

MİKRODALGA FIRININ SIVI BESİYERİNDE VE KONTAMİNE YİYECEKLERDE ÇEŞİTLİ MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE BAKTERİSİD ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Uzm.Diyetisyen Feryal ERVERDİ*/
Prof.Dr. Candan BOZOK JOHANSSON**

Kontamine edilerek hazırlanan kıyma, peynir, pilav ve haşlanmış patates üzerine mikrodalganın etkisini araştırdığımız bu çalışmada kıyma ; *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* ile, peynir; *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Listeria* ile, pilav; *Salmonella typhimurium*, *Basillus cereus* ve *Shigella flexneri* ile, haşlanmış patates ; *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Flavobacterium acidificum* ile kontamine edilmiş besinler iki gruba ayrıldı. Gruplardan birisi 24 saat buzdolabında bekletilirken, diğer grup buzdolabında bekletilmeden mikrodalga fırına kondu. Buzdolabında bekleme kıymaya kontamine edilen bakterileri daha dayanıklı hale getirirken, diğer besinlerde bir fark olmadı. 60 " süre ile ısıtılan kıymada ve 30 " süre ile ısıtılan peynirde ürüme yokken 45 " süre ile ısıtılan pilav örneğinde *Salmonella typhimurium* ve *typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* üremiştir. Sıvı besiyerindeki bakteri kültürleri üzerine mikrodalganın etkisi araştırıldığında 25 " sonunda sporlu bakterilerin canlı kaldığı gözlemlendi. Mikrodalganın fırının pişme süresi sonunda sterilizasyon yapmaması, sporlu bakterileri öldürmemesi, ısının çabuk yükselmesi ve mikroorganizmaların bu ısıya kısa süre maruz kalması ile açıklanabilir.

GİRİŞ

Elektromagnetik dalgaların sterilizasyona etkisi çeşitli araştırmalara konu olmuş ve bu dalgaların yüksek difüzyon ve kitle içindeki sıvıların titreşerek ısıya dönüşme özellikleri ile sterilizasyon yaptıkları keşfedilmiştir. Ancak bu

* Marmara Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Spor Sağlık ABD Öğretim Görevlisi

* Marmara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ABD Başkanı

sterilizasyonda elektromagnetik dalgaların frekansı, dalga boyu, ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri önemli rol oynamaktadır (1-3), Elektromagnetik dalga, birbirine dik konumlu magnetik ve elektriksel alanlardan oluşur (4-6) Mikrodalga ise, dalga boyu çok kısa olan elektromagnetik dalgalardır (4-6). 1955 de Raytheon Co. şirketi evde kullanılan ilk mikrodalga fırını tanıttı. 1984 de mikrodalga fırınlar en fazla deniz yoluyla taşınan ev aleti haline geldi. Diğer fırınlardan farklı olarak mikrodalga fırınlar prensip, doğrudan doğruya gıda maddelerinin içerisindeki su moleküllerini titreştirme ve bu titreştirme sonucu oluşan sürtünmeyle ısı açığa çıkararak pişirmeyi sağlama esasına dayanır (5). Hava ve yiyecek kabı, yiyekten yayılan sıcaklıkla ısınır (6).

Elektromagnetik dalgaların bakterisid etkisi mikrodalga fırınlarda pişen yiyeceklerin steril olup olmadığı sorusunu aklımıza getirmiştir. Özellikle son yıllarda iyice önem kazanan organ transplantasyon işlemlerinde tedavinin bir parçası olarak immün sistemi baskılanmış hastalar basit bir enfeksiyona bağlı olarak kaybedilmektedir. Bu nedenle organ transplantasyon ünitelerinde steril gıda kullanımı ön koşul haline gelmiştir (7,8). Mikrodalga fırınlarla steril gıda sağlanmasında olumlu, olumsuz pek çok bulgu mevcuttur (9-15). Konunun önemi ve tam bir fikir birliği olmaması nedeniyle bu araştırmanın yapılması planlanmıştır. Araştırmamızın amacı mikrodalgaların çeşitli mikroorganizmalar üzerindeki bakterisid etkisini incelemek ve kontamine edilmiş çeşitli yiyecek guruplarının mikrodalga ile pişirilmesi veya ısıtılması sonucu canlı bakteri içerip, içermedikleri araştırmaktır.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE ARAÇLAR

Araştırmamızda kullanılan bakteri suşları ; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC-9207, *Salmonella typhimurium* klinik suşu, *Shigella flexneri* klinik suşu, *Staphylococcus aureus* ATCC-p 6538, *Esherichia coli* ATCC - 8739, *Bacillus cereus* ATCC - 11778, *Proteus mirabilis* ATCC - 14153, *Listeria* klinik suşu, *Flavobacterium acidificum* klinik suş. Sıvı besiyeri olarak besleyici buyyon, katı besiyeri olarak tripton glikoz ekstrası agar, malt ekstrası agar, kanlı agar, Mc Conkey agar, Sabouraud dekstrozu agar kullanıldı. Çözelti olarak % 10 luk NaCl ve % 0.1'lik peptonlu kullanıldı.

Araştırmamızda topraklı, 220 V ve 50 Hz lik güç kaynağında, 980 V luk güç harcamasına sahip, 550 V luk çıkış gücünde, 2450 mHz lik mikrodalga salınımına sahip mikrodalga fırın kullanıldı (16).

Araştırmamızın birinci aşamasında mikrodalga'nın mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi incelendi. Bakterilerin sıvı besiyerindeki 18-24 saatlik kültürleri dört tüpe paylaştırıldıktan sonra birinci tüp 15 saniye, ikinci tüp 20 saniye, üçüncü tüp 25 saniye süre ile mikrodalga fırında tutulduktan sonra, her tüpün seri dilüsyonları, ardından canlı koloni sayımı yapıldı. Dördüncü tüp fırına konmayan kontrol tüpüdür (Tablo 1).

İkinci aşamada ise kontamine besin maddeleri üzerine mikrodalga fırının etkisi incelendi. Bunun için kıyma, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ile ; peynir, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ile ; pilav, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Bacillus cereu* ile; haşlanmış patates *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* *Flavobacterium* ile kontamine edildi.

YİYECEKLERİ KONTAMİNASYONDA KULLANACAK BAKTERİ SUSPANSİYONUN HAZIRLANMASI :

Egik jelozda üretilen stok bakteri kültüründen buyyona pasaj yapıldı 37o C lik etüvde 18-24 saat inkübe edildikten sonra 2000 devirde 15 dakika sanrifüj de çevrildi. Santirifüj üst sıvısı Pasteur pipeti ile alınarak atıldı. Dipte kalan çökelti üzerine steril koşullarda 10 ml steril % 0.9'luk NaCl çözeltisinden ilave edildi.

KIYMA : 300 g lık kıyma 30 ar g dan 10 parçaya bölündü. Kontrol grubu olarak ayrılan parçalardan birisi 30 ml % 0.1 lik peptonlu su ile spatül yardımıyla ezilip, karıştırıldı. Aynı çözelti ile seri dilüsyonları yapılp total bakteri sayısı tayin edildi. İkinci parçaya da, buzdolabında 24 saat bekletildikten sonra aynı işlemler uygulandı. Kalan 8 parça hazırlanan bakteri suspansiyonundan 8 ml konularak homojen bir şekilde karıştırılıp 4 ü buzdolabında 5 ± 3 °C de 24 saat bekletildi. Kalan 4 parça birer beher içine konularak mikrodalga fırında tutuldu. Birinci parça 30" ikinci parça 45", üçüncü parça 60 " dördüncü parça 90 " süre ile mikrodalgaya maruz bırakıldı (Tablo 2).

Bekleme süresinin sonunda pişen köftelerin iç ısıları ölçülerek üzerlerine % 0.1 lik peptonlu seri dilüsyonları yapılarak total bakteri sayısı tayin edildi Aynı işlemler buzdolabında bekletilen kıymalar içinde, uygulandı. Bu işlemler eti kontamine ettiğimiz 4 bakteri suşuna da uygulandı.

PEYNİR (Cheddar) : 240 g lik cheddar peynir 30 ar g dan 8 parçaya ayırdı. Kontrol grubu olarak ayrılan parçalardan birisi beherde 30 ml, % 0.1 lik peptonlu su ile spatül yardımıyla ezilip, karıştırıldı. Aynı çözelti ile seri dilüsyonları yapıp, total bakteri sayısı tayin edildi. İkinci parçaya da buzdolabında 24 saat bekletilip aynı işlem uygulandı. Kalan 6 parça hazırlanan bakteri suspansiyonundan 6 ml konularak homojen bir şekilde karıştırılıp 3 ü buzdolabında 5 ± 3 °C de 24 saat bekletildi. Kalan 3 parça birer beher içinde, birinci parça 15 " ikinci parça 20 " üçüncü parça 30 " süre ile mikrodalgaya maruz bırakıldı.

Bekleme süresinin sonunda peynirlerin iç ısıları ölçülerek üzerlerine % 0.1 lik peptonlu sudan 30 mL konulup, spatül yardımıyla peynirler peptonlu su içerisinde ezilip, karıştırıldı. Her bir örneğin % 0.1 lik peptonlu su ile seri dilüsyonları yapılarak total bakteri sayısı tayin edildi. Aynı işlemler buzdolabında 5 ± 3 °C de 24 saat bekletilen peynirlere de uygulandı. Bu işlemler peyniri kontamine ettiğimiz 5 bakteri suşuna da uygulandı (Tablo 3).

PİLAV : 200 g pirinçden pilav yapıldı. 25 g dan 8 porsiyon hazırlandı. Kontrol grubu olarak ayrılan parçalardan biri beherde % 0.01 lik 10 mL peptonlu su ile karıştırılıp aynı çözelti ile seri dilüsyonları yapılarak total bakteri sayısı tayin edildi. İkinci parçaya da buzdolabında 24 saat bekletilip aynı işlemler uygulandı. Kalan 6 porsiyon hazırlanan bakteri suspansiyonundan 6 ml konularak homojen bir şekilde karıştırılıp 3 ü buzdolabında 24 saat bekletildi. kalan 3 parça birer beher içinde birinci parça 20 " ikinci parça 30 " üçüncü parça 45 " süre ile mikrodalgaya maruz bırakıldı

Bekleme süresinin sonunda pilavların iç ısıları ölçülerek üzerlerine % 0.1 lik peptonlu sudan 10 mL konulup, spatül ile karıştırıldı. Her örneğin % 0.1 lik peptonlu su ile seri dilüsyonları yapıp, total bakteri sayısı tayin edildi. Aynı işlemler buzdolabında 24 saat bekletilen pilavlara da uygulandı. Bu işlemler pilavı kontamine ettiğimiz 3 bakteri suşunada uygulandı (Tablo 4).

HAŞLANMIŞ PATATES : 400 g haşlanmış patates, 50 g dan 8 parçaya bölündü. Kontrol grubu olarak ayrılan parçalardan biri beherde % 0.1 lik 40 mL peptonlu su ile karıştırılıp aynı çözelti ile seri dilüsyonları yapılarak total bakteri sayısı tayin edildi. İkinci parçaya da buzdolabında 24 saat bekletilip aynı işlemler uygulandı. Kalan 6 parça hazırlanan bakteri suspansiyonundan 6 mL konulup homojen bir şekilde karıştırılıp 3 ü buzdolabında 24 saat bekletildi. Kalan 3 parça birer beher içinde mikrodalga fırına kondu. Birinci parça 20 " ikinci parça 30 " üçüncü parça 45 " süre ile mikrodalgaya maruz bırakıldı.

Tablo 1: Mikrodalğanın Değişik Sürelerde Bazı Suşları Üzerine Öldürücü Etkisi

Bakteri suşu	Isıtma süresi (sn)	Canlı koloni sayısı / mL
Pseudomonas aeruginosa	Kontrol	6.0.10 ¹⁰
	15	2.7.10 ⁷
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok
Salmonella typhimurium	Kontrol	4.4.10 ¹⁰
	15	6.1.10 ⁸
	20	8.5.10 ⁵
	25	Üreme yok
Shigelle flexneri	Kontrol	1.0.10 ⁹
	15	4.3.10 ⁸
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok
Staphylococcus aureus	Kontrol	3.3.10 ¹⁰
	15	1.6.10 ⁸
	20	3.0.10 ⁵
	25	Üreme yok
Escherichia coli	Kontrol	6.8.10 ⁹
	15	1.0.10 ⁸
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok
Bacillus cereus	Kontrol	5.3.10 ¹²
	15	3.8.10 ¹⁰
	20	4.0.10 ⁹
	25	2.0.10 ⁷
Proteus mirabilis	Kontrol	2.0.10 ¹⁰
	15	4.5.10 ⁷
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok
Listeria	Kontrol	2.5.10 ¹⁰
	15	4.3.10 ⁸
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok
Flavobacterium acidificum	Kontrol	3.3.10 ¹⁰
	15	1.7.10 ⁸
	20	Üreme yok
	25	Üreme yok

Bekleme süresinin sonunda ısınan haşlanmış patateslerin iç ısıları ölçülerek üzerlerine % 0.1 lik peptonlu sudan 40 mL konulup spatül ile karıştırıldı. Her örneğin aynı çözeltiden seri dilüsyonları yapıлып, total bakteri sayısı tayin edildi. Aynı işlemler buzdolabında 24 saat bekletilen haşlanmış

patateslere de uygulandı. Bu işlemler haşlanmış patatesi kontamine ettiğimiz 3 bakteri suşunada uygulandı (Tablo 5).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikrodalga fırının değişik sürelerde bekletilen sıvı besiyerindeki bakteri suşlarının üremeleri üzerine etkisi Tablo 1'de görülmektedir.

Araştırmanın ikinci kısmında yer alan bulgular ise şunlardır :

Pseudomonas aeruginosa, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında bekleyen ve buzdolabında beklemeden hemen mikrodalga fırına konan kıyma üzerine mikrodalganın etkisi Tablo 2 de görülmektedir.

Tablo 2: Kontamine Edilmiş Kıyma Üzerine Mikrodalga Fırının Etkisi

Mikroorganizma	Isıtma süresi (sn)	Buzdolabında 24 saat bekleyen örneklerdeki mikroorganizma sayısı/g	Beklemeyen örneklerde mikroorganizma sayısı/g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30	Üreme yok	Üreme yok
	45	Üreme yok	Üreme yok
	60	Üreme yok	Üreme yok
	90	Üreme yok	Üreme yok
<i>Proteus mirabilis</i>	30	$1.8.10^1$	Üreme yok
	45	Üreme yok	Üreme yok
	60	Üreme yok	Üreme yok
	90	Üreme yok	Üreme yok
<i>Salmonella typhimurium</i>	30	$1.8.10^1$	$1.8.10^1$
	45	Üreme yok	Üreme yok
	60	Üreme yok	Üreme yok
	90	Üreme yok	Üreme yok
<i>Staphylococcus aureus</i>	30	$2.8.10^3$	$8.3.10^2$
	45	3.3	Üreme yok
	60	Üreme yok	Üreme yok
	90	Üreme yok	Üreme yok

Pseudomonas aeruginosa, *Salmonelle typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Echerichia coli* ve *Listeria* ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında

Tablo 3: Kontamine Edilmiş Peynir Üzerine Mikrodalga Fırının Etkisi

Mikroorganizma	Isıtma süresi (sn)	Buzdolabında 24 saat bekleyen örneklerdeki mikroorganizma sayısı/g	Beklemeyen örneklerde mikroorganizma sayısı/g
Pseudomonas aeruginosa	15	6.0.10 ²	2.4.10 ²
	20	1.3.10 ¹	3.3
	30	Üreme yok	Üreme yok
Salmonella typhimurium	15	7.3.10 ²	9.7.10 ²
	20	7.0.10 ¹	7.6.10 ¹
	30	Üreme yok	Üreme yok
Staphylococcus aureus	15	6.7.10 ⁴	7.3.10 ³
	20	1.5.10 ³	5.0.10 ¹
	30	Üreme yok	Üreme yok
Escherichia coli	15	7.0.10 ²	1.5.10 ³
	20	6.6	5.0.10 ¹
	30	Üreme yok	Üreme yok
Listeria	15	4.0.10 ²	4.7.10 ²
	20	6.7.10 ¹	1.2.10 ²
	30	Üreme yok	Üreme yok

bekleyen ve buzdolabında beklemeden hemen mikrodalga fırına konulan peynir üzerine mikrodalga'nın etkisi Tablo 3 de görülmektedir.

Salmonella typhimurium, Bacillus cereus ve Shigella flexneri ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında bekleyen ve buzdolabında beklemeden hemen mikrodalga fırına konan pilav üzerine mikrodalga'nın etkisi Tablo 4 de görülmektedir.

Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus ve Flavobacterium acidificum ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında bekleyen ve buzdolabında beklemeden hemen mikrodalga fırına konan haşlanmış patates üzerine mikrodalga'nın etkisi Tablo 5 de görülmektedir.

Kıyma, peynir, pilav ve haşlanmış patates örneklerinin mikrodalga fırında değişik sürelerde bekletilmesi sonucu ölçülen iç ısıları Tablo 6 da görülmektedir.

Tablo 4: Kontamine Edilmiş Pilav Üzerine Mikrodalga Fırının Etkisi

Mikroorganizma	Isıtma süresi (sn)	Buzdolabında 24 saat bekleyen örneklerdeki mikroorganizma sayısı/g	Beklemeyen örneklerde mikroorganizma sayısı/g
Salmonella typhimurium	20	3.2.10 ⁶	5.6.10 ⁶
	30	1.4.10 ³	3.8.10 ⁴
	45	4.0	Üreme yok
Basillus cereus	20	1.0.10 ⁵	1.1.10 ⁶
	30	1.5.10 ⁴	5.6.10 ⁶
	45	1.2.10 ⁴	3.1.10 ³
Shigella flexneri	20	3.8.10 ⁷	6.8.10 ⁵
	30	2.4.10 ⁶	2.7.10 ⁶
	45	Üreme yok	Üreme yok

Tablo 5: Kontamine Edilmiş Haşlanmış Patates Üzerine Mikrodalga Fırının Etkisi

Mikroorganizma	Isıtma süresi (sn)	Buzdolabında 24 saat bekleyen örneklerdeki mikroorganizma sayısı/g	Beklemeyen örneklerde mikroorganizma sayısı/g
Salmonella typhimurium	20	1.6.10 ⁶	2.4.10 ⁴
	30	1.2.10 ⁴	4.8.10 ¹
	45	Üreme yok	Üreme yok
Staphylococcus aureus	20	3.3.10 ⁵	3.2.10 ⁴
	30	4.8.10 ⁵	4.0.10 ³
	45	2.4.10 ²	4.0.10 ²
Flavobacterium acidifcum	20	2.2.10 ⁶	2.4.10 ⁵
	30	3.0.10 ⁴	8.6.10 ⁴
	45	Üreme yok	Üreme yok

Mikrodalga fırınına girmeyip kontrol grubu olarak ayrılan köftenin, peynirin, pilavın, haşlanmış patatesin buzdolabında 24 saat bekleyen ve buzdolabında beklemeden, hemen canlı koloni sayımı yapılan örneklerin sonuçları Tablo 7 de görülmektedir.

Tablo 6: Mikrodalgada Değişik Sürelerde Bekletilen Kontamine Yiyeceklerin İç Isıları

Kıyma		Pilav		Peynir		Patates	
Isıtma süresi (sn)	İç ısı (°C)	Isıtma süresi (sn)	İç ısı (°C)	Isıtma süresi (sn)	İç ısı (°C)	Isıtma süresi (sn)	İç ısı (°C)
30	82	15	65	20	72	20	72
45	92	20	72	30	82	30	82
60	94	30	82	45	92	45	92
90	94	-	-	-	-	-	-

Tablo 7: Kontrol Grubu Olarak Ayrılan Yiyeceklerdeki Canlı Koloni Sayısı

	Kıyma	Pilav	Peynir	Patates
Buzdolabında 24 Saat Bekleyen Örneklerdeki Mikroorganizma Sayısı/g	1.1.10 ³	1.1.10 ⁴	3.0.10 ¹	1.9.10 ²
Beklenmeyen Örneklerde Mikroorganizma Sayısı/g	1.0.10 ³	4.0.10 ⁵	2.8.10 ¹	1.5.10 ²

Kontrol grubu olarak ayrılan köfte, peynir, pilav ve haşlanmış patatesten üreyen mikroorganizmaların morfolojileri, Gram'la boyanma özellikleri incelenip, bazı testlerle basit tanılarına gidildi. Buna göre köftede gram pozitif tetradlar, diplokoklar, koagülaz negatif stafilokoklar ve mayalar, peynirde, pilav ve haşlanmış patatesten ise gram pozitif koklar ve mayaların varlığı tespit edildi.

Kontamine edilmiş kıyma, peynir, pilav ve haşlanmış patates üzerine mikrodalga fırının değişik sürelerde etkisi Tablo 8a, Tablo 8b, Tablo 8c ve Tablo 8d de görülmektedir.

Besinlerin üretiliminden, pırlırlıp sofraya gelişine kadar geçen çeşitli kademelerde mikroorganizmalarla kontamine olması söz konusudur. Bir çok durumda, mikroorganizmalar, besin maddelerimizi, kendi beslenmeleri ve çoğalmaları için besin kaynağı olarak kullanırlar. Mikroorganizmaların besin maddeleri içinde sayılarının artması, besleyicileri kullanmaları, enzimatik değişmeler yapmaları, ürünü parçalamaları veya yeni bileşikler sentez etmeleri ile besini bozarlar. Eğer kontaminasyona neden olan mikroorganizmalar patojen ise sonuç sağlık açısından tehlikelidir. Klasik yöntemlerle pişirilen besinlerde güvenilir ölçüde mikroorganizmalardan arınma sağlanmaktadır.

Tablo 8a: Kontamine Edilmiş Kıyma Üzerine Mikroorganizmanın Etkisi

	Buzdolabında 24 Saat Bekleyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi				Beklemeyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi			
	30	45	60	90	30	45	60	90
Pişme süresi (sn)	30	45	60	90	30	45	60	90
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Proteus mirabilis</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	+	+	-	-	+	+

Tablo 8b: Kontamine Edilmiş Peynir Üzerine Mikroorganizmanın Etkisi

	Buzdolabında 24 Saat Bekleyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi			Beklemeyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi		
	15	20	30	15	20	30
Pişme süresi (sn)	15	20	30	15	20	30
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Escherichia coli</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Listeria</i>	-	-	+	-	-	+

Tablo 8c: Kontamine Edilmiş Pilav Üzerine Mikroorganizmanın Etkisi

	Buzdolabında 24 Saat Bekleyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi			Beklemeyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi		
	20	30	45	20	30	45
Pişme süresi (sn)	20	30	45	20	30	45
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	+	-	-	+

Tablo 8d: Kontamine Edilmiş Haşlanmış Patates Üzerine Mikroorganizmanın Etkisi

	Buzdolabında 24 Saat Bekleyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi			Beklemeyen Örneklerde Mikroorganizma Üremesi		
	20	30	45	20	30	45
Pişme süresi (sn)	20	30	45	20	30	45
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Flavobacterium acidificum</i>	-	-	+	-	-	+

(3,6,8,12-14). Ancak bu şekilde sterilite kazanmış besin, pişer pişmez yenmezse, buzdolabında ve açıkta bekletilirse veya tekrar ısıtılırsa sterilitesini kaybeder. Ancak klasik ısıtma veya pişirme yöntemlerinin besin değerinin kaybı, pişirme süresinin uzun olması ekonomik olmaması, elektrik enerjisinin çok kullanılması gibi dezavantajları vardır (6,19).

Günümüzde gelişen teknoloji ile mikrodalga fırınlar, pişirime ve ısıtma işlemine olanak tanımıştır. Mikrodalga fırınların avantajları, elektrik enerjisi ve zamandan tasarruf, besin değerinin kaybında azalma ve donmuş yiyeceklerin açılması olarak sayılabilir (2,6,12,19). Ancak mikrodalga ile pişen besinlerin sterilitesi literatürde tartışma konusudur. (2,6,9,12-14). Bu çalışmada Marmara Üniversitesi Hastanesi'nin Kemik iliği Transplantasyon Ünitesinde kullanılan mikrodalga fırının dört grup yiyecekte sterilizasyon sağlayıp sağlamadığı araştırıldı.

Araştırma yöntemi ve araçlar bölümünde belirtilen bakterilerle kontamine edilerek hazırlanmış olan kıyma, peynir, pilav ve haşlanmış patates örnekleri iki gruba ayrılmıştır. Gruplardan bir tanesi 24 saat buzdolabında bekletilip mikrodalga fırına konurken diğer grup bekletilmeden hemen konmuştur. Pişme süresinin sonunda kontamine örneklerde mikroorganizmaların üreyip üremediği saptanmıştır.

Pseudomonas aeruginosa, 30 " süre ile mikrodalga fırında pişirilen her iki tip kıyma, örneğinde üreme olmamıştır. *Proteus mirabilis* ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında bekleyen 30 " süre ile mikrodalga fırında pişirilen örnekte üreme olurken diğer süreler için her iki grupta üreme görülmemiştir. *salmonella typhimurium* ile kontamine edilip 30 " süre ile mikrodalga fırında pişirilen her iki grup için üreme gözlenirken, diğer süreler için her iki grupta da üreme olmamıştır. *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilip 24 saat buzdolabında bekleyen 45 " süre ile mikrodalga fırında pişirilen kıyma örneğinde üreme olurken, diğer süreler için her iki grupta da üreme olmamıştır.

Pseudomonas aeruginosa, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Esherichia coli* ve *Listeria* ile kontamine edilip 20 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan her iki tip peynir örneğinde üreme olurken, 30 " süre ile ısıtılan her iki tip peynir örneğinde üreme olmamıştır.

Salmonella typhimurium ve *Flavobacterium acid ficum* ile kontamine edilip 30 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan her iki tip haşlanmış patates örneğinde üreme olurken, 45 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan her iki tip haşlanmış patates örneğinde üreme olmamıştır. *Staphylococcus aureus* ile

kontamine edilip 45 " süre ile mikrodalgaya maruz bırakılan haşlanmış patatesin her iki grubundada üreme olmuştur.

Bu sonuçlara göre, buzdolabında 24 saat bekleme, kıymadaki kontamine edilen mikroorganizmaları daha dayanıklı hale getirmiştir. Buzdolabında beklemiş kıyma örneğinde su komponentinin ısısı düşmüştür. Mikrodalgalar yiyeceklerdeki su molekülleri tarafından absorbe edildiklerinden, ısısı düşmüş su moleküllerinin mikroorganizmaları öldürücü ısıya ulaşmaları daha uzun süre gerektirecektir (2,5,17). Bu durumda mikroorganizmalar canlı kalacaklardır.

Mikroorganizmalar üzerine mikrodalganın öldürücü etkisini araştırdığımız uygulamada sıvı besiyerindeki mikroorganizmalar en fazla 23 " canlı kalabilmektedir. Oysa ete kontamine edilen *Proteus mirabilis* in buzdolabında bekleyen grubu, *Salmonella typhimurium*un her iki grubu, *Staphylococcus aureus*'un her iki grubu 30 " süre ile mikrodalgaya maruz kalmaları sonucu üreme görülmüştür. *Staphylococcus aureus*'un buzdolabında beklemiş 45 " süre ile mikrodalgaya maruz kalmış grubunda üreme olmuştur. Pilava kontamine edilen *Salmonella typhimurium* ve *Shigella flexneri*'nin 30 " süreler ile, *Bacillus cereus*'un her iki grubu 45 " süre ile mikrodalga fırında üremişlerdir.

Haşlanmış patatese kontamine edilen *Salmonella typhimurium* ve *Flavobacterium acidifium*'un her iki grubu 30 " süre ile, *Staphylococcus aureus*'un her iki grubu 45 " süre ile mikrodalgaya maruz kalmaları sonucu üreme görülmüştür. Aradaki bu farkın nedeninin buzdolabında bekleme olduğu yukarıda açıklanmıştır. Ancak buzdolabında beklemeyen gruplardada üreme gözlenmesi başka nedenleride düşündürmektedir. Patatesin incelendiğimiz diğer besin gruplarına göre en büyük farkı, yumrulu bir sebze olması nedeni ile bir takım mikroorganizmaları daha fazla içermesidir. Bunlardan *Staphylococcus aureus*'a en çok rastlanmaktadır (17). Mikrodalga ile patatesdeki mikroorganizmaların daha zor ölmesi, patatesin farklı dielektrik yapısına ve patates içindeki bir takım soğuk boşluklarla açıklanabilir (17). Patateslerin karıştırılarak ısıtılması ve ısıtma süresinin uzatılması, daha etkili sonuç alınmasını sağlayacaktır.

Sudan zengin ortamlarda mikrodalgaların ısıya dönüşme yeteneği çok yüksektir (2,5,17) Sıvı besiyerindeki mikroorganizmalar, kıyma, peynir, pilav ve haşlanmış patatesdekilere göre sudan daha zengin ortamda bulunurlar. Bu nedenle bu mikroorganizmaların ölmesi için gerekli mikrodalgaya maruz kalma süresi daha kısadır.

Mikroalgalar yağlar tarafından emilmezler (10). Bu durum yağlı ortamda bulunan mikroorganizmalar için koruyucu bir bariyer oluşturur. Kıymada bulunan yağlar ortamdaki mikroorganizmaların mikrodalga ile ölmelerini geciktirmektedir. Aynı şey pilav içinde söz konusudur. Pilav yağlı ve kuru bir ortam olduğundan, mikroorganizmaların ölmeleri daha fazla süre istemektedir. Peynirde 30 " sonunda bütün mikroorganizmalar inaktive olmuştur. Bunun nedeni sudan zengin bir yapıya sahip olan peynirin ısı etkisi ile eriyip sıvı hale gelmesi ve homojenite kazanmasıdır. Ancak piyasada yüzlerce çeşit peynir bulunması ve bunların gerek su gerek yağ içeriği açısından farklılığı bu konuda genelleme yapmamızı engellemektedir.

Bir grup araştırmacı mikrodalga ile pirişilen besinlerde mikroorganizmaların istatistiksel olarak önemli ölçüde azaldığını bulmuştur. Ancak bu araştırmaların hiç birinde sterilizasyondan söz edilmemektedir (2,6,9,12-14). Bu çalışmalarda ölçülen iç ısılar, bizim çalışmamıza göre oldukça düşüktür. Çalışmamızda mikroorganizmaların ölmeye başladığı 45 " deki iç ısı 92 °C dir. Bu yüksek ısı aradaki farkı açıklamaktadır. Tartışmada belirtilen çalışmalarda mikrodalgaya kullanılan materyaller daha küçük hacimde olduğundan penetrasyon ve ısıya dönüşme işlemleri kısa sürede gerçekleşmiştir.

Besin maddelerinin dielektirik yapısında mikrodalgaların ısıya dönüşümünü etkileyen bir faktördür (17). Bu nedenle besinlerin dielektirik yapısını gösteren tablolar kullanarak benzer dielektrik yapıdaki besinleri bir arada steril etmek mümkündür.

SONUÇ

Bu çalışmadaki verilere dayanarak sıvı besiyerindeki bakteri kültürlerinin 25 " süre ile mikrodalgaya maruz kalmaları sonucu öldüğü, ancak sporlu bakterilerin canlı kaldığı saptanmıştır. Ayrıca *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus mirabilis*, *Taphylococcus aureus* ile kontamine edilip 45 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan kıyma örneklerinde *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Taphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Listeria* ile kontamine edilip 30 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan cheddar peynir örneklerinde üreme olmamıştır.

Salmonella typhimurium, *Basillus cereus* ve *Higelle flexneri* ile kontamine edilip 45 " süre ile mikrodalga fırında ısıtılan pilav örneklerinde sadece *Salmonella typhimurium* ve *basillus cereus* üremiştir. *Salmonella*

typhimurium, *Basillus cereus* ve *Shigella flexneri* ile kontamine edilip 45 " süre ile mikrodalga fırınında ısıtılan haşlanmış patates örneklerinde ise sadece *Staphylococcus aureus* üremiştir. Mikrodalga fırın pişirme süresi sterilizasyon yapmamış, sporlu bakterileri öldürmemiştir.

SUMMARY

BACTERICID EFFECT OF MICROWAVE OVEN ON CONTAMINATED FOODS

Erverdi, F., Johansson, C.B.

In this study the effect of microwave on inoculated meat, cheese, rice and boiled potatoes was investigated. Meat was inoculated with *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Pseudomonas aeruginosa* and *Listeria* were used *Salmonella typhimurium*. *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, inoculation of cheese. Rice was inoculated with *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Basillus cereus*. Boiled potatoes was inoculated with *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Flavobacterium acidificum*. Inoculated food samples were divided into two parts. By this way two study groups were obtained. One group was stored in the refrigerator for 24 hours. The other group put in the microwave oven immediately, Waiting in the refrigerator increased the resistance of microorganisms against heat. This phenomenon was observed only for meat samples.

Meat was radiated for 60 " and the cheese for 30. " This procedure killed all the microorganisms. The rice samples radiated for 45 " and *Salmonella typhimurium* and *Bacillus cereus* survived. The boiled potatoes was radiated for 45 " and *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus* survived in these samples. When the effect of microwave was investigated on the cultures of microorganisms in liquid media only spore formes were found alive after 25 " of radiation. In conclusion, we observed that by cooking in microwave oven, sterile food cannot be obtained. Generally spore forming microorganisms remain alive. The duration of effective temperature obtained by microwave oven is not high to kill the sporulating microorganisms.

KAYNAKLAR

1. Çetin, E.T., Töreci, K., Ang, Ö. : Genel ve Pratik Mikrobiyoloji, 3. Baskı, 1973.
2. Fung, D.Y.C., Cunnighma, F.E. : Effect of Microwaves on Microorganisms in Foods, *Journal of Food Protection*, 43(8) : 641-650, 1980.
3. Jeppson, L.R. : Microwave Heating, *Food Science*, 345-353, 1964.
4. Özkan, T. : Mikrodalga, G.Ü. Eğitim Fakültesi Matbaası, 2. Baskı, 1-9, 1987.
5. Vela, G.R., Wu, J.F. : Mechanism of Lethal Action of 2450 mHz Radiation on Microorganisms Applied and Environmental Microbiology, 37 : 550-553, 1979.
6. Knutson, K.M., Marth, E.H., Wagner, M.K. : Microwave Heating of Food, *Department Of Food Science*, 20(3) : 101-110, 1987.
7. Dezenhall, A., Bartley, K.C., Blackbum, S.A., Lamerens, S., Khan, A.R. : Food and Nutrition Services in Bone Marrow Transplant Centers, *Journal of the American Dietetic Ass.* 87(10) : 1351-1353, 1987.
8. Driedger, L, Burstall, C.D. : Bone Marrow Transplantation, Dietitians Experience and Perspective, *Journal of Food Protection*, 43(8) : 633-637, 1983.
9. Alexio, J.A.G., Swaminathan, K.S., Pratt, D.E. : Destruction of Pathogenic Bacteria in Turkeys Roasted in Microwave Ovens, *Journal of Food Science*, 50 : 873-880, 1985.
10. Bilgehan, H. : Klinik Mikrobiyoloji, Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları Bilgehan Basımevi, Mayıs 1983.
11. Bookwalter, G.N., Shulka, T.P., Kwolek, W.F. : Microwave Processing to Destroy Salmonella in Com-Soy-Milk Blends and Effect on Product Quality, *Journal of Food Science*. 47 : 1683-1686, 1982.
12. Crespo. F.L., Ockerman, H.W. : Thermal Destruction of Microorganisms in Meat by Microwave and Conventional Cooking, *Journal of Food Protection*, 40(7) : 442-444, 1977.
13. Crespo. F.L., Ockerman, H.W. : Effect of Conventional and Microwave Heating on *Pseudomonas putrefaciens*, *Streptococcus faecalis* and *Lactobacillus plantarum* in Meat Tissue, *Journal of Food Protection*, 40(9) : 588-591, 1977.
14. Knutson, K.M., Marth, E.H., Wagner, M.K. : Use of Microwave Ovens to Pasteurize Milk, *Journal of Food Protection*. 51(9) : 715-719, 1988.
15. Silbar, E.C., Cicmanec, J.F., Burke, B.M., Bracken, R.B. : Microwave Sterilization : A method for Home Sterilization of Urinary Catheters, *The Journal Of Urology*, 141(1) : 88-90, 1989.
16. Anon : Mikrodalga Fırını Kullanma Kılavuzu, Vestel Gold Star.
17. Dahl, C.A., Mattheys, M.E., Marth, E.H. : Fate of *Staphylococcus aureus* in Beef Loaf, Potatoes and Frozan and Green Beans After Microwave Heating in a Simulated Cook / Chill Hospital Foodservice System, *Journal of Food Protection*. 43(12) : 916-923, 1980.
18. Vandepitte, J. : Clinical Aspects of Human Listeriosis, Emst Rodenwaldt Symposium and Workshop on Listeria and Listeriosis, Page : 7,24-26 May, 1988, İzmir, Turkey.
19. Harrison, D.L. : Microwave Versus Conventioanal Cooking Methods : Effect on Food Quality Attirubutes, *Journal of Food Protection*, 43(8) : 633-637, 1983.