

AYÇİÇEK VE PİRİNA YAĞLARININ KIZARTMA STABİLİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*

Tuğba Yaşdağ, Aziz Tekin**

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş tarihi / Received: 07.07.2016

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 11.08.2016

Kabul tarihi / Accepted: 13.08.2016

Özet

Çalışmanın amacı, ayçiçek ve pirina yağlarının kızartma stabiliteilerinin karşılaştırılmasıdır. Materyal olarak rafine ayçiçek yağı ile pirina-rafine pirina karışımı (50:50) kullanılmıştır. Patatesle yapılan kızartma işlemleri 180°C'de 3 dakika olarak gerçekleştirilmiş ve toplamda 40 kızartma yapılmıştır. Kızartma işlemleri boyunca yağlarda serbest yağ asitleri, dumanlanma noktası, *p*-anisidin, toplam polar madde, viskozite, polimer trigliserit ve renk analizleri yapılmıştır. Yağlarda serbest yağ asitleri, *p*-anisidin, toplam polar madde, viskozite, polimer trigliserit ve renk değerlerinde artış, dumanlanma noktası değerlerinde ise azalma gözlenmiştir. Pirina yağının dumanlanma noktası ayçiçek yağına göre daha kısa sürede 170°C'den daha düşük bir değere ulaştığı görülmüştür. Buna karşın oluşan polimer trigliserit ve buna bağlı olarak gerçekleşen viskozite değerlerindeki artışlar, pirina yağında ayçiçeği yağına göre oldukça düşük değerlerdedir. Tüm incelenen değerler arasındaki farklılıklar incelendiğinde, pirina yağında elde edilen değerlerin, ayçiçeği yağına oranla daha düşük kaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, doymamışlık derecesi düşük olan pirina yağının kızartma işlemleri sırasında bozulma reaksiyonlarına daha düşük düzeyde maruz kaldığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kızartma, ayçiçek yağı, pirina yağı, kimyasal ve fiziksel özellikler

COMPARISON OF FRYING STABILITY OF SUNFLOWER AND OLIVE POMACE OIL

Abstract

The purpose of this study is comparison of frying stability of sunflower and olive pomace oil. Refined sunflower oil and olive pomace oil-refined olive pomace oil blend (50:50) were used as material. Frying was performed 40 times using potatoes at 180°C for 3 min. Along these frying treatments, free fatty acids, smoke point, *p*-anisidine, polar material, viscosity, polymer triglyceride and color of the oils were performed. Considerable increases in free fatty acids, *p*-anisidine, polar material, viscosity, polymer triglyceride and color of the oils were observed in oils while smoke points decreased. Smoke point of olive pomace oil decreased less than 170°C before sunflower oil. However, compared to sunflower oil, olive pomace oil had less polymer triglyceride and lower viscosity. The differences in the oil properties before and after frying were also lower in olive pomace oil. These results indicate that oxidation rate in olive pomace oil during frying is lower than that of sunflower oil, which is possibly because of its lower iodine value.

Keywords: Frying, deep fat frying, chemical and physical properties, pomace oil, sunflower oil

* Bu çalışma birinci yazarın birleştirilmiş bütünlüştürülmüş doktora çalışmasının bir bölümüdür / This paper is a part of integrated Ph D program of the first author

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ tekin@ankara.edu.tr, ☎ (+90) 312 203 3644, 📠 (+90) 312 317 8711

GİRİŞ

Yağlar, proteinler ve karbonhidratlarla birlikte üç temel gıda sınıfından birisidir. Yağlar denince akla ilk gelen gıda işleme yöntemlerinden birisi kızartmadır. Kızartma en eski ve yaygın gıda hazırlama yöntemlerinden biridir (1). Kızartma tarihi M.Ö.1600'lü yıllara, bazı kaynaklara göre ise Çin'de M.Ö 3000'li yıllarda et kızartıldığı bilinmektedir (2).

Kızartma işlemi sığ kızartma (Pan Frying), derin yağda kızartma (Deep-Fat Frying) ve ön kızartma (Par-Frying) olmak üzere 3 şekilde uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı ise derin yağda kızartmadır ve bu işlemde genel olarak, gıda kızgın yağa kısa bir süreliğine daldırılır. Derin yağda kızartma, ürünün su aktivitesi ve yağ sıcaklığı gibi iki temel işlem parametresini içeren bir pişirme metodudur. Bir gıda kızgın yağa daldırıldığında, yüzey sıcaklığı hemen artar ve gıda içerisindeki su buharlaşır (3), kabuk oluşur ve gözenekli bir yapı meydana gelir.

Gıda ve yağdaki değişimler, gıdanın karakteristiğine, yağ tipine, yağın yüzey/hacim oranına, yağ içerisindeki havanın reaksiyona katılım hızına, sıcaklığa, ısıtma işlemine, daldırma süresine ve kızartma haznesinin yapıldığı materyalin çeşidine bağlıdır. İlave olarak, yağ ne kadar fazla kullanılırsa o kadar fazla istenmeyen reaksiyonlar oluşur. Yağın yüksek sıcaklık ve atmosferik havaya aşırı maruz kalmasıyla da oldukça oksidize olmuş potansiyel olarak toksik ürünler oluşabilmektedir (4). Kızartma süresi ve sıcaklığı, kızartma yağı, antioksidanlar ve kızartıcının tipi kızartma sırasında yağın polimerizasyonuna, oksidasyonuna ve hidrolizasyonuna neden olmaktadır (5). Hidroliz sonucunda yağlardaki serbest yağ asidi, gliserol, mono- ve digliserit miktarı (6); oksidasyon sonucunda oksitlenmiş monomerik, dimerik ve oligomerik trigliseritler, aldehitler, ketonlar gibi uçucu maddelerin miktarları; polimerizasyon sonucunda ise halkalı yapıdaki dimerik ve oligomerik trigliserit miktarı artış göstermektedir. Kızartma sırasında meydana gelen oksidasyon, yağ asitlerinin termal oksidasyonudur. Ortamda bulunan ısı bir seri reaksiyonun gerçekleşmesine yol açarak, yağda serbest radikal, hidroperoksit ve konjuge dienoik asitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Polimerizasyon yağda yüksek molekül ağırlıklı ve yüksek polaritede bileşiklerin oluşmasına yol açmaktadır. Polimerler serbest radikallerde

veya trigliseritlerden Diels-Alder reaksiyonuyla oluşmaktadır (7). Derin yağda kızartma sonucu oluşan polimerler oksijence zengindir ve okside olmuş polimer bileşenler de yağın oksidasyonunu teşvik etmektedir (8). Pirina yağı, zeytinyağı üretimi sırasında yan ürün olarak oluşan pirinanın ve kurutulup çözücü ekstraksiyonuna tabi tutulmasıyla elde edilen bir yağdır. Pirina yağında zeytinyağında olduğu gibi oleik asit miktarı yüksektir. Oleik asit çoklu doymamış yağ asitleriyle karşılaştırıldığında gıdanın kızartılması ve pişirilmesi sırasında uygulanan yüksek sıcaklıkta oksidasyona karşı daha stabildir. Bu nedenle oleik asidin yüksek miktarlarını içeren yağlarda, çoklu doymamış yağ asidi içeren yağlara kıyasla kızartma sırasında maruz kalınan oksidatif bozulma daha yavaştır. Yüksek oleik, düşük linoleik ve linolenik asit içeren genetik modifiye yağların da, derin yağda kızartma işlemleri sırasında bozulmaya karşı diğer yağlardan daha stabil oldukları belirlenmiştir (9).

Bu çalışmanın amacı; pirina yağının kızartma stabilitesini rafine ayçiçeği yağıyla kıyaslamaktır. Kızartma sırasında her iki kızartma yağında görülen oksidasyon, hidroliz ve polimerizasyon reaksiyonları sonucu oluşan değişimler serbest yağ asidi, dumanlama noktası, vizkosite, polimer trigliserit, p-anasidin ve renk analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Materyal olarak TS 8642'ye göre üretimi yapılan ve yerel bir süpermarkette satışı bulunan aynı firmaya ait dondurulmuş parmak patatesler (uzun ve ince) kullanılmıştır. Yağ olarak piyasadan temin edilen rafine ayçiçek yağı ve pirina yağı kullanılmıştır. Pirina yağı ve rafine pirina yağı %50-50 oranında karıştırılarak kullanılmıştır.

Metot

Kızartma İşlemi

Kızartma işlemleri 1.5 L kapasiteli fritözde 180°C sıcaklıkta, saatte 3 dakika olmak üzere günde 8 defa yapılmıştır. Kızartmada 1 L yağ ve her kızartmada 50 g patates kullanılmıştır (10). Eksilen yağ, patates/yağ oranını, dolayısıyla kızartma dinamiğini etkileyeceği için, literatürde genel olarak gün sonunda örnek alınmıştır. Çalışmamda ise, gerçekleşen bozulmaları daha detaylı

izleyebilmek için, 4. kızartmadan sonra ve gün sonunda 20'şer mL paralelli yağ örnekleri alınmıştır. Gün sonunda yağlar kaba filtre kâğıdından süzülerek +4°C'de depolanmıştır. Ertesi gün 1L'ye tamamlamak için yağ ilavesi yapılmıştır. Kızartma denemeleri haftada 40 kızartma olacak şekilde iki tekerrürlü yapılmıştır. Her kızartma sonucunda toplam 10 örnek elde edilmiştir.

Analiz Metotları

Polimer trigliserit analizi: AOCS Official Method Cd 22-91'e göre yapılmıştır. Tetrahidrofuranda çözülen 0.2 g örnek Shimadzu marka HPLC cihazına enjekte edilmiştir (11).

HPLC Sistem Özellikleri:

Polimer trigliserit analizi için çalışma koşulları:
Dedektör: ELSDetector (Sedere LT-ELSD)
Kolonlar: - Phenogel (50x7.8 mm, 5 µm partikül büyüklüğü, Phenomenex, Torrance, CA)
Phenogel (300x7.8 mm, 5 µm partikül büyüklüğü, 100 Å por büyüklüğü, Phenomenex, Torrance, CA)
Phenogel (300x7.8 mm, 5 µm partikül büyüklüğü, 500 Å por büyüklüğü, Phenomenex, Torrance, CA)
Akış hızı: 0.8 ml/dk
Mobil faz: Tetrahidrofuran

Toplam Polar Madde Analizi: AOCS Official Method Cd 20-91'e göre yapılmıştır (12).

p-anasidin Analizi: AOCS Official Method Cd 18-90'a göre yapılmıştır (13).

Dumanlanma Noktası Analizi: AOCS Official Method Cc 9a-48'e göre yapılmıştır (14).

Vizkosite Ölçümü: Yağların viskoziteleri, Brookfield DV-II viskozimetresi kullanılarak ölçülmüştür ve sonuçlar mPa.s cinsinden verilmiştir (15).

Serbest Yağ Asidi Analizi: AOCS Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmış ve sonuçlar oleik asit cinsinden % serbest asitlik olarak verilmiştir (16).

Yağlardaki Renk Analizi: AOCS Official Method Cc 13c-50'e göre yapılmıştır (17).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Serbest Yağ Asitliği Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

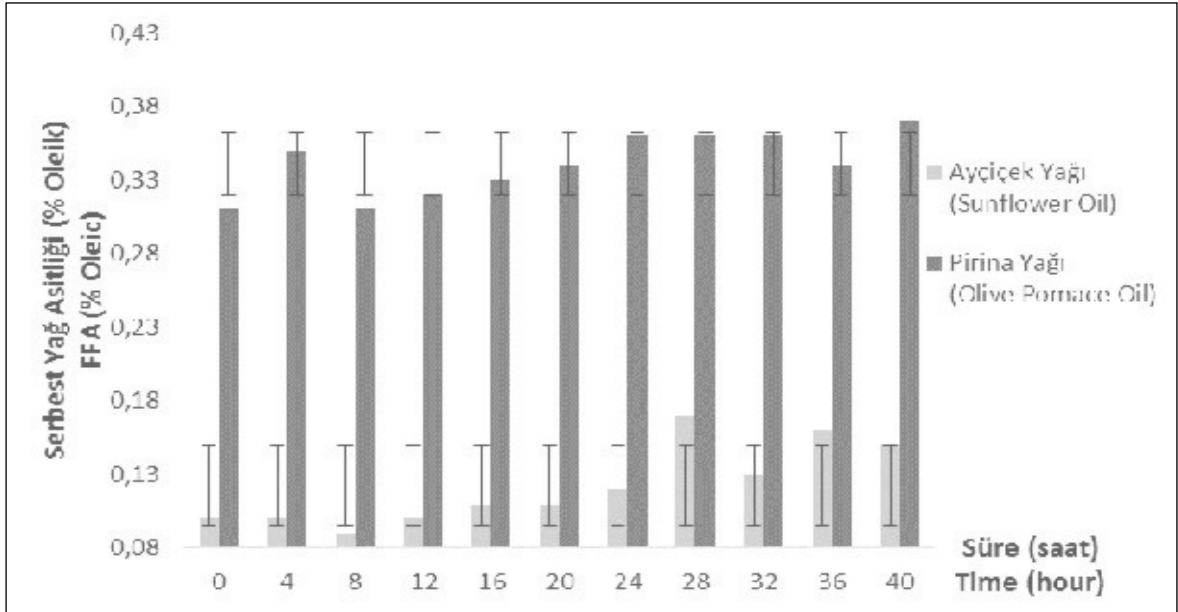
Yağlardaki serbest yağ asidi miktarı, bünyesinde bulunan trigliseritlerde meydana gelen hidroliz kaynaklı bozulmayı göstermektedir. Kızartma işlemleri sırasında yağlardaki serbest asitlik değişimi kızartma sıcaklığı ve kızartılan üründeki su oranı ile ilişkilidir. Kızartma sırasında kızartılan gıdadan yağa su transferi olmakta ve yağın serbest asit içeriği arttığı bilinmektedir. Kızartma işlemleri sırasında ayçiçeği ve pirina yağlarında tespit edilen serbest yağ asidi değişimleri Şekil 2'de verilmiştir. Kızartmalar sırasında ilave edilen yağ miktarı da Çizelge 1'de görülmektedir. İlave edilen yağ miktarları her iki kızartma yağı için de çok yakın değerlerdedir. Şekil 1'de verilen grafiğe göre, pirina yağının başlangıç serbest yağ asidi yüzdesi ayçiçeği yağından daha yüksektir ve başlangıç değeri ile son değer arasındaki fark ayçiçeği ve pirina yağları için sırasıyla % 0.05 ve 0.06 birimdir. Başlangıçta ayçiçek yağının serbest yağ asidi değeri azalırken daha sonra artmaktadır. Pirina yağının serbest yağ asidi değişiminde de benzer dalgalanma görülmektedir. Gün sonunda filtre edilen yağa taze yağ ilavesi, yağın serbest yağ asidi değerini başlangıç seviyesine yaklaştırmaktadır. Oleik asit içeriği yüksek yağların ısıtma sırasında serbest asit içeriği daha çok yükselmektedir (18).

Çizelge 1. İlave edilen yağ miktarları
Table 1. Additional oil amounts

Kızartma Süresi (saat)	İlave Edilen Yağ Miktarları (mL) Quantities of additional oil (mL)	
Frying Time (hour)	Ayçiçek Yağı Sunflower Oil	Pirina Yağı Pomace Oil
0	1000	1000
9	330	370
17	280	300
25	300	300
33	300	300

Yağların Dumanlama Noktası Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

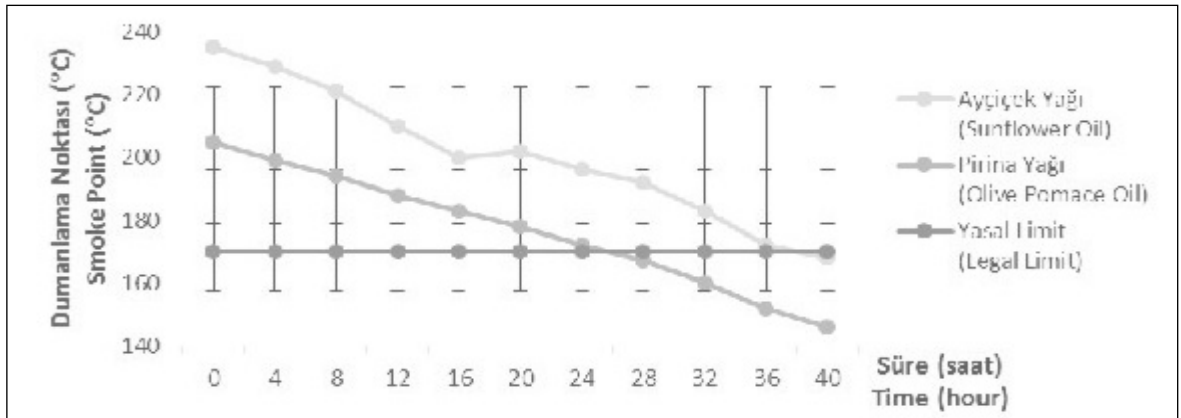
Dumanlanma noktası yağların ısıtma sırasında sürekli duman oluşturduğu sıcaklık olarak tanımlanmaktadır. Dumanlama noktası; yüksek sıcaklığa ısıtıldıklarında yağlarda dekompozisyon reaksiyonu oluştuğunu göstermektedir. Bu reaksiyon sonucu yağların gliserol ve serbest yağ asitlerine parçalandığı bir noktaya ulaştığında ise



Şekil 1. Ayçiçek ve pirina yağlarının serbest yağ asidi içeriğindeki değişim
Figure 1. Changes in the free fatty acids of sunflower and olive pomace oils

duman açığa çıkmaktadır (19). Literatürde, dumanlanma noktasının yağların serbest asit içerikleri ile ters ilişkili olduğu belirtilmektedir. Yağda oluşan duman miktarı düşük moleküllü asit ve uçucu bileşikler gibi dekompozisyon ürünleriyle doğru orantılıdır (20). Kızartma işlemleri sırasında, yağların dumanlama noktası değerlerinin kızartma süresine göre artışı Şekil 2'de verilmiştir. Ayçiçek yağı ve pirina yağında dumanlama noktasının kızartma süresine bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak bu eğilim düz şekildedir. Başlangıç ve son dumanlama noktası değeri arasındaki farklılık ayçiçeği ve pirina yağları için sırasıyla 66 ve 59 birimdir. Ayçiçek yağında 32. kızartmadaki

dumanlama noktası değeri bazı ülkelerde uygulanan yasal limitin (170 °C) üzerindeyken, bir sonraki kızartmadan sonra bu limitin altına inmiştir. Buna göre, çalışmada belirlenen koşullar geçerli olduğunda 32. kızartmadan sonra ayçiçek yağı kızartma yağı olarak kullanılamaz. Diğer yandan, oleik asit içeriği yüksek yağların ısıtma sırasında serbest asit içeriği daha çok yükselmektedir (18). Buna göre, oleik asitçe zengin olan pirina yağında kızartma denemesi sonunda daha düşük dumanlama noktası seviyesi beklenmiştir. Yapılan deneme sonunda pirina yağının dumanlama noktası ayçiçek yağının aksine daha kısa sürede (24. kızartma) yasal limite ulaşmıştır.



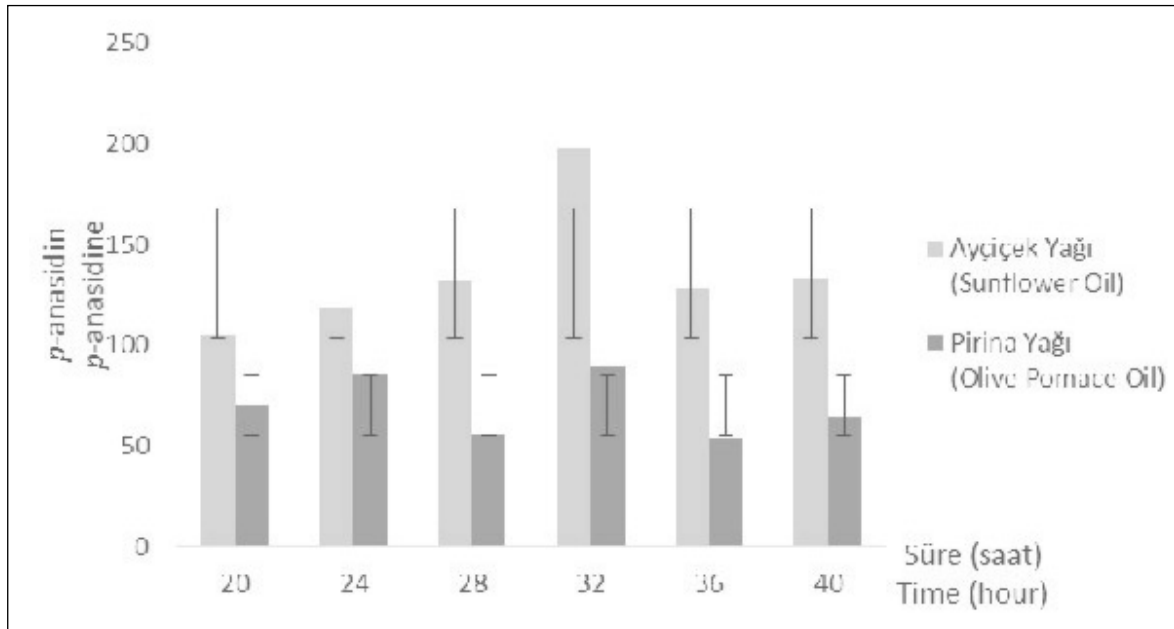
Şekil 2. Ayçiçek ve pirina yağının dumanlama noktası değerindeki değişimler
Figure 2. Changes in smoke point value of sunflower and olive pomace oils

***p*-anasidin Değeri Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi**

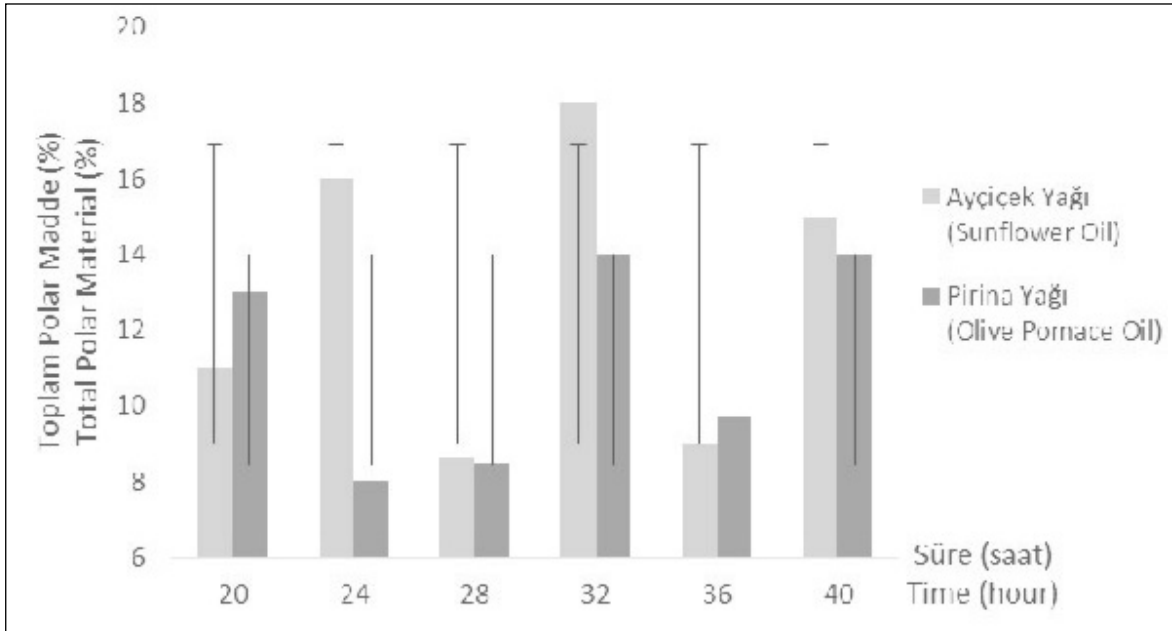
Kızartma işlemlerinde yağların *p*-anasidin değerlerindeki artış birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitlerin aldehidik bileşiklere dönüşümünü göstermektedir. Buna göre *p*-anasidin değeri, yağlarda bozulmalar sonucu oluşan ve uçucu olmayan aldehitlerin (2-alkenal ve 2,4-dienal) ölçüsü olarak kabul edilmektedir. *p*-anasidin değeri yağ oksidasyon seviyesinin ölçümünde güvenli bir parametre olarak görülmektedir (21). Yapılan çalışmada, kızartma işlemleri sırasında her iki yağın *p*-anasidin değerindeki değişimler Şekil 3'de gösterilmektedir. Toplam polar madde ve polimer trigliserit değerlerinde olduğu gibi, değişimlerin en fazla olduğu süreler, yani 20. ve 40. kızartma arasındaki değerler grafiğe işlenmiştir. Taze yağdaki *p*-anasidin değeri 6.0'dan büyük olduğunda, yağın hızlı okside olabileceği ifade edilmiştir (22). Çalışmada kullanılan ayçiçek ve pirina yağının başlangıç değerleri 6.0'dan büyüktür. Şekil 3'e göre daha doymamış yapıda olan ayçiçek yağının pirina yağına göre daha yüksek *p*-anasidin değerleri verdiği görülmektedir. Ayçiçek ve pirina yağları için, başlangıç ve son *p*-anasidin değerleri arasındaki fark ise sırasıyla 27.8 ve 4.4 birimdir.

Toplam Polar Madde Miktarı Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

Kızartma yağlarının polar içeriklerinin belirlenmesi doğruluk ve tekrarlanabilirlik açısından en güvenilir yöntemlerden biridir. Polar madde içeriği, kızartma sırasında polaritesi trigliseritlerden daha yüksek maddelerin oluşumunu gösteren bir değerdir. Türkiye'nin yanında, İspanya, Portekiz, Fransa, Almanya, Belçika, İsviçre, İtalya ve Hollanda gibi bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağlarında toplam polar madde miktarı için limit değerler bulunmaktadır (23). Bu ülkelerin bazıları için bu limit %25 olarak belirlemiştir (24). Kızartma süresince her iki yağın toplam polar madde miktarları karşılaştırıldığında, ayçiçek yağının toplam polar madde miktarının pirina yağının toplam polar madde değerine göre daha fazla yükseldiği görülmektedir. Bu değişimler Şekil 4'e verilmiştir. Taze yağ ilave edilmesi nedeniyle elde edilen polar madde miktarları arasında dalgalanmalar görülmektedir. Grafiğe göre, başlangıç ve son değerler arasındaki farklılık ayçiçeği ve pirina yağları için sırasıyla 4.1 ve 0.7 birimdir. Her iki yağdan da metot kısmında verilen koşullar altında yapılan 40. kızartma işlemi sonunda elde edilen değerlerin yasal limit olan %25'den düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Ayçiçek ve pirina yağının *p*-anasidin değerindeki değişimler
Figure 3. Changes in *p*-anasidine value of sunflower and olive pomace oils



Şekil 4. Ayçiçek ve pirina yağındaki toplam polar madde miktarındaki değişimler
Figure 4. Changes in total polar material amount of sunflower and olive pomace oils

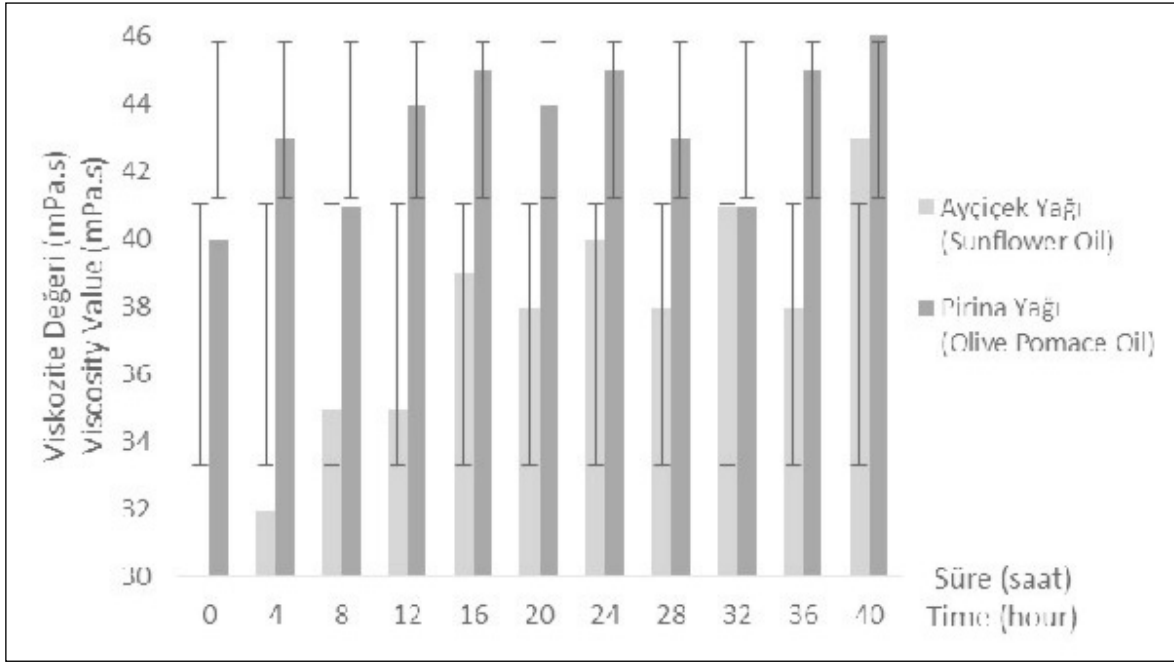
Viskozite Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

Yağların viskozite değerleri trigliseritlerin kimyasal özellikleri, trigliseritlerde yer alan yağ asitlerinin doymamışlık dereceleri ve zincir uzunluklarıyla doğrudan ilişkilidir. Kızartma sırasında viskozite değişimi renk değişikliğiyle birlikte yağdaki bozulmanın önemli işaretlerindedir. Kızartma sırasında yağın viskozitesi yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin oluşumuyla birlikte artmaktadır (25). Yapılan bir çalışmada da kızartma süresi ve yağ sıcaklığının yağın viskozitesini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir (26).

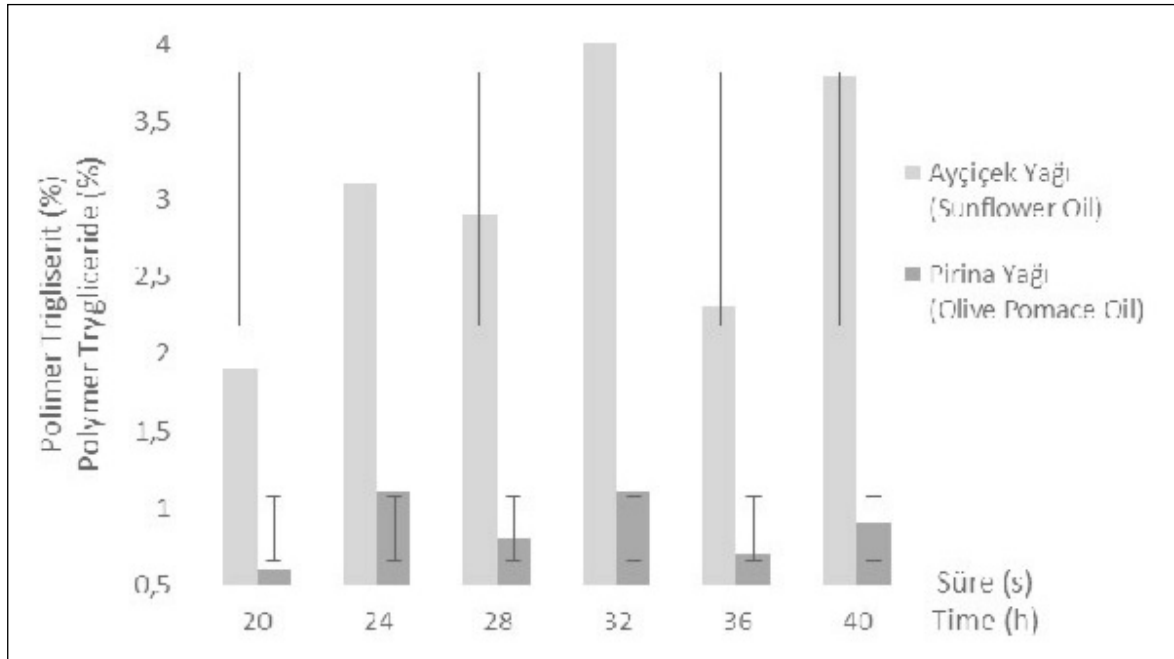
Kızartma işlemleri boyunca ayçiçek ve pirina yağında izlenen viskozite değişimleri Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde, pirina yağının taze halde ayçiçek yağına göre oldukça viskoz olduğu belirlenmiştir. Sabit kızartma sıcaklığında, kızartma süresi arttıkça yağların viskozitesinde de artışlar gözlenmiştir. Kızartma sırasında ayçiçek yağının viskozite değerinin pirina yağının viskozite değerinden daha fazla arttığı görülmektedir. Grafiğe göre, ayçiçek ve pirina yağının başlangıç ve son viskozite değeri arasındaki farklılık sırasıyla 13 ve 6 birimdir. Serbest asitlik değerinde olduğu gibi, gün sonunda ilave edilen taze yağ ile viskozite değeri başlangıç değerine her iki yağda da yaklaşmaktadır.

Polimer Trigliseriti Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

Kızartma sırasında yağda meydana gelen hidroliz, termal oksidasyon ve polimerizasyon gibi kimyasal reaksiyonlar yağda farklı uçucu, monomerik ve polimerik bileşenlerin oluşmasına neden olmaktadır (27). Polimerize trigliserit miktarı kızartma yağlarının kullanım ömrüyle ilgili bilgi veren önemli kriterlerden birisidir. Kızartma yağlarındaki polimer trigliserit içeriğinin kızartma miktarıyla artışı Şekil 6'da verilmiştir. Bozulma ürünlerinin 20. ve 40. kızartma süreleri arasında fazla oluşması nedeniyle, grafikte sadece bu süre aralıkları verilmiştir. Her iki yağda da bazı dalgalanmalar görülmesine rağmen, ayçiçek ve pirina yağları için başlangıç ve son polimer trigliserit değerleri arasındaki fark sırasıyla 1.9 ve 0.3 birim olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada da 5 günden fazla sürdürülen kızartma denemelerinde polimer trigliserit değerinin arttığı rapor edilmiştir (28). Bir diğer çalışmada, 190°C'de 5 gün boyunca 8 saat uygulanan kızartma işlemi sonunda pamuk yağının en yüksek polimer trigliserit içeriğine sahip olduğu; 204 °C'de yaptıkları kızartma sonucunda ise mısır yağının en fazla polimer trigliserit oluşturduğu bildirilmiştir (29). Pirina ve rafine pirina yağlarıyla yapılan bir çalışmada da, pirina yağının rafine pirina yağına kıyasla daha düşük trigliserit oligopolimer ve okside trigliserit oluşturduğu rapor edilmiştir (33).



Şekil 5. Ayçiçek ve pirina yağının viskozite değerindeki değişimler
Figure 5. Changes in viscosity value of sunflower and olive pomace oils

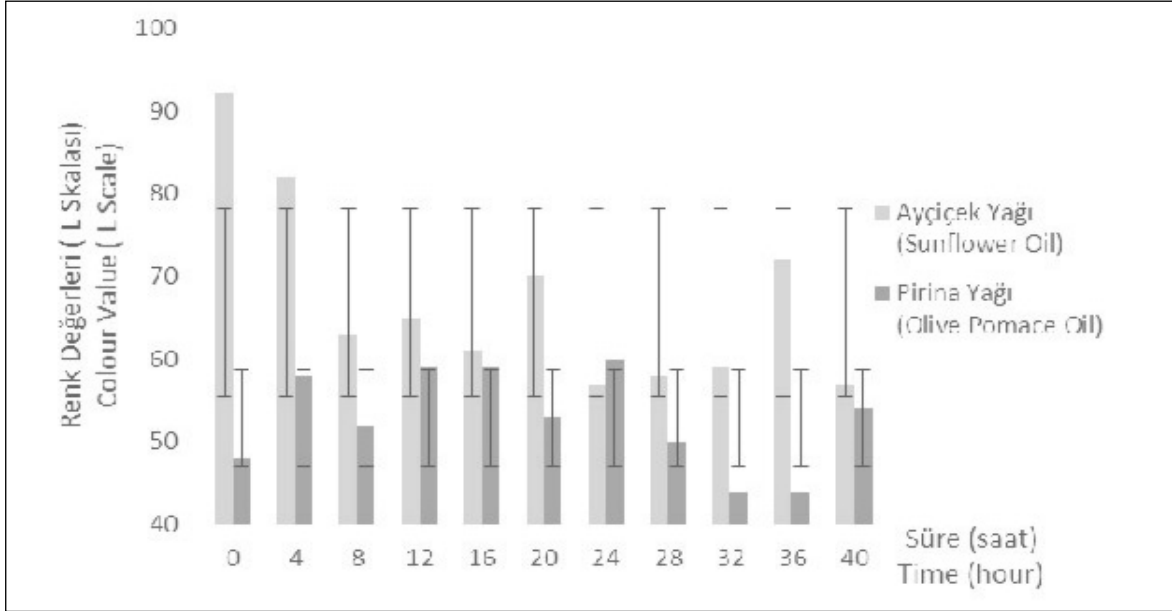


Şekil 6. Ayçiçek ve pirina yağında polimer triğliserit miktarının değişimi
Figure 6. Changes in polymer triglyceride amount of sunflower and olive pomace oils

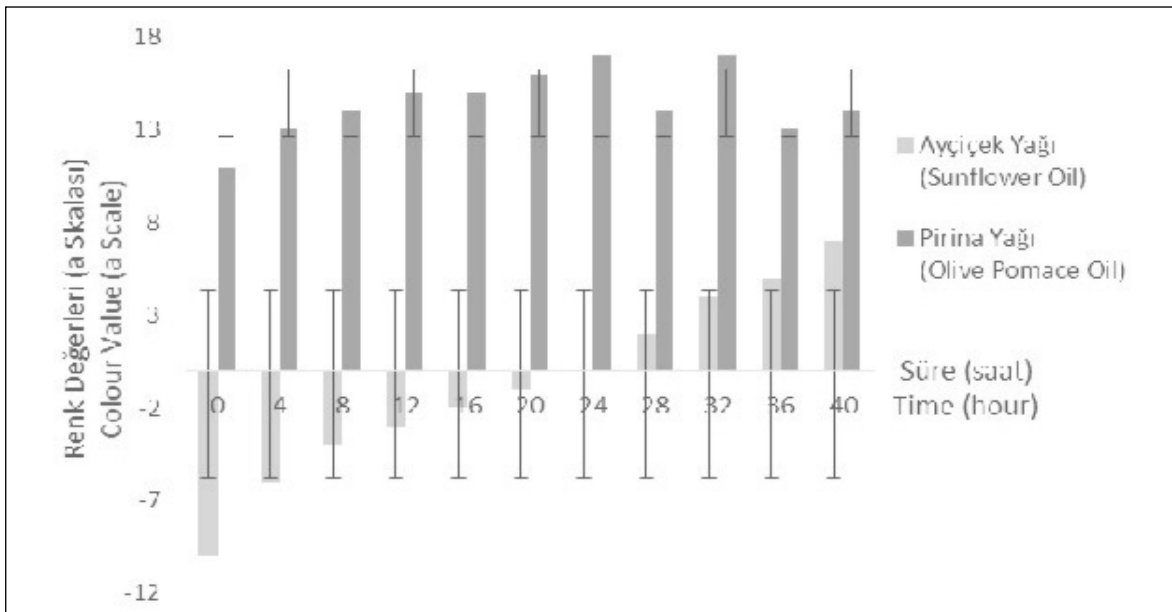
Renk Değerleri Üzerine Kızartma İşlemlerinin Etkisi

Kızartma sırasında renk değişimi yağdaki oksidasyon kaynaklı bozulmanın bir göstergesidir. Yağın renk yoğunluğunun artışı okside trigliserit ve serbest yağ asitleri gibi uçucu olmayan

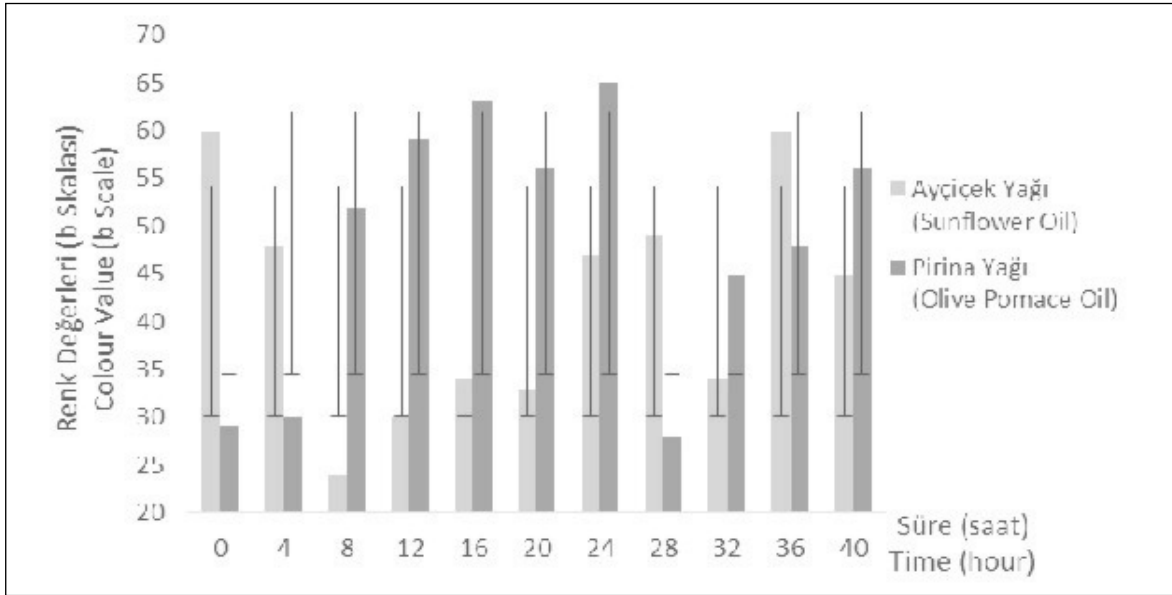
dekompozisyon ürünlerinin oluşumunun bir sonucudur. Yapılan kızartma denemelerinde ayçiçek yağı ve pirina yağına ait L, a ve b değerlerindeki değişimler Şekil 7, 8 ve 9'da verilmiştir.



Şekil 7. Ayçiçek ve pirina yağında L değerindeki değişimler
Figure 7. Changes in L value of sunflower and olive pomace oils



Şekil 8. Ayçiçek ve pirina yağında a değerindeki değişimler
Figure 8. Changes in a value of sunflower and olive pomace oils



Şekil 9. Ayçiçek ve pirina yağında b değerindeki değişimler
Figure 9. Changes in b value of sunflower and olive pomace oils

Şekil 8 incelendiğinde, her iki yağın L değerlerinde kızartma işlemleri boyunca dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Kızartma boyunca ayçiçeği ve pirina yağlarında tespit edilen L değerlerinin başlangıç ve son L değeri arasındaki fark sırasıyla 35 ve 6 birimdir. Grafik incelendiğinde, başlangıçta ayçiçeği yağının L değerinin pirina yağına göre oldukça yüksek olduğu ancak kızartma işlemlerinin ilerlemesiyle, her iki yağdaki L değerlerinin birbirine yaklaştığı görülmektedir. Burada, pirina yağındaki L değerinin değişiminin kızartma boyunca çok düşük olmasının etkisi bulunmaktadır. Pirina yağındaki okside trigliserit değişiminin kızartma boyunca düşük olması da (Şekil 6) pirina yağında söz konusu L değeri değişiminin düşük olmasının önemli nedenlerinden birisidir. 40. kızartma sonunda ayçiçeği yağının pirina yağına göre daha koyu renkte olduğu tespit edilmiştir.

Renk değerlerinden a değeri dalgalanmaya bağlı olarak kırmızı ile yeşil renk değeri arasında değişmektedir. a değeri pozitif bir değer aldığında kırmızı, negatif bir değer aldığında ise yeşil renk skalasını temsil etmektedir. Kızartma süresine bağlı olarak kızartma yağlarının a değerindeki değişim Şekil 8'de görülmektedir. a değerleri incelendiğinde, her iki kızartma yağında da farklı seviyelerde artışlar söz konusudur. Ayçiçek ve pirina yağlarının başlangıç ve son a değeri farkları sırasıyla 17 ve 3 birimdir. Ayçiçek yağı başlangıçta yeşil renkte iken, kızartma işleminin sonuna doğru

yeşil olan rengi kırmızıya dönmektedir. Pirina yağı ise başlangıçta kırmızı renk skalasını kızartma sonunda da koruduğu görülmektedir.

Renk değerlerinden b değeri dalgalanmaya bağlı olarak sarı ile mavi renk skalası arasında değişmektedir. b değeri pozitif bir değer aldığında sarı, negatif bir değer aldığında ise mavi renk skalasını temsil etmektedir. Kızartma süresine bağlı olarak kızartma yağlarında b değerindeki artış Şekil 9'da verilmiştir. Her iki kızartma yağında da b değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir. Grafik incelendiğinde, ayçiçeği ve pirina yağlarının başlangıç ve son b değerleri arasındaki fark sırasıyla 15 ve 27 birimdir. Elde edilen değerler ışığında, kullanılan iki yağın da sarı renkte olduğu anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Ayçiçek ve pirina yağlarının kızartma stabilitelerinin karşılaştırılması amacıyla rafine ayçiçek yağı ile pirina-rafine pirina karışımı (50:50) 180°C'de toplamda 40 kızartmada kullanılmıştır. Kızartma işlemleri boyunca yağın bazı fiziksel ve kimyasal değişimleri izlenmiştir. Her iki yağda da serbest yağ asitleri, p-anisidin, toplam polar madde, viskozite, polimer trigliserit ve renk değerlerinde artış, dumanlanma noktası değerinde ise azalma gözlenmiştir.

Serbest yağ asitleri hidroliz reaksiyonunun etkisiyle kızartma işlemleri boyunca artış göstermiş, buna bağlı olarak yağların dumanlanma noktaları düşmüştür. Pirina yağının dumanlanma noktası ayçiçek yağına göre daha kısa sürede 170°C'den daha düşük bir değere ulaşmıştır. Yağlar için dumanlama noktası değeri yağın rafinasyonuna bağlı olarak değişmektedir. İyi rafine edilmiş yağların dumanlanma noktalarının yüksek olduğu bilinmektedir (19). Kızartma işlemlerinde dumanlama noktası değeri, her iki yağda da sürekli bir azalma göstermiştir. Çalışmada serbest yağ asidi miktar değişimlerine paralel olarak dumanlama noktasının en düşük seviyesi pirina yağında görülmüştür.

Kullanılan kızartma yağlarında oksidatif bozulma ürünlerinin varlığının belirlenmesinde bir indükatör olarak kullanılan toplam polar madde miktarı her iki yağda da kızartma süresi boyunca artmış, ancak 40. kızartmadan sonra bile, yasal limit olan %25 değerine ulaşmamıştır. Burada her günün sonunda yapılan filtrasyon işleminin etkili olduğu düşünülmektedir. Aldehit miktarının ölçülmesine yarayan p-anasidin değeri de kızartma süresince filtre edilen yağa ilave edilen taze yağın etkisiyle dalgalanma göstermesine rağmen, her iki yağda da artışlar göstermiştir. Ancak pirina yağındaki artış ayçiçek yağına göre daha düşüktür. Bunun, pirina yağının daha düşük iyot sayısına sahip olması ve oksidasyon reaksiyonlarına karşı daha stabil olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Polimer trigliserit ve buna bağlı olarak gerçekleşen viskozite değerlerindeki artışlar, kızartma yağları için önemli parametrelerdendir. Polimer trigliserit artışı ayçiçeği yağına kıyasla pirina yağında daha düşüktür. Buna bağlı olarak, başlangıç viskozite değeri yüksek olmasına rağmen, pirina yağının viskozite değerindeki değişim, ayçiçek yağına kıyasla daha düşüktür.

Kızartma sırasında yağlarda meydana gelen oksidasyon kaynaklı bozulmalar yağların rengini etkilemektedir. Bu nedenle renk, bazı ülkelerde kızartma yağlarının kullanım ömürleriyle ilgili bir kriter olarak kullanılmaktadır. Yapılan denemelerde kızartma işlemleri boyunca özellikle ayçiçeği yağında L ve a değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir.

Sonuç olarak, kızartma işlemleri boyunca, hem pirina hem de ayçiçeği yağında incelenen

parametrelerde önemli değişimler gözlenmiştir. Bu değişimlerin yağların başlangıç kaliteleriyle ilişkili olabildiği ve rafinasyon derecesinin söz konusu değişimleri etkilediği söylenebilir. Ancak bundan daha önemlisi, kızartma işlemleri sırasında gerçekleşen oksidasyon reaksiyonlarının yağın bünyesinde meydana getirdiği değişimlerdir. Bu açıdan kızartma işlemlerinde düşük iyot sayılı yağların kullanımının önemli olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Singh RP. 2005. Food Frying. Food Engineering Vol III. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).California, USA. 122 p.
2. Türkay S. 2009. Kızartma İşlemi ve Yağları: Yağda Oluşan Değişimler, Kullanılmış Kızartma Yağlarının Rejenerasyonu ve Türkiye'deki Uygulamaları. "Evsel Atık Yağlar ve Geri Dönüşümü" Paneli, İstanbul, Türkiye. 2-3 s.
3. Quaglia G, Comendador J, Finotti E. 1998. Optimization of frying process in food safety. *Grasas Aceites* Vol 49, 275-281.
4. Del Re PV, Jorge N. 2006. Behaviour of vegetable oils for frying discontinuous frozen pre-fried products. *Cienc Technol* (26):56-53.
5. Choe E, Min DB. 2007. Chemistry of Deep-Fat frying oils. *J Food Sci*. 77-86.
6. Varela LS, Muniz SFJ, Polonio CG, Arroyo R, Cuesta C. 1995. Relationship between chemical and physical indexes and column and HPSE chromatography methods for evaluating frying oil. *Z Ernährungswiss* 34(4):308-313.
7. Gupta MK. 2004. Frying Technology and Practices. AOCS Press, Champaign, Illinois.
8. Yoon SH, Jung MY, Min DB. 1998. Effects of thermally oxidized triglycerides on the oxidative stability of soybean oil. *J Am Oil Chem Soc*. 65, 10, 1652-1657.
9. Abdulkarim SM, Long K, Lai OM, Muhammad SKS, Ghazali HM. 2007. Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils, *Food Chem*, 105, 1382-1389.
10. Aladadunye FA, Przybylski Z. 2009. Degredation and nutritional quality changes of oil during frying. *J Am Oil Chem Soc*. 86, 149-156.

11. Anon 2000. Determination of polymerized triglycerides by gel-permeation HPLC. AOCS Official Method, Cd 22-91.
12. Anon 1997. Determination of polar compounds in frying fats, AOCS Official Method. Cd 20-91.
13. Anon 1997. p-Anisidine value. AOCS Official Method, Cd 18-90.
14. Anon 1997. Smoke, flash and fire points Cleveland open cup method. AOCS Official Method, Cc 9a-48.
15. Anon 1997. Brookfield viscosity. AOCS Official Method, Ja 10-87.
16. Anon 1997. Free fatty acids. AOCS Official Method, Ca 5a-40.
17. Anon 1997. Color spectrophotometric method. AOCS Official Method, Cc 13c-50.
18. Warner K, Orr P, Parrott L, Glynn M. 1994. Effects of frying oil composition on potato chip stability. 1327-1331.
19. Mishra S, Manchanda SC. 2012. Cooking oils for heart health. *J Preventive Cardiol* Vol 1, 123-131.
20. Matthäus B. 2006. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deepfat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. *Eur J Lipid Technol*, 108, 200-221.
21. Al-Kahtani HA. 1991. Survey of quality of used frying oils from restaurants. *J Am Oil Chem Soc.* 68, 857-862.
22. Gupta MK. 2005. Frying oils. In F. Shahidi (Ed.), *Bailey's industrial oil and fat products* (6th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons. Vol 4, 1-31.
23. Blumenthal MM. 1996. Frying Technology, in *Edible Oil and Fat Products: Products and Application Technology*. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Hui Y.H.(5th Ed). John Wiley and Sons, New York, Vol 3, 429-481.
24. Firestone D, Stier RF, Blumenthal MM. 1991. Regulation of frying fats and oils. *Food Technol*, (45):90-94.
25. Tyagi VK, Vasishtha AK. 1996. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. *J Am Oil Chem Soc*, Vol 73, 499-506.
26. Dutt NVK, Prasad DHL. 1989. Estimation of infinite dilution activity coefficients of hydrocarbons in water from molar refraction. *Fluid Phase Equilibria*. Vol 45, 1-5.
27. Miller KS, Singh RP, Farkas BE. 1994. Viscosity and Heat Transfer Coefficients for Canola, Corn, Palm, And Soybean Oil. *J Food Process Preservation*. (18):461-472.
28. Rossi M, Alamprese C, Ratti S. 2007. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. *Food Chem*, 102, 812-817.
29. Serjouie A, Tan CP, Mirhosseini H, Man YBC. 2010. Effect of Vegetable-Based Oil blends on Physicochemical Properties of Oils During Deep-Fat Frying. *Am J Food Technol*. 5 (5): 310-323.