

Kızartma işleminin yağda serbest yağ asitliği ve oksidasyon derecesi üzerine etkileri

Ekin DİNÇEL KASAPOĞLU¹

Aysun SAĞLAM²

Geliş tarihi / Received: 18.01.2021

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 09.02.2021

Kabul tarihi / Accepted: 26.02.2021

Öz

Bu çalışmada farklı markalara ait yağlarda yapılan kızartma işlemiyle peroksid sayısı değerine ve serbest yağ asidi miktarına bakılmıştır. Bu amaçla da hem peroksid sayısı tayini için hem de serbest yağ asitliği tayini için AOAC tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır. Kızartmada kullanılan beş farklı marka ayçiçek yağındaki sonuçlara göre kızartma sayısı artan yağlardaki peroksid sayısının ve serbest yağ asidi miktarının doğru orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. 5 kez kızartılan farklı markalara ait yağlardaki en yüksek oleik asit değerinin %1.2 ve en yüksek

¹ İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu Bil MYO, Gıda Teknolojisi Programı, ekindincel@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9644-9184.

² İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu Bil MYO, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, aysunsaglam@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4833-6107.
DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_y16i61001

peroksit değerinin 36 meqg O₂/kg yağ olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmayla birlikte oksidasyon ve buna bağlı yağın yapısında kimyasal birtakım değişikliklerle istenmeyen bileşiklerin ortaya çıktığı, sonuç olarak da sağlıkla ilgili riskleri arttırabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Kızartma, ayçiçek yağı, peroksit sayısı, serbest asitlik*

Effects of frying process on free fatty acidity and oxidation degree in oil

Abstract

In this study, the value of peroxide number and the amount of free fatty acid were investigated by frying in oils belonging to different brands. For this purpose, the methods recommended by AOAC were used for both determination of peroxide number and determination of free fatty acidity. According to the results of five different brands of sunflower oil used in frying, it was determined that the number of peroxide and the amount of free fatty acid in the oil increased in direct proportion. It was determined that the highest oleic acid value was 1.2% and the highest peroxide value was 36 meqg O₂ / kg oil in oils belonging to different brands fried 5 times. With this study, it is thought that oxidation and chemical changes in the structure of the oil result in unwanted compounds, which may increase health-related risks.

In this study, the value of peroxide number and the amount of free fatty acid were investigated by frying in oils belonging to different brands.

Keywords: *Frying, sunflower oil, peroxide value, free acidity*

Giriş

Türkiye'nin hemen her bölgesinde yetiştirilebilen ayçiçeği; yağ üretiminde ilk sırada yer alan bir tohum bitkisidir (MİEM, 2019). Yurdumuzda özellikle Trakya yöresinde yetiştirilmektedir. Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) en geniş çiçekli bitki familyalarından biri olan *Asteraceae* (*Compositae*) familyasındandır. Ayçiçeği tohumunda yağ içeriği genellikle %35-45 arasındadır. Ancak %45'ten yüksek oranda yağ içeren tohumlar da mevcuttur. Sağlıklı ve doğal olduğu bilinen ayçiçek yağı, ayçiçeği bitkisinin tohumlarından üretilmektedir. Ayçiçek yağı beslenmede esansiyel linoleik asit (9-cis,12-cis-octadecadienoic) kaynağı olarak önemlidir. Ayrıca E vitamini yönünden zengin olup önemli antioksidan kaynağıdır. Ayçiçek tohumlarının kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir (Alpaslan ve Demirci, 1992; Tosun, 2003).

Tablo 1: Ayçiçeği tohumlarının kimyasal bileşimi (Duru ve Bozdoğan, 2014)

Bileşim	Ortalama Değer (%)
Nem	7
Yağ	37
Protein	24
Kül	4
Azotsuz öz maddeler	28
Selüloz	28

Soluk sarı renge sahip olan Ayçiçek yağının güzel bir aroması vardır. Titre bulanma derecesi 17-20 °C, donma derecesi 17-18 °C'dir (Doğan ve Başoğlu, 1985). Tekli ve çoklu doymamış yağ asit oranı fazla, doymuş yağ oranı ise azdır. Ülkemizde mısır özü yağı tüketimi artmasına karşın, hâlâ ayçiçek yağı ve zeytinyağı en fazla tüketilen bitkisel yağ olmayı sürdürmektedir (Onurlubaş ve Kızılaslan, 2007).

Yağlar özellikle bazı dış etkenlere ve bazı mikroorganizmalara karşı hassastırlar. Bu etkenler nedeniyle kimyasal açıdan farklı değişmelerin etkisinde kalırlar. Bu değişimlere “yağ bozulması” veya “acılaşma” denilmektedir (Çakmakçı ve Gökalp, 1992).

Önemli bir kimyasal reaksiyon dizisi olan oksidasyon; yemeklik katı ve sıvı yağların kullanım kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Reaksiyon sonucunda, gliserid molekülleri parçalanma suretiyle serbest yağ asitlerini oluşturup asitliği arttırmaktadır. Ayrıca doymamış yağ asitleri oksijenle yükseltgenerek yemeklik yağlarda istenmeyen bileşikler (çeşitli aldehit, keton, hidroksi asit, alkol ve küçük moleküllü yağ asitleri) ortaya çıkarmaktadır (Nas ve ark.,1992). Oksidasyon sebebiyle hidroperoksitler açığa çıkmaktadır ve derin yağda kızartma işlemi ile birlikte, hidroperoksitler peroksit bağlarının homolizi ile birlikte alkoksi ve hidroksi radikallerini oluşturmaktadırlar (Choe ve Min, 2007).

Kızartma işlemi gıdaların tüketilebilirliğini ve lezzet kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılan bir pişirme yöntemidir. Kızartma işleminde, genellikle bitkisel yağlar tercih edilmektedir. Kızartma sırasında meydana gelen reaksiyonlar nedeniyle yağda bazı fiziksel ve kimyasal değişmeler olur. Suyun oluşturduğu hidrolizle birlikte; oksijen ve ısının sebep olduğu

oksidasyon ve termal bozunma ve bunun yanında bu reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan polimerizasyon olmak üzere üç temel reaksiyon gerçekleşir. Bu reaksiyonlar sonrasında pek çok bozunma ürünü açığa çıkar. Bunlar uçucu bozunma ürünleri (aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, esterler, hidrokarbonlar ve aromatik bileşikler) ve uçucu olmayan bozunma ürünleri olarak gruplandırılmaktadırlar (Ryan ve ark., 2007). Aldehitler oldukça reaktif olup yüksek konsantrasyonlarda alındığında zararlı etkiye sahiptir. Alkanallar; Alkenal ve alkedienaller gibi doymamış aldehitlere göre daha az toksisiteye sahiptirler. Alkenallerin ve hidroksialkenallerin fareler üzerinde etkisinin araştırıldığı bir çalışmada enzimatik aktivitede azalma ve hemolize neden olduğu tespit edilmiştir. Akrolein yağlarda termal bozunma ile meydana gelen ve kimyasal yapısı ($CH_2=CH-CHO$) olan bir diğer bileşiktir. Akroleinin, hayvanlarda düşük kalp atışına ve yüksek kan basıncına yol açtığı da bildirilmiştir (Fujisaki ve ark., 2002).

Mono ve digliseritler ile gliserol ve yağ asitlerinin açığa çıkmasına neden olan zayıf bir nükleofil özellikte olan sudur. Trigliseritlerin ester bağlarına saldırarak bu işlemi gerçekleştirmektedir. Kızartma yağlarının belirli aralıklarla taze yağlarla değiştirilmesi gereklidir. Bu durum da yağ hidrolizini yavaşlatmaktadır. Kızartma makinalarının temizlenmesinde kullanılan sodyum hidroksit ve diğer alkalilerin yağın hidrolizini arttırdığı da bilinmektedir (Choe ve Min, 2007). Yağda oluşan okside polimer yapılarının oluşumu oksidasyonu hızlandırmaktadır (Yoon ve ark., 1988). Yağın ileri aşamalarda polimerler degradasyonunu arttırmakta, viskoziteyi yükseltmekte, ısı transferini azaltmakta, köpük oluşumu ve istenmeyen renk oluşumuna sebebiyet vermektedir (Tseng ve ark., 1996). Polimerlerin

oluşumuyla birlikte ürünlerin yüksek oranda yağ absorbe etmesi olayını da etkilemektedir (Choe ve Min, 2007).

Transyağlar, özellikle ayçiçeği yağı gibi bitkisel yağların kızartmalarda kullanılmasıyla oluşan kısmi hidrojenize bitkisel yağlardandır. Bu yağlar zararlı olmakla birlikte kalp hastalığı riskini arttırmaktadırlar. Ayrıca yağın toplam polar madde ve toplam oligomer madde değerlerindeki değişimle alakalı bir reaksiyon olan polimerizasyonla birlikte sınır değerlere (polar madde oranı) ulaşıldığında kızartma yağının atık kızartmalık yağ kategorisine geçtiği bilinmektedir ve bu toplam polar madde oranı %25'i geçmesiyle kanserojen riskinin başlatılmasında etkindir (Psaltopoulou ve ark., 2004). Kızartmayla birlikte sebzelerde tat, koku, tekstürde iyileşme ve sarı renk oluşumu olsa bile bu yağ ve bu yağla yapılan kızaran ürün her ne ise aşırı sıcaklıkta kızartma sırasında yüksek oksijen ve neme maruz kalmaktadır. Sonuç olarak da yağların oksidasyonu, hidrolizi ve polimerizasyonu gibi reaksiyonlar meydana gelmektedir. Kızartma zamanı boyunca aroma bileşenlerinde kayıplar oluşmasının yanı sıra akrilamid, peroksit ve trans yağ asitleri gibi istenmeyen yapılar da oluşmaktadır (Li ve ark., 2017; Aniolowska ve Kita, 2016). Bu çalışmada kızartmada kullanılan beş farklı marka ayçiçek yağında kızartma sayısının yağ kalitesine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve metot

Materyal

Bu alışmada İstanbul'da marketlerden satılan beş farklı markaya ait Ayçiçek yağları, rastgele örneklemeyle seçildi. Her yağ beş kez kızartmalık olarak kullanıldı ve her kullanımda bu yağlardan analiz için örnek alındı.

Metot

Kızartma denemeleri:

Piyasadan toplanan yağlar 1 litre hacimde paslanmaz elik fritözde 180 ± 5 ° C'de ısıtıldı. Isıtmanın ardından kızartmalık olarak hazırlanmış parmak patatesler fritzdeki farklı yağlara atıldı ve 5 dakika süreyle kızartma işlemi sürdürüldü. Her yağ ilk kullanımdan sonra bir miktar analiz rneđi ayrılarak 4 kez daha aynı işleme tabi tutuldu. Ayrılan 5 kızartma yağında toplam 25 örnekte peroksit sayısı tayini ve serbest yağ asitliği tayini yapıldı.

Peroksit tayini: Peroksit sayısı tayininde AOAC tarafından önerilen yöntem kullanıldı (Latimer, 2012). Numuneler, tahmin edilen peroksit sayısına göre 5 g cam tartım kabına alınarak 0.001 g duyarlılıkla tartıldı ve kapaklı erlenmayerin içine yerleştirildi. zerine 10 ml kloroform katıldı ve erlenmayer hızlıca çalkalanarak yağ üzüldü. Sırasıyla 0,015 L asetik asit ve 0,001 L doymuş potasyum iyodür zltisi ilave edildi. Erlenmayer hızla kapatılarak bir dakika çalkalandı ve 5 dakika süreyle karanlıkta bekletildi. Bekletme sonrasında 0,075 L damıtık H₂O ve 3 ml nişasta zltisi ilave edildi. Renk lacivert-siyahtan beyaza dönene kadar 0.01 N

Na₂S₂O₃ çözeltisi ile titre edildi. Bu analiz 5 farklı marka yağ numunesi için iki tekrarlı olarak yapıp sonuçların aritmetik ortalaması alındı.

Hesaplama: Peroksit Sayısı (meqg O₂/kg) : $\frac{10X(V_2-V_1)X F}{m}$

Burada;

V₂ = Titrasyonda harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

V₁ = Şahit denemede harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

F = 0.01 N Na₂S₂O₃ çözeltisinin ayar faktörü

m = Alınan numunenin ağırlığı (g)'dir.

Serbest yağ asitliği tayini

Tayinde standart metot olarak AOAC serbest yağ asitliği tayin metodu kullanıldı (Latimer, 2012). 5 yağ numunesi 250 ml hacimli bir erlenmayere 0.01 g duyarlılıkla tartıldı. Etil alkol (50 ml)- dietil eter (150 ml) çözeltisinden 1/1 (hacim/hacim) oranında eklendi. Ardından 2 -3 damla fenolftalein indikatörü eklendi. Bürete konulan 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi ile 30 saniye uçuk pembe renk oluşana kadar titrasyon yapıldı. 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit sarfiyatı belirlenerek formüle göre hesap yapıldı. Paralel çalışılıp, deney sonuçlarının ortalaması alındı. Bu analiz 5 farklı marka yağ numunesi için iki tekrarlı olarak yapıp sonuçların aritmetik ortalaması alındı.

Hesaplama: Serbest yağ asitliği (% oleik asit) : $\frac{V}{m \times 0.028} \times 100$

Burada;

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit (ml)

m = Alınan numunenin ağırlığı (g)'dir.

Bulgular ve tartışma

Beş farklı marka ayçiçek yağı 5 kez kızartılmış olup kızartılan bu yağlarda yapılan serbest yağ asitliği tayini sonuçları Tablo 2’de ve peroksit tayini sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği’nde izin verilen peroksit sayısı rafine edilmiş yağlarda maksimum 10 miliekivalen aktif oksijen (meqg O₂/kg yağ)’dır (TGK, 2012). Tablo 3’te verilen analiz sonuçlarına göre ilk kızartmadan sonraki değerler ilgili standartlara uymamaktadır. İlk kızartma işleminden sonra 5 farklı yağda da peroksit sayılarında yükselme olmuş ve bu artış beşinci kızartma işleminin sonuna kadar devam etmiştir. Yağların oksidasyonu onların besin değerini düşürmesinin yanı sıra, oluşan istenmeyen kimyasal bileşenler (hidroksiperoksitler, bazı karbon bileşenleri, malonik dialdehit, alkanlar, alkenler) yağlarda farklı kalite kriterlerini etkilediği gibi, vücutta kanser riski, diyabet, kalp-damar hastalıkları ve doku hasarı gibi rahatsızlıklara da sebep olmaktadır (Diraman ve Hışıl, 2009). Bu bilgiler ışığında, çalışma sonuçlarında elde edilen peroksit tayini verilerine göre, elde edilen verilerin yağlardaki

oksidasyon hızını arttırdığı ve sağlığa zararlı etkileri olabileceği düşünülmektedir.

Kızartma sırasında oluşan ürünlerin çoğu toksik etkilidir ve kızartma yağının kullanım niteliği ve süresi arttıkça sağlık açısından çok önemli problemlere neden olduğu saptanmıştır. Bunun en büyük sebeplerinden birisi de atık olması gereken yağın tekrar yemeklik olarak kullanılmasıdır. Sağlıkla ilgili riskleri arttırdığından bu atık yağlardan dizel yağ üretilmesi ve tekrar tüketilebilir duruma olanak sağlayan yöntemler; gerek membran teknolojisi kullanılmasıyla, gerekse farklı kimyasallarla yağın arındırılmasıyla mümkün olacaktır (Maskan ve Bağcı, 2006).

Yaptığımız analiz sonuçlarına göre en yüksek serbest asitlik değeri olarak Marka 5'in 5.kızartma sonrasındaki serbest asitlik değeri %0.44 olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Bu sonuçlar daha önceden kızartmalık olarak kullanılmış yağlarla ilgili yapılan çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Ramli ve ark. 2012'nin yaptığı bir çalışmada, 180°C'de 2.5 dakikada gerçekleştirilen patates kızartma işlemi sonrası palm olein, ayçiçeği ve mısır yağlarında serbest asitlik, 5. kızartma sonrası sırasıyla %0.55, %0.11, %0.58 olduğu belirtilmiştir.

Casal ve ark. (2010), 170°C'de yapılan kızartma işlemi sonrası rivyera zeytinyağı ve rafine ayçiçeği yağının serbest asitlik miktarını %0.3 ve %0.1 olarak bulmuşlardır. Aynı zamanda Rivyera zeytinyağı ve rafine ayçiçeği yağının peroksit değerlerinin sırayla 11.00 meq O₂/kg ve 28.00 meq O₂/kg olarak bildirilmiştir.

Yine yapılan çalışma sonuçlarına göre en yüksek peroksit değerinin Marka 4'ün 5.kızartma sonrasındaki değerinin 36 meq O₂/kg yağ olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Peroksit değerleri, biber kızartılan ayçiçeği yağında 3.47-9.92 mEq O₂/kg olduğu, fındık yağında 2.74-6.83 meq O₂/kg, mısır yağında 2.43-5.97 meq O₂/kg, palm yağında 1.00-4.13 meq O₂/kg, zeytinyağında 3.45-5.94 meq O₂/kg arasında bulunurken patates kızartıldığında ise ayçiçeği, fındık, mısır, palm ve zeytinyağlarının peroksit değerleri sırasıyla 9.41, 9.54, 8.20, 5.42 ve 7.56 meq O₂/kg yağ olarak tespit edilmiştir (Uslu, 2014).

15 kez kızartılan (190°C'de 8 dk) fındık yağının peroksit değeri 10.64 meq O₂/kg iken mısır yağı ve riviera zeytinyağının ise sırasıyla 5.58 meq O₂/kg ve 5.85 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir (Karakaya ve Şimşek, 2011).

Ramli ve ark. (2012)'in araştırmasında, patates kullanılarak 180°C'de 2.5 dakikada gerçekleştirilen kızartma işlemi sonrası palm olein, ayçiçeği ve mısır yağlarında 5. kızartma sonrası peroksit değerleri sırasıyla 11.66 meq O₂/kg, 24.32 meq O₂/kg ve 16.01 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında peroksit değerlerimizin sınır değerinin üzerinde olduğu yorumu yapılabilmektedir (Tablo 3).

Sonuç

Bu çalışmada ayçiçek yağlarının kızartma aşamaları arttırılarak yağlardaki peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği değerleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre kızartma sayısı artan yağlardaki peroksit sayısı ve serbest yağ asidi miktarı da doğru orantılı olarak artmıştır. Bu sonuca göre de kullanılma sayısı artan yağlardaki oksidasyon ve buna bağlı yağın

yapısında kimyasal bir takım değişikliklerle istenmeyen bileşiklerin ortaya çıktığı, sonuç olarak 5.kızartma yağlarda serbest yağ asitliği oranının arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda 5.kızartma sonrası yağın peroksit değerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Standart değerlerle (Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği) karşılaştırıldığında standartlara uymadığı belirlenmiştir.

Kızartmada kullanılacak olan yağın nitelikleri kadar kızartma koşulları sağlık bakımından önemlidir. Çok yüksek sıcaklık derecelerinde ve sürekli kullanılan kızartma yağlarında oksidasyon, hidroliz ve polimerizasyon reaksiyonları yağlarda çok fazla istenmeyen bileşen oluşturduğundan, bu gibi yağlarla kızartılan yemeklerin aşırı tüketimi sağlık bakımından risk oluşturmaktadır. Bu gibi etkiler nedeniyle kızartmada kullanılan yağların tekrarlı kullanımından kaçınılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Alım H. (1978). Derin Yağda Kızartma İşlemi ve Kızartma Yağında Oksidatif Değişmeler. *Gıda Dergisi*, 6: 233-236.
- [2] Alpaslan, M. ve Demirci, M. (1992). Tekirdağ Limanından Dış Satımla Sağlanan Ham Ayçiçeği Ve Soya Yağlarının Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Gıda Dergisi* 17 (3):187-190.
- [3] Aniołowska M. and Kita A. (2016). The Effect of Frying on Glycidyl Esters Content in Palm Oil. *Food Chem.*, 203, 95–103.

- [4] Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B.P.P. and Pereira, J.A., (2010). Olive Oil Stability under Deep-Frying Conditions, *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2972- 2979.
- [5] Choe, E. and Min, D.B. (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science*, 72(5).
- [6] Çakmakçı, S. ve Gökalp, H. Y. (1992). Gıdalarda Kısaca Oksidasyon; Antioksidanlar ve Gıda Sanayiinde Kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2):174-192.
- [7] Dıraman H. ve Hışıl Y. (2009). Bazı Bitkisel (Zeytin, Fındık ve Karışım) Yağlara Baharat İlavesinin Oksidatif Stabilitate ve Yağ Asitleri Bileşenleri Üzerine Etkisi, *Gıda Dergisi*, 7:1-7.
- [8] Doğan, A. ve Başoğlu, F. (1985). *Yemeklik Bitkisel Yağ Kimyası Ve Teknolojisi Uygulama Kulavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:951, Ankara.
- [9] Duru S. ve Bozdoğan K. D. (2014). Bitkisel Yağlarda Oleik Asit Miktarının Arttırılması Ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri. *The Journal of Food*; 39: 1–7.
- [10] Fujisaki M., Endo Y. and Fujimoto K. (2002) Retardation of Volatile Aldehyde Formation in The Exhaust of Frying Oil by Heating under Low Oxygen Atmospheres, *J.AOCS*, 79: 909-914.
- [11] Karakaya, S. ve Şimşek, Ş. (2011). Changes in Total Polar Compounds, Peroxide Value, Total Phenols and Antioxidant Activity of Various Oils Used

- in Deep Fat Frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(9), 1361-1366.
- [12] Latimer Jr, G.W. (Ed.), (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 19th Edition, Washington DC, USA.
- [13] Li X., Li J., Wang Y., Cao P. and Liu Y. (2017). Effects of Frying Oils Fatty Acids Profile on The Formation of Polar Lipids Components and Their Retention in French Fries over Deep-Frying Process. *Food Chem.*, 237, 98–105.
- [14] Maskan M. ve Bağcı H. İ. (2006). Kızartma İşleminde Kullanılan Ayçiçek Yağının Çeşitli Adsorbantlar Yardımıyla Arındırılması, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- [15] Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M. (1992). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No:14, Ankara.
- [16] Onurlubaş, H. E. ve Kızılaslan, H. (2007), Türkiye’de Bitkisel Yağ Sanayindeki Gelişmeler Ve Geleceğe Yönelik Beklentiler, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü.
- [17] Psaltopoulou T., Naska A., Orfanos P., Trichopoulos D., Mountokalakis T. and Trichopoulou A. (2004). Olive Oil, The Mediterranean Diet, and Arterial Blood Pressure: The Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study. *Am J Clin Nutr*;80:1012-1018.

- [18] Ramli, N., Nafar, M. and Jaswir, I. (2012). Oxidative Stability of Blend Oil during Deepfat Frying of Potato Chips, *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(9), 730-734.
- [19] Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T. P. and Maguire, A. R. (2007). Phytosterol, Squalene, Tocopheral Content and Fatty Acid Profile of Selected Seeds, Grains, and Legumes. *Plants Food Human Nutrition* 62:85-91
- [20] Tosun, M. (2003). *Bitkisel ve Sıvı Yağlar Sektör Araştırması*, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.
- [21] Tseng, Y. C., Moreira, R. and Sun, X. (1996). Total Frying-Use Time Effects on Soybean-Oil Deterioration and on Tortilla Chip Quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 31(3), 287-294.
- [22] Uslu, N. (2014). Kızartma Tekerrür Sayısının Farklı Bitkisel Yağların Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [23] Yoon, S. H., Jung, M. Y. and Min, D. B. (1988). Effects of Thermally Oxidized Triglycerides on The Oxidative Stability of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(10), 1652-1656.

İnternet kaynakları

- [1] Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M. D. ve İşler N. (2006).
www.albiyobir.org.tr/files/bdizel/yagli_tohum.pdf/. Yağlı tohumlu bitkiler üretimi. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, 78-79: 65-78.
- [2] MİEM, 2019.
http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30602&tipi=17&sube=0 . (Erişim tarihi: Ekim 2018).
- [3] TKG (2012). Türk Gıda Kodeksi. Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (2012/29), 12 Nisan 2012 tarihli 28262 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Tablo 2: Beş farklı markanın serbest yağ asitliği tayini sonucunda elde edilen % oleik asit miktarları

Marka 1	%Oleik Asit	Marka 2	% Oleik Asit	Marka 3	%Oleik Asit	Marka 4	%Oleik Asit	Marka 5	%Oleik Asit
1.Kızartma	0.18±0.01	1.Kızartma	0.2±0.02	1.Kızartma	0.2±0.03	1.Kızartma	0.16±0.01	1.Kızartma	0.15±0.01
2.Kızartma	0.2±0.02	2.Kızartma	0.3±0.01	2.Kızartma	0.32±0.01	2.Kızartma	0.20±0.01	2.Kızartma	0.22±0.01
3.Kızartma	0.5±0.01	3.Kızartma	0.7±0.03	3.Kızartma	0.38±0.01	3.Kızartma	0.27±0.01	3.Kızartma	0.25±0.02
4.Kızartma	0.7±0.01	4.Kızartma	0.8±0.02	4.Kızartma	0.5±0.02	4.Kızartma	0.30±0.02	4.Kızartma	0.35±0.02
5.Kızartma	1.2±0.02	5.Kızartma	1.2±0.03	5.Kızartma	0.7±0.01	5.Kızartma	0.41±0.02	5.Kızartma	0.44±0.01

Tablo 3: 5 Farklı markanın serbest yağ asitliği tayini sonucunda elde edilen peroksit değerleri (meqg O₂/kg yağ)

Marka 1	Peroksit Değeri	Marka 2	Peroksit Değeri	Marka 3	Peroksit Değeri	Marka 4	Peroksit Değeri	Marka 5	Peroksit Değeri
1.Kızartma	10±0.01	1.Kızartma	9±0.01	1.Kızartma	8±0.10	1.Kızartma	10±0.01	1.Kızartma	9±0.01
2.Kızartma	12±0.01	2.Kızartma	11±0.01	2.Kızartma	10±0.01	2.Kızartma	16±0.02	2.Kızartma	13±0.25
3.Kızartma	18±0.03	3.Kızartma	15±0.03	3.Kızartma	13±0.25	3.Kızartma	18±0.03	3.Kızartma	18±0.20
4.Kızartma	25±0.05	4.Kızartma	22±0.02	4.Kızartma	20±0.03	4.Kızartma	26 ±0.04	4.Kızartma	26±0.15
5.Kızartma	30±0.03	5.Kızartma	27±0.01	5.Kızartma	26±0.01	5.Kızartma	36±0.02	5.Kızartma	30±0.01