

Mikrodalga Isıtmanın Pirina Yağının Oksidatif Stabilitate ve Yağ Asidi Bileşimine Etkisi

Semra BOZKURT¹ , Uğraşım Melike YAZICI¹ ,
Safiye BOZBEY¹ , Aslı YORULMAZ^{*1} 

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AYDIN.

Özet: Çalışmanın amacı gıda hazırlama tekniklerinden biri olan mikrodalga ısıtmanın pirina yağının oksidatif stabilite ve yağ asidi bileşimine etkisini incelemektir. Bu amaçla 50 ml pirina yağı mikrodalga fırında 350 W, 460 W, 600 W ve 700 W güçte 1, 3, 5, 7 ve 10 dakika süre ısıtılmıştır. Elde edilen yağların oksidatif stabiliteyi ransimat cihazında, yağ asidi bileşimleri ise gaz kromatografi cihazında alev iyonlaştırmalı dedektör kullanılarak tespit edilmiştir. Bulgular, mikrodalga ısıtmanın pirina yağlarının yağ asidi kompozisyonunda istatistiki olarak önemli farklar oluşturmadığını ortaya koymuştur. Pirina yağının temel yağ asidi oleik asit olup, tüm örneklerde %71.67–72.14 arasında değişen değerler almıştır. Mikrodalgada farklı güç ve sürelerde ısıtılmış bütün yağ örneklerinin hiç birinde *trans* yağ asidi oluşumu gözlemlenmemiştir. Pirina yağının mikrodalga ısıtmaya tabi tutulması sonucunda induksiyon periyodu farklı güç ve süre uygulamasına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Fakat bu değişiklik düzenli artış veya azalış göstermemiş ve genellikle dalgalanma şeklinde gerçekleşmiştir. En yüksek güçte en uzun süre (700 W, 10 dk) ısıtılan yağların induksiyon periyotlarının diğer örneklerle kıyasla daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: mikrodalga, oksidatif stabilite, pirina yağı, yağ asidi bileşimi, *trans* yağ asidi

Effect of Microwave Heating on Oxidative Stability and Fatty Acid Composition of Olive Pomace Oil

Abstract: The aim of the work was to determine the effect of microwave heating on oxidative stability and fatty acid composition of olive pomace oil. For this purpose; 50 ml of olive pomace oil was heated in a microwave oven at 350 W, 460 W, 600 W and 700 W power for 1, 3, 5, 7 and 10 minutes. The oxidative stability of the obtained oil samples were determined in ransimat apparatus and their fatty acid compositions were analyzed using a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector. Findings revealed that microwave heating did not show statistically significant difference on the fatty acids composition of olive pomace oil. The major fatty acid of olive pomace oil was the oleic acid and it had values ranging among 71.67–72.14% in all samples. *Trans* fatty acid formation was not observed in any of the samples heated in microwave oven for various power and duration. As a result of microwave heating of olive pomace oil, the induction period showed change depending on different power and time application. However, this change did not show regular decrease or increase and usually occurred in fluctuation. Induction periods of oils heated at highest power and longest time (700 W, 10 min) was determined to be shorter when compared to other samples.

Keywords: fatty acid composition, microwave, olive pomace oil, oxidative stability, *trans* fatty acid

GİRİŞ

Mikrodalga teknolojisi günümüzde kullanım kolaylığı, zaman ve enerji tasarrufu gibi avantajlarıyla gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrodalga ısıtmanın yağ bileşenleri üzerine etkisi birçok farklı çalışmaya konu olmuştur (Yoshida ve ark., 1990; Yoshida ve ark., 1992; Farag, 1994). Mikrodalga ısıtma sırasında serbest radikallerin oksijenle tepkimeye girmesiyle hidroperoksit ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu (Albi ve ark., 1997a; Farag ve ark., 1992; Hassanein ve ark., 2003; Lie Ken Jie ve Yan-kit, 1988); hidroliz reaksiyonu sebebiyle serbest yağ asitliğinde (Albi ve ark., 1997a; Farag ve ark., 1992; Hassanein ve ark., 2003) ve vizkozite ile yoğunlukta artış (Albi ve ark., 1997b) rapor edilmiştir. Cerretani ve ark. (2009) mikrodalga uygulamasını ekstra natürel sızma zeytinyağı, riviera zeytinyağı ve karma pirina yağıyla gerçekleştirmiş; mikrodalga uygulaması sonucu elde ettikleri yağları serbest asitlik, peroksit, *p*-anisidin, su içeriği, toplam fenolik madde ve fenolik madde dağılımı açısından değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri bulgular karma pirina yağının kısa süreli mikrodalga işlemlerinde (1.5–6 dk) oldukça kullanışlı olduğunu, *o*-difenollerin ve lignanların mikrodalga işlemine dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur. Caponio ve ark. (2003) sızma zeytinyağı, rafine ayçiçek ve yerfıstığı yağlarını mikrodalgada ısıtmışlar ve elde ettikleri yağları doymuş, doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerinin yanı sıra *trans* izomer içerikleri açısından da incelemişlerdir. Bulgular doymuş yağ asidi içeriğinin etkili bir değişim göstermediğini, doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerinin azaldığını ve ayrıca mikrodalga uygulamanın *trans* izomer içeriğinde artışa neden olduğunu göstermiştir. Stefanoudaki ve ark. (1997) sızma zeytinyağı, mısır ve ayçiçek yağı kullanarak yaptıkları çalışmalarında; mikrodalgada artan

güç ve süreyle yağların yağ asidi kompozisyonunda belirgin bir farklılığın oluşmadığını, *trans* linoleik ve linolenik izomerleri toplamının ayçiçek yağıyla karşılaştırıldığında mısır yağında daha fazla olduğunu, mikrodalga uygulama boyunca peroksit, K_{232} ve K_{270} değerlerinin arttığını, ransimat cihazıyla belirlenen oksidatif stabilitenin azaldığını ortaya koymuşlardır.

Pirina yağı, zeytinyağı üretimi sırasında yan ürün olarak oluşan pirinanın kurutulup çözücü ekstraksiyonuna tabi tutulmasıyla elde edilen yağıdır. Ham pirina yağı rafine edilerek yemeklik olarak kullanılabilir. Pirina yağında zeytinyağına olduğu gibi tekli doymamış bir yağ asidi olan oleik asit miktarı yüksektir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)'nde ham pirina, pirina ve rafine pirina olmak üzere üç farklı pirina yağı tanımlanmıştır. Bunlardan pirina yağı, rafine pirina yağı ile tüketime uygun natürel zeytinyağlarının karışımı sonucu elde edilip, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1.0 gramdan fazla olmayan yağıdır.

Çalışmanın amacı, kullanım alanı giderek artan pirina yağının mikrodalgada kullanımı sırasında yağ oksidatif stabiliteyi ve yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişiklikleri incelemektir. Ayrıca mikrodalga ısıtmanın *trans* yağ asidi oluşumuna etkisi de çalışma kapsamında incelenmiştir. Çalışma, mikrodalga ısıtmanın pirina yağının yağ asidi bileşimine ve *trans*

*Sorumlu Yazar: asliyorulmaz@adu.edu.tr

Bu çalışma lisans tezi ürünüdür.

Geliş Tarihi: 22 Mayıs 2017

Kabul Tarihi: 25 Ekim 2017

yağ asidi oluşumuna etkisinin incelenmesi açısından ilk olma niteliği taşımaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal: Çalışmada karma pirina yağı ile çalışılmıştır. Pirina yağı Verde Yağ Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş. (Torbalı, İzmir)'den temin edilmiştir. Karma pirina yağı 2016 yılında temin edilmiştir.

Yöntem

Isıtma İşlemi

50 ml pirina yağı mikrodalga fırında (Arçelik, MD 574 S, 17 L hacim, 1200 W, 2450 Hz) 350 W, 460 W, 600 W ve 700 W güçte 1, 3, 5, 7 ve 10 dakika ısıtılmış ve işlem görmemiş pirina yağı ile birlikte toplam 21 farklı yağ elde edilmiştir. Isıtma işlemi sırasında kahverengi renkli, geniş ağızlı, 50 ml kapasiteli cam şişeler kullanılmıştır. Isıtma işlemi iki tekrür halinde gerçekleştirilmiştir.

Yağ Asidi Bileşiminin Belirlenmesi

Yağ asitleri metil esterleri "International Union of Pure and Applied Chemistry" tarafından önerilen yöntemle hazırlanmıştır. Bu yöntemle göre, yağ örnekleri izooktanda çözünmüş ve metanollü potasyum hidroksit ile muamele edilerek karanlık bir alanda altı dakika bekletilmiştir. Sonra metil oranj belirteci ve hidroklorik asit ilavesi ile oluşan reaksiyon sonucu esterleştirme gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan esterler, Shimadzu GC-2010 marka gaz kromatografi cihazına enjekte edilmiş, alev iyonlaştırılmalı dedektör ve DB-23 kapiler kolon (60 m, 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı, J&W Scientific) kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar % metil esteri olarak verilmiştir. Kolon, dedektör ve enjeksiyon bloğu sıcaklıkları sırasıyla 195, 240 ve 230°C'dir. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmış olup, akış hızı 0.3 ml/dk'dir. Split oranı 80:1 ve enjeksiyon miktarı 1 µl'dir.

İyot Sayısının Tespiti

Yağ örneklerinin iyot sayısı, yağ asidi kompozisyonu kullanılarak AOCs Official Method Cd 1c-85'e göre belirlenmiştir.

Ransimat Testi

Yağ örneklerinin oksidatif stabilitesi ransimat cihazında American Oil Chemists' Society Official Method Cd 12b-92'ye göre belirlenmiştir. Bu yöntemde, örnekler 121.7°C sıcaklık ve 20 L/saat hava akışında oksidasyona uğratarak indüksiyon periyotları belirlenmiştir. İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülmektedir ve çalışmada elde edilen indüksiyon periyotları saat olarak verilmiştir.

İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler, SPSS 15.0 paket program kullanılarak istatistiksel değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiş ve farkın önem derecesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılarak incelenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Isıl işlem görmemiş ve mikrodalga fırında ısıtılmış pirina yağlarının yağ asidi bileşimi Çizelge 1' de verilmiştir. Pirina yağının temel yağ asitleri oleik, linoleik ve palmitik asit olup düşük miktarlarda palmitleik, heptadekanoik, heptadesenoik, stearik, linolenik, arasidik ve gadoleik asit de içermektedir. Mikrodalga ısıtma boyunca yağ asitlerinin aldığı değerler Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde pirina

yağı için belirlenen limitler içinde yer almaktadır. Mikrodalga uygulamasında güç ve ısıtma süresindeki artış pirina yağının yağ asidi kompozisyonunda istatistiksel önemli farklar oluşturmamıştır.

Pirina yağının temel yağ asidi tekli doymamış yağ asidi olan oleik asittir. Isıtılmamış pirina yağının oleik asit içeriği %72.03 olup; diğer örneklerde mikrodalga ısıtma boyunca oleik asit %71.67-72.25 arasında değişen değerler almıştır. 700 W güçte 10 dakika boyunca ısıtılan yağlarda oleik asit miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir (%72.25). Farag ve ark. (1992) mikrodalga ısıtma işlemine tabi tuttukları pamuk tohumu ve palm yağlarının oleik asit içeriğini arttırdığını; Hassanein ve ark. (2003) ise mikrodalgada ısıttıkları mısır, yerfıstığı ve soya yağlarının oleik asit içeriğinin ısıtma süresi uzadıkça düşük oranda azaldığını ortaya koymuşlardır.

Pirina yağının ikinci baskın yağ asidi olan palmitik asit örneklerde %12.34-12.67 arasında değişen değerler almış ve ısıtma süresince dalgalanma göstermiştir. Linoleik asit çoklu doymamış yağ asididir ve işlem boyunca %10.74-11.08 arasında değişim göstermiştir.

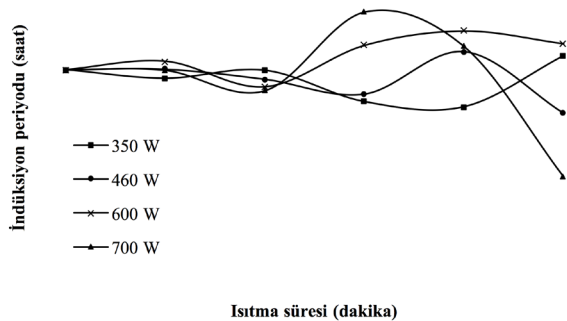
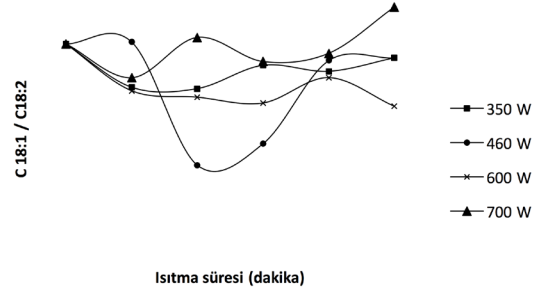
Pirina yağı yüksek oranda tekli doymamış yağ asidi içermektedir ve ısıtılmamış yağda tekli doymamış yağ asidi içeriği %73.64 düzeyindedir. Bu değer mikrodalga ısıtma boyunca dalgalanma göstermiş ve en yüksek değere 600 ile 700 W güçte 10 dakika ısıtma; en düşük değere ise 460 W güçte 5 dakikalık ısıtma sonucunda ulaşmıştır. Isıl işlem görmemiş pirina yağının doymuş yağ asidi içeriği ise %15.09 olarak belirlenmiştir. Isıtılan örneklerde 700 W güçte doymuş yağ asidi oranında azalma olurken; en düşük doymuş yağ asidi oranı 600 W' da 10 dakikalık işlem sonucunda elde edilmiştir. Pirina yağının çoklu doymamış yağ asidi (linoleik ve linolenik asitler) içeriği ise %11.7 düzeyindedir. Çoklu doymamış yağ asidi oranı mikrodalga ısıtma boyunca düzenli artış ve azalış göstermemiştir. Javidipour ve ark. (2016) mikrodalgada farklı sürelerde ısıttıkları soya yağının linoleik ve linolenik asit içeriklerinin düştüğünü bulmuşlardır. Topkafa ve Ayyıldız (2017) ile Caponio ve ark. (2003) mikrodalga ısıtma ile doymuş yağ asidi içeriğinde etkili bir değişim olmadığını ortaya koymuşlardır. Hassanein ve ark. (2003) ise çoklu doymamış yağ asitlerinin mikrodalgada ısıtma süresi uzadıkça azaldığını bildirmişlerdir. Majid ve ark. (2014) ısıtma işlemi bağli olarak tekli doymamış yağ asidi içeriğinin düşük oranda değişiklik gösterdiğini ve çoklu doymamış yağ asidi oranının ise azaldığını ortaya koymuşlardır. Abbas Ali ve ark. (2016) mısır yağının farklı güç ve sürelerde mikrodalgada ısıtmışlar, elde ettikleri sonuçlar ile mısır yağının linoleik asit içeriğinin azaldığını, palmitik, stearik ve oleik asit içeriklerinin ise arttığını ortaya koymuşlardır. Farklı güç ve sürelerde mikrodalgada ısıtılmış yağ örneklerinin hiçbirinde *trans* yağ asidi oluşumu gözlemlenmemiştir. Caponio ve ark. (2003), sızma zeytinyağı, rafine ayçiçek ve rafine yerfıstığı yağlarını mikrodalgada ısıtmışlar ve elde ettikleri yağları *trans* izomer içerikleri açısından incelemişlerdir. Sonuçlar mikrodalga uygulamanın *trans* izomer içeriğinde artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Topkafa ve Ayyıldız (2017) ise mikrodalgaya tabi tuttukları mısır yağının *trans* yağ asidi içeriğini incelemiş; süre ve sıcaklık arttıkça *trans* yağ asidi oluşumunun arttığını ortaya koymuşlardır. Mevcut çalışma, mikrodalga ısıtmanın pirina yağında *trans* oluşumunu inceleyen ilk çalışma niteliği taşımaktadır.

Çizelge 1. Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağının yağ asidi bileşimi (%)

	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1
Isıtılmamış Pirina Yağı										
	12.58ab	1.34abc	0.07ab	0.12ab	2.24ab	72.03abc	10.80ab	0.45ab	0.20abcd	0.14ab
350 W										
1 dk	12.55ab	1.26abc	0.07ab	0.12ab	2.25ab	72.03abc	10.92abc	0.45b	0.20abcd	0.13a
3 dk	12.54ab	1.27abc	0.07ab	0.11a	2.26ab	72.00abc	10.92abc	0.46b	0.19abcd	0.14ab
5 dk	12.52ab	1.26abc	0.07ab	0.12ab	2.24ab	72.09abc	10.87abcd	0.45b	0.20abcd	0.15ab
7 dk	12.57ab	1.28abc	0.06a	0.12ab	2.26ab	72.02abc	10.88abcd	0.44b	0.20abcd	0.15ab
10 dk	12.63ab	1.23ab	0.07ab	0.12ab	2.32ab	71.99abc	10.83abc	0.42ab	0.21bcd	0.16ab
460 W										
1 dk	12.67ab	1.13a	0.07abc	0.12ab	2.34b	72.05abc	10.80ab	0.42ab	0.22cd	0.15ab
3 dk	12.57ab	1.41bc	0.07abc	0.12ab	2.28ab	71.67a	11.08d	0.44b	0.19abcd	0.13a
5 dk	12.60ab	1.27abc	0.08bc	0.13ab	2.30ab	71.77ab	11.04cd	0.46b	0.20abcd	0.12a
7 dk	12.46ab	1.33abc	0.07ab	0.12ab	2.20a	72.13abc	10.87abcd	0.44b	0.20abcd	0.15ab
10 dk	12.60ab	1.22ab	0.07abc	0.12ab	2.27ab	72.02abc	10.84abcd	0.45b	0.22d	0.15ab
600 W										
1 dk	12.43ab	1.35abc	0.07ab	0.12ab	2.20a	72.10abc	10.94abcd	0.42ab	0.20abcd	0.15ab
3 dk	12.56ab	1.30abc	0.07ab	0.12ab	2.25ab	71.93abc	10.94abcd	0.44b	0.22d	0.15ab
5 dk	12.49ab	1.38bc	0.06a	0.12ab	2.21ab	71.98abc	10.96abcd	0.43ab	0.18abc	0.14ab
7 dk	12.60ab	1.33abc	0.08bc	0.12ab	2.27ab	71.94abc	10.88abcd	0.42ab	0.19abcd	0.14ab
10 dk	12.34a	1.48c	0.07abc	0.12ab	2.18a	72.14abc	10.99bcd	0.36a	0.16a	0.13a
700 W										
1 dk	12.47ab	1.34abc	0.07ab	0.12ab	2.22ab	72.10abc	10.91abcd	0.43b	0.17ab	0.15ab
3 dk	12.46ab	1.42bc	0.07ab	0.13ab	2.19ab	72.14abc	10.81ab	0.45b	0.17ab	0.14ab
5 dk	12.49ab	1.37bc	0.07ab	0.13ab	2.22ab	72.09abc	10.86abcd	0.44b	0.18abc	0.15ab
7 dk	12.42ab	1.38bc	0.08bc	0.14b	2.21ab	72.10abc	10.84abc	0.45b	0.17ab	0.18b
10 dk	12.46ab	1.34abc	0.07ab	0.13ab	2.23ab	72.25c	10.74a	0.44b	0.18abc	0.16ab

Farklı simgeler mikrodalga ısıtma (a-d), farklı güç ve süre uygulamalarının yağ örneklerinde ortaya koyduğu farkı simgelemektedir. Çizelgedeki veriler 2 (tekerlür) x 2 (paralel) = 4 verinin ortalamasıdır.

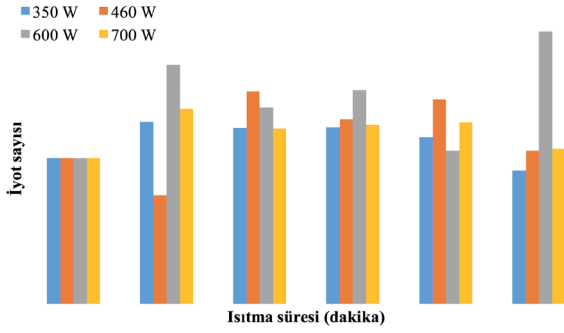
Mikrodalgada ısıtılmış pirina yağlarının oksidatif stabilitesi ransimat yöntemiyle belirlenmiştir. Bu yöntemde pirina yağları sıcaklık ve hava akışına maruz bırakılmış ve oksidasyon süreci hızlandırılmıştır. İkincil oksidasyon ürünlerinin oluşumuna kadar geçen süre indüksiyon süresi olarak bilinir ve yağların oksidasyona dayanıklılığını gösterir (Velasco ve ark., 2004). İndüksiyon süresi uzadıkça yağın oksidatif stabilitesi artmaktadır (Kowalski ve ark., 2004). Farklı güç ve sürelerde mikrodalga ısıtmaya tabi tutulmuş pirina yağlarının indüksiyon periyodundaki değişim Şekil 1’de verildiği gibidir. 350 W güçte 1, 5 ve 7 dakika boyunca ısıtılmış yağlarda indüksiyon süresi azalma gösterirken 3. ve 10. dakikalarda artış göstermiştir. 460 W güçte 7 dakika boyunca ısıtılmış örnekler dışında ısıtma süresi attıkça indüksiyon süresinde azalma gözlemlenmiştir. 600 W güçte indüksiyon süreleri dalgalanma göstermiştir. 700 W güçte indüksiyon sürelerinde 1, 3 ve 10 dakikalar boyunca ısıtılmış örneklerde azalma gözlemlenirken; 5. ve 7. dakikalarda bu azalma eğilimi değişmiştir. Marinova ve ark. (2001), beş farklı bitkisel yağ örneğini mikrodalgada ısıtmış ve elde ettikleri yağları ransimat cihazında 100°C’de oksidatif stabilite açısından incelemişlerdir. Sonuçlar oksidatif stabilitenin ısıtma işlem görmemiş yağlara oranla %29–65 arasında azaldığını ortaya koymuştur. Stefanoudaki ve ark. (1997) sızma zeytinyağı, mısır ve ayçiçek yağı kullanarak yaptıkları çalışmalarında; ransimat

**Şekil 1.** Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının indüksiyon periyotları (saat)**Şekil 2.** Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının C18:1/C18:2 oranları

cihazıyla belirlenen oksidatif stabilitenin azaldığını rapor etmişlerdir.

C18:1/C18:2 oranı bitkisel yağlarda oksidatif stabilitenin bir göstergesidir (Gallina-Toschi ve ark., 2005). Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının C18:1/C18:2 oranında meydana gelen değişimler Şekil 2’de verildiği gibidir. Mikrodalga fırında ısıtma işlemleri süresince pirina yağlarının C18:1/C18:2 oranları dalgalanma göstermiştir ve 700 W güçte 10 dakika ısıtma boyunca en yüksek oran gözlemlenirken, en düşük oran ise 460 W güçte 3 dakikalık ısıtma boyunca gözlemlenmiştir.

Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının iyot sayılarındaki değişim Şekil 3’de verildiği gibidir. Mikrodalga ısıtmaya tabi tutulmuş pirina yağlarının iyot sayılarına 350 W güçte 10 dakika ve 460 W güçte 1 dakikalık ısıtma işlemleri dışındaki tüm örneklerde artış gözlemlenmiştir. En yüksek iyot sayısına ise 600 W güçte 10 dakika işlem görmüş örnekte ulaşılmıştır. Anjum ve ark. (2006) ayçiçek tohumlarını 15 dakika boyunca mikrodalgada bekletmişler ve elde ettikleri tohumlardan yağ ekstrakte etmişlerdir. Bulgular mikrodalga uygulamanın iyot sayısında azalmaya neden olduğunu ortaya koymuştur. Javidipour ve ark. (2016) ise sızma zeytinyağı, rafine fındık, soya ve ayçiçek yağlarını ısıtarak



Şekil 3. Mikrodalga fırında farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının iyot sayıları

gerçekleştirdikleri çalışmalarında, mikrodalga ısıtma boyunca iyot sayısında azalma olduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ

Pirina yağı, yüksek oranda içerdiği tekli doymamış yağ asitleri sebebiyle diğer bitkisel sıvı yağlar arasında yüksek oksidatif stabilitesi ile dikkat çekmektedir. Pirina yağının farklı kullanım olanakları üzerine de çalışmalar yoğunlaşmış durumdadır. Pirina yağı farklı gıda ürünlerinde ingredient olarak kullanılabildiği gibi, kızartma işlemlerinde ve mikrodalga da kullanılabilir. Yapılan çalışma ile pirina yağının mikrodalgada kullanımının yağ kalitesi ve *trans* yağ içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı güç ve sürelerde ısıtılmış pirina yağlarının yağ asidi bileşiminde değişiklik meydana gelmediğini ve mikrodalga ısıtmanın yağ örneklerinde *trans* yağ asidi oluşumuna yol açmadığını ortaya koymuştur. Bulgular, pirina yağının mikrodalga dışında diğer ısıtma proseslerinde kullanımının –*trans* asit oluşturmaması sebebiyle– uygunluğunu araştırarak olan kapsamlı çalışmalar için veri niteliği taşımaktadır. Elde edilen bulguların literatüre katkı sağlayacağı ve çalışma çıktılarının pirina yağı ile üretilmiş model gıdaların mikrodalgada kullanımına ilişkin çalışmalara da ışık tutacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın laboratuvar analizleri sırasında teknik destek veren Aslı YILDIRIM ve Mesut UYANIK'a teşekkürlerimizizi sunarız.

KAYNAKLAR

Abbas AM, Hadi Bin Mesran M, Abd Latip R, Hidayu Othman N, Nik Mahmood NA (2016) Effect of Microwave Heating with Different Exposure Times on the Degradation of Corn Oil. *International Food Research Journal* 23: 842-848.

Albi T, Lanzón A, Guinda A, León M, Pérez-Camino MC (1997a) Microwave and Conventional Heating Effects on Thermoxidative Degradation of Edible Fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 3795-3798.

Albi T, Lanzón A, Guinda A, Pérez-Camino MC, Leon M (1997b) Microwave and Conventional Heating Effects on Some Physical and Chemical Parameters of Edible Fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 3000-3003.

American Oil Chemists' Society (2003) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, AOCS Press, IL, USA.

Anjum F, Anwar F, Jamil A, Iqbal M (2006) Microwave Roasting Effects on the Physico-chemical Composition and Oxidative Stability of Sunflower Seed Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83: 777-784.

Caponio F, Pasqualone A, Gomes T (2003) Changes in the Fatty Acid Composition of Vegetable Oils in Model Doughs Submitted to Conventional or Microwave Heating. *International Journal of Food Science and Technology* 38: 481-486.

Cerretani L, Bendini A, Rodriguez-Estrada MT, Vittadini E, Chiavaro E (2009) Microwave Heating of Different Commercial Categories of Olive Oil: Part I. Effect on Chemical Oxidative Stability Indices and Phenolic Compounds. *Food Chemistry* 115: 1381-1388.

Farag RS (1994) Influence of Microwave and Conventional Heating on the Quality of Lipids in Model and Food Systems. *Fett* 96: 215-222.

Farag RS, Hewedi FM, Abu-Raiia SH, El-Baroty GS (1992) Comparative Study on the Deterioration of Oils by Microwave and Conventional Heating. *Journal of Food Protection* 55: 722-727.

Gallina-Toschi T, Cerretani L, Bendini A, Bonoli Carbognin M, Lercker G (2005) Oxidative Stability and Phenolic Content of Virgin Olive Oil: An Analytical Approach by Traditional and High Resolution Techniques. *Journal of Separation Science* 28: 859-870.

Hassanein MM, El-Shami SM, El-Mallah MH (2003) Changes Occurring in Vegetable Oils Composition due to Microwave Heating. *Grasas y Aceites* 54: 343-349.

International Union of Pure and Applied Chemistry. (1987) Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives (7th ed.), IUPAC Method 2.301. Palo Alto, CA: Blackwell Scientific Publications.

Javidipour I, Erinç H, Baştürk A, Tekin A (2016) Oxidative Changes in Hazelnut, Olive, Soybean, and Sunflower Oils During Microwave Heating. *International Journal of Food Properties* 20:1-11.

Kowalski B, Ratusz K, Kowalska D, Bekas W (2004) Determination of the Oxidative Stability of Vegetable Oils by Differential Scanning Calorimetry and Rancimat Measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106: 165-169.

Lie Ken Jie MS, Yan-Kit C (1988) The Use of a Microwave Oven in the Chemical Transformation of Long Chain Fatty Acid Esters. *Lipids* 23: 367-369.

Majid I, Ashraf SA, Ahmad F, Khan MA, Azad ZA (2014) Effect of Conventional Heat Treatment on Fatty Acid Profile of Different Edible Oils Using Gas Chromatography. *International Journal of Biosciences* 4: 238-243.

Marinova E, Yanishlieva N, Toneva A, Psomiadou E, Tsimidou M (2001) Changes in the Oxidation Stability and Tocopherol Content in Oils during Microwave Heating. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 78: 529-533.

Stefanoudaki E, Koutsafakis A, Kotsifaki F (1997) Effect of Microwave Heating on Fatty Acid Composition and Quality Characteristics of Virgin Olive Oil, Corn Oil and Sunflower Oil. In III International Symposium on Olive Growing 474:671-676.

Topkafa M, Ayyildiz HF (2017) An Implementation of Central Composite Design: Effect of Microwave and Conventional Heating Techniques on the Triglyceride Composition and Trans Isomer Formation in Corn Oil. *International Journal of Food Properties* 20: 198-212.

Velasco J, Andersen ML, Skibsted LH (2004) Evaluation of Oxidative Stability of Vegetable Oils by Monitoring the Tendency to Radical Formation. A Comparison of Electron Spin Resonance Spectroscopy with the Rancimat Method and Differential Scanning Calorimetry. *Food Chemistry* 85: 623-632.

Yoshida H, Hirooka N, Kajimoto G (1990) Microwave Energy Effects on Quality of Some Seed Oils. *Journal of Food Science* 55: 1412-1416.

Yoshida H, Kondo I, Kajimoto G (1992) Effects of Microwave Energy on the Relative Stability of Vitamin E in Animal Fats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58: 531-534.