

# YER FISTIĞININ (*Arachis hypogaea*) BAZI FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ve FISTIK KAVURMADA MİKRODALGA UYGULAMASININ YAĞ ASİTLERİ BİLEŞİMİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

## SOME CHEMICAL, PHYSICAL PROPERTIES of RAW PEANUT (*Arachis hypogaea*) and MICROWAVE ROASTING EFFECT on FATTY ACID COMPOSITION OF PEANUT'S OIL

Feramuz ÖZDEMİR, Muharrem GÖLÜKCÜ, Ayhan TOPUZ  
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü - Antalya

**ÖZET:** Bu çalışmada ham yer fıstığının bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile fıstıkların kavurulmasında mikrodalga uygulamasının yağ asitleri bileşimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Mikrodalga fırında kavurulmuş Virginia tipi yer fıstıklarından V1 ve V2 örneklerinin sırasıyla palmitik asit içeriği %11,58-13,57, %11,37-14,24, stearik asit %1,98-2,65, %2,05-2,90 oleik asit %52,14-54,58, %51,55-55,13 linoleik asit %29,09-31,72, %29,12-31,50 behenik asit %0,50-1,38, %0,49-1,16 ve lignoserik asit %0,39-0,80, %0,27-0,91 arasında değişim göstermiştir.

Araştırma sonuçları mikrodalga fırında yer fıstığının başarı ile kavrulabileceğini göstermiştir.

**ABSTRACT:** In this study, some physical, chemical properties of raw peanuts and effects of microwave roasting on fatty acid composition of peanut's oil were investigated. Palmitic acid content of (Virginia type) peanut's oil roasted by using microwave oven was determined between 11.58-13.57%, 11.37-14.24%, stearic acid 1.98-2.65%, 2.05-2.90%, oleic acid 52.14-54.58%, 51.55-55.13%, linoleic acid 29.09-31.72%, 29.12-31.50%, behenic acid 0.50-1.38%, 0.49-1.16% and lignoseric acid 0.39-0.80%, 0.27-0.91% in V1 and V2 samples respectively.

This research showed that peanut can be successfully roasted by using microwave oven.

### GİRİŞ

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) *Leguminosae* familyasından olup, daha çok 40° güney ve 40° kuzey enlemleri arasında tropik ve subtropik bölgelerde tarımı yapılan bir bitkidir (ANON., 1996).

Yer fıstığının yaygın olarak tarımı yapılan Spanish, Runner, Virginia ve Valencia olmak üzere popüler dört tipi olmakla beraber Tennessee Red ve Tennessee White gibi tipleri de vardır. Bu fıstıklar özelliklerine (yağ içeriği, aroma, şekil ve boyut) göre farklı amaçlarla kullanılmaktadır (ANON. 1996).

Anayurdu Güney Amerika olan yer fıstığının 2000 yılında dünya üretim miktarı 34.522.077 ton olup, Çin Hindistan ve Nijerya üretimin en fazla yapıldığı ülkelerdir. Türkiye'de ise 2000 yılında üretim miktarı 90.000 ton olan yer fıstığının ağırlıklı olarak Akdeniz bölgesinde yer alan iler de tarımı yapılmaktadır (ANON., 2000; ARIOĞLU, 1999).

Yer fıstığı içerdiği yağ, protein, karbonhidrat, mineral madde ve vitaminler bakımından zengin oluşu, çerez ve diğer şekillerde tüketilebilmesi dolayısıyla insanlar için değerli bir besin kaynağıdır. Yer fıstığı özellikle E, K, tiamin ve niasin vitaminleri açısından zengin bir kaynaktır (ARIOĞLU, 1999; MONTEIRO, ve PRAKASH, 1996). Üretimin fazla yapıldığı ülkelerde özellikle yağ üretiminde kullanılan yer fıstığı, fıstık ezmesi, fıstık şekeri, kavularak kuruyemiş olarak tüketilmektedir. Ayrıca yağı alınmış küspe hayvan yemi olarak kullanılmakla beraber çeşitli gıdalara eklenerek insan gıdası olarak da değerlendirilebilmektedir. Yer fıstığı kabukları da değişik amaçlarla değerlendirilmektedir (ARIOĞLU 1999; NWOKOLO ve SMARTT, 1996; SINGH ve ark., 1996).

Kavurma işlemi yer fıstığına hem yağ hem de çerez üretiminde karakteristik özelliğini kazandırır (YOUNG ve SCHADEL, 1990). Bu bakımdan kavurma işlemi yer fıstığının değişik ürünlere işlenmesinde en

önemli ve kritik aşamadır. Fıstık kavurmada kuru ve yağlı kavurma olmak üzere iki temel metot kullanılmaktadır. Araştırmamız ve son yıllarda değişik amaçlarla hem mutfaklarda hemde teknolojik olarak kullanımı hızla artmakta olan mikrodalga fırınların yer fıstığı kavrulmasında kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Mikrodalga fırınlar bugünkü klasik kavurma yöntemine alternatif olarak kullanılabilir özelliklere sahiptir. Mikrodalgalar güçlü penetre etme gücü olan etkili bir enerji kaynağıdır. Mikrodalgaların sağladığı hızlı işlem süresi ve kullanımlarının uygun olması uygulama alanlarının hızla artmasına neden olmuştur (BOWS ve ark., 1999; ERCAN ve ark., 1989; MUDGETT, 1988, 1989; NOTT ve ark., 1999; ODURA ve CLARKE 1999; RAMASWAMY ve VAN DE VOORT 1990).

Gıda endüstrisinde mikrodalgalar ön ısıtma, ısıtma, koyulaştırma, kurutma, dondurulmuş halde kurutma, kavurma, fırınlama, haşlama, pastörizasyon, sterilizasyon ve sıvı dezenfektanların uçurulması gibi birçok amaçla kullanılmaktadır (ERCAN ve ark., 1989; MUDGETT, 1989).

Genel olarak gıdaların işlenmesinde mikrodalga kullanılımasının besin değerinin korunması bakımından diğer bilinen yöntemlere göre önemli farklılıklar meydana getirmediği bildirilmektedir (TÖMEK ve SERDAROĞLU, 1988). Hatta mikrodalgaların sağladığı hızlı işlem süresi dolayısı ile ısıya duyarlı bileşenlerin yüksek sıcaklığa daha kısa süre maruz kaldığı için daha az zarar gördüğünü ve bu yöntemle besin değeri daha yüksek gıdaların üretilebileceği belirtilmektedir (RUIZLOPEZ ve ark., 1995). Mikrodalga ile işlemin birçok gıda da değişik besin bileşenleri üzerine etkileri konusunda birçok araştırma yapılmıştır (SHAHIDI ve ark., 1997; SRIWATANAPONGSE ve ark. 1991; UHEROVA ve ark., 1993; YOSHIDA ve ark., 1997; YOSHIDA ve TAKAGI 1997).

Bu çalışma ile farklı mikrodalga uygulamaları ile kavrulmuş yer fıstığından elde edilen yağın yağ asidi bileşimi tespit edilerek mikrodalga fırınların bu amaç için kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ham maddenin (yer fıstığı) özellikleri de ortaya konmuştur.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırmada kullanılan yer fıstıkları Virginia tipi olup 2000 yılında Adana (V1) ve Antalya (V1) bölgesinde üretim yapan çiftçilerden temin edilmiştir.

### Yöntem

Kavurma işlemi mikrodalga fırında üç farklı güçte, ve her güçte üç farklı sürede gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Yer fıstıkları kabukları ile birlikte Beko mikrodalga fırının (BKMD 1550) döner tepsi üzerine homojen olarak serilerek kavurulmuştur. Araştırmada kullanılan kavurma süreleri ön denemelerle belirlenmiştir. Mikrodalga fırının çalışma voltajı 230V, frekansı 2450 MHz, dalga boyu  $10^7 \text{Å}$  dur.

Yer fıstıklarında bin tane ağırlığı ELGÜN ve ark. (1999), su içeriği, toplam protein, toplam yağ ve kül miktarı ANON. (1983)'e göre belirlenmiştir. Örneğin yağ

yakma metodu (KACAR, 1972) ile yakılarak elde edilen ekstraktın atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Varian SpectrAA-400 Plus) absorbansının okunması ile K, Ca, Mg, MN, Fe, Zn ve Cu miktarı saptanmıştır (ANON., 1989). P ise elde edilen ekstraktın Barton çözeltisi ile renklendirilerek spektrofotometrede (Shimadzu UV-160A) 430 nm dalga boyunda absorbansının ölçülmesi ile belirlenmiştir.

Yağ asitleri bileşimi ise yağın metil esterlerinin hazırlanarak gaz kromatografisi cihazında GARCHES ve MANCHA (1993)'ya göre belirlenmiştir. 0,005-0,01 g yer fıstığı yağı 8 ml hacimli sızdırmaz kapaklı tüpe konulmuştur. Örnek üzerine metil alkol, benzen 2,2-dimetoksipropan ve sülfirik asitten oluşan 3 ml reaksiyon

Çizelge 1. Yer Fıstıklarının Kavrulmasında Uygulanan Mikrodalga Koşulları

MG (Watt)	1330			931			665		
US (dakika)	2	3	4	3	4	5	8	10	12

MG: Mikrodalga gücü, US: Uygulama süresi

karışımı ve 2 ml heptan eklenmiştir. Daha sonra örnek 80°C'ye ayarlanmış su banyosunda 2 saat reaksiyona terkedilmiş ve oda sıcaklığında iki faz oluşuncaya kadar bekletilmiştir. Yağ asitleri metil esterlerini içeren üst fazdan Gaz kromatografi cihazına (Fisons Inst. HRGC Mega 2) 3 µl enjekte edilerek analiz edilmiştir. Gaz kromatografinin çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Kolon : Kapiler (25m\* 0.25mm ID)

Kolon sıcaklığı: 150 °C'den 200°C'ye 5°C/dak. hızla yükseltilmektedir.

Dedektör : FID (H<sub>2</sub> ve Kuru hava)

Dedektör sıcaklığı : 260°C

Taşıyıcı gaz: Helyum, taşıyıcı gaz hızı: 1 ml/dak.  $\approx$  150 kPa

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250°C

Araştırmadan elde edilen sonuçlar varyans analizine ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Ortalama değerler yanında standart sapma değerleri de verilmiştir (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1987).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Yer fıstıklarının bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. İki farklı yer fıstığının özellikleri gerek bölgesel iklim farklılığı ve gerekse de toprak farklılığından dolayı birbirinden farklılıklar göstermektedir. Adana'da yetiştirilen yer fıstıklarının (V1) ortalama tane ağırlığı Antalya'da yetiştirilenlere (V2) oranla daha yüksek iken, iç oranları daha düşük, dolayısıyla da kabuk oranı daha fazla olduğu tespit edilmiştir. İçte kırmızı kabuk oranının ise her iki fıstıkta

da aynı olduğu belirlenmiştir Çizelge 2. Yer Fıstıkların Bazı Fiziksel Özellikleri  $\pm$  Standart Sapma

(Çizelge 2). Mısır'da yetiştirilen bir fıstık çeşidinde (Giza 5) iç oranı %73,2 ve içte kırmızı kabuk oranı ise %2,1 olarak belirlenmiştir (EL-ZALAKI ve ark., 1996). Bulgularımız ile bu

araştırma sonuçları arasında az da olsa farklılık olmuştur. Bu farklılığın gerek çeşit farklılığı ve gerekse de bölgesel ve iklimsel farklılıklardan ileri geldiği düşünülebilir.

Yer fıstıklarının kimyasal bileşimi Çizelge 3'de verilmiştir. Bu iki örneğin kimyasal kompozisyonu bir birinden önemli oranda farklılık göstermiştir. İnsan beslenmesinde önemli gıda bileşenlerinden yağ Adana'da yetiştirilen (V1) fıstıkta; protein ise Antalya'da yetiştirilen (V2) fıstıkta daha yüksek tespit edilmiştir. Mısır'da

Çizelge 3. Yer Fıstıkların Bazı Kimyasal Özellikleri  $\pm$  Standart Sapma

Çeşit	% Yağ	% Protein	% Kül	% Su
V1	49,83 <sup>a</sup> $\pm$ 0,63	27,25 <sup>b</sup> $\pm$ 0,44	2,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09	3,71 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05
V2	43,70 <sup>b</sup> $\pm$ 0,16	29,29 <sup>a</sup> $\pm$ 0,74	2,12 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	3,84 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09

Farklı harf indeksleri ortalamaların p <0,05 seviyesinde ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

tiksel olarak önemli (p>0,05) bir farklılık göstermemiştir. Bilindiği gibi yağlı tohumların su içeriğinin depolanma stabilitesi üzerine önemli etkisi vardır.

Fıstıkların mineral madde bileşimi Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmiştir. Potasyum, kalsiyum, çinko, mangan ve

Çizelge 4. Yer Fıstıklarının Makro Besin Elementleri Ortalamaları (mg/kg)  $\pm$  Standart Sapma

Çeşit	K	Ca	Mg
V1	3484 <sup>a</sup> $\pm$ 22	1101 <sup>a</sup> $\pm$ 15	1298 <sup>b</sup> $\pm$ 9
V2	3249 <sup>b</sup> $\pm$ 10	997 <sup>b</sup> $\pm$ 13	1391 <sup>a</sup> $\pm$ 20

Farklı harf indeksleri ortalamaların p <0,05 seviyesinde ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

yetiştirilen Giza 5 çeşidi yer fıstıklarının içte kuru madde üzerinden %50 yağ ve %25 protein içerdiği belirtilmiştir (EL-ZALAKI ve ark., 1996). örneklerin su ve kül içerikleri istatis-

**Çizelge 5. Yer Fıstıklarının Mikro Besin Elementleri Ortalamaları ± Standart Sapma (mg/kg)**

Çeşit	Zn	P	Cu	Fe	Mn
V1	133,86 <sup>a</sup> ±1,46	97,88 <sup>b</sup> ±2,38	52,71 <sup>a</sup> ±2,47	41,14 <sup>b</sup> ±0,81	16,92 <sup>a</sup> ±0,50
V2	113,25 <sup>b</sup> ±1,56	105,32 <sup>a</sup> ±1,42	38,42 <sup>b</sup> ±1,60	46,03 <sup>a</sup> ±1,18	15,80 <sup>b</sup> ±0,02

Farklı harf indeksleri ortalamaların p <0,05 seviyesinde birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

bakır elementleri V1 fıstığında daha yüksek iken fosfor, magnezyum ve demir ise V2 fıstığında daha yüksek bulunmuştur. Mineral madde kompozisyonundaki bu farklılığın en önemli nedeni bölgesel farklılıklar, kültürel tedbirler olabilir. Çeşitin aynı olması, bileşim farklılıklarının yetiştirme ortamı ve koşullarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Yağ asitleri bileşimi, yağın bir çok özelliği hakkında fikir vermesi ile yağın kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Ayrıca beslenme açısından da bu dağılımın bilinmesi oldukça yararlıdır. Yer fıstıklarının yağ asitleri bileşimi Çizelge 6'da verilmiştir. Her iki bölgede yetiştirilen örneklerin yağ asitleri bileşiminin önemli bir kısmını oleik ve linoleik asitler oluşturmaktadır. V1 fıstıklarında oleik linoleik asit toplamı %83,75, V2 fıstıklarında ise bu oran %82,67 olarak belirlenmiştir. Bu fıstıklarda toplam doymuş yağ asiti oranları sırasıyla %16,25 ve %17,33 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri her iki yağda da palmitik, stearik, oleik, behenik ve lignoserik asitlerden oluşmakta olup bunların önemli bir kısmı palmitik ve stearik asitlerdir (Çizelge 6). Yapılan bir çalışmada yer fıstığının yağ asitleri bileşimi; %12,1 palmitik asit, %3 stearik, %44,4 oleik, %32,4 linoleik, %2,5 araşidik, %2,3 behenik ve %3,4 lignoserik asit olarak bildirilmiştir (HAMILTON ve BHATI, 1987). Bir diğer çalışmada ise yer fıstığının yağ asitleri bileşiminin %8,4 palmitik asit, %2 stearik, %47,4 oleik, %37,5 linoleik, %1,2 araşidik ve %1,6 behenik şeklinde olduğu rapor edilmiştir (ARIOĞLU, 1999). Bulgularımız ile literatür verileri arasında paralellik söz konusudur. Mevcut farklılıklar değişik faktörlerden kaynaklanabilmektedir. Nitekim bazı araştırma sonuçları yetiştirme bölgesi farklılığının yağ asitleri bileşimi üzerine önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir (BANSAL ve ark., 1993; GROSSO ve ark., 1994; HINDS, 1995).

**Çizelge 6. Yer Fıstığı Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi (%) ± Standart Sapma**

		Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Behenik	Lignoserik
Çeşit	V1	11,28 <sup>b</sup> ±0,05	3,18 <sup>a</sup> ±0,03	52,46 <sup>a</sup> ±0,05	31,29 <sup>a</sup> ±0,02	0,95 <sup>a</sup> ±0,03	0,84 <sup>a</sup> ±0,03
	V2	13,48 <sup>a</sup> ±0,05	2,99 <sup>b</sup> ±0,04	51,92 <sup>b</sup> ±0,04	30,75 <sup>b</sup> ±0,09	0,36 <sup>b</sup> ±0,02	0,49 <sup>b</sup> ±0,02

Çerez olarak tüketilmek istenilen yer fıstıkları hoşça giden tat ve aroma oluşumunu sağlamak amacıyla kavrulmaktadır. Bu amaçla örnekler mikrodalga fırında üç farklı güçte (1330, 931 ve 665 Watt) ve her güçte üç farklı sürede kavurma işlemine tabi tutulmuştur. Ön denemelerle belirlenen bu sürelerden daha kısa süre kavruan örneklerin, yapılan tadımlar sonunda kavrulmuş yer fıstığının beğenilen karakteristik tat ve aromasına sahip olmadığı, belirlenen sürelerden daha uzun süre ile kavruanlarda ise yanık tat ve aromanın oluştuğu gözlenmiştir. Yer fıstığını mikrodalga fırında kavurma süresinin ve çeşit farklılığının örneklerin yağ asiti kompozisyonu üzerine olan etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 7. Mikrodalga Fırında 1330 Watt Güçte Kavrulmuş Yer Fıstıkları Yağının Yağ Asitleri Bileşimi (%) ± Standart Sapma.**

		Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Behenik	Lignoserik
Çeşit	V1	11,86 <sup>a</sup> ±0,19	2,39 <sup>b</sup> ±0,16	53,64 <sup>b</sup> ±0,51	31,00 <sup>a</sup> ±0,59	0,63 <sup>b</sup> ±0,11	0,48 <sup>a</sup> ±0,07
	V2	11,76 <sup>a</sup> ±0,46	2,75 <sup>a</sup> ±0,13	54,60 <sup>a</sup> ±0,50	29,71 <sup>b</sup> ±0,44	0,79 <sup>a</sup> ±0,29	0,51 <sup>a</sup> ±0,18
Süre	S1	12,17 <sup>a</sup> ±0,23	2,41 <sup>b</sup> ±0,22	54,52 <sup>a</sup> ±0,36	30,15 <sup>a</sup> ±0,25	0,62 <sup>b</sup> ±0,15	0,37 <sup>b</sup> ±0,09
	S2	11,75 <sup>b</sup> ±0,26	2,66 <sup>a</sup> ±0,15	53,74 <sup>c</sup> ±0,32	30,52 <sup>a</sup> ±0,69	0,83 <sup>a</sup> ±0,36	0,53 <sup>a</sup> ±0,10
	S3	11,52 <sup>c</sup> ±0,14	2,65 <sup>a</sup> ±0,27	54,09 <sup>b</sup> ±1,06	30,38 <sup>a</sup> ±1,39	0,69 <sup>b</sup> ±0,07	0,60 <sup>a</sup> ±0,06

Farklı harf indeksleri p <0,05 seviyesinde ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

Palmitik asit içeriği her iki fıstık yağında da mikrodalga fırın güçlerindeki azalma ile bir artış göstermiştir. Kavrurma süresinin etkisi göz önüne alındığında ise denemede uygulanan üç mikrodalga gücünde de 1. kavrurma sürelerindeki palmitik asit içeriği ikinci ve üçüncü kavrurma sürelerine oranla daha düşük oranda olmuştur. 1330 Watt mikrodalga gücünde ikinci sürede tespit edilen palmitik asit içeriği üçüncü kavrurma süresine oranla daha düşük iken 931 ve 665 Watt güçlerde bu oranlar bir birine yakın olmuştur.

**Çizelge 8. Mikrodalga Fırında 931 Watt Güçte Kavrulmuş Yer Fıstıkları Yağının Yağ Asitleri Bileşimi (%) ± Standart Sapma.**

		Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Behenik	Lignoserik
Çeşit	V1	12,87 <sup>a</sup> ±0,20	2,21 <sup>b</sup> ±0,20	52,59 <sup>a</sup> ±0,33	30,80 <sup>a</sup> ±0,57	1,06 <sup>a</sup> ±0,25	0,65 <sup>a</sup> ±0,15
	V2	12,90 <sup>a</sup> ±0,35	2,44 <sup>a</sup> ±0,17	52,23 <sup>b</sup> ±0,55	30,84 <sup>a</sup> ±0,48	1,01 <sup>a</sup> ±0,05	0,66 <sup>a</sup> ±0,17
Süre	S1	12,91 <sup>a</sup> ±0,23	2,16 <sup>b</sup> ±0,20	52,54 <sup>a</sup> ±0,40	30,52 <sup>b</sup> ±0,38	1,06 <sup>b</sup> ±0,04	0,81 <sup>a</sup> ±0,07
	S2	12,67 <sup>b</sup> ±0,06	2,44 <sup>a</sup> ±0,26	52,52 <sup>a</sup> ±0,39	30,59 <sup>b</sup> ±0,33	1,17 <sup>a</sup> ±0,20	0,61 <sup>b</sup> ±0,12
	S3	13,06 <sup>c</sup> ±0,34	3,38 <sup>a</sup> ±0,07	52,17 <sup>b</sup> ±0,62	31,36 <sup>a</sup> ±0,31	0,88 <sup>c</sup> ±0,12	0,53 <sup>b</sup> ±0,09

Farklı harf indeksleri p<0,05 seviyesinde ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

Mikrodalga fırında kavrulmuş olan yer fıstığı yağının stearik asit içeriği ham yağdaki oranına göre palmitik asitin tersine uygulanan güçteki azalışa paralel olarak bir azalış göstermiştir. Kavrulan örnekler incelendiğinde de genel olarak da V1 örneklerinin yağında bulunan stearik asit oranı V2 örneklerinin yağında bulunan stearik asit oranından daha düşük olmuştur. Kavrurma süresinin stearik asit içeriği üzerine olan etkisi incelendiğinde ise her üç kavrurma süresinde de 931 Watt güçte kavrulan örneklerin bu yağ asidi içeriği diğerlerine oranla daha düşük olmuştur. Kavrurma süresindeki artış ile bu yağ asidinde düzenli bir artış ya da azalış olmamıştır.

**Çizelge 9. Mikrodalga Fırında 665 Watt Güçte Kavrulmuş Yer Fıstıkları Yağının Yağ Asitleri Bileşimi (%) ± Standart Sapma.**

		Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Behenik	Lignoserik
Çeşit	Ç1	13,18 <sup>a</sup> ±0,26	2,16 <sup>b</sup> ±0,15	53,38 <sup>a</sup> ±0,84	30,01 <sup>a</sup> ±0,69	0,72 <sup>a</sup> ±0,15	0,54 <sup>a</sup> ±0,12
	Ç2	12,97 <sup>b</sup> ±0,89	2,28 <sup>a</sup> ±0,26	53,42 <sup>a</sup> ±0,44	30,08 <sup>a</sup> ±1,02	0,67 <sup>a</sup> ±0,12	0,58 <sup>a</sup> ±0,08
Süre	S1	13,58 <sup>a</sup> ±0,62	2,16 <sup>b</sup> ±0,10	53,14 <sup>b</sup> ±0,38	29,88 <sup>b</sup> ±0,79	0,63 <sup>b</sup> ±0,13	0,59 <sup>a</sup> ±0,12
	S2	12,71 <sup>c</sup> ±0,32	2,31 <sup>a</sup> ±0,34	54,17 <sup>a</sup> ±0,35	29,43 <sup>c</sup> ±0,31	0,81 <sup>a</sup> ±0,08	0,57 <sup>ab</sup> ±0,08
	S3	12,93 <sup>b</sup> ±0,68	2,19 <sup>ab</sup> ±0,17	52,88 <sup>c</sup> ±0,07	30,83 <sup>a</sup> ±0,65	0,65 <sup>b</sup> ±0,12	0,52 <sup>b</sup> ±0,11

Farklı harf indeksleri p<0,05 seviyesinde ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

Mikrodalga fırında 1330 ve 665 Watt mikrodalga güçlerinde kavrulmuş yer fıstıklarının her ikisinde de ham tohum yağının oleik asit içeriğine göre bir artma söz konusu iken 931 Watt mikrodalga gücünde kavrulan örnekler ham yağla benzerlik göstermiştir. Kavrurma süreleri ele alındığında ise stearik asitte olduğu gibi oleik asitte de en düşük oranlar her üç sürede de 931 Watt güçte kavrulan örnekte tespit edilmiştir. Aynı zamanda kavrurma süresindeki artışla bu yağ asidi miktarında bir azalma olmuştur. 1330 Watt ve 665 Watt güçlerde ise kavrurma süresindeki artışla bu yağ asidi miktarında düzenli bir artış ya da azalış olmamıştır.

Yer fıstığı yağının önemli doymamış yağ asitlerinden ve esansiyel yağ asitlerinden biri olan linoleik asit ise ham yer fıstıklarına oranla her iki örnekte de kavrurma işlemi sırasında mikrodalga fırında uygulanan güçlerdeki azalma ile miktarında oransal bir azalma olmuştur. Kavrurma süreleri değerlendirildiğinde ise stearik ve oleik asidin tam tersine linoleik asit miktarı her üç kavrurma süresinde de en yüksek 931 Watt mikrodalga gücünde işlenen örnekte tespit edilmiştir. Aynı şekilde kavrurma süresindeki artış ile de bu yağ asidi miktarı artmıştır. Ancak 1330 ve 665 Watt mikrodalga güçlerinde diğer yağ asitlerinde olduğu gibi yine düzenli değişim olmamıştır.

Yer fıstığı yağında miktarca az bulunan iki yağ asidinden biri olan behenik asit miktarı ise en yüksek değere her iki örnekte de 931 Watt mikrodalga gücünde kavurma işleminde ulaşmıştır. 1330 ve 665 Watt mikrodalga güçlerindeki behenik asit miktarları ise miktar olarak biri birine benzerlik göstermiştir. Kavurma sürelerinin bu yağ asidi üzerine olan etkisi incelendiğinde ise yine linoleik asitte olduğu gibi en yüksek değerlere denemede uygulanan her üç sürede de 931 Watt mikrodalga gücünde ulaşılmıştır. 1330 ve 665 Watt mikrodalga güçlerinde ise bu yağ asidi miktarları benzerlik göstermiştir.

Mikrodalga fırında kavruken yer fıstıkları yağları içinde lignoserik asit içeriği en yüksek 931 Watt güçte kavruken örneklerde tespit edilmiştir. Her üç mikrodalga gücünde de V2 fıstıklarının bu yağ asidi içeriği miktarı V1 fıstığına oranla daha yüksek olmuştur. Bu yağ asidi miktarı üzerine kavurma süresinin etkisi incelendiğinde 665 Watt mikrodalga gücünde süredeki artışla yağ asidi miktarında önemli bir değişim olmamıştır. Oysa 1330 Watt güçte süredeki artışla bu yağ asidi miktarında bir artış olurken 931 Watt mikrodalga gücünde tam tersi söz konusu olmuştur.

Araştırma sonuçları mikrodalga fırınların ya da sürekli mikrodalga sistemlerinin kabuklu veya kabuksuz yer fıstığını kavurmada kullanılabileceğini, işlemin klasik kavurma sistemlerine göre daha hızlı yapılabildiğini, mikrodalga uygulamasının gıda bileşenlerinin kompozisyonu üzerinde olumsuz bir değişime neden olmadığını ancak mikrodalga fırında işlemin optimizasyonu için yeni çalışmalara gereksinim olduğunu göstermiştir.

## KAYNAKLAR

- ANONİM. 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Yayın No: 62, Ankara, 875 sayfa.
- ANONYMOUS. 1989. Analytical Methods. Varian Australia Pty. Ltd. Mutgrave Victoria, Publication No: 85, Australia.
- ANONYMOUS. 1996. Peanuts and Their Classification Under The Harmonized Tariff Schedules. Published by U.S. Customs Service.
- ANONYMOUS. 2000. Fao Production Year Book, Rome.
- ARIOĞLU, H. 1999. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 220, Adana, 175 sayfa.
- BANSAL, U.K., SATIJA, D.R., AHUJA, K.L. 1993. Oil Composition of Diverse Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes in Relation to Different Environments. Journal of the Science of Food and Agriculture 63 (1) 17-19.
- BOWS, J.R., PATRICK, M.L., JANES, R., METAXAS, A.C.R., DIBBEN, D.C. 1999. Microwave Phase Control Heating. Int. Journal of Food Sci. and Tech. 34: 295-304.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 sayfa.
- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z., CERTEL, M., KOTANCILAR H.G. 1999. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No: 867, Erzurum, 245 sayfa.
- EL-ZALAKI, L.M., GOMAA, E.G., ABDEL-RAHMAN, A.Y. 1996. Physical Properties and Chemical Composition of Egyptian Peanut Variety Giza 5. Rivista-Italiana-delle-Sostanze-Grasse 73 (8) 375-376.
- ERCAN, B., ACAR, J., AŞKIN, O. 1989. Mikrodalgalar, Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları ve Mikroorganizmaların Üzerine Etkileri. Gıda 14 (3) 141-148.
- GARCES, R., MANCHA, M. 1993. One Step Lipid Extraction and Fatty Acids Methyl Esters Preparation from Tree Plant Tissues. Analytical Biochem. 211: 139-143.
- GROSSO, N.R., LAMARQUE, A., MAESTRI, D.M., ZYGADIO, J.A., GUZMAN, C.A. 1994. Fatty Acid Variation of Runner Peanut (*Arachis hypogaea* L.) among Geographic Localities from Cordoba (Argentina). JAOCS 71 (5) 541-542.
- HAMILTON, R.J., BHATI, A. 1987. Recent Advances In Chemistry and Technology of Fats and Oils, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex, 1611 8JU, England.
- HINDS, M.J. 1995. Fatty Acid Composition of Caribbean-Grown Peanuts (*Arachis hypogaea* L.) at Tree Maturity Stages. Food Chem. 53 (1) 7-14.
- KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. A.Ü. Zir. Fak. Yay., Ankara, 453 sayfa.
- MONTEIRO, P.V., PRAKASH, V. 1996. Alternation of Functional Properties of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Protein Fractions by Chemical and Enzymatic Modification. J. of Food Sci. and Tech. (Mysore) 33 (1) 19-26.
- MUDGETT, R.E. 1988. Electromagnetic Energy And Food Processing. J. of Microwave Power and Electromagnetic Energy 23 (4) 225-230.
- MUDGETT, R.E. 1989. Microwave Food Processing. Food Tech. 1: 117-126.

- NOTT, K.P., HALL, D.L., BOWS, J.R., HALE, M., PATRICK, M.L. 1999. Three-Dimensional MRI Mapping of Microwave Induced Heating Patterns. *Int. J. of Food Sci. and Tech.* 34: 305-315.
- NWOKOLO, E., SMARTT, J. 1996. *Food and Feed from Legumes and Oilseeds*. Chapman and Hall, London.
- ODURA, I., CLARKE, B. 1999. The Quality Assessment Of Gari Produced by Using Microwave Energy. *Int. J. of Food Sci. and Tech.* 34: 365-370.
- RAMASWAMY, H., VAN DE VOORT, F.R. 1990. Microwave Applications in Food Processing. *Can. Inst. J. of Food Sci. Tech.* 23 (1) 17-21.
- RUIZ-LOPEZ, M.D., ARTCHO, R., FERNANDEZ, M.A.P., GARCIA, H.L., MARTINEZ, MC.L. 1995. Stability of  $\alpha$ -Tokoferol in Virgin Olive Oil During Microwave Heating. *Lebensm. - Wiss.u.-Technol.* 28: 644-646.
- SHAHIDI, F., AISHIMA, T., ABOU- GHARBIA, H.A., YOUSSEF, M. AND SHEHATA, A.A.Y. 1997. Effect of Processing on Flavor Precursor Amino Acids Volatiles of Sesame Paste (Tehina). *JAOCS* 74 (6) 667-678.
- SINGH, U., SRIDHAR, R., DWIVEDI, S.L., NIGAM, S.N., JAMBUNATHAN, R., 1996. Evaluation of Blanching Quality in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. of Food Sci. and Tech. (Mysore)* 33 (3) 211-214.
- SRIWATANAPONGSE, A., ŞÜMNU, G. AND BAYINDIRLI, A., 1991. Peroxidase Inactivation and Ascorbic Acid Degredation of Selected Vegetables During Microwave Blanching. *Gıda* 16 (4) 233-236.
- TÖMEK, S.O. SERDAROĞLU, M. 1988. Microwave Yöntemiyle Eterin Pişirilmesi. *Ege Üniv. Müh. Fak. Derg., Seri: B, Gıda Müh.* 6 (1) 111-124.
- UHEROVA, R., HOZOVA, B., SMIRNOV, V. 1993. The Effect of Microwave Heating on Retention of Some B Vitamins. *Food Chem.* 46 (3) 293-295.
- YOSHIDA, H., TAKAGI, S. 1997. Microwave Roasting and Positional Distribution of Fatty Acids of Phospholipids in Soybeans (*Glycine max* L.). *JAOCS* 74 (8) 915-921.
- YOSHIDA, H., TAKAGI, S., KAJIMATO, G., YAMAGUCHI, M. 1997. Microwave Roasting and Phospholipids in Soybeans (*Glycine max* L.) at Different Moisture Contents. *JAOCS* 74 (2) 117-124.
- YOUNG, C.T., SCHADEL, W.D. 1990. Light and Scanning Electron Microscopy of the Peanut (*Arachis hypogaea* L. cv. florum) Cotyledon After Roasting. *Food Structure* 9 (1) 69-73.