.
- Salivaras, E., McCurdy, A.R., 1992, Detection of olive oil adulteration with canola oil from triachyl gliserol analysed by reversed phased high performed liquid chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69, 935-938.
- Savaş R., 1969, Ticaret ve Endüstri Bitkileri (Özel Tarla Ziraati), *Kardeş Matbaası*, Ankara, 5 - 14.
- Semma, M., 2002, Trans fatty acids: properties, benefits and risks, *J. Health Sci.*, 48 (1), 7 - 13.
- Sikorska, E., Caponio, F., Bilancia, M.T., Summo, C., Pasqualone, A., Khmelinskii, I.V., Sikorski, M. 2007, Changes in colour of extra-virgin olive oil during storage, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.* 57(4):495-498.
- Stefanouidaki, E., Kotsifaki, F., Koutsaftakis, A., 1997, The potential of HPLC triglyceride profiles for the classification of Cretan olive oils, *Food Chem.* 3, 425.
- Şenelt, S., Bozkurt, M., 1985, Biyolojik Değeri Yüksek Bir Yağ Olan Zeytinyağına Katılan Ayçiçek Yağının İnce Tabaka Kromatografisi İle Tespiti Üzerine Bir Çalışma, *Türk Hijyen Biyol.Derg.*42, (1), 21.
- Şenelt, S., 1987, Türkiye’de Üretilen Ayçiçek Yağlarının Yağ Asidi Bileşimleri, *Türk Hijyen Biyol. Derg.*, Vol: 44 - No:1, Ankara, 7-15.

EKLER**EK-1** Ayçiçeği yağı kromatogram örneği

EK-2 Pamuk yağı kromatogram örneği

EK-3 Kanola yağı kromatogram örneği

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Ayşe ÇEVİK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya – 1988
e-mail : aysekoroglu42@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Meram Konya Lisesi (Y.D.A.L.)	2007
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	2011
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi	2013
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-	-	-

UZMANLIK ALAN

Gıda Kimyası, Yağ

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

-

YAYINLAR

-