

## FARKLI KIZARTMA YÖNTEMLERİNİN BİTKİSEL YAĞLARIN OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Cem Baltacıoğlu\*

Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Üniversitesi, Niğde

Geliş tarihi / Received: 27.02.2016

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 05.05.2016

Kabul tarihi / Accepted: 05.06.2016

### Özet

Derin yağda kızartma, ticari ve ev ölçeğinde en çok kullanılan gıda hazırlama yöntemlerinden birisidir. Sıcaklık, süre ve oksijen etkisiyle, kullanılan yağda kızartma sonunda ısıl oksidasyon görülmektedir. Yapılan bu çalışmada ayçiçek, kanola ve ticari kızartma yağları kızartma ortamı olarak kullanılmıştır. Derin yağda kızartma metodu olarak fritöz ve mikrodalgalı fırın kullanılmıştır. Kızartma sıcaklığı olarak fritözde 160°C ve 190°C, mikrodalgada fırında 600W ve 900W güç değerleri seçilmiş, her iki yöntemde de 4 dakika süre uygulanmıştır. Oksidasyon düzeyini belirlemek amacıyla peroksit değeri ve 232 ve 270 nm'de özgül soğurma parametreleri incelenmiştir. Ticari kızartmalık yağlarda 4.60±1.95, kanola yağında 5.80±2.26 ve ayçiçek yağında 7.43±2.30 ortalama peroksit değerleri elde edilmiştir. K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> ortalama değerleri ayçiçek, kanola ve ticari kızartmalık yağda sırasıyla 1.868±0.406, 1.320±0.132, 1.036±0.107 ve 0.778±0.170, 0.302±0.054, 0.280±0.028 olarak ölçülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Kızartma, mikrodalgalı, oksidasyon, peroksit değeri, özgül soğurma.

## EFFECT OF FRYING METHODS ON OXIDATIVE STABILITY OF VEGETABLE OILS

### Abstract

Deep fat frying is one of the most widely used method of food preparation for commercial and household scale. The thermal oxidation is seen in frying oil by the effect of temperature, time and oxygen. In this study sunflower oil, canola oil and frying oil were used as a frying medium. Deep fat fryer and microwave oven were used as a frying method. 160°C and 190°C were selected as frying temperature in electric fryer, 600W and 900W power level were selected in microwave oven and 4 minutes were applied in both methods. Peroxide value and specific extinction coefficient in 232 and 270 nm were investigated to determine oxidation levels. Average peroxide values were obtained as 4.60±1.95 in commercial frying oil, 5.80±2.26 in canola oil and 7.43±2.30 in sunflower oil. K<sub>232</sub> and K<sub>270</sub> values of sunflower oil, canola oil and commercial frying oil were measured 1.868±0.406, 1.320±0.132, 1.036±0.107 and 0.778±0.170, 0.302±0.054, 0.280±0.028, respectively.

**Keywords:** Frying, microwave, oxidation, peroxide value, specific extinction.

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ cembaltacioglu@nigde.edu.tr,

☎ (+90) 0388 225 4227,

☎ (+90) 0388 225 0112

## GİRİŞ

Derin yağda kızartma bilinen en eski gıda işleme metotlarından birisidir. Bu yöntemle gıdaya kendine has renk, tat, yapı, lezzet kazandırılmaktadır (1-3). Kızarmış ürünler endüstride ve ev ölçeğinde en çok tercih edilen ürünlerdir ve son yıllarda popülaritesi giderek artmaktadır (4). Derin yağda kızartma işlemi 150-200°C aralığında ısıtılmış bitkisel yağda belirlenen zaman aralığında gerçekleştirilmektedir (5). Kızartılmış olarak hazırlanan atıştırmalık ürünlerin başında gelen cipslerin ülkemizde 2004 yılında kişi başı 400 gram olan tüketimi son yıllarda 1200 grama kadar çıkmıştır. Avrupa ülkelerinde 4 kg, ABD'de 6 kg'ı bulan tüketim değerleri, kızarmış ürünlerde ülkemizdeki tüketimin önümüzdeki yıllarda gideceği noktayı açıkça göstermektedir. Gelişme dönemindeki gençlerin ve çocukların tüketim alışkanlıkları arasında önemli bir yer tutan başlıca ürünler arasında kızarmış ürünler ve cipsler yer almaktadır. Kızarmış ürünlerin kalitesi incelendiğinde kızartma metodu, kızartma koşulları, gıdanın ağırlığı, yağ miktarı, yağ çeşidi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (6).

Kızartmada, kızartma ortamı olan yağın ısıya karşı dayanıklılığı önem taşımaktadır. Kızartma sırasında kullanılan yağda zamanla ısı etkisiyle fiziksel ve kimyasal değişiklikler sonucunda termal oksidasyon, polimerizasyon ve hidroliz görülmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda peroksit değerinde bir artış ve polar maddeler gibi yüksek molekül ağırlıklı dekompozisyon ürünleri oluşmaktadır (7, 8). Oluşan oksidasyon ürünlerinin varlığı kızartmada kullanılan yağda kalite azalması, kızartılan üründe de tat, lezzet ve besleyici değer açısından olumsuz etki göstermektedir (9, 10).

Mikrodalga fırınların günümüzde kullanımının yaygınlaştığı bilinmektedir. Derin yağda yapılan kızartmaya göre kullanım kolaylığı açısından tercih edilebilmektedir. Mikrodalga kullanımının kızartmada yarattığı etki üzerine yapılan çalışmalarda olumlu katkısı olduğu vurgulanmaktadır (11). Mikrodalga fırınların kızartma prosesinde kullanılmasına ilişkin yapılan bir çalışmada mısır yağının oksidasyon parametreleri incelenmiş ve mikrodalga kullanımının yağın kalitesine üzerine etkili olduğu görülmüştür (12). Mikrodalgalar elektromanyetik dalgalar halinde 300MHz'den 300GHz'e kadar değişen aralıkta yayılmaktadırlar. Gıda hazırlamada ve pişirmede en çok 2450MHz

kullanılmaktadır (13). Mikrodalga ısıtma mekanizmasının konvansiyonel ısıtmadan farklı olmasından dolayı gıda maddesi iç kısmından ısınmaya başlamaktadır. Bu durum kızartmada kullanılması halinde hem yağı hem de kızaran materyali ısıtması açısından önem arz etmektedir (14,15).

Bu çalışmada kızartmalar derin yağda yapılmıştır. Derin yağda kızartma yöntemi olarak iki farklı ekipman olan fritöz ve mikrodalga fırın kullanılmıştır. Kızartmada ticari olarak ve ev ölçeğinde en çok tercih edilen ayçiçek yağı, kanola yağı ve ticari kızartma yağı olmak üzere üç farklı bitkisel yağ kızartma ortamı olarak tercih edilmiştir. Derin yağda yapılan kızartma yönteminde fritöz ile mikrodalga fırın kullanılarak yapılan kızartmanın kullanılan yağdaki oksidasyon düzeyindeki değişim araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Kızartma işleminde kullanılacak materyal olan patatesler yerel bir marketten dondurulmuş olarak temin edilmiştir (Nimet, İstanbul). Tek seferde alınan patatesler hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiş ve kızartma işlemine kadar -40°C'de çalışan derin dondurucuda (Nüve FR490, Ankara) muhafaza edilmiştir. Kızartma işleminde üç tip yağ kullanılmıştır. Bunlar ayçiçek yağı, kanola yağı ve ticari kızartma yağıdır (Zade, Konya). Yağa ait özellikler kızartma işlemi öncesi analiz edilerek sonuçlar kızartma sonrası ile karşılaştırılmıştır.

### Yöntem

#### Kızartma İşlemi

Kızartma işlemi, öncelikle bilinen en yaygın yöntem olan derin yağda yapılmıştır. Tezgâh üstü kızartma makinesi olan fritöz (Remta R92, İstanbul) bu amaçla kullanılmış olup 2 litre yağ ile işlem gerçekleştirilmiştir. Fritözde 160°C ve 190°C iki farklı sıcaklıkta 4 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. Yağ istenilen sıcaklığa ulaştıktan sonra yağ miktarının 1/100'ü (ağırlık/hacim) kadar miktarda patates yağa daldırılarak belirlenen sürede kızartma işlemi yapılmıştır. Kızartma süresi sonunda patatesler alınıp, yağdan yaklaşık 50 ml numune alınarak analizler yapılmıştır. Yağdan eksilen kısım tamamlanarak ikinci ve üçüncü kızartma işlemleri yapılmıştır. Üçüncü kızartma

işlemi ardından yağ değiştirilmiştir. Fritözde yapılan kızartmaya alternatif olarak mikrodalga fırında derin yağda kızartma işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla içerisine 2 litre yağ alabilen bir cam kap, zaman ve güç ayarı yapılabilen mikrodalga fırın (LG MA38882Q, Hollanda) kullanılmıştır. Mikrodalga kızartma işleminde kızartma yağı ile 600W ve 900W güç değerlerinde çalışılmıştır. Cam haznedeki yağ öncelikle 10 dakika kadar mikrodalga fırında ısıtılmış ve belirlenen güç değerinde ısıtılmış yağda 4 dakika kızartma işlemi yapılmıştır. Kızartma işlemi ve yağdan numune fritözde yapılan ile aynı yöntem takip edilmiştir.

### Kızartmalık Yağlarda Serbest Yağ Asidi ve Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini

Kızartmalık yağlarda serbest yağ asidi miktarı belirlemek için AOCS Ca 5a-40 analiz metodu (16) takip edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonu için numunelerde yağ asitlerinin metil esterleri ve izomerleri IUPAC metoduna göre hazırlanmıştır (17) ve Shimadzu GC-2010 Plus model Gaz Kromatografi DB23 kolon (60 m, 0.25 mm, i.d. 0.25 mm film kalınlığı, JW) kullanılmıştır. Enjektör, kolon ve detektör sıcaklığı sırasıyla 230, 190 ve 240°C, bölme oranı 1:80, taşıyıcı gaz olarak helyum, akış hızı 1 ml/dk ayarlanmıştır.

### Peroksit Sayısı ve Özgül Soğurma (K232, K270) Tayini

Kızartma işleminden önce ve kızartma sonrası sıvı yağda 232 ve 270nm'de özgül soğurma analizleri AOCS Metot Ch 5-91'e göre, peroksit sayısı analizleri ise AOCS Metot Cd 8-53'e göre yapılmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Bütün analizler üçer tekrarlı yapılmış olup elde edilen veriler Minitab 17.0 yazılımı kullanılarak ANOVA yöntemi ile değerlendirilmiştir (Minitab 17.0). İkili karşılaştırmalar için Tukey Test uygulanmıştır (SPSS 15.0).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Kızartmalık Yağların Özellikleri

Hammadde olarak kullanılan kızartmalık yağlarda kızartmadan önce yağların serbest yağ asidi miktarı ve yağ asidi kompozisyonu Çizelge 1'de verilmiştir. Kullanılmamış yağlara ait peroksit ve özgül soğurma miktarı değerleri Çizelge 2'de kızartmadan sonraki değerleri ile birlikte karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 1

### Peroksit Sayısı

Peroksit sayısı, 1g yağdaki aktif oksijenin mikrogram olarak miktarıdır. Peroksitler yağın oksidasyonu sırasında ortaya çıkan bileşiklerdir. Peroksit sayısı yağın bozulmuşluk düzeyi arasında pozitif bir ilişki olması bunun sonucudur. Türk Gıda Kodeksi (18) verilerine göre yağlarda peroksit değeri 10 meqO<sub>2</sub>/kg'ı geçmemesi gerekmektedir. Kızartma öncesi kullanılmamış ayçiçek yağı, kanola yağı ve ticari kızartmalık yağlara ait peroksit değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Fritözde yapılan kızartmalardan sonra elde edilen peroksit değerlerinde kodeks değerinin üzerine çıkan bir durum görülmemişken başlangıç değerine göre ayçiçek ve kanola yağında bir artış ardından bir düşüş gözlenmiştir. Bunun

Çizelge 1. Kızartmadan önce kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonu (%) ve serbest yağ asidi (% oleik asit)  
Table 1. Fatty acid composition (%) and free fatty acid (% oleic acid) of oils before frying

Yağ Asidi Fatty Acid	Kızartmada kullanılan yağ Frying oil		
	Ayçiçek yağı Sunflower Oil	Kanola yağı Canola Oil	Kızartmalık yağ Frying oil
12:0 (Laurik asit)	0.0019	0.0096	0.2036
14:0 (Miristik asit)	0.0751	0.0511	0.8487
14:1 (Miristoleik asit)	0.0014	0.0022	0.0049
16:0 (Palmitik asit)	5.8742	4.5954	43.9183
16:1 (Palmitoleik asit)	0.4409	0.3965	0.3396
18:0 (Stearik asit)	3.6275	1.9427	4.1508
18:1 (Oleik asit)	30.6100	62.0776	38.1041
18:2 (Linoleik asit)	58.7124	23.1177	11.2477
18:3 (Linolenik asit)	0.2905	6.2330	0.6009
20:0 (Araşidik asit)	0.2316	0.5428	0.3643
20:1 (Araşidonik asit)	0.1346	1.0133	0.1621
Serbest Yağ Asidi Free Fatty Acid	0.2281	0.2293	0.1144

nedeni olarak oluşan hidroperoksitlerin ısı etkisiyle parçalanması ve ikincil oksidasyon ürünlerin oluşmasının neden olduğu düşünölmektedir (19). Karakaya ve şimşek'in (20) yaptığı bir çalışmada fındık, mısır ve soya fasulyesi yağında yaptıkları kızartma işleminde kızartma süresi ile değişen peroksit değerleri elde edilmiştir. Mısır ve soya fasulyesi yağında elde edilen değerler kanola yağına yakın elde edilirken, fındık yağında ayçıçek yağına benzer sonuçlar gözlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada kızartma sonunda artan peroksit değerleri elde edildiği vurgulanmıştır, buda kızartma sonucu oluşan oksidasyon hakkında fikir vermektedir (21, 22). Fritözde yapılan kızartma işleminin sonunda elde edilen peroksit değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde yađ tipi ve kızartma sıcaklığının peroksit değeri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Fritözde ayçıçek yağı ile yapılan kızartmada ikili karşılaştırma yapıldığında ise  $160^{\circ}\text{C}$ 'de yapılan kızartma işleminde peroksit değeri artarken 3. kızartmada dūřuř olduğu görölmüş buda oluşan peroksitlerin parçalanmasından meydana geldiği görüşünü istatistiksel açıdan da desteklemektedir (Çizelge 2).

Mikrodalgada yapılan kızartma işleminden elde edilen numunelerin peroksit değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Ticari kızartmalık yağ kullanılan yapılan kızartma işleminde 600W güç değerinde fritözde yapılan kızartmaya göre daha düşük değerde peroksit sayısı tespit edilirken 900W uygulandığında fritöz kızartmasına yakın değerlere ulaşılmıştır. Mikrodalga fırın kullanılarak yapılan kızartma işleminin sonunda elde edilen peroksit değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde kullanılan yağ çeşidinin ve mikrodalga gücünün peroksit değeri üzerine etkili olduğu ve ayrıca kızartma yönteminin de peroksit değerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). İkili değerlendirme yapıldığında ise ayçıçek yağı kullanılarak mikrodalga fırın ile yapılan kızartmada 900W güç değerinde 3. kızartma diğerlerinden farklı harflendirilmiştir. Bunun nedeni olarak ilk iki kızartmada yaklaşık değerler elde edilmesine karşın 3.kızartmada yüksek bir değer çıkması görölmektedir. Mikrodalga fırında yapılan kızartma işleminde fritözde yapılan kızartmaya göre daha düşük peroksit değerleri elde edilmiştir. Aynı sürede yapılan bu kızartma işleminin sonucunda daha düşük peroksit değerine ulaşılmasına mikrodalga fırında her iki güç seviyesinde de

ulaşılan yağ sıcaklığının fritözden daha düşük değerlerde kalmasının neden olduğu düşünölmektedir. Mikrodalgada kızartma üzerine yapılan bir çalışmada ticari kızartmalık yağ ve ayçıçek yağı peroksit değeri açısından karşılaştırılmış ve kızartmalık yağda daha düşük peroksit değeri elde edildiği vurgulanmıştır. Bu sonuç kızartmalık yağda doymuş yağ asitlerinin fazla olması ile açıklanmıştır (23).

### Özgöl Soğurma

Ultraviyole spektrofotometrik bir analiz olan özgöl soğurma yağlarda oksidasyon belirlenmesinde bir parametre olarak kabul edilmektedir. Kızartmadan önce yağlarda yapılan analizlere göre özgöl soğurma değerleri Çizelge 2'deki gibi belirlenmiştir.  $K_{232}$  değeri konjuge dien oluşumunun göstergesi olarak kabul edilirken  $K_{270}$  değeri birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin miktarları hakkında fikir vermektedir (24). Fritöz ile yapılan kızartmada ve mikrodalga fırın kullanılarak yapılan kızartmada  $K_{232}$  değeri ayçıçek yağında artarken kanola ve kızartmalık yağda dūřuř göstermiştir (Çizelge 2). Ayçıçek yağı kullanılarak fritözde yapılan kızartma için yapılan ikili karşılaştırmada  $160^{\circ}\text{C}$ 'de oluşan  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerinde 3.kızartma değerlerinin ilk iki kızartmadan farklı sonuçlara ulaştığı saptanmıştır. Bu farklılık  $190^{\circ}\text{C}$ 'de ayçıçek yağında yapılan 3.kızartmada sadece  $K_{270}$  değerinde elde edilmiştir. Oluřan konjuge dien ve trienler ısının etkisiyle zamanla peroksitlere dönüşmesinden dolayı azalmaya uğradığı düşünölmektedir. İstatistiksel açıdan değerlendirildiğinde ise fritözde ve mikrodalgada kızartma işleminde kızartma yönteminin ve yađ tipinin  $K_{232}$  değeri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).  $K_{270}$  değeri incelendiğinde ise kızartma yağında ve ayçıçek yağında önce bir artış ve ardından dūřuř gözlenmiştir, kanola yağında ise bir dūřuř kaydedilmiştir. Bunun yanında  $K_{270}$  değeri üzerine sadece yađ tipi etkili olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Konvansiyonel ısıtma ile yapılan bir çalışmada yağda oluşan oksidasyon ürünleri olan konjuge dien ve trien miktarlarında artış kaydedilmiş ve bu ürünlerin yağlarda acılaşmaya neden olduğu bildirilmiştir (24, 25).

Mikrodalgada yapılan kızartma işleminde elde edilen yağlardan ölçölen  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Kızartmalık yağ ve kanola

Çizelge 2. Kullanılmamış yağlarda ve kızartmadan sonra yağlarda peroksit değerleri ve özgül soğurma değerleri ( $K_{232}$  ve  $K_{270}$ )  
Table 2. Peroxide and specific extinction values of oils unused and after frying ( $K_{232}$  and  $K_{270}$ )

Yağ Tipi Oil type	Sıcaklık (°C) veya Güç (W) Temp. or Power	Kızartma Sırası Frying order	Peroksit değeri (meq O <sub>2</sub> /kg) Peroxide value	$K_{232}$	$K_{270}$
Ayçiçek yağı Sunflower oil	Kullanılmamış yağ/Unused	-	5.995±0.21 <sup>b,c</sup>	2.072 ± 0.023 <sup>a,b,c</sup>	0.810 ± 0.009 <sup>b,c</sup>
	160°C	1.	7.599±0.10 <sup>d,e</sup>	1.676±0.03 <sup>a,b</sup>	0.699±0.01 <sup>b</sup>
	160°C	2.	8.652±0.26 <sup>e,f</sup>	1.805±0.09 <sup>a,b,c</sup>	0.797±0.05 <sup>b,c</sup>
	160°C	3.	3.221±0.01 <sup>a</sup>	1.327±0.03 <sup>a</sup>	0.526±0.03 <sup>a</sup>
	190°C	1.	6.957±0.32 <sup>c,d</sup>	1.915±0.12 <sup>a,b,c</sup>	0.814±0.03 <sup>b,c</sup>
	190°C	2.	9.305±0.07 <sup>f</sup>	1.919±0.13 <sup>a,b,c</sup>	0.786±0.04 <sup>b,c</sup>
	190°C	3.	5.756±0.26 <sup>b,c</sup>	2.566±0.11 <sup>a,b,c</sup>	1.048±0.07 <sup>e</sup>
	600W	1.	9.649±0.13 <sup>f</sup>	2.023±0.14 <sup>a,b,c</sup>	0.871±0.06 <sup>c,d</sup>
	600W	2.	5.157±0.15 <sup>b</sup>	2.848±0.56 <sup>c</sup>	0.965±0.02 <sup>d,e</sup>
	600W	3.	9.424±0.42 <sup>f</sup>	2.263±0.26 <sup>a,b,c</sup>	1.009±0.01 <sup>e</sup>
	900W	1.	5.207±0.26 <sup>b</sup>	2.237±0.08 <sup>a,b,c</sup>	1.031±0.03 <sup>e</sup>
	900W	2.	5.649±0.24 <sup>b</sup>	2.167±0.13 <sup>a,b,c</sup>	1.014±0.02 <sup>e</sup>
	900W	3.	9.493±0.14 <sup>f</sup>	1.912±0.06 <sup>a,b,c</sup>	0.872±0.02 <sup>c,d</sup>
	Kanola yağı Canola oil	Kullanılmamış yağ/Unused	-	1.791±0.15 <sup>a</sup>	1.412 ± 0.045 <sup>a,b</sup>
160°C		1.	8.575±0.17 <sup>f</sup>	1.561±0.13 <sup>a,b</sup>	0.406±0.03 <sup>c</sup>
160°C		2.	5.905±0.53 <sup>d,e</sup>	1.300±0.07 <sup>a,b</sup>	0.29±0.02 <sup>a,b</sup>
160°C		3.	5.105±0.08 <sup>c,d</sup>	1.344±0.07 <sup>a,b</sup>	0.302±0.02 <sup>a,b,c</sup>
190°C		1.	3.852±0.29 <sup>b,c</sup>	1.231±0.11 <sup>a,b</sup>	0.28±0.03 <sup>a,b</sup>
190°C		2.	7.691±0.77 <sup>f</sup>	1.177±0.12 <sup>a,b</sup>	0.248±0.03 <sup>a</sup>
190°C		3.	5.376±0.16 <sup>c,d</sup>	1.309±0.12 <sup>a,b</sup>	0.287±0.04 <sup>a,b</sup>
600W		1.	9.344±0.47 <sup>f</sup>	1.308±0.05 <sup>a,b</sup>	0.314±0.01 <sup>a,b,c</sup>
600W		2.	5.275±0.08 <sup>c,d</sup>	1.507±0.06 <sup>a,b</sup>	0.348±0.01 <sup>a,b,c</sup>
600W		3.	7.365±0.08 <sup>e,f</sup>	1.365±0.06 <sup>a,b</sup>	0.312±0.01 <sup>a,b,c</sup>
900W		1.	2.846±0.09 <sup>a,b</sup>	1.642±0.18 <sup>b</sup>	0.388±0.01 <sup>b,c</sup>
900W		2.	5.345±0.04 <sup>c,d</sup>	1.557±0.16 <sup>a,b</sup>	0.357±0.01 <sup>a,b,c</sup>
900W		3.	4.63±0.06 <sup>c,d</sup>	0.980±0.16 <sup>a</sup>	0.269±0.04 <sup>a</sup>
Ticari kızartma yağı Commercial frying oil		Kullanılmamış yağ / Unused	-	2.131±0.24 <sup>a</sup>	0.846 ± 0.012 <sup>b,c,d</sup>
	160°C	1.	7.07±0.28 <sup>f</sup>	1.125±0.08 <sup>d</sup>	0.279±0.02 <sup>c,d</sup>
	160°C	2.	6.747±0.58 <sup>f</sup>	1.085±0.04 <sup>c,d</sup>	0.28±0.01 <sup>c,d</sup>
	160°C	3.	5.166±0.07 <sup>e</sup>	1.082±0.04 <sup>c,d</sup>	0.335±0.01 <sup>d</sup>
	190°C	1.	6.856±0.12 <sup>f</sup>	1.115±0.08 <sup>d</sup>	0.265±0.01 <sup>b,c</sup>
	190°C	2.	4.954±0.04 <sup>e</sup>	0.952±0.01 <sup>b,c,d</sup>	0.255±0.06 <sup>b,c</sup>
	190°C	3.	4.165±0.42 <sup>c,d,e</sup>	0.857±0.02 <sup>b,c,d</sup>	0.267±0.07 <sup>b,c</sup>
	600W	1.	2.878±0.05 <sup>a,b,c</sup>	0.848±0.04 <sup>b,c,d</sup>	0.225±0.03 <sup>a,b,c</sup>
	600W	2.	2.538±0.03 <sup>a,b</sup>	0.915±0.04 <sup>b,c,d</sup>	0.223±0.01 <sup>a,b,c</sup>
	600W	3.	4.738±0.19 <sup>d,e</sup>	0.413±0.05 <sup>a</sup>	0.172±0.02 <sup>a</sup>
	900W	1.	7.151±0.17 <sup>f</sup>	0.733±0.05 <sup>b</sup>	0.181±0.01 <sup>a</sup>
	900W	2.	6.73±0.11 <sup>f</sup>	0.775±0.02 <sup>b,c</sup>	0.187±0.01 <sup>a</sup>
	900W	3.	3.573±0.25 <sup>b,c,d</sup>	0.962±0.13 <sup>b,c,d</sup>	0.207±0.01 <sup>a,b</sup>

Tabloda uygulanan harflendirmede her yağ tipi kendi içinde farklı kızartma yöntemlerinin, kızartmada uygulanan sıcaklık-güç parametrelerinin ve kızartma sırasının peroksit sayısı,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Effects of different frying methods, temperature and power parameters applied on frying, order of frying were investigated on peroxide number,  $K_{232}$  and  $K_{270}$  values within each type of oil at lettering applied in the table.

yağı kullanıldığında mikrodalga kızartma yöntemiyle daha düşük değerler elde edildiği görülürken ayçiçek yağında her iki kızartma yönteminde de yakın sonuçlar elde edilmiştir.  $K_{270}$  değeri mikrodalga kızartmada incelendiğinde ise kanola yağında ve ayçiçek yağında önce bir artış ve ardından düşüş gözlenmiştir, kızartma yağında ise bir azalma kaydedilmiştir. Kanola yağı kullanıldığında

mikrodalgada yapılan kızartmada 900W güç değerinde 3. kızartmada ölçülen konjuge dien ve trienin ilk iki değerden farklı olması grup içi yapılan ikili analiz sonucu elde edilmiştir (Çizelge 2). Ticari kızartmalık yağda da mikrodalga kızartmasında her iki güç seviyesinde  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri 3.kızartmalarda diğerlerinden farklı olduğu kaydedilmiştir. Kaydedilen özgül soğurma

değerleri peroksit değeri ile uyumluluk göstermekte ve oksidasyon hakkında fikir vermektedir. Yapılan çalışmalarda kızartma sonrası dş olmasđ literatürde bulunan sonuçlara paralel bir durumu yansđtmaktadır (26). Mikrodalga fırında kızartma alışan Malheiro ve arkadaşları (27) zeytinyağında kızartma zamanđ ile zđl soğurma parametrelerinde bir artđř kaydetmişlerdir. Rodrigues ve arkadaşlarının da mikrodalga kullanarak ısıtma işlemi uyguladıkları bitkisel yağlar üzerine yaptıkları çalışmada zamanla  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerinde artđř elde etmişler ve oksidasyon kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır (28).

### Teşekkür

Bu alışma Niğde Üniversitesi FEB 2014-32-BAGEP numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

### KAYNAKLAR

1. Gamble MH, Rice P, Selman JD. 1987. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying potato slices from CV record UK tubers. *Int J Food Sci Tech*, 22 (3), 233–241.
2. Saguy IS, Pinthus EJ. 1995. Oil uptake during deep-fat frying-factors and mechanism. *Food Tech*, 49 (4), 142–145.
3. Southern CR, Chen XD, Farid MM, Howard B, Eyres L. 2000. Determining internal oil uptake and water content of fried thin potato crisps. *Food and Bioproducts Process*, 78 (C3), 119-125.
4. Saguy IS, Dana D. 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *J Food Eng*, 56(2), 143-152.
5. Yamsaengsung R, Moreira RG. 2002. Modelling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying. Part II: model solution and validation. *J Food Eng*, 53, 11–25.
6. Sanchez-Gimeno AC, Negueruela AI, Benito M, Vercet A, Oriá R. 2008. Some physical changes in Bajo Aragon extra virgin olive oil during the frying process. *Food Chem*, 110, 654-658.
7. Xu XQ. 2000. A new spectrophotometric method for rapid assessment of deep frying oil quality. *J Am Oil Chem Soc*, 77, 1083-1086.
8. Farhoosh R, Moosavi SMR. 2008. Carbonyl value in monitoring of the quality of used frying oils. *Anal Chim Acta*, 617, 18-21
9. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BPP, Pereira JA. 2010. Olive oil stability under deep fat frying conditions. *Food Chem Toxicol*, 48, 2972-2979.
10. Gertz C. 2000. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. *Eur J Food Sci Tech*, 102, 566-572
11. Sahin S, Sumnu G, Oztop MH. 2007. Effect of osmotic pretreatment and microwave frying on acrylamide formation in potato strips. *J Sci Food and Agric*, 87(15), 2830-2836.
12. Abbas A, Mesran HB, Abd Latip R, Hidayu ON, Nik Mahmood NA. 2016. Effect of microwave heating with different exposure times on the degradation of corn oil. *Int Food Res J*, 23(2), 842-848.
13. Wray D, Ramaswamy SR. 2015. Novel concepts in microwave drying of foods. *Drying Tech: An Int J*, 33(7), ISSN: 0737-3937 (Print) 1532-2300 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/ldrt20>
14. Barutcu I, Sahin S, Sumnu G. 2009. Acrylamide formation in different batter formulations during microwave frying. *LWT-Food Sci Tech*, 42, 17-22.
15. Oztop MH, Sahin S, Sumnu G. 2007. Optimization of microwave frying of potato slices bi using Taguchi Technique. *J Food Eng*, 79, 83-91.
16. AOCS 2003. American Oil Chemists' Society Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society AOCS Press, Champaign.
17. Anonim 1987. Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th edn., Blackwell Scientific, Oxford, IUPAC Method 2.301.
18. TGK 2010. Türk Gıda Kodeksi. Bitki Adđ ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği.
19. Bester E, Butinar B, Bucar-Miklavcic M, Golob T. 2008. Chemical changes in extra virgin olive oils from Slovenian Istra after thermal treatment. *Food Chem*, 108, 446-454
20. Karakaya S, şimşek ř. 2011. Changes in Total Polar Compounds, Peroxide Value, Total Phenols and Antioxidant Activity of Various Oils Used in Deep Fat Frying. *J Am Chem Soc*, 88, 1361-1366.
21. Xu XQ. 2000. A new spectrophotometric method for rapid assessment of deep frying oil quality. *J Am Chem Soc*, 77, 1083-1086.

22. Farhoosh R, Moosavi SMR (2008) Carbonyl value in monitoring of the quality of used frying oils. *Anal Chim Acta*, 617, 18-21.
23. Gharachorloo M, Ghavami M, Mahdiani M, Azizinezhad R. 2010. The effects of microwave frying on Pphysicochemical properties of frying and sunflower oils. *J Am Oil Chem Soc*, 87, 355-360.
24. Poiana AM. 2012. Enhancing oxidative stability of sunflower oil during convective and microwave heating using grape seed extract. *Int J Mol Sci*, 13, 9240-9259.
25. Che-Man YB, Liu JL, Jamilah B, Rahman RA. 1999. Quality changes of deodorized (RBD) palm olein oil, soybean oil and their blends durind deep fat frying. *J Food Lipids*, 6, 181-193.
26. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BPP, Pereira JA. 2010. Olive oil stability under deep fat frying conditions. *Food Chem Toxicol*, 48, 2972-2979.
27. Malheiro R, Oliveira I, Vilas-Boas M, Falcao S, Bento A, Pereira A. 2009. Effect of microwave heating with different exposure times on physical and chemical parameters of olive oil. *Food Chem Toxicol*, 47, 92-97.
28. Rodrigues N, Malheiro R, Casal S, Asensio SC, Bento A, Pereira JA. 2012. Influence of spike levander (*Lavandula Latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. *Food Chem Toxicol*, 50, 2894-2901.

## Author Instructions

GIDA (2009) 34 (1): 59-63

[www.gidadernegi.org](http://www.gidadernegi.org) / English / The Journal of FOOD /Author Instructions

## Manuscript Submission and Copyright Release Form

GIDA (2009) 34 (1): 67

[www.gidadernegi.org](http://www.gidadernegi.org) / English / The Journal of FOOD /Manuscript Submission and Copyright Release Form

## Final Check List

GIDA (2009) 34 (1): 68

[www.gidadernegi.org](http://www.gidadernegi.org) / English / The Journal of FOOD /Final Check List

can be reached from those addresses. Authors must read carefully the author instructions and prepare the manuscript accordingly.