

MİKRODALGA FIRINDA PIŞİRMENİN ETLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ*

EFFECT OF MICROWAVE COOKING ON QUALITY PROPERTIES OF MEATS

Ayla SOYER ve Nuray KOLSARICI

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü

ÖZET: Günümüzde gelişen teknolojinin ürünlerinden biri olan mikrodalga fırın kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Gıdaların pişirilmesi ve pişirilmiş-dondurulmuş gıdaların ısıtılması, donmuş gıdaların çözündürülmesi, kurutulması ve mikroorganizmaların öldürülmesi gibi değişik amaçlarla mikrodalgalardan yararlanılmaktadır.

Mikrodalga uygulamasının olumlu yönü, kısa sürede ve az enerji harcayarak ısıtma yapmasıdır. Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesi ise, zaman ve enerji tasarrufu sağlaması yönünden tercih edilirken, pişmiş etin kalite özelliklerinin korunmasında uygulanan mikrodalga enerji, pişirme süresi ve pişirilen etin boyutu etkili olmaktadır.

Bu yazıda, mikrodalga fırında pişirmenin etlerin kalite özelliklerine etkisi, diğer pişirme yöntemleriyle kıyaslamalı olarak anlatılmıştır.

SUMMARY: The use of microwave oven as a further technologic product has rapidly increased. Microwaves have been used for various purposes such as cooking of food, heating of cooked-frozen food, defrosting of frozen food, drying of food and destroying of microorganisms.

Some of the increasing popularity of the microwave applying are to have a short heating time and energy saving. Meat cooking in microwave oven is also preferred due to the saving time and energy. Quality properties of meat cooked in microwave oven widely depend on applied microwave energy, cooking time and the size of cooked meat.

In this paper, the effect of microwave cooking on quality properties of meat was discussed comparing with the other cooking methods.

GİRİŞ

Dünyada gittikçe artan beslenme sorunu, besin değeri yüksek ve kaliteli gıda üretmede yeni teknikler ve prosesler uygulanmadıkça çözümlenemez. Bu prosesler içinde sağladığı büyük zaman ve enerji tasarrufu nedeniyle mikrodalga kullanımının önemi büyüktür.

Mikrodalga enerjisi gıda endüstrisinde gıdaların pişirilmesi, pişirilmiş dondurulmuş gıdaların ısıtılması, çözündürülmesi, kurutulması ve mikroorganizmaların öldürülmesi gibi çok değişik amaçlarla kullanılmaktadır (KORSCHGEN ve ark., 1976; MONTGOMERY ve RAMSEY, 1977; REUTER, 1980; YOUNATHAN ve ark., 1984; MUDGETT, 1989).

Konvansiyonel (geleneksel) fırınlarda ısı, gıdanın yapısına bağlı olarak konveksiyon ve kondüksiyon yoluyla iletilir. Öncelikle gıda, fırın içerisindeki sıcak hava ile konveksiyon yoluyla ısınır, daha sonra ısı, ısıtılmış dış yüzeyden kondüksiyon yoluyla gıdanın iç kısmına iletilir. Ancak gıda içerisinde ısı iletimi yüksek olmadığından ısınma oldukça zaman alır. Oysa mikrodalga fırınlarda mikrodalga enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü, bu dalgaların mikroskobik emme sistemi tarafından emilmesi ve daha sonra enerjinin emici madde moleküllerinde ısı titreşimlere degradesyonu şeklindedir. Yani mikrodalga fırınlarda ısı, soğuk ürünün dış tabakasına sıcak havanın kondüksiyonu ile değil, gıdanın kendisinin yarattığı ısı ile ulaşmaktadır. Mikrodalgalar gıdaya penetre olmakta ve enerjilerini gıdalarda mevcut su gibi dipolar ya da iyonik moleküllere transfer etmektedir. Gıdada dipolar moleküllerin fazlalığı, hızlı ısı transferine neden olarak çabuk pişmeyi oluşturur (ZIPRIN ve CARLIN, 1976; MOORE ve ark., 1980; CURNETTE, 1980; BODRERO ve ark., 1980; GROSS ve FUNG, 1982).

Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesinin, konvansiyonel fırınlarda pişirilenlere göre teorikte bazı avantajları (KRAMLICH ve ark., 1973; CREMER, 1982; HOFFMAN ve ZABIK 1985; MATTHEWS, 1985) ve dezavantajları (KYLEN ve ark., 1964; LEIVE, 1967; ZIPRIN ve CARLIN, 1976) vardır:

- Avantajları: - Daha kısa pişirme süresi,
- Çok süratli ve uniform ısıtma yapması,
- Daha az enerji harcaması.

* I. Ulusal Beslenme ve Diyetetik Kongresi (14-16 Ekim 1992)'nde tebliğ olarak sunulmuştur.

- Dezavantajları: - Daha fazla etsi flavor,
 - Yetersiz et rengi ve gevreklik,
 - Kabuk oluşumunun olmaması.

Mikrodalga fırın, toplu tüketim yerlerinde, gıda sanayinde ve evlerde etler için şu amaçlarla kullanılmaktadır:

- 1) Donmuş etlerin çözündürülmesinde,
- 2) Ön pişirme yapıp dondurulmuş et ürünlerinin çözündürülmesinde,
- 3) Tavuk ve hindi etlerinin ön pişirilmesinde veya pişirilmesinde,
- 4) Dondurulmuş et ürünlerinin pişirilmesinde (köfte, hamburger, et somunu vd.) .

Mikrodalga Fırında Pişirmenin Etin Besin Öğelerine Etkisi

Rutubet, yağ ve protein üzerine etkisi: Mikrodalga fırında pişirilen etlerin genelde rutubet ve yağ içeriği, geleneksel yöntemlerle pişirilenlerden daha düşük (KYLEN ve ark., 1964; PENNER ve BOWERS, 1973; JANICKI ve APPLIEDORF, 1974; ZIPRIN ve CARLIN, 1976; BALDWIN ve ark., 1976; CROSS ve FUNG, 1982), protein içeriği ise daha yüksek (GAT'KO, 1965; BALDWIN ve ark., 1976; CROSS ve FUNG, 1982; KARAKAYA ve KAVAS, 1992) olmaktadır (Çizelge 1).

Mikrodalga fırında pişirilen etlerde yağ içeriğinin düşük oluşu nedeniyle, özellikle yağsız diyet uygulayan kişiler için mikrodalga pişirme önerilmektedir (JANICKI ve APPLIEDORF, 1974).

Mikrodalga ve konvansiyonel pişirme yöntemleri, etlerin kolesterol içeriğinde önemli sayılabilecek bir fark yaratmamaktadır. Etlerin doymuş ve doymamış yağ asitleri yönünden ise mikrodalga fırında pişirme, doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranını, diğer konvansiyonel pişirme yöntemlerinden daha fazla artırmaktadır (Çizelge 2) (JANICKI ve APPLIEDORF, 1974).

Çizelge 1. Mikrodalga ve Konvansiyonel Yöntemlerle Pişirilen Etlerin Rutubet, Yağ ve Protein içeriklerinin Karşılaştırılması

Et örneği	Pişirme yöntemi					
	Mikrodalga (%)			Konvansiyonel (%)		
	Rutubet	Yağ	Protein	Rutubet	Yağ	Protein
Et köftesi ¹	56,0	12,0	-	58,0	14,2	-
Sığır parça et ²	52,9	15,1	30,8	59,9	11,3	28,5
Sığır eti somunu ³	58,6	11,7	-	64,2	10,0	-
Kuzu eti ²	59,1	7,5	32,3	60,7	8,1	27,3
Tavuk eti ⁴	-	1,9	-	-	2,0	-

¹ JANICKI ve APPLIEDORF (1974) ² BALDWIN ve ark. (1976) ³ ZIPRIN ve CARLIN (1976) ⁴ FIKUL (1985)

Mikrodalga fırında pişirilen etlerde, konvansiyonel yöntemlerle pişirilenlerden daha fazla azot tutulduğu belirlenirken, serbest amino asit düzeylerinin ise, konvansiyonel pişirmede, mikrodalga pişirmeden daha fazla olduğu bildirilmektedir. Özellikle de lösin ve valin amino asitleri retansyonu konvansiyonel pişirme yöntemlerinde daha fazla olmaktadır (Çizelge 3) (BALDWIN ve ark., 1976).

Pişirme işlemi sırasında proteinlerde oluşan değişmelerin çoğu, pişirmenin başlangıcında, 40-65°C'ler arasında olduğundan, mikrodalga fırında pişirmenin proteinleri daha fazla etkilediği bildirilmektedir (HAMM ve DEATHERAGE, 1960; PENNER ve BOWERS, 1973).

Vitamin ve Mineral Üzerine Etkisi: Mikrodalga fırında pişirilen etlerin mineral içeriği genelde konvansiyonel fırında pişirilenlerden daha düşük bulunmaktadır. Özellikle fosfat ve demir yönünden mikrodalga fırında pişirilen etlerde daha az retansiyon belirlenmektedir (Çizelge 4). Fakat genelde etteki vitamin ve mineral içeriği yönünden pişirme yöntemleri arasında benzerlik bulunmaktadır (REAM ve ark., 1974; BALDWIN ve ark., 1976; CROSS ve FUNG, 1982; DAHL-SAWYER ve ark., 1982).

Çizelge 2. Et Köftesinin Toplam Lipid Ekstraktındaki % Yağ Asitleri Kompozisyonuna Mikrodalga ve Konvansiyonel Pişirme Yöntemlerinin Etkisi

Yağ asidi	Pişirme Yöntemi			
	Çiğ	Kızartma	Izgara	Mikrodalga
10	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,1	0,1	0,1	0,1
14	2,8	2,8	2,7	2,8
14:1	1,8	1,5	1,8	1,9
14:2	0,4	0,4	0,4	0,5
16	27,1	25,4	25,9	25,6
16:1	5,5	5,1	5,8	6,0
17	1,2	1,3	1,2	1,1
16:2	0,7	0,8	0,8	0,8
18	16,4	15,3	14,4	14,4
18:1	39,5	42,0	42,0	41,4
18:2	2,4	3,6	2,7	3,1
20	0,2	0,2	0,2	0,2
18:3	1,2	1,2	1,2	1,2
22	0,2	0,2	0,2	0,3
20:4	0,3	0,3	0,4	0,6
Doymuş	48,1	45,5	44,8	44,6
Doymamış	51,8	55,1	55,1	55,5
Doymamış/Doymuş	1,07	1,21	1,23	1,24

Kaynak : JANICKI ve APPLIEDORF (1974)

Mikrodalga fırında pişirmenin etteki vitaminler üzerine etkisi ile ilgili olarak suda çözünür vitaminler fazlaca çalışılmıştır (BALDWIN ve ark., 1976; CROSS ve FUNG, 1982). Vitamin retansiyonu üzerinde yapılan çalışmalarda özellikle tiaminin en fazla alıkonulan vitamin olduğu belirlenmiştir (NOBLE ve GOMES, 1962; KYLEN ve ark., 1964; KAHN ve LIVINGSTON, 1970; BALDWIN ve ark., 1976). Etteki tiamin yıkımının mikrodalgaya maruz kalmadan çok ısıtma ile ilgili olduğu bildirilmektedir (BALDWIN ve ark., 1976; CROSS ve FUNG, 1982; DAHL-SAWYER ve ark., 1982).

Etlerin riboflavin ve niasin retansiyonunun ise konvansiyonel fırında pişirilenlerde, mikrodalgada pişirilenlerden daha fazla olduğu bildirilmektedir (THOMAS ve ark., 1949; NOBLE ve GOMES, 1962; BALDWIN ve ark., 1976).

Mikrodalga fırında pişirilen sığır eti, tavuk ve hindi göğüs etleri pridoksin içeriği yönünden konvaksiyonel yöntemle pişirilenlere göre oldukça yüksek, domuz eti ise daha düşük bulunmuştur (CROSS ve FUNG, 1982; KLEIN, 1982). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada ise, mikrodalga fırında pişirilen sığır nuar kasının riboflavin, niasin ve pridoksin içeriği ve alıkonma değerlerinin elektrikli fırında pişirilenlerden daha yüksek olduğu, bu yüksekliğin nedeninin ise, mikrodalga fırında pişirme için gerekli sürenin, elektrikli fırında pişirmeden daha kısa olması ve elektrikli fırında pişirilen kasta oluşan kayıpların, uzun pişirme süresi ve damlama suyundaki kayıplardan kaynaklanabileceği bildirilmektedir (KARAKAYA ve KAVAS, 1992).

Çizelge 3. Mikrodalga ve Konvansiyonel Fırında Pişirilen Sığır Etlerinin Serbest Amino Asit İçerikleri(Kuru-yağsız üründe mg/g)

Serbest Amino asit	Çiğ et	Pişmiş sığır eti	
		Mikrodalga	Konvansiyonel
Taurin	0,76	0,56	0,62
Aspartik asit	0,36	0,08	0,11
Treonin	0,28	0,18	0,22
Serin	0,38	0,24	0,30
Glutamik asit	2,68	1,05	1,12
Prolin	0,00	0,00	0,00
Glisin	0,45	0,30	0,32
Alanin	1,96	1,29	1,52
Valin	0,35	0,25	0,35
Metiyonin	0,22	0,13	0,19
İzolösin	0,27	0,17	0,23
Lösin	0,56	0,35	0,49
Tirozin	0,32	0,19	0,25
B-alanin	0,03	0,00	0,00
Fenilalanin	0,33	0,21	0,33
Ornithin	0,09	0,05	0,05
Lisin	0,42	0,26	0,33
Histidin	0,21	0,13	0,17
Anserin	3,06	2,54	3,09
Karnosin	19,22	14,92	17,44
Arginin	0,50	0,34	0,34
Toplam	32,49	23,22	27,42

Kaynak: BALDWIN ve ark. (1976)

Mikrodalga Fırında Pişirmenin Etin Duyusal Özelliklerine Etkisi

Konvansiyonel fırınlarda ete ısı girişi, dışardan içeriye doğru ısının kondüksiyonu yoluyla olmakta, ve "kızarma" meydana gelmektedir. Bu durum etin yüzeyinde iç kısımdan daha yüksek sıcaklığa neden olmaktadır. Bu koşullar altında kahverengileşme ortaya çıkmakta, sonuçta karakteristik renk ve flavor gelişmektedir. Mikrodalga pişirmede ise elektromanyetik dalgalar, etteki spesifik bileşenlerle interaksiyona girerek, bunun sonucunda oluşan ısı ile çabuk pişme meydana gelmektedir. Daha kısa sürede pişme oluşmasına karşın ette alışlagelmiş renk ve flavor yetersiz kalmaktadır (ZIPRIN ve CARLIN, 1976).

Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesinin başlıca dezavantajları renk, gevreklik ve flavor üzerine olumsuz etkileridir (KYLEN ve ark., 1964). Etin yalnız pişirilmesi durumunda, mikrodalga fırında pişirilenlerde yoğun etsi koku hissedilmesine karşın, et ürünlerinin pişirilmesinde bu durum bariz olmamaktadır. Sığır eti somunu ile yapılan bir çalışmada mikrodalga ve konvansiyonel fırında pişirilen somunlara aynı flavor değerleri verilmiştir (ZIPRIN ve CARLIN, 1976).

Çizelge 4. Mikrodalga ve Konvansiyonel Fırında Pişirilen Etlerin Vitamin ($\mu\text{g/g}$), Mineral ($\mu\text{g/g}$) İçerikleri ve Retansiyonları (%)

Et örneği		Pişmiş et		% Retansiyon	
		M.dalga	Konvs.	M.dalga	Konvs.
Sığır eti ¹	Vitamin				
	Tiamin	0,89	0,92	61	69
	Riboflavin	2,00	1,79	98	99
	Niasin	45,54	43,94	94	104
Kuzu eti ²	Tiamin	1,96	1,93	52	52
	Riboflavin	3,78	4,03	88	98
	Niasin	44,56	43,14	71	86
Sığır eti ³	Mineral				
	Sodyum	398	432	68	89
	Klor	377	339	78	87
	Fosfor	2162	2086	75	98
	Demir	21	19	70	98
Kuzu eti ⁴	Sodyum	508	658	65	74
	Klor	583	630	64	67
	Fosfor	2286	2279	77	92
	Demir	21	24	73	110

Kaynak: BALDWIN ve ark. (1976)

¹ Çiğ sığır eti: 1,06 $\mu\text{g/g}$ tiamin, 1,45 $\mu\text{g/g}$ riboflavin, 34,83 $\mu\text{g/g}$ niasin

² Çiğ kuzu eti: 2,61 $\mu\text{g/g}$ tiamin, 2,82 $\mu\text{g/g}$ riboflavin, 37,21 $\mu\text{g/g}$ niasin

³ Çiğ sığır eti: 379 $\mu\text{g/g}$ sodyum, 337 $\mu\text{g/g}$ klor, 1889 $\mu\text{g/g}$ fosfor, 19 $\mu\text{g/g}$ demir

⁴ Çiğ kuzu eti: 581 $\mu\text{g/g}$ sodyum, 618 $\mu\text{g/g}$ klor, 1835 $\mu\text{g/g}$ fosfor, 17 $\mu\text{g/g}$ demir.

Hindi etlerinin mikrodalga fırında tekrar ısıtılması sonucu elde edilen flavorun, konvansiyonel fırında ısıtılan etlerdekinden daha yoğun olduğu belirlenirken (CIPRA ve ark., 1971), gevreklik, sululuk ve flavor bakımından tavuk etleri biraz daha sert, kuru ve daha yoğun flavora sahip bulunmuştur (Çizelge 5) (CULOTTA ve CHEN, 1973).

Çizelge 5. Suda ve Mikrodalga Fırında Pişirilen Tavuk Beyaz ve Kırmızı Etleri için Duyusal Test Sonuçları (*)

Duyusal faktörler	M.dalga but eti	Suda haşlama but eti	M.dalga göğüs eti	Suda haşlama göğüs eti
Flavor	2,12	1,96	2,79	2,38
Sululuk	2,12	1,62	2,96	2,33
Gevreklik	1,96	1,88	3,71	2,00

Kaynak: CULOTTA ve CHEN (1973)

(*): 1-9 arasında puanlar verilmiş ve 1'e doğru edilebilirlik artmıştır.

Mikrodalga Fırında Pişirmenin Enerji Tüketimi, Pişirme Süresi ve Verim Üzerine Etkisi

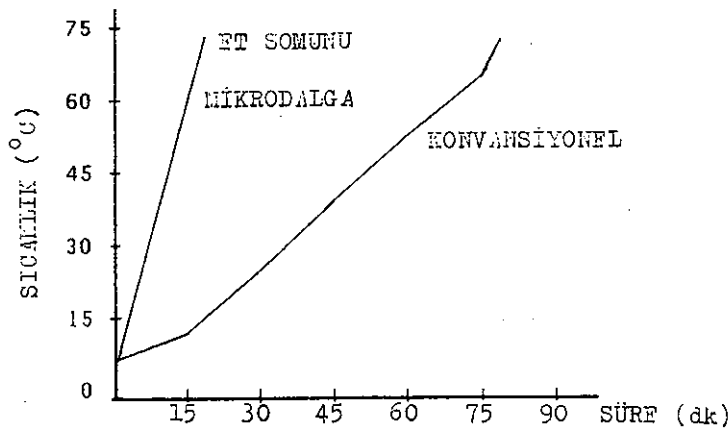
Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesinde, enerji tüketiminin konvansiyonel fırınlardaki enerji tüketimiyle kıyaslandığında oldukça az olduğu görülmektedir. Bir konveksiyon fırınında, pişirme sırasında kullanılan toplam enerjinin sadece %31-44'ünün ürün tarafından absorbe edildiği, geri kalanının ise çevreye yayılarak kaybolduğu bildirilirken (COLLISON, 1979), mikrodalga ısıtmada teorik olarak enerjinin %65'inin kazanıldığı bildirilmektedir (SNYDER, 1978). Yapılan bir çalışmada, hamburger tipi et ürünlerinin mikrodalga fırında pişirilmesinde çok az enerji kullanıldığı bildirilmiştir (Çizelge 6) (CREMER, 1982).

Çizelge 6. Mikrodalga ve Gazlı Fırında Pişirilen Hamburgerlerde Enerji Kullanımı

	Hamburger	
	Mikrodalga	Konveksiyon
Enerji kullanımı (BTU)	9365,0	31313,3
Isıtmadan önceki sıcaklık (°C) ort.	17,2	9,3
Isıtmadan sonraki sıcaklık (°C) ort.	91,1	83,4
Ortalama sıcaklık (°C) yükselişi	73,9	74,1
Kullanılan her BTU için sıcaklık (°C) yükselişi	0,0079	0,0024

Kaynak: CREMER (1982)

Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesi, pişme süresini önemli ölçüde kısaltmaktadır (Şekil 1) (CULOTTA ve CHEN, 1973; PENNER ve BOWERS, 1973; JANICKI ve APPLIEDORF, 1974; ZIPRIN ve CARLIN, 1976). Mikrodalga fırında pişirilen etlerde ısı penetrasyonu, konvansiyonel fırında pişirilenlerden yaklaşık dört kat daha hızlı olmaktadır. Örneğin, mikrodalga fırında etin son iç sıcaklığının 74°C'ye ulaşması için geçen süre 19 dakika olurken, 163°C'deki elektrikli fırında bu süre 78 dakika olmuştur. Mikrodalga fırında pişirilen ette ısı penetrasyon oranı 3,7°C/dk iken, konvansiyonel fırında bu oran 0,9°C/dk olmuştur (ZIPRIN ve CARLIN, 1976).



Şekil 1. Son iç sıcaklık 74°C olana kadar mikrodalga ve konvansiyonel fırında pişirilen et somunundaki sıcaklık yükselişi.

Kaynak: ZIPRIN ve CARLIN (1976)

Mikrodalga fırında pişirme, etlerde daha fazla rutubet kaybına neden olmakta ve dolayısıyla daha fazla pişme kaybına yani daha düşük verime neden olmaktadır. Buna karşın, konvansiyonel fırında pişirilen etlerde verim daha yüksek olmaktadır (CULOTTA ve CHEN, 1973; PENNER ve BOWERS, 1973; JANICKI ve APPLIEDORF, 1974; ZIPRIN ve CARLIN, 1976).

Mikrodalga fırında pişirilen etlerde oluşan pişme kaybının büyük bir kısmını evaporatif kayıplar oluştururken, konvansiyonel fırında pişirilen etlerdeki kayıpların çoğu sızma (damlama) yoluyla olmaktadır (Çizelge 7) (CULOTTA ve CHEN, 1973; ZIPRIN ve CARLIN, 1976).

Çizelge 7. Mikrodalga ve Konvansiyonel Yöntemlerle Pişirilen Etlerdeki Pişirme Kayıpları (%)

Et örneği (işlem)	Pişirme Kayıpları (%)		Kaynak
	Mikrodalga	Konvansiyonel	
Et somunu ¹ (Pişirme)	26,0	19,0	ZIPRIN ve CARLIN (1976)
Tavuk eti ² (ön pişirme)			CULOTTA ve CHEN (1973)
-Göğüs	22,5	16,0	
-But	26,3	13,0	
-Kanat	19,7	3,9	

¹ Konvansiyonel pişirme: 163°C'deki elektrikli fırında,

² Konvansiyonel pişirme: 85,0; 87,8 ve 90,6°C'deki suda haşlama

Mikrodalga Fırında Pişirmenin Mikrobiyolojik Kalite Üzerine Etkisi

Mikrodalga fırında pişirilen etlerin mikroorganizma yükünün azaltılmasında ürünün tipi ve büyüklüğü, mikrodalga ile ısıtma süresinin belirlenmesinde önemli faktörlerdir.

Mikrodalga fırında pişirilen etlerde, diğer yöntemlerle pişirilenlerden daha fazla sayıda canlı mikroorganizma kaldığı bildirilmektedir (LEON CRESPO ve ark., 1977; LEON CRESPO ve OCKERMAN, 1977; OCKERMAN ve ark., 1977; FUNG ve CUNNINGHAM, 1980; FRUIN ve GUTHERZ, 1982). Etlerde daha fazla sayıda canlı bakteri kalmasıyla ilgili yorumlar ise; 1) mikrodalgada pişirilen ürünlerde ulaşılan son iç sıcaklıklardaki düzensizlik, 2) pişirilen etlerin boyutlarındaki uniformsuzluk, 3) besin öğelerinin mikrodalga enerjisi farklı yoğunluklarda absorbe etmesidir (LEON CRESPO ve ark., 1977; CURNETTE, 1980).

Mikrodalga pişirmenin kısa süreli olması, etteki mikroorganizmaların daha az sürede sığağa maruz kalmasına neden olur. Örneğin, mikrodalga fırında pişirilen parça etler, konvansiyonel fırında pişirilenlerle karşılaştırıldığında mikrobiyel popülasyondaki azalma daha düşük olmuştur (SPITE, 1984).

Özellikle büyük parça halindeki hindi ve tavuk etleri mikrodalgada pişirildiğinde mikrobiyel güvenilirlik sorun olmaktadır. Diğer yandan, Dünyadaki gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarının %36'sının tavuk ve hindi etinden kaynaklandığı da (LITCHFIELD, 1973) düşünülürse, bu tür ürünlerin mikrodalgada pişirilmesine dikkat edilmelidir.

Mikrodalga fırında pişirilen etlerdeki mikroorganizma yıkımının daha etkili olması için etlerin; 1) olabildiğince homojen büyüklükte ve yapıda olması, 2) mikrodalga fırına en uygun şekilde yerleştirilmesi, 3) pişirilecek etin türü ve boyutu dikkate alınarak, belirtilen pişirme süresinden daha önce mikrodalga fırından çıkarılmaması gereklidir.

SONUÇ

Etlerin mikrodalga fırında pişirilmesi, uygun süre ve güçte pişirildiğinde besin öğeleri ve kalite yönünden konvansiyonel fırında pişirilenlerle aynı, hatta daha iyi düzeyde olabilmektedir.

Çok az emek ve zaman harcayarak yemek hazırlama kolaylığı sağlayan mikrodalga fırın kullanımının, ülkemizdeki popülaritesinin de gittikçe arttığı düşünülürse, gerek etlerin ve gerekse diğer gıdaların pişirilmesinde, besin değerinin korunması ve mikrobiyolojik güvenirliliğin tam olarak sağlanabilmesi için bu alanda halen yapılmakta olan çalışmaların daha da artırılması ve gelişmelerin pratiğe aktarılması gereklidir. Mikrodalga alanında yapılması gereken çalışmalar; 1) Mikrodalga fırınlardaki uniformsuzluk giderilmelidir. Bu uniformsuzluk, mikrodalgada pişirilen ürünün son iç sıcaklığında geniş varyasyonlara neden olmaktadır (CARLIN ve ark., 1982; FRUIN ve GUTHERZ, 1982), 2) Mikrodalga ekipmanında değişebilir güç ayarı geliştirilmelidir. Böylece ısıtma oranı daha iyi kontrol edilebilecek ve sonuçta besin retansiyonu daha iyi sağlanacaktır (HOFFMAN ve ZABIK, 1985), 3) Mikrodalga fırınlarında ısıtma düzeyinin daha iyi kontrol edilebileceği ekipman dizaynına ihtiyaç duyulmaktadır (SELMAN, 1991), 4) Uygulanan

enerjinin ürüne tamamen etki etmesi için uygun, mikrodalga edilebilir ambalaj malzemelerinin yaygınlaşması gereklidir. Böylece ürünün son iç sıcaklığındaki değişimler azaltılabilecek ve sonuçta mikrobiyel yıkım daha etkili olacaktır (FUNG ve CUNNINGHAM, 1980; BALDWIN, 1982).

KAYNAKLAR

- BALDWIN, R.E., KORSHGEN, B.M., RUSSEL, M.S., MABESA, L., 1976. Proximate Analysis, Free Amino Acid, Vitamin and Mineral Content of Microwave Cooked Meat. J. Food Sci. 41, 762.
- BALDWIN, R.E., 1982. Microwave Cooking: An Overview, J. Food Protect., 45, 1178.
- BODRERO, K.O., PEARSON, A.M., MAGEE, W.T., 1980. Optimum Cooking Times for Flavor Development and Evaluation of Flavor Quality of Beef Cooked by Microwave and Conventional Methods, J. Food Sci., 45, 613.
- CARLIN, F., ZIMMERMANN, W., SUNDBERG, A., 1982. Destruction of Trichina Larvae in Beef-Pork Loaves Cooked in Microwave Ovens. J. Food Sci., 47, 1046.
- CIPRA, J.A., BOWERS, J.A., HOOPER, A.S., 1971. Precooking and Reheating of Turkey. J. Am. Dietet. Assoc., 58, 38.
- COLLISON, R., 1979. Energy Consumption during Cooking. J. Food Tech., 14, 173.
- CREMER, M.L., 1982. Sensory Quality and Energy Use for Scrambled Eggs and Beef Patties Heated in Institutional Microwave and Convection Ovens. J. Food Sci., 47, 871.
- CROSS, G.A., FUNG, D.Y.C., 1982. The Effect of Microwaves on Nutrient Value of Foods. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, April.
- CULOTTA, J.T., CHEN, T.C., 1973. Hot Water and Microwave Energy for Precooking Chicken Parts: Effects on Yield and Organoleptic Quality. J. Food Sci., 38, 860.
- CURNETTE, B., 1980. Principles of Microwave Radiation. J. Food Prot., 43, 618.
- DAHL-SAWYER, C.A., JEN, J.J., HUANG, P.D., 1982. Cook Chill Food Service System with Conduction, Convection and Microwave Reheat Subsystems. Nutrient Retention in Beef Loaf, Potatoes and Peas. J. Food Sci., 47, 1089.
- FRUIN, J.T., GUTHERTZ, L.S., 1982. Survival of Bacteria in Food Cooked by Microwave Oven, Convectional Oven and Slow Cookers. J. Food Protect., 45, 695.
- FUNG, D.Y.C., CUNNINGHAM, F.E., 1980. Effect of Microorganisms in Foods. J. Food Protect., 43, 641.
- GATKO, N.N., 1965. Food Technology. Changes in Meat during High Frequency Heating. 1. Nitrogenous Losses. Isv. Vyshilch. uchebn. Zavedenii, Pishchevaya Tekhnol., 6, 65.
- HAMM, R., DEATHERAGE, R.E., 1960. Changes in Hydration, Solubility and Changes of muscle Proteins during Heating of Meat. Food Res., 25, 587.
- HOFFMAN, C.J., ZABIK, M.E., 1985. Effects of Microwave Cooking Reheating on Nutrients and Food Systems: A Review of Recent Studies. J. Am. Diet. Assoc., 85, No. 8.
- JANICKI, L.J., APPLIEDORF, H., 1974. Effects of Broiling, Grill Frying and Microwave Cooking on Moisture, Some Lipid Components and Total Fatty Acids of Ground Beef, J. Food Sci., 39, 715.
- KAHN, L.N., LIVINGSTON, G.E., 1970. Effect of Heating Methods on Thiamine Retention in Fresh or Frozen Prepared Foods, J. Food Sci., 35, 349.
- KARAKAYA, S., KAVAS, A., 1992. Et ve Patatesin Bazı Besin Öğeleri Üzerine Mikrodalga Pişirmenin Etkileri. Gıda Müh. Kongresi Tebliğ Notları, 27 Nisan-1 Mayıs 1992. 391 s. İzmir.
- KLEIN, B.P., 1982. Effect of Processing on Nutritive Value of Food: Microwave Cooking. Hand Book of Nutritive Value of Processed Food. Vol. 1, Rechigl., M(Ed.) CRC Press, USA.
- KORSCHGEN, B.M., BALDWIN, R.E., SNIDER, S., 1976. Quality Factors in Beef, Pork and Lamb Cooked by Microwave. J. Am. Dietet. Assoc., 69, 635.
- KRAMLICH, W.E., PEARSON, A.M., TAUBER, F.W., 1973. Processed Meat. AVI Publ. Com. Inc., Wesport, Connecticut.
- KYLEN, A.J., McGRATH, B.H., HALLMARK, E.L., VAN DYNE, F.O., 1964. Microwave and Conventional Cooking of Meat. Thiamine Retention and Palatability. J. Am. Dietet. Assoc., 45, 139.
- LEIVE, A., 1967. The Meat Handbook. The AVI Publ. Com. Inc. Publ. Com. Inc. Wesport, Connecticut.
- LEON CRESPO, F., OCKERMAN, H.W., 1977. Thermal Destruction of Microorganisms in Meat by Microwave and Convectional Cooking. J. Food Protect., 40, 442.
- LEON CRESPO, R., OCKERMAN, H.R., IRVIN, K.M., 1977. Effect of Conventional and Microwave Heating on *Pseudomonas putrefaciens*, *Streptococcus faecalis*, and *Lactobacillus plantarum* in Meat Tissue. J. Food Prot., 40, 588.
- LITCHFIELD, J.H., 1973. *Salmonella* and the Food Industry Methods for Isolation, Identification, and Enumeration. CRC Crit. Rew. Food Technol., 3, 415.
- MATTHEWS, M. E., 1985. Microwave Ovens-Effects on Food Quality and Safety J. Am. Diet. Assoc., 85, No. 8.
- MONTGOMERY, T.H., RAMSEY, C.B., 1977. Microwave and Conventional Precooking of Hot and Cold Processed Pork Loins. J. Food Sci., 42, 310.
- MOORE, L.J., HARRISON, D., DAYTON, A.D., 1980. Differences Among Top Round Steaks Cooked by Dry or Moist Meat in a Conventional or Microwave Oven. J. Food Sci., 45, 777.
- MUDGETT, R.E., 1989. Microwave Food Processing, Food Technol., 43, 1.
- NOBLE, I.W., GOMEZ, L., 1962. Vitamin Retention in Meat Cooked Electronically. J. Am. Dietet. Assoc. 58, 38.

- OCKERMAN, H.W., LEON CRESPO, R., CAHILL, V.R., PLIMPTON, R.F.Jr., IRVIN, K.M., 1977. Microorganism Survival in Meat Cooked in Microwave Ovens. Ohio Report, 62, 38.
- PENNER, K.K., BOWERS, J.A., 1973. Flavor and Chemical Characteristics of Conventionally and Microwave Reheated Pork. J. Food Sci., 38, 553.
- PIKUL, J., 1985. Oxidation Products in Chicken Meat after Frozen Storage, Microwave and Convection Oven Cooking, Refrigerated Storage, and Reheating, Poultry Sci., 64, 93.
- REAM, E.E., WILCOX, E.B., TAYLOR, F.G., BENNETT, J.A., 1974. Tenderness of Beef Roasts. J. Am. Dietet. Assoc., 65, 155.
- REUTER, H., 1980. Das Dielektrische Erwärmen Von Lebensmitteln. Teil Z, Neure Anwendungen in der Industriellen Verarbeitung, JFL 31 1, 7-12.
- SELMAN, J.D., 1991. Microwave Technology. Advances in Catering Technology-4. R Collison (Ed), Horton Pub., Badford.
- SNYDER, O.P.Jr., 1978. The Role of Microwave Oven in Reducing Energy Consumption in Food Service. J. Microwave Power, 13 (3), 263.
- SPITE, G.T., 1984. Microwave-Inactivation of Bacterial Pathogens in Various Controlled Frozen Food Composition and in a Commercially Available Frozen Food Product. J. Food Prot., 47, 458.
- THOMAS, M.H., BRENNER, S., EATON, A., CRAIG, V., 1949. Effect of Electronic Cooking on Nutritive Value of Foods. J. Am. Diete. Assoc., 25, 39.
- YOUNATHAN, M.T., FALR, A.J., LAIRD, D.L., 1984. Microwave Energy as a Rapid-Thaw Method for Frozen Poultry, Poultry Sci., 63, 265.
- ZIPRIN, Y.A., CARLIN, A.G., 1976. Microwave and Conventional Cooking in Relation to Quality and Nutritive Value of Beef and Beef-Soy Loaves, J. Food Sci., 41, 4.