

**KIRMIZI ET VE TAVUK ETLERİNDEN İZOLE EDİLEN PATOJEN
MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE MİKRODALGANIN ETKİSİ**

Burcu GÜRBÜZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2008
ANKARA**

Burcu GÜRBÜZ tarafından hazırlanan KIRMIZI ET VE TAVUK ETLERİNDEN İZOLE EDİLEN PATOJEN MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE MİKRODALGANIN ETKİSİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜNDOĞAN
Tez Danışmanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yavuz BEYATLI
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜNDOĞAN
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Nilüfer CİHANGİR
Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Tarih: 04/07/2008

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Burcu GÜRBÜZ

**KIRMIZI ET VE TAVUK ETLERİNDEN İZOLE EDİLEN PATOJEN
MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE MİKRODALGANIN ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Burcu GÜRBÜZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Temmuz 2008

ÖZET

Bu çalışmada, mikrodalga enerjisinin; dana kıyma, dana kuşbaşı, tavuk göğüs ve tavuk but etlerinden izole edilen *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Çalışmada 7 dana kıyma, 7 dana kuşbaşı, 7 tavuk göğüs ve 7 tavuk but eti olmak üzere toplam 28 örnek çalışılmıştır. Alınan örneklerin kontrol olarak bakteri izolasyonları ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayımları yapılmıştır. Örneklerin kalan kısımları mikrodalga fırında 2 dakika süre ile düşük (130W), orta (400W) ve yüksek (700W) derecelerde pişirilmiştir. Örneklerin, pişirildikten hemen sonra ve pişirilip alüminyum folyo ile sarılı halde 30 dakika bekletildikten sonra ısı ölçümleri alınmış, yine aynı şekilde bakteri izolasyonları ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayımları yapılmıştır.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımlarına bakıldığında; kontrol örneklerindeki sayımlar yüksek iken; aynı örneklerin düşük derecede pişirilmesinden sonraki sayımlar kontrol örneklerinden daha küçüktür. Düşük derecede pişirilen örnekler karşılaştırıldığında ise; pişirmeden 30 dakika sonra yapılan ekimlerdeki sayılar, pişirmeden hemen sonra yapılan ekimlerdeki sayılardan daha da düşüktür. Orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde ise üreme gözlenmemiştir.

dakika sonra yapılan ekimlerdeki sayılar, pişirmeden hemen sonra yapılan ekimlerdeki sayılardan daha da düşüktür. Orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde ise üreme gözlenmemiştir.

Çalışılan etlerden izole edilen *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* üzerine mikrodalga fırının etkisine bakıldığında; bu bakteriler üzerine mikrodalga fırının en yoğun etkisinin orta ve yüksek derecelerde olduğu görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda mikrodalga fırınların bakteriler üzerine olan etkisinin, ısı ile ilgili olduğu ve mikrodalga fırınların yüksek derecelerinin kullanılmasının bakteriler üzerine öldürücü etki gösterdiği gözlenmemiştir.

Bilim Kodu : 203.1.010
Anahtar Kelimeler : Mikrodalga fırın, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*
Sayfa Adedi : 110
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜNDOĞAN

**THE EFFECT OF MICROWAVE ONTO PATHOGEN MICROORGANISMS
WERE ISOLATED FROM RED AND CHICKEN MEATS**

(M. Sci. Thesis)

Burcu GÜRBÜZ

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2008

ABSTRACT

In this study; the effect of microwave energy onto *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica* which were isolated from minced veal, pieced veal, chicken breast and chicken leg meats was studied.

A total of 28 samples which consisted of 7 minced veals, 7 pieced veals, 7 chicken breasts and 7 chicken legs were used in this study. Isolation of bacteria and counting of total mesophilic aerobic bacteria were done from control samples. Other parts of samples were cooked in microwave oven at low (130W), medium (400W) and high (700W) degrees for 2 minutes.

The measurement of temperature, counting of total mesophilic aerobic bacteria and isolation of bacteria were done just after and 30 minutes after cooking.

In total mesophilic aerobic bacteria counts; the control samples had too many bacteria. Same samples had less bacteria than control samples, after cooking at low degree. Samples which analysed 30 minutes after cooking had less bacteria than the samples which analysed just after cooking which were cooked at low degrees. It wasn't found any bacteria in samples which were cooked medium and high degrees.

When we looked the effect of microwave ovens on the bacteria which were isolated from studied meats, medium and high degrees of microwave oven had the best influence on these bacteria.

In conclusion; the effect of microwave ovens onto bacteria is related with heat and lethal effects of high states of microwave ovens onto bacteria.

Science Code	: 203.1.010
Key Words	: Microwave Oven, <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>
Page Number	: 110
Advisor	: Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜNDOĞAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bana destek olan ve yardımlarıyla beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜNDÖĞAN' a, laboratuvar çalışma arkadaşlarıma, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli dostlarıma, her zaman beni destekleyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	13
2.1. Mikrodalga Fırınların Yapısı.....	13
2.2. Mikrodalga Fırında Pişirme.....	14
2.3. Mikrodalga Fırında Pişirme Süresini Etkileyen Faktörler.....	16
2.3.1. Güç çıkışı	16
2.3.2. Gıdanın ağırlığı	16
2.3.3. Termal özellikler.....	17
2.3.4. Gıdaların dielektrik özelliği.....	17
2.3.5. Gıdaların ilk ısısı.....	17
2.3.6. Gıdaların şekli.....	18
2.3.7. Gıdaların ölçüsü.....	18
2.3.8. Termal kondüksiyon.....	18
2.4. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Avantaj ve Dezavantajları.....	18

	Sayfa
2.5. Mikrodalga Fırınların Güvenli Kullanımı.....	19
2.6. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Gıdaların Besin Değerleri Üzerine Etkisi.....	20
2.6.1. Nem.....	20
2.6.2. Protein.....	21
2.6.3. Lipitler.....	22
2.6.4. Mineraller.....	22
2.6.5. Vitaminler.....	23
2.7. Mikrodalga'nın Mikroorganizmalara Etkisi.....	24
2.8. Kırmızı Et ve Tavuk Etinin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri.....	27
3. MATERYAL VE METOD.....	32
3.1. Örneklerin Toplanması.....	32
3.2. Mikrobiyolojik Analizler.....	33
3.2.1. Örnek Alma ve Örneklerin Analiz Edilmesi.....	33
3.3. Örneklerin Analize Hazırlanmasında Kullanılan Besiyerleri.....	38
3.4. Çalışmadaki Bakterilerin Ayrımında Kullanılan Testler ve Besiyerleri.....	43
4. BULGULAR.....	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	81
KAYNAKLAR.....	87
ÖZGEÇMİŞ.....	95

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Endüstriyel, bilimsel ve tıbbi kullanımlarda uygun görülen frekanslar ve dalga boyları.....	15
Çizelge 2.2. Dana ve koyun etlerinin genel bileşenleri.....	29
Çizelge 2.3. Kıymanın iç ve dış kısmı arasındaki fark.....	30
Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan et örnekleri ve sayıları.....	33
Çizelge 3.2. <i>Escherichia coli</i> kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi.....	34
Çizelge 3.3. <i>Listeria monocytogenes</i> kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi.....	36
Çizelge 3.4. <i>Staphylococcus aureus</i> kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi.....	37
Çizelge 3.5. <i>Yersinia enterocolitica</i> kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi.....	38
Çizelge 4.1. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log/cfu).....	63
Çizelge 4.2. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Escherichia coli</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	66
Çizelge 4.3. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Listeria monocytogenes</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	69
Çizelge 4.4. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Staphylococcus aureus</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	72
Çizelge 4.5. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Yersinia enterocolitica</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	75
Çizelge 4.6. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki ısı ölçümleri (°C).....	79

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log/cfu).....	65
Şekil 4.2. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Escherichia coli</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	68
Şekil 4.3. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Listeria monocytogenes</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	71
Şekil 4.4. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Staphylococcus aureus</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	74
Şekil 4.5. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki <i>Yersinia enterocolitica</i> sayımı sonuçları (log/cfu).....	77
Şekil 4.6. Et Örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki ısı ölçümleri (°C).....	80

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mikrodalga fırınların çalışma prensibi.....	14
Resim 3.1. <i>Escherichia coli</i> 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü.....	43
Resim 3.2. <i>Listeria monocytogenes</i> 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü.....	43
Resim 3.3. <i>Staphylococcus aureus</i> 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü.....	44
Resim 3.4. <i>Yersinia enterocolitica</i> 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü.....	44
Resim 3.5. <i>E. coli</i> indol testi.....	45
Resim 3.6. <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Y. enterocolitica</i> metil red testi.....	47
Resim 3.7. <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Y. enterocolitica</i> voges prouskauer testi.	47
Resim 3.8. <i>E. coli</i> , <i>Y. enterocolitica</i> sitrat testi.....	49
Resim 3.9. <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Y. enterocolitica</i> karbonhidrat fermentasyon testi.....	51
Resim 3.10. <i>Y. enterocolitica</i> glukozdan gaz oluşumu testi.....	52
Resim 3.11. <i>L. monocytogenes</i> , <i>Y. enterocolitica</i> hareket testi.....	53
Resim 3.12 <i>Y. enterocolitica</i> H ₂ S oluşumu testi.....	54
Resim 3.13. <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> hemoliz testi.....	55
Resim 3.14. <i>S. aureus</i> DNase testi.....	56
Resim 3.15. <i>S. aureus</i> Novobiosin' e duyarlılık testi.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
m/sn	Metre/saniye
μ	Mikron
μm	Mikrometre
μg	Mikrogram
cm	Santimetre
mm	Milimetre
gr	Gram
lt	Litre
°	Derece
C	Santigrat
F	Fahrenheit
ml	Mililitre
cfu	Colony forming unit
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HCl	Hidroklorik asit
NaCl	Sodyum klorür
log	Logaritma
N	Normal
V	Volt
W	Watt

Kısaltmalar**Açıklama****IMVIC**İndol, Metil red, Voges prouskauer,
Sitrat**VP**

Voges prouskauer

MR

Metil red

ONPG

Ortho Nitrofenol P-D-galactopronosid

EPECEnteropatojenik *E. coli***ETEC**Enterotoksinogen *E. coli***EHEC**Enterohemorrhagic *E. coli***EIEC**Enteroinvasive *E. coli***FCC**Amerika Birleşik Devletleri Federal
Haberleşme Komisyonu**PCA**

Plate Count Agar

EMB

Eosine Methylen Blue

KFT

Karbonhidrat Fermentasyon Testi

DNase

Deoksiribonükleaz

1. GİRİŞ

Radyo frekans ve mikrodalgaların kullanımı teknolojik gelişime paralel olarak denizcilik, haberleşme, ısıtma ve tıp gibi farklı alanlarda son yıllarda artmıştır [Gündüz, 1988]. Mikrodalga ile ilgili aletlerin kullanımının gerek tıp ve gerekse teknik alanda yaygınlaşması bilim adamlarını bu dalgaların biyolojik etkilerinin araştırılması doğrultusunda yoğun çalışmalara yöneltmiştir [Kayhan, 1986].

Elektromanyetik ışınım, dalga boyuna veya frekansına göre sınıflandırılmaktadır. Elektromanyetik spektrumun 300 Megahertz (MHz)- 300 Gigahertz (GHz) arasındaki frekansına sahip bölümü mikrodalga olarak adlandırılır [Giese, 1992].

Mikrodalga fırınların evlerde ilk defa kullanılmaya başlanması 1955 yılındadır. Özellikle son yıllarda mikrodalga fırını kullanmaya talep oldukça artmıştır. Amerika'daki evlerin %80' inde, Japonya'da %70' inde, İngiltere'de ise %55' inde mikrodalga fırınlar kullanılmaktadır. Mikrodalga fırın ücretlerinin yaptıkları bir araştırmaya göre bireylerin %88' i gıdayı ısıtmak için, %87' si gıdayı defrost etmek için ve %60' ı gıdayı pişirmek için kullandığı ortaya konulmuştur [Jeffries, 1987]. Türkiye'de ise mikrodalga kullanımının 1990' lı yıllardan sonra arttığı görülmektedir. Mikrodalga kullanıcılarının genel olarak gıdayı ısıtma amaçlı mikrodalga fırın kullandığı; buna oranla gıdayı pişirmek için mikrodalga fırın kullanımının daha az olduğu bilinmektedir.

Mikrodalga enerjisi görülemeyen dalgalardan oluşur. Maddede hasar yapan ışınlara radyasyon dalgaları denir. Radyasyonların boşluktaki hızı 3×10^8 m/sn' dir ve foton adı verilen belli enerji birimleri halinde emilirler veya salınırlar. Fotonun taşıdığı enerji dalga boyu ve frekansına bağlıdır [Curnutte, 1980].

Mikrodalgalarda radyo ve ışık dalgalarında olduğu gibi yansıma, kırılma ve polarizasyon gözlemlenebilir. Geleneksel ısıtma sistemlerinden farklı olarak mikrodalgaların gıdaya girişleri ve yayılışları dolayısıyla gıdayı ısıtmaları anlık

denecek kadar kısa süre içinde olur. Gıdaya girebildikleri mesafe, enerji düzeyleri ile sınırlıdır. Mikrodalga ile ısınmada, ısı ile ısınmadaki gibi dıştan içe doğru bir sıcaklık derecelenmesi olmaz. Bunlar mikrodalgaın üstünlükleridir [Curnutte, 1980].

Et, eksojen aminoasitlerce zengin, gıdalar arasında üretimi kolay, hoş a giden lezzette, iştah açıcı, açlık duyumunu çabuk gideren, doyurucu yapısında hayati öneme sahip besin öğelerini yeteri miktarda içeren, bu nedenle beslenme bozukluklarını ve hastalıklarını kolaylıkla önleyen vazgeçilmez bir hayvansal besindir [Lillard, 1990].

Tavuk etinin yenilebilir kısmının yaklaşık dörtte birini, yüksek kalitedeki protein oluşturur. Aynı zamanda, insan beslenmesinde gerekli tüm aminoasitleri de içermektedir. B vitaminleri açısından iyi bir kaynak olan tavuk eti, demir ve fosfor bakımından da zengindir ve önemli düzeylerde niasin, riboflavin, tiamin ve askorbik asit ihtiva etmektedir. Özellikle fiyat açısından her kesime uygun olması, diğer et ürünlerine oranla içerik bakımından zengin oluşu, bunun yanında kolay sindirilir, düşük kalorili ve yağ oranının az oluşu nedeniyle hasta diyetlerinde de kullanılması tavuk eti ürünlerinin tüketimi en fazla gıda grubu içerisinde yer almasına neden olmaktadır [İnal, 1992].

Isısal işlemler nedeniyle gıdaların besin öğesi içeriklerinde ve besleyici değerinde gıdanın çeşidine ve besin öğesinin özelliklerine bağlı olarak değişen oranlarda kayıplar meydana gelmektedir.

Mikrodalga ile ve geleneksel olarak pişirilen bifteklerin azot içerikleri ve pişme kayıpları araştırıldığında, mikrodalga ile pişirilen bifteklerin azot içeriğinin geleneksel olarak pişenlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sığır, domuz ve kuzu etlerinin; mikrodalga ve geleneksel fırınlarda pişirilmesi sonucunda, sodyum, klor, fosfor ve demir minerallerinde azalma saptanmıştır. Geleneksel fırında pişirmede sığır etinde, fosfor ve demir için azalma değeri %98 iken, mikrodalga fırında pişen sığır etinde bu değerler fosfor için %75, demir için %70 düzeyinde bulunmuştur [Cross ve Fung, 1982].

Et ve et ürünleri mikroorganizmaların gelişip çoğalabilmeleri için uygun ortamdır. Bu tür gıdalar, yüksek nem içerikleri, azotlu besin öğeleri, mineral ve diğer gelişme faktörlerince zengin olmalarının yanında belirli oranda fermente olabilir karbonhidrat içermeleri ve pH değerlerinin bir çok mikroorganizmanın gelişmesine elverişli olması nedenleriyle mikrobiyal gelişme sonucu kolayca bozulma niteliği taşımaktadır [Slavik ve ark., 1991].

Et ve et ürünlerinin bileşimleri ve teknolojileri çok değişiktir ve bu nedenle ürünler arasındaki mikrobiyolojik kalitede farklılıklar olmaktadır. Gıda maddelerinin mikrobiyolojik kriterlerinin belirlenmesinde, Aerobik Mezofilik Toplam Canlı, Psikrofil Toplam Canlı, Koliform, Fekal Koliform, *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus*, *C.botulinum*, *C. perfringens*, Fekal Streptokok, Küf ve Maya sayıları dikkate alınmaktadır [Podolak ve ark., 1996], [Slavik ve ark., 1994].

Yapılan araştırmalar; mikrodalga fırınların değişen oranlarda gıdalarda bulunan mikroorganizmalar üzerine öldürücü etki yaptığını göstermiştir [Çakıroğlu, 2001], [Ünusan, 1994], [Hollywood ve ark., 1991], [Coote ve ark., 1991], [Amanda ve ark., 2005], [Farber ve ark., 1998], [Khalil ve Villota, 1998].

Enterobacteriaceae ailesinin üyesi olan *Escherichia coli* 1885 yılında Theodor Escherich tarafından ishalleri süt çocuklarının dışkılarından elde edilmiştir. İnsan ve hayvan bağırsaklarında bulunan bu bakteriye koli basili de denir [Ünat, 1982].

E. coli yaklaşık olarak 2-6 µm boyunda ve 1,0-1,5 µm eninde, düz, uçları yuvarlak çomakçık şeklinde bakterilerdir [Bilgehan, 1986]. Optimum gelişme sıcaklığı 37°C, optimum pH' sı 7,2' dir. 44,5°C' de laktozdan gaz oluşturur. Glikozu asit oluşturarak katabolize eder, laktoz, mannitol pozitif olup hareketlidir. İndol ve Metil red testi pozitif, Voges prouskauer ve Sitrat testi negatif olmasından dolayı IMVIC testleri (+ +--). Üre besiyerinde üreyi kullanmadığı için üreyemez. Voges Proskauer (VP), sitrat, malonat, adenitolüre, inositol, jelatin, hidrojen sülfür, KCN testi negatiftir. Nitratı nitrite indirger, sakkaroz, salisin ve dulsidol testleri değişkendir. Ortho

Nitrofenol P-D-Galactopronosid (ONPG) pozitif sonuç verir. Bazı suşları hemolitiktir, suşların çoğu lizin dekarboksilaz enzimi üretir. Laktozu geç kullanan ya da kullanmayan, hareketsiz veya indol negatif suşları vardır. Laktozu 24 saatten geç fermente eden suşlarına parakoli-koliform denir [Halkman ve ark., 1997].

E. coli oldukça dirençli bir bakteridir. 60°C ısıda 30 dakika, oda sıcaklığında uygun ortamda olmak koşuluyla uzun süre canlı kalabilirler. Soğuğa dirençsizdir. Malaşit yeşili, Brilliant yeşili ve fuksin gibi boyalar, safra, safra tuzları, sodyum tetratiyonat, bizmut sitrat, sodyum sülfat, sodyum dezoksikolat selenit tuzlarına karşı dirençleri *Salmonella* ve *Shigella* gibi bakterilere göre daha az olduğundan bu maddeler belli konsantrasyonlarda besiyerlerine konularak *E. coli* basillerinin inhibisyonu ile, birlikte bulundukları *Salmonella* ve *Shigella*' lar için ayırtıcı ve çoğaltıcı özellik kazandırılır.

Ayrıca % 7 NaCl içeren besiyerlerinde üremeleri önlediği için dışkıdan *Staphylococ* izolasyonunda bu tür besiyerleri kullanılır [Bilgehan, 1986].

E. coli bağırsak ve bağırsak dışı hastalıklar şeklinde hastalık yapar.

Bağırsaklarda oluşan hastalıklar; O serovarları tarafından oluşur ve ishallere neden olurlar. Bunlar;

Enteropatojenik *E. coli* (EPEC): Bunlar, epidemik ve sporadik olarak ortaya çıkan süt bebeği diyarelerinden sorumludurlar. Endüstri ülkelerinde bu hastalığa çok seyrek rastlanır olmuştur; fakat gelişmekte olan ülkelerde bebek ölümlerinin önemli nedenlerindendir. EPEC' ler ince bağırsak epitel hücrelerine yapışarak mikrovillusların tahribine neden olurlar. Yapışmadan sorumlu olan yapı " EPEC-adhezyon faktörü " (EAF) olarak adlandırılır ve 50-70 MDa' luk tek bir plazmitte yer alan genlerce kodlanır.

Enterotoksinogen *E. coli* (ETEC): Bu patovarin patojenitesi, biri sıcaklığa duyarlı LT (60° C, 30 dakikada inaktive olan), diğeriye sıcaklığa dirençli ST (120°C

sıcaklıklarda inaktive olur) iki enterotoksinden kaynaklanmaktadır. Her iki toksini veya sadece birini üreten suşlar vardır. LT, kolera toksinine çok benzeyen bir toksindir ve epitel hücrelerindeki reseptörlere bağlanmadan sorumlu olan 5-B alt birimlerinden oluşur. ETEC suşlarının patojenitesinde ayrıca, bakterinin ince bağırsak epitel hücrelerine yapışmasından sorumlu olan kolonizasyon faktörü (CFA) adı verilen özgül fimbrialar da rol oynar. Bu fimbrialar, bakterilerin, bağırsağın peristaltik hareketleriyle uzaklaştırılmasına engel olurlar.

Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC): Bu patovara ait suşlar hemorajik kolit ve ayrıca, akut böbrek yetmezliği, trombositopeni ve anemiyle seyreden " hemolitik üremi sendromu "nın etkenidirler. EHEC bakterileri bir yandan plazmitce kodlanan ve enterositlere yapışmadan sorumlu özgül fimbrialara sahiptirler, diğer yandan profajlarca kodlanan toksin üretme yeteneğindedirler. Bu nedenle bazı araştırmacılarca VTEC (verositotoksin oluşturan *E.coli*) olarak da adlandırılır. EHEC suşları O157, O26, O111, O145 ve diğer bazı O serovarlarından ait olan suşlardır.

Enteroinvasive *E. coli* (EIEC): EIEC bakterileri, kolon mukozasını penetre edebilir ve ülseratif iltihaba neden olurlar. Klinik tablo basilli dizanteriye benzer. İnvazyon sürecindeki rolleri henüz bilinmeyen dış membran proteinlerini kodlayan büyük plazmitler invaziflik özelliğinden sorumludur.

Bağırsak dışı hastalıklar; E. coli, uygun koşullarda endojen infeksiyonlara neden olan fakültatif patojen veya fırsatçı patojen bir bakteri olarak kabul edilmektedir. En sık rastlanan bağırsak dışı *E. coli* infeksiyonu idrar yolu infeksiyonudur. İdrar yolu infeksiyonları, ya sadece aşağı idrar yollarında veya böbrekleri de tutar. [Kayser ve ark., 1997].

Escherichia coli, sıcak kanlı hayvan ve insanların bağırsaklarında doğal flora olarak bulunmaktadır [Doyle ve Cliver, 1990]. *E. coli*'lerin 100'den fazla suşu olmasına rağmen *E. coli* O157 suşu enterohemorajik *E. coli* (EHEC) grubunda sıklıkla rastlanılan ve en çok zehirlenmeye neden olan serotiplerden biri olarak kabul

edilmekte, sığır (dana) ve koyun önemli rezervuar olarak gösterilmektedir [Chapman ve ark., 1996], [Chapman ve ark., 1997].

Escherichia coli, insan ve hayvanların normal bağırsak florasında bulunmakla birlikte, bir çok hastalık vakasından primer veya sekonder etken olarak izole edilmektedir. Bakteri sahip olduğu flagella, kapsül, hücre duvarı, fimbria antijenleri; sentezlediği kolisinler, enterotoksinler, sitotoksinler, hemolizinler ve aerobactin gibi virülans faktörleriyle hayvan türlerinde değişik patogeneze ile seyreden çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Bu hastalıklar arasında çeşitli septisemik, üriner sistem enfeksiyonları, enterik enfeksiyonlar ve mastitisler örnek olarak verilebilir [Emery ve ark., 1992].

E. coli'nin hayvan türlerine göre değişik serotiplere sahip olduğu ve bu serotiplerin de farklı patojenik karakterler sergilediği bilinmektedir [Blanco ve ark., 1997], [Samadpour ve ark., 1994]. Patojen serotipler arasında O157, O1:K1 ve O78:K80, patojenik suşlar arasında VTEC ve ETEC ile enterotoksijenik K99 antijeni sayılabilir.

Sağlıklı görünen hayvanlarda patojen *E. coli* suşlarının varlığının ve sıklığının ortaya konulması, taşıyıcı konumundaki hayvanlardan insanlara muhtemel bir bulaşmanın önüne geçilmesi açısından önemli görülmektedir [Bettelheim ve ark., 2000], [Chapman ve ark., 2001], [Dell'Omo ve ark., 1998]. Bu konuyla ilgili çeşitli ülkelerde birçok çalışma rapor edilmektedir [Blanco ve ark. 1993], [Boynukara ve ark., 2000], [Lee ve ark., 1989], [Irwin ve ark. 1989].

Bir gıdada indikatör mikroorganizma varlığının belirlenmesi veya bu indikatörün gıdada belirli bir limitin üstünde bulunması, gıdanın patojen ve toksijenik mikroorganizmalarla kontamine olabilecek koşullarda üretilip tüketime sunulduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. İndikatörler ve varlığına işaret ettiği patojenler genelde dolaylı ve dolaysız fekal kontaminasyonlardan kaynaklanan bağırsak orjinli mikroorganizmalardır [Temiz, 1998].

Fekal streptokoklar veya enterokoklar gıdalarda koliform ve *E.coli* ile birlikte fekal kontaminasyon ve sanitasyon indikatörleri olarak zaman zaman kullanılmışlardır. Herhangi bir gıdada indikatör mikroorganizmaların saptanması, hammaddedeki üretimin değişik aşamalarındaki ya da dağıtım ve depolama sürecindeki mikrobiyal sorunların önceden belirlenebilmesini sağlamaktadır [Turantaş, 2001].

Listeria'lar ilk olarak 1911 yılında Hulphers tarafından hasta tavşanların karaciğerinde oluşan nekrotik odaklardan izole edilmiş ve *Bacillus hepatitis* olarak isimlendirilmiştir. Daha sonraları bu bakteriye *Listeria monocytogenes* adı verilmiştir [Gelin ve Broome, 1989]

Listeria monocytogenes, oldukça küçük 0,5-2,0 µm boyunda ve yaklaşık 0,5 µm eninde, genç kültürlerinde düz veya hafif kıvrık, uçları yuvarlak, bazen bir veya iki uçlarında şişlikler gösteren tek tek, yan yana veya uç uca ikişer bazen açılı şeklinde ya da kısa zincirler halinde çomakçıklarıdır [Bilgehan, 1986].

Listeria monocytogenes, *Listeriaceae* ailesinden *Listeria* cinsine bağlı gram pozitif, kapsülsüz, sporsuz, uçları yuvarlak kısa çomak şeklinde bir bakteridir. 18-22°C' de hareketli, 25-37°C' de ise yavaş hareketli veya hareketsizdirler. Aerobik ve fakültatif anaerobik olup 1-45°C arasında ürerler. Optimal üreme ısıları 30-37°C' dir. Nutrient Agar' da 30°C' de ve 24-48 saatte 0,5-1,5 µm çapında pürüzsüz, düzgün, yuvarlak koloniler oluştururlar. Kanlı Agar' da 48 saat sonra küçük gri damla benzeri koloniler beta hemoliz zonları ile çevrili olarak görünürler. *Listeria* Selektif Agar' da 30°C' de 24 saatlik inkübasyon sonucunda esculin hidrolizinden dolayı etrafları siyah hale ile çevrilmiş grimtrak mavi koloniler görülür. Inkübasyon süresinin uzatılması ile kolonilerin merkezlerinde çukurluk oluşur. Genel olarak pH 6-9 arasında ürerler [Cengiz, 1999].

Listeria'lar glukoz fermentasyonu sonucunda laktik asit üretirler. H₂S oluşturmazlar. Metil Red, Voges-Proskauer ve katalaz reaksiyonları pozitif, indol, oksidaz ve üre reaksiyonları negatiftir. Esculin ve sodyum hippuratı hidrolize ederler. Ancak jelatin, kazein ve sütü hidrolize edemezler. Tripticase Soy Agar' da 45° lik açılı ile Henry'e

göre yapılan aydınlatmada koloniler, mavi, mavi-yeşil floresans verirler. Palcam Agar’ da siyah koloniler verirler [Müler, 1988].

Listeria’ lar düşük pH’ ya, sıcaklığa, tuza toleranslı bakteriler olup, psikrofilik karakterleri nedeniyle soğukta muhafaza edilen gıdalarda birçok mikroorganizmaya göre daha iyi çoğalabilirler [Brandshaw ve ark. 1987], [Sorrels ve Enigl, 1990], [Walker ve ark., 1990]

Listeria monocytogenes listeriozis adı verilen enfeksiyonun en önemli etkenlerindendir. İlk kez 1926 yılında izole edilmesine karşın günümüzde de önemini koruyan gıda kaynaklı patojen bir bakteridir. Toprakta, sularda, yeşil bitki ve sebzelerde, hayvan yemlerinde, yem maddelerinde, her türlü atık ve lağım sularında, mezbaha sularında, et ve et ürünlerinde, süt ve süt ürünlerinde, dondurulmuş veya paketlenmiş tavuk etinde ve çeşitli ürünlerde bulunmaktadır. Son yıllarda insanlarda görülen Listeriozis olgularının büyük bir kısmının hayvansal orjinli gıdalardan kaynaklandığının anlaşılması sonucu araştırmaların bu yönde artırılması gereği gündeme gelmiştir [Mc Laughlin ve ark., 1986].

Et ve et ürünlerinde patojenik *Listeria*’lar bolca bulunmaktadır. *Listeria monocytogenes* insan ve hayvanlarda Listeriozis olarak adlandırılan bir hastalık meydana getirir. İnsanlarda hastalığın oluşmasında kontamine gıda maddeleri önemli rol oynamaktadır. Ölümcül bir hastalık olarak tanımlanan Listeriozis insanda genellikle yaz aylarında meydana gelmekte ve çoğunlukla gerçek kaynağı bilinmemektedir. Listeriozis her ne kadar her yaştaki insanlarda görülse de gebeler, yaşlılar, yeni doğan bebekler, şeker hastaları, alkol bağımlıları, AIDS’ liler, böbrek hastaları ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde daha sık görülür. Meninjitis, meningoensefalitis, meninjitisle ayrı veya beraber seyreden sepsisemi, abort, ölü doğum, enfekte olmuş yavrular, diyare, pnömoni, endokartis, mastitis ve konjunktivitis gibi semptomlar görülür [Shelef, 1998].

Listeria monocytogenes’in çiğ etlerde %30-50, tavuk etlerinde %15-60 düzeyinde mevcut olduğu ve bu kontaminasyon düzeyinin pişmeden sonraki aşamalarda

artabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Amerika’da ve Fransa’da dondurulmuş sığır etlerinde *Listeria monocytogenes*’in %49-26 oranında bulunduğu tespit edilmiştir [Farber ve ark., 1989].

Türkiye’de de hayvansal ürünlerin üretimi, işleme, taşıma ve pazarlaması aşamalarındaki sanitasyon koşulları dikkate alındığında, yapılan işlemlerin yeterli olmadığı görülmektedir. Özellikle et ürünlerinin hazırlanmaları sırasında kullanılan satır, bıçak ve tezgahların hijyenik durumu ile etin çekilmesi, karıştırılması sırasında makine ve eller ile patojen mikroorganizmaların bulaşma tehlikesi vardır. Bunlara ilaveten, et ürünlerinin *L. monocytogenes* ile kontaminasyonunda, buzdolabı koşullarında canlı kalabilmesi ve bu ürünlerin üretimi, işleme, paketlenme, taşıma, muhafaza ve servis aşamalarında işletme ve personel hijyenine özen gösterilmemesi, organizmanın halk sağlığı açısından taşıdığı riski daha da artırmaktadır [Mc Laughlin ve ark., 1986].

Staphylococcus aureus’ lar *Micrococcaceae* familyasında yer alırlar. Yaklaşık olarak 1 µm çapındadırlar. Üreme esnasında bölünme sonucu meydana gelen hücreler birbirlerinden ayrılmazlar ve üç boyut yönünce çoğaldıklarından üzüm salkımına benzer kümeler yaparlar. *Staphylococ*’ ları *Streptecoc*’ lardan ayırt etmede kullanılan en yararlı yöntem katalaz testi olup, *Micrococ* familyasına dahil koklarda ve dolayısıyla *Staphylococ*’ larda deney olumlu olduğu halde *Streptecoc*’ larda olumsuzdur [Bilgehan, 1986].

Staphylococ’ lar basit besiyerleri dahil birçok besiyerinde üreseler de kanlı besiyerinde daha iyi çoğalırlar. Aerop olsalar da, belli miktarda oksijenli ve hatta tamamen oksijensiz ortamda da üreyebilirler. Optimal olarak 37°C’ de ve pH 7,4 de ürerler. *Staphylococ*’ lar başta glukoz olmak üzere karbonhidratları parçalarlar ve son ürün olarak laktik asit yaparlar. Fakat gaz oluşturmazlar. Ancak şekerlerden mannitol üzerine olan etkileri özellik taşımakta olup, bu karbonhidratı yalnız koagulaz pozitif *Staphylococ*’ lar parçalarlar [Bilgehan, 1986].

S. aureus hem hastane hem de hastane dışında gelişen enfeksiyonlarda önemli rol oynamaktadır [Paulsen ve ark., 1997], [Mitchel ve ark., 1998]. En sık deri enfeksiyonlarına neden olmakla beraber solunum sistemi enfeksiyonları, endokardit, osteomyelit gibi değişik enfeksiyonlarda da rol oynamaktadır. Enfeksiyon oluşturma potansiyeli ve epidemi yapma riskleri nedeniyle taşıyıcılık halk sağlığı yönünden önemlidir. Antibiyotiklere kısa sürede direnç geliştirmesi tedavide önemli sorunlara yol açmaktadır. Ciddi enfeksiyonlara yol açan *S. aureus* toplumun %30'unda sağlıklı bireylerde nazofarenks ve burunda lokalize olduğu bildirilmiştir [Ünal ve Akhan, 1999].

Staphylococcus genusu içerisinde yer alan *Staphylococcus aureus*'lar yüksek toksisiteli ve bağırsaklarda etkili olan enterotoksinleri nedeni ile insanlar için potansiyel patojen bir mikroorganizmalardır. Gıdalarda bu bakterilerin varlığı genellikle gıda üretimde çalışan personelin deri, ağız ve solunum yollarından kaynaklanan kontaminasyonun göstergesi olarak dikkate alınmaktadır [Tunail, 2000], [Tükel ve ark., 2000].

S. aureus'un gıda ürünlerinde tespit edilmesi oldukça önemlidir. *S. aureus*'un neden olduğu intoksikasyon tipi gıda zehirlenmeleri dünya çapında en yaygın olarak görülen gastroenteritislerden birisidir. Zehirlenme gıda ile birlikte önceden salgılanmış bir ya da daha fazla toksinin tüketilmesi ile meydana gelir. Gıda zehirlenmelerine neden olan *S. aureus*'un gıdaya bulaşmasındaki en önemli etkenin insan olduğu saptanmıştır. İnsanlar taşıyıcı olarak bu bakteriyi diğer insanlara ve gıdalara bulaştırırlar. Benzer şekilde bakterinin hava, toz, lağım ve sudan kolaylıkla izole edilebilmesi gıdaların kontaminasyonu için çok sayıda kaynağın bulunduğunu göstermektedir [Özdemir ve ark., 2004].

Enterobacteriaceae familyası üyesi olan *Yersinia enterocolitica* kokobasil görünümünde yaklaşık 1-4x0,5-1,5 µm boyutlarında çomakçıklar olup, 25°C' deki kültürlerinde peritriş kirpikleri ile hareketli, 37°C' de hareketsizdirler. Gram negatif ve kutupsal boyanma özelliğindedirler.

Glukozy gaz yapmadan fermente ederler; laktoz (-); sukroz (+); ureaz (+); metil kırmızısı (+); voges prouskauer 25°C' de (+), 37°C' de (-); H₂S (-); sitrat (-); oksidaz (-); ornitin karboksilaz (+); indol değişkendir [Bilgehan, 1986].

Y. enterocolitica adi besiyerinde kolayca ürer. 25°C' de üreme 37°C'ye göre daha kolaydır. Triple Sugar Iron Agar' da 25°C' de 1 gece inkübasyondan sonra sarı, Endo Agar ve Eozin Metilen Blue Agar besiyerinde renksiz pembemsi, Mc Conkey Agar' da renksiz veya sarımsı, Deoksikolat Sitrat Agar' da saydam koloniler oluşturur. Jelozda ise düzgün S tipi koloniler meydana gelir. Sıvı besiyerinde bulanıklık ve belirgin sediment yapar [Akbulut ve Kınık, 1990].

Yersinia enterocolitica bir çok su ve gıda kaynaklı bağırsak enfeksiyonunun etmeni olarak bildirilmiştir [Stern, 1982], [Stern ve Pierson, 1979]. *Y. enterocolitica*'nın özellikle günümüzde oldukça dikkati çeken gıda kaynaklı bir patojen olduğu düşünülmektedir. Gıda kaynaklı zehirlenmelerde, ana etmen olmakla birlikte son 10-15 yıldır *Y. enterocolitica* enfeksiyonlarında önemli bir artış olduğu ve bakterinin sıklıkla gıdalardan izole edildiği bildirilmektedir [Gilmour ve Walker, 1988].

Hayvanlarda çok yaygın olarak bulunur. Epidomiyolojik açıdan hasta ve latent enfeksiyonlu sıcak kanlılar en önemli rezervuarlarıdır. Bunların çıkartıları ile de, bitkiler, toprak ve yüzey suları kontamine olur. Bulaşma besinlerin alınmasıyla ağızdan gerçekleşir. Direkt temasla bulaşma olasıdır, fakat çok seyrek rastlanır [Kayser ve ark., 1997].

En önemli *Y. enterocolitica* taşıyıcıları olarak, hayvanlar aleminin üyeleri gösterilmektedir. Bir çok olayda hayvanlar için patojenik olan bioserovarların, insan için nadiren patojen oldukları bazen ise patojen olmadıkları söylenmektedir [Varnam ve Evans, 1991]. İnsan için patojen kabul edilen, serovarları yüksek oranda (%25-%80) taşıdığı bilinen tek hayvanın, domuz olduğu belirtilmektedir [Anderson ve ark., 1991].

Yavru domuzların kolayca enfekte oldukları ve kalıcı belirtiler göstermeden taşıyıcı hale gelebildikleri bildirilmektedir. Taşıyıcılık intestinal veya daha çok farengeal olmaktadır. Sığır ve koyunlarda *Y. enterocolitica*'nın insan için patojen; rat, kemirici pireleri ve kemirgenlerin de taşıyıcı olabildikleri belirtilmektedir [Gilmour ve Walker, 1988], [Ichinohe ve ark., 1991].

Bu araştırmada, günümüzde; tüm dünyada ve Türkiye'de; sağladığı kolaylık, zamandan tasarruf, enerjiden tasarruf gibi nedenlerle evlerde ve toplu alanlarda kullanılması tercih edilen mikrodalga fırınların; gıdalarda patojen olarak bulunabilen mikroorganizmalar üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Mikrodalga Fırınların Yapısı

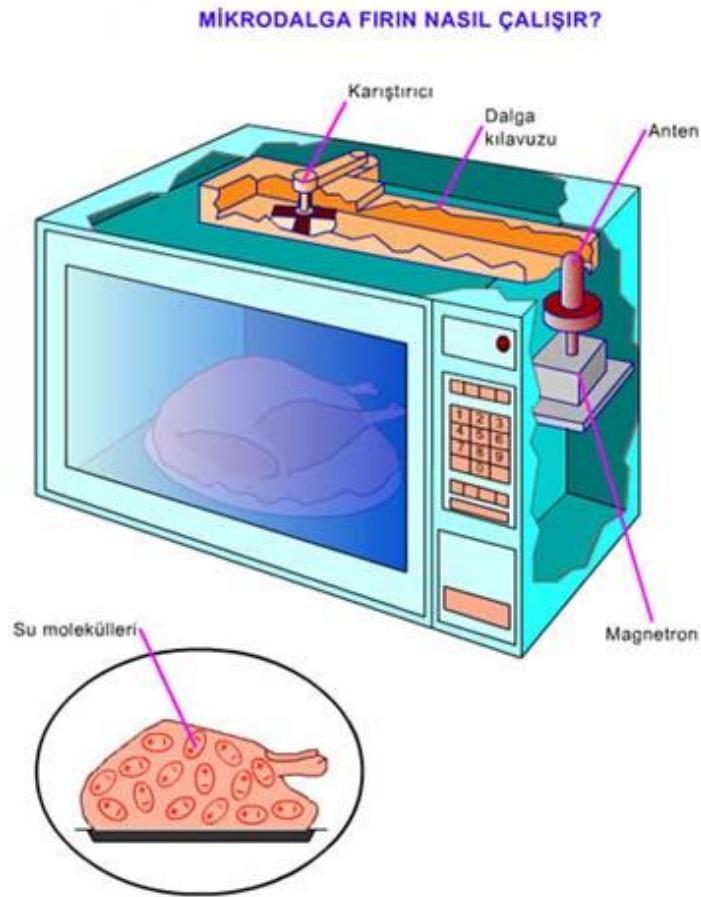
Mikrodalga fırının yapısı ve çalışma sistemi oldukça basittir. Mikrodalga fırının en önemli bölümü magnetron vakum tüpüdür. Bu tüp, elektriksel enerjiyi mikrodalga enerjisine çevirebilen bir osilatördür. Yüksek frekansla titreşen elektronlar ışıyım yayar. Salınan ışıyımın kutupları frekansa bağlı olarak süratle (-)'den (+)'ya, (+)'dan (-)'ye doğru değişir. Kullanım süresi yaklaşık 3000 saattir [Decareau, 1985], [Annis, 1980].

Magnetron tüpünden çıkan mikrodalgalar dalga tüpünden geçerek fırının tavan ve duvarlarındaki deliklerden fırın boşluğuna girerler. Ev fırınlarında dalga tüpünün uzunluğu birkaç santimetredir. Ancak endüstriyel fırınlarda birkaç metreye ulaşır [Annis, 1980].

Tünel sonundaki rotatif anten rotatif hareketlerle dalgaların mikrodalga fırın içerisinde dağılarak gıdaların iyice pişmesini sağlar ancak bazı fırınlarda tabanda belirli bir devirde dönen cam plakların bulunması pişirmenin etkili olmasına yardımcı olur. Huzme veya demet halindeki dalgaların dağıtılmasını ve dolayısıyla fırın içindeki maddenin her tarafına yayılmasını sağlar. Bu işlem gıdalar gibi homojen olmayan maddelerin uniform ısıtılması bakımından özellikle önemlidir.

Fırın boşluğu; metal cidarlarla çevrilmiş, ısıtılacak maddenin yerleştirildiği kısımdır. Yayıcının dağıttığı enerji fırın cidarları tarafından değişik doğrultuda yansıtılır. Mikrodalgaanın girebildiği gıda kısımlarında ısı enerjisi oluşur. Fırın boşluğunun büyüklüğü fırın için seçilen mikrodalgaanın dalga boyuna göre ayarlanır. Boşluk cidarının uzunluğu dalga boyunun yarı uzunluğundan fazla ve dalgaların yayılma doğrultusundan yarı dalga boyunun uzunluğunun katlarına denk uzunlukta olmalıdır. Ev fırınlarının sahip olduğu 2450 MHz frekanslı ışıyımın dalga boyu 12,2 cm olduğuna göre buna uyarak fırın boşluğunun cidarı 6,1 cm'den büyük ve bunun katları şeklinde olmalıdır [Ohllson ve Thorsell, 1984], [Annis, 1980].

Güç kaynağı; şebekeden elektrik gücünü çekip, magnetronun gerektirdiği yüksek voltaja çeviren kısımdır [Decareau, 1985].



Resim 2.1. Mikrodalga fırınların çalışma prensibi

2.2. Mikrodalga Fırında Pişirme

Amerika Birleşik Devletleri Federal Haberleşme Komisyonu (FCC) tarafından endüstriyel, bilimsel ve tıbbi kullanımlar için uygun görülen frekanslar ve dalga boyları çizelge 2.1.' de verilmiştir [Curnette, 1980].

Çizelge 2.1. Endüstriyel, bilimsel ve tıbbi kullanımlarda uygun görülen frekanslar ve dalga boyları

Frekans Bandı	Merkez Dalga Boyu
915±25	32,8
2450±60	12,2
5800±75	5,2
22125±125	1,4

FCC, mikrodalga fırınlarda kullanılmak üzere 915 MHz ve 2450 MHz frekanslarını uygun görmüştür. Ev tipi mikrodalga fırınlarda kullanılan fırınların frekansları 2450 MHz ve dalga boyları 12,2 cm' dir. Mikrodalga enerjisi, mikrodalga frekansında hareket eder. Bu enerji gıdalar tarafından emildiğinde ise ısı yükselmesi olur [Curnette, 1980], [George ve Burnett, 1991].

Mikrodalga fırında pişirmede, polar molekül olan sudaki negatif yüklü hidrojen atomları pozitif yüklü oksijen atomunun etrafında toplanarak dipol molekülleri oluştururlar. Polar olmayan maddelerde elektrik yükleri simetrik olarak dağıldığından, elektrik alanı uygulandığında pozitif yükler alan yönünde, negatif yükler ise alana ters yöndeki kuvvetin etkisinde kalırlar. Böylece maddenin yükleri yer değiştirir ve molekül polarize olur ve mikrodalga elektrik alanının molekülle etkileşmesine neden olur. Dalga frekansı 2450 MHz olan mikrodalga fırında saniyede 2 milyar 450 milyon salınım, birbirine paralel farklı iki yüklü iki molekül arasındaki elektriksel alanda mikrodalgaları emen dipol moleküller kinetik enerji kazanarak daha çok sürtünürler. Komşu su molekülleri arasında hidrojen bağlarının kırılmasına neden olur ve böylece gıdanın içinde ısı üretilerek gıdanın içinden dışarı doğru ısı iletişimi olur [Kalafat ve Kroger, 1973], [Mudgett, 1989].

Geleneksel yöntemlerle pişirmede en yüksek ısı gıdanın dış yüzeyindedir. Mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda ise en yüksek ısı gıdanın merkezinde ölçümlenir. Mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda rastlanabilecek en önemli faktör ise sıcak ve soğuk noktalara rastlanmasıdır. Soğuk noktalara sahip gıdalar lezzetsiz

olabileceği gibi, bakterilerin yıkımlanması için gerekli ısı yükselmesi olmadığından insan sağlığını tehdit eder [Mudgett, 1989], [Ohllson, 1983].

Mikroalgalar gıdalar üzerine tüm yönlerden dağıldıkları için, mikrodalga ısıtmada pişirilen yiyeceklerin şekilleri de önemlidir. Mikrodalga ısıtma için kullanılan besinlerde ideal şekil küredir, silindir ise en iyi şekil olmaktadır [Decareau, 1992].

Geleneksel ısıtmada olduğu gibi, pişirme, gıdanın yüzey alanı büyük olduğunda daha hızlı olmaktadır. Yüksek yüzey hacim oranına sahip olan gıdalar hızla pişmektedir. Gıdanın sıcaklığı dielektrik özelliğine ve ulaşılan sıcaklığın her ikisine de etki eder. Dielektrik kaybı, materyale bağlı olarak sıcaklığı artırıp, azaltabilir. Mikrodalga da oluşan sıcaklık farkları gıda ürünlerinin homojen olmamasından ve elektriksel yoğunluğun düzensiz dağılımından meydana gelmektedir [Schiffmann, 1986].

2.3. Mikrodalga Fırında Pişirme Süresini Etkileyen Faktörler

Mikrodalga fırında pişirme süresini güç çıkışı; pişirilen gıdanın ağırlığı, gıdanın termal, dielektrik özellikleri, ilk sıcaklığı, şekli etkiler.

2.3.1. Güç çıkışı

Mikrodalga fırında güç çıkışı ne kadar çok olursa gıdanın pişirmesi de o derece çabuk olacaktır. Pişirmede esas olan bakteriyel yükün azalması ve gıdanın tüketimi kolay ve lezzetli hale gelmesidir. Ancak mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda rastlanan en büyük problem ısı dağılımını gıdanın her noktasında aynı olmamasıdır [Schiffmann, 1986].

2.3.2. Gıdanın ağırlığı

Mikrodalga fırında pişirmede gıdanın ağırlığı artarsa pişirme, ısıtma sürelerini uzatmak gerekir [George ve Burnett, 1991], [Ohllson, 1983].

2.3.3. Termal özellikler

Isının gıdada yayılması gıdanın termal özellikleri tarafından tayin edilir. Spesifik ısı, gıda kütlesinin sıcaklığını 1°C arttırmak için gerekli ısıdır. Gıdanın bu özelliği sayesinde ısınma daha çabuk olur. Spesifik ısı kapasitesi ısıyla değişir. Termal iletkenlik ise, gıdanın ısıyı iletebilme özelliğidir. Gıda bileşenlerinin termal iletkenliğini bilmek, gıdanın yeterli olarak pişmesini ayarlama da etkili olur. Düşük termal iletkenliğe sahip gıdayı uzun süre yüksek güçte ısıtmak gıdanın çok pişmesine neden olur [George ve Burnett, 1991].

2.3.4. Gıdaları dielektrik özellikleri

Gıdaların dielektrik özelliklerini belirleyen başlıca faktörler, gıdaların rutubet ve tuz oranıdır. Yağ, protein, karbonhidrat miktarının da etkisinin olduğu belirtilmektedir. Genelde tuz ve rutubet miktarı arttıkça, mikrodalganın penetrasyon derinliği azalacak ve böylece ısınma uniform olmayacaktır. Gıdada bulunan katı parçacıkların orta veya yüksek rutubetli gıda da mikrodalga enerjisinden etkilenmedikleri bilindiği halde, kurutulmuş gıdalar enerjiyi daha çabuk absorbe ederler [Mudgett, 1982]. Gıdanın dielektrik özellikleri ile mikrodalga enerjisinin %63'ü ısı olarak dağılır ve gıdanın ısınmasını sağlar. Genelde gıdalarda su miktarı arttıkça ısınma daha iyi olur. Aynı zamanda düşük nem içeriğine sahip gıdaların daha çabuk ısındıkları ortaya konmuştur. Bunun nedeni ise spesifik ısının azalmasından dolayıdır. Gıdanın dielektrik özelliğini etkileyen tuz ilavesiyle, mikrodalga enerjinin penetrasyon derinliği azalır. Sadece ürünün üzeri çok iyi ısınır. Şeker ve yağ içeriği fazla gıdaların pişmesi daha az zaman alır [George ve Burnett, 1991], [Mudgett, 1986].

2.3.5. Gıdaların ilk ısısı

Dondurulmuş ya da oda sıcaklığının altında tutulmuş gıdalar daha geç ısınırlar. -5°C' deki gıdanın 20°C' ye, 5°C' deki gıdanın 70°C' ye ulaşması için her iki gıdanın da aynı miktar enerjiye gereksinimi vardır [Ohlsson, 1983].

2.3.6. Gıdaların şekli

Mikrodalgada pişirilen gıdanın şekli ne kadar düzgün olursa gıdada ısı dağılımı o derecede iyi olacaktır. Örneğin tavuk budunu pişirirken az etli kısımlar çabuk pişecek hatta kuruyacak ve lezzetsiz olacaktır [Schiffmann, 1986]. Hacmine göre yüzey alanı fazla olan gıdalar çabuk ısınırlar. Yumru şeklindeki gıdalar kare şeklindeki ve yuvarlak şekilli gıdalardan daha iyi ısınırlar, ısı dağılımı daha düzgün olur. Kare şeklindeki gıdalarda köşe ve kenarlarda fazla pişme görülür. Kavisli gıdalarda pişerken, merkezdeki ısı daha yüksek olacağından piştikten sonra bir süre bekletmek gerekir [George ve Burnett, 1991], [Ohlson, 1983].

2.3.7. Gıdaların ölçüsü

Eğer gıdanın ölçüsü dalga boyu ve penetrasyon derinliğinden büyükse, ısınma uniform olmayacaktır. Mikrodalgada pişirilen gıdanın kalınlığı 10.1 cm'den fazla olduğunda piştikten sonra ısının yayılması için gıdanın yenilmeden önce bir süre bekletilmesi gerekir [Harrison, 1980]. Ancak gıdanın ölçüsü dalga boyuna yakınsa, en yüksek ısıyı gıdanın ortasında ölçümlemek mümkündür [George ve Burnett, 1991].

2.3.8. Termal kondüksiyon

Isının gıdanın içine yayılması spesifik ısı kapasitesi ve termal kondüksiyon tarafında tayin edilir. Termal kondüksiyon gıdanın ısıyı yayabilme yeteneğidir. Özellikle hacimli gıdaların pişirilmesi sırasında önemli rol oynar [Decareau, 1965], [George ve Burnett, 1991].

2.4. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Avantaj ve Dezavantajları

Geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında mikrodalga fırınların çalışma prensiplerinin farklı olduğu görülmektedir. Mikrodalga fırının avantajları şöyle sıralanabilir:

- Mikrodalgalar sadece gıdaları ısıtır, gıdanın kendi iyice ısınmadıkça pişirme

kapları ısınmaz.

- Gıdanın pişirildiği odada koku ve buharlaşma görülmez.
- Geleneksel yöntemlerle ısıtmada gıdanın dışından içine doğru ulaşma hızı mikrodalgalara oranla ortalama 15 kez daha yavaştır. Mikrodalgalar gıdayı çabuk pişirir ve ısıtır.
- Zamandan tasarruf sağlar.
- Az enerji kullanımını gerektirir.
- Pişirme sırasında etrafa saçılan artıkların temizlenmesi kolaydır.
- Mikrodalga fırınlar kolaylıkla istenilen yere taşınabilir.
- Donmuş gıdaları kısa sürede eritir.

Dezavantajları ise;

- Hacimli gıdalar için uygun değildir.
- Isıtma prensibini halk bilmemektedir.
- Gıdaların her noktası aynı derecede ısıtılmayabilir.
- Yiyeceğin kızarması gerçekleşmez [Jeffries, 1987], [Ohllson, 1991], [Schwarzenbach, 1990].

2.5. Mikrodalga Fırınların Güvenli Kullanımı

- Kullanılacak tabak ve bardakların 110-120°C' ye kadar dayanabilen kaplardan seçilmesi tavsiye edilir. (230-248°F)
- Kullanılan bardaklar aşağı yukarı 60 mm çaplı ve duvarlı olmalıdır.
- Plastik malzemeler mikrodalgayı çok az absorbe eder.
- Doğru pişirme ve uygun sonuç için, pişirmenin hızı ayarlanmalıdır.
- Tek parçalar ayrı ayrı ısıtılmalıdır.
- Mümkün olduğu müddetçe cihazın kapağı pişirme esnasında açılmamalıdır ve fırına çok yaklaşılmamalıdır.
- Fırın kapağının etrafında yiyecek kırıntısı kalmamalı ve kapak iyice

kapanmalıdır.

- Fırın kapağında herhangi bir zedelenme olursa fırın kullanılmamalıdır.
- Fırın kullanılmadığında içine 1 bardak su konulmalı ve oluşabilecek enerji birikimi önlenmelidir.
- Kalın dilimlerden çok, muntazam şekilde ve kalınlıklarının 10 veya 20-25mm olması tavsiye edilir.

Sıvı yemekleri hafif ateşte kaynatmak için kase kullanılmalıdır.

Katı yemek parçalarına benzer, patates gibi nesnelerin ağırlığı yaklaşık 75 gr olmalıdır.

Magnetrona zarar vermemek için ise şu kurallara uyulmalıdır:

- Fırın boşken çalıştırılmamalıdır.
- Metal hiçbir malzeme kullanılmamalıdır.
- Kullanma kılavuzuna uyularak düzenli olarak servisi çağırılmalıdır [Kalafat ve Kroger, 1973], [Ohlson ve Thorsell, 1984].

2.6. Mikrodalga ile Pişirmenin Gıdaların Besin Değerleri Üzerine Etkisi

2.6.1. Nem

Etin mikrodalga ile ve geleneksel yöntemle pişirilmesi ile ilgili bir çalışmada, nemli ısı ve kuru ısı olmak üzere iki farklı ısıtma tipi uygulanmıştır. Kuru ısı uygulanarak pişirilen etin pişme zamanı, nemli ısı uygulanarak pişen ete göre daha uzun olmuştur. Ancak nemli ısı ile pişen etin pişme kayıplarının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel yöntemle pişen etlerde pişme süresinin daha uzun, uçucu kayıplar ve toplam nemin daha fazla duyusal özelliklerin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Mikrodalga ile pişen etlerde ise pişme kayıplarının daha fazla olduğu görülmüştür. Geleneksel yöntemlerle pişen bifteklerde uçucu kayıpların fazla olması, uzun pişme

zamanı ve sıcaklık nedeniyledir. Mikrodalga ile pişen bifteklerin nem içeriği, geleneksel yöntemlerle pişenlerden daha az bulunmuştur [Moore ve ark., 1980].

2.6.2. Protein

Çiğ ve 70°C orta nokta sıcaklığına ulaşana dek pişirilen Longissimus dorsi kası, domuz ve kuzu etlerinin serbest aminoasit ve azot içeriği saptanmış, geleneksel olarak pişirilen etlerin serbest aminoasit içeriği mikrodalga ile pişirilenlerden daha fazla bulunmuştur. Geleneksel olarak pişirilen 3 tip etin valin ve lösin değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Mikrodalga ile pişirilen etlerin protein içeriğinin ise geleneksel olarak pişirilenlerden daha yüksek olduğu belirtilmiştir [Cross ve Fung, 1982].

Klein ve Mondy (1981); patatesi mikrodalga ve geleneksel fırında pişirerek azotlu öğelerde meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Mikrodalga ile pişirme kabuk kısmının toplam aminoasit içeriğinde %2, serbest aminoasit içeriğinde %8' lik bir artışla sonuçlanmıştır. İç kısmın toplam aminoasit içeriği %4, serbest aminoasit içeriği ise %17 oranında azalmıştır. Her iki pişirme yönteminde en fazla glutamin etkilenmiştir. Geleneksel fırında pişirme esnasında, kabuk bölgesindeki yüksek ve uzun süreli ısı nedeniyle, bazı proteinlerdeki serbest aminoasitler bozulmuş ve membran hasarı meydana gelmiştir. Ayrıca sürenin uzun olması nedeniyle, kabuk kısmından iç kısma doğru özellikle serbest aminoasitler ve azotlu öğeler taşınabilmektedir. Geleneksel fırında pişen patateslerin, kabuk ve iç kısmındaki glutamin içeriğinde büyük bir azalma olduğu saptanmıştır. Mikrodalga fırında pişirme sonucunda iç kısımdaki azotlu öğelerde azalma ve uçucu madde kayıpları meydana gelmiştir. Araştırmacılar, fırınlanmış patatesten, dış kısımdaki kortikal doku tüketilmediği takdirde, azot içeriği bakımından geleneksel pişirmenin, mikrodalga ile pişirmeye göre daha üstün olduğunu belirtmektedirler.

2.6.3. Lipitler

Mikrodalga işleminin; gıdaların lipit içeriği üzerine etkisi çok azdır. Mai ve ark. (1980), mikrodalga ile pişirilen tavuk, et ve bacon yağlarından elde edilen yağ asitlerini, çiğ örneklerin yağ asitleriyle karşılaştırmışlardır. Çiğ örneklerin ve mikrodalga ile pişen örneklerin yağ asidi bileşiminde farklılık gözlemlenmemiştir. yüksek konsantrasyonda oleik ve linoleik ait içeren tavuk ve bacon yağında trans yağ asitleri bulunmuştur.

Trans yağ asitleri üzerine pişme zamanının etkisini saptamak için, oleik ve linoleik asitçe zengin yerfıstığı yağı model olarak seçilmiş, 15 dakikalık pişme sonucunda yağ asidi komponentleri değişmemiş ve trans yağ asitleri saptanmamıştır. Mikrodalga ile pişirilen patateslerin yağ asidi kompozisyonunun değişmediği ve trans yağ asitlerinin meydana gelmediği belirtilmiştir [Mai ve ark., 1980].

2.6.4. Mineraller

Klein ve Mondy (1981), patatesi geleneksel ve mikrodalga fırında pişirerek, mineral içeriklerini incelemişlerdir. Geleneksel pişirme sonucunda, kabuk kısmının potasyum içeriği azalmış, iç kısmın potasyum içeriği ise artmıştır. Geleneksel pişirmede; pişme için gereken yüksek ve uzun süreli ısı nedeniyle; kabuk bölgesinin 4 mm altına kadar dehidrasyon tabakası genişlemektedir. Ayrıca yüksek sıcaklık, kabuk bölgesinde membran hasarına neden olduğu için normal halde hücre içinde bulunan potasyum hücre dışına transfer olmaktadır. Kabuk bölgesinde meydana gelen düşük su konsantrasyonu ve yüksek potasyum konsantrasyonu sonucunda, potasyum difüzyonla kabuktan iç kısma geçmektedir.

Prusa ve Hughes (1985), hindi etinin beyaz kısımlarını, geleneksel, turbo ve mikrodalga fırınlarda pişirerek sodyum içeriklerini araştırmışlardır. Mikrodalga fırında pişen etlerin diğerlerine göre daha çok sodyum içerdiğini ve bu duruma mikrodalga pişme zamanının kısa olmasının neden olabileceğini belirtmişlerdir.

2.6.5. Vitaminler

Chung ve ark. (1981), bezelyelerin besin değeri üzerine geleneksel ve mikrodalga ile pişirmenin etkilerini araştırmışlardır. Mikrodalga ile pişirme işlemi sonucunda riboflavin içeriğinde çige göre önemli, ancak geleneksel yöntemle göre daha az kayıp meydana gelmiştir. Mikrodalga işlemiyle geleneksele göre daha yüksek olan azalmanın kısa pişme zamanı nedeniyle olabileceği belirtilmiştir.

Gıdaların niasin içeriği üzerine mikrodalga ile ve geleneksel yöntemlerle pişirmenin etkilerini saptamak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Niasin oldukça stabil bir vitamindir. Gıda işlemede ve hazırlamada önemli düzeyde niasin kayıplarına rastlanmamaktadır. Mikrodalga fırında ve ızgarada pişirilen sığır ve domuz köftelerinin niasin içeriklerinde bir farklılık gözlemlenmemiştir. Ancak geleneksel yöntemlerle pişirilen rostolarda niasinin, mikrodalga ile pişen örneklerle göre daha iyi alıkonulduğu gözlemlenmiştir [Cross ve Fung, 1982].

Klein ve ark. (1981), çiğ ıspanağın folasin içeriğinin 161µg/100g olduğunu belirtmişlerdir. Mikrodalga ile ve çelik tencerelerde pişirilen ıspanakta folat azalmasını hesaplamışlar ve mikrodalga ile pişen örnekler için azalma değerinin %101, geleneksel yöntemle pişen örnekler için azalma değerinin ise %77 olduğunu saptamışlardır. Mikrodalga ile pişirilen ıspanakta lezzetlilik skorları daha yüksek bulunmuştur.

Mikrodalga ile haşlanan bezelyelerde askorbik asidin daha iyi korunduğunu belirtilmiştir. Aynı sürelerde mikrodalga fırında (115V) ve suda haşlanan bezelyelerde askorbik asit sırasıyla %71,4 ve %72,9 oranında alıkonulmuştur. Bezelyeler 220V mikrodalga fırında su kullanılmadan 5 dakika pişirildiğinde yaş ağırlık bazında askorbik asit azalma değerini %100 olarak bulunmuştur [Hoffman ve Zabik, 1985].

2.7. Mikrodalga'nın Mikroorganizmalara Etkisi

Mikrodalga'nın mikroorganizmalar üzerine etkisi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda bu enerjinin termal etkisiyle mikroorganizmaları tahrip ettiği, öldürücü sıcaklığa ulaşmadan öldürücü etkisinin bulunmadığı, sulu ortamdaki mikroorganizmaların daha fazla etkilendiği, susuz ortamdaki bakterilerin, kurutulmuş ve liyofilize organizmaların uzun süreli mikrodalga uygulamalarından bile etkilenmediği bildirilmiştir [Chiple, 1980], [Vela ve Wu, 1979].

Mikrodalgaların, mikroorganizmaları çok kısa sürede tahrip etmesi, bu dalgaların sterilizasyon amaçlı kullanılabilmesi için yapılan araştırmaları artırmış olup, günümüzde de bu enerjinin sterilizasyon etkisi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. [Douglas ve ark., 1990], [Lohman ve Manique, 1986], [Rohner ve ark., 1986].

Goldblith ve Wang (1967), yaptıkları çalışmada *E. coli* ve *B. subtilis* sporlarını rastgele termal ve 2.450 Mhz mikrodalga ışınlamasına maruz bırakmışlar ve farklı enerji kaynaklarıyla meydana gelen inaktivasyonun derecesini karşılaştırmışlardır. Bu araştırmacılar, mikrodalga uygulanan bakterilerin üremesindeki ve inaktivasyonundaki azalmanın rasgele ısıtmayla aynı olduğunu ve bu bakterilerin inaktivasyonu ile bakterilerde görülen öldürücü etkinin sadece mikrodalga'nın meydana getirdiği ısı ile ilgili olduğu, öldürücü sıcaklığın altında ise herhangi bir tahribatın olmadığı sonucuna varmışlardır.

Su doğada dipolar yapıda olduğu için, bulunduğu ortamın mikrodalga ile ışınlaması bu ortamda bulunan bakterileri olumsuz yönde etkiler. Vela ve Wu [1979], bu yönde yaptıkları çalışmada 2450 ± 20 Mhz mikrodalgaları; bakteriofajlar, mantarlar, aktinomiçesler ve değişik bakteriler üzerine uygulamışlar. Bu çalışmada sadece suyun varlığında bakteriler inaktif hale gelmiş, kurutulmuş veya liyofilize organizmalar süresi uzatılmış uygulamalardan bile etkilenmemiş. Araştırmacılar sadece mikroorganizmalardan elde ettikleri bilgilerle bunların sadece termal etkiyle öldürüldüğünü ve eğer nontermal etki varsa bu etkinin bir bakterisit etki olmadığını belirtmişlerdir.

Mikrodalga etkileri ve bu etkilerin ısıtmaya bağıllığı *B.subtilis* sporlarının inaktivasyon çalışmalarında gösterilmiş. Wayland ve ark. inaktivasyon oranlarındaki farklılıklarda bir nontermal etkinin varlığını; sporları rasgele ısıtmaya karşın mikrodalga ısıtmasıyla göstermişler. Böylece ısınma ve elektromagnetik etkilerin şiddetli olarak birbirine bağılı olduğu sonucuna varmışlardır. [Chipley, 1980].

Çakıroğlu (2001), yaptığı çalışmada; mikrodalga fırının değişik ısı derecelerinde deneysel olarak 10^9 hücre/ml oranında *Yersinia enterocolitica* ile enfekte edilmiş kıymadaki etkisi incelenmiştir. Bu kıymalara olan etki 1., 7., 14. ve 21. günlerde kontrol edilmiştir. 150W ve 400W'da pişirilen kıymalarda *Yersinia enterocolitica* sayısının azaldığı saptanırken; 550W, 700W ve 800W'da ki pişirmelerde mikroorganizma tespit edilmemiştir.

Ünüsün (1994) yaptığı çalışmada; kıyma numuneleri mikrodalga fırında 7 dakika (az), 9 dakika (orta) ve 11 dakika (çok) tüm güçte pişirilmiştir. Numunelerin pişmeden önce, piştikten hemen sonra ve piştikten 30 dakika sonra ısı ölçümleri alınmış ve mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Pişirme süreleri içinde en etkin olanın 11 dakika olduğu saptanmış; 30 dakika bekletmede ise, kıyma numunesinin ısısının artması ve yayılması nedeniyle koliform grubu, lactobacil, maya ve küflerin tamamen yok olduğu belirlenmiştir.

Aksan (1998) yaptığı çalışmada; geleneksel yöntemler ve mikrodalga ile çözündürülen dondurulmuş dana ve koyun kıymalarının mikroflorasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Mikrodalga ile çözündürülen kıymalarda, toplam aerob mezofilik bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayımları diğer çözündürme yöntemlerine göre daha düşük olarak saptanmıştır. Oda koşullarında çözündürmede en yüksek bakteri sayım değerleri bulunmuştur. Belirlenen maya-küf sayımlarının farklı çözündürme işlemlerinden etkilenmediği saptanmıştır. Ayrıca, örneklerin hiçbirinde *Staphylococcus aureus*'a rastlanmamıştır.

Apostolou ve ark. (2005) yaptığı çalışmada; taze tavuk göğüs eti parçalarına ve bütün tavuk etine *E.coli* O157:H7 inoküle edilmiş ve bu örneklerden tavuk parçaları tam

güçte, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 saniyelerde; tüm tavuk ise tam güçte 22 dakika pişirilmiştir. Kısa zamanlı mikrodalgaya maruz bırakmanın *E.coli* O157:H7 üzerine yok edici etki göstermediği gözlenmiştir.

Hollywood ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışmada; kıymayı mikrodalga fırında pişirmeden önce; az, orta ve yüksek derecelerde pişirdikten hemen sonra ve pişirdikten 30 dakika sonra, kıymanın mikrobiyal florasına bakılmıştır. Genel olarak mikroorganizma sayılarında azalma görülürken; bekleme periyodundan önce ve bekleme periyodundan sonra 1 örnekte *L. monocytogenes* varlığı saptanmıştır.

Coote ve ark. (1991) yaptığı çalışmada; *L. monocytogenes* hem sıvı besiyeri içinde, hem de tavuk derileri üzerine inoküle edilerek mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. 85°C'ye ulaşılan sıcaklıkta pişirmede *L.monocytogenes* gözlemlenmemiş; 70°C' de ise 10^6 - 10^8 arasında sayıları tespit edilmiştir.

Göksoy ve ark. (2000) yaptığı çalışmada; taze derisiz tavuk göğüs etlerine *E. coli* K12 ve *Campylobacter jejuni* inoküle edilmiş ve mikrodalga fırında tam güçte 10, 20, 30 saniye mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. 20 ve 30 saniyelerde pişirmede etlerin görünüşlerinde bazı değişiklikler kaydedilirken, her 3 pişirme süresinde de mikroorganizmaların sayısında ve gelişmelerinde önemli değişiklikler gözlenmemiştir.

Woo ve ark. (2000), bakteri hücrelerinin hücre duvar yapısındaki bazlara mikrodalga radyasyonu tarafından yapılan zararın ayırt edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Ne hücre süspansiyonunda ne de hücre yoğunluğunda önemli bir azalma gözlenmemiştir.

Welt ve ark. (1994) yaptığı çalışmada; 3 yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde mikrodalga ile ısıtmayı geleneksel ısıtma ile 90°C, 100°C ve 110°C' de karşılaştırmak için özel tasarlanmış kinetik kap kullanılmıştır. Oranlar %95 aynı bulunmuştur. İkinci ve üçüncü yöntemlerde öldürücü mikrodalga fırın dereceleri kullanılmıştır. İkinci yöntemde; süspansiyon, mikrodalga fırın dışında bakır soğutucu

bobin ile direkt temas yoluyla soğutulmuştur. Süspansiyon teflon tava içinde fırında 400W'da pişirilmiştir. Bakır iyonlarının bakır soğutucudan süspansiyona geçtiği ve zehir etkisi yaptığı düşünülmüştür. Sonuçlarda aynı yönde sonuç verip mikrodalga'nın etkisinin olmadığını göstermiştir. Üçüncü yöntemde ise; bakır soğutucu silikon tüp içinde mikrodalga kabına yerleştirilmiştir. Süspansiyon 150W mikrodalga gücünde pişirilmiştir. İnaktivasyon olduğu bulunamamıştır. Sonuç olarak sporlar üzerine mikrodalga'nın etkisinin, geleneksel fırınla aynı olduğu gözlenmiştir.

Farber ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada ,mikrodalga fırının *Listeria spp.* üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 81 tanesi ızgara, 93 tanesi kızartılmış olmak üzere tüm tavuk örneklerine *Listeria spp.* inoküle edilerek, 17 çeşit mikrodalga fırında pişirilmiştir. Üreticilerin tavsiye ettikleri ısı ve sürede pişirilen 81 ızgara tavuk örneğinin 1 tanesinde, 93 kızartılmış tavuk örneğinin ise 9 tanesinde *Listeria spp.* bakterilerinin pozitif çıktığı görülmüştür.

Khalil ve Villota (1988); yaptıkları çalışmada geleneksel ve mikrodalga ile ısıtma yöntemlerinin *S. aureus* üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mikrodalgalara maruz kalan *S. aureus* hücrelerinin, geleneksel yöntemle ısıtılanlara göre daha büyük metabolik dengesizlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Mikrodalgalarla 40°C' lik minimum sıcaklık kullanmak, hücrelerin zarar görmesi için yeterli olmuştur. Elektromanyetik ısıtma, geleneksel ısıtmaya göre toksin üretimini daha fazla engellemiştir. Ancak anaerobik koşullar uygulandığında, *S. aureus* üzerine mikrodalga ısıtmanın etkisi daha düşük olduğu belirtilmiştir.

2.8. Kırmızı Et ve Tavuk Etinin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Etin kimyasal bileşimi, elde edildiği hayvanın türüne ve karkasın hangi bölgesinden alındığına göre farklılık göstermektedir. Etin içerdiği su, yağ ve protein miktarı, et kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir [Göğüş, 1986].

Ette; yaşa, cinse, cinsiyete, beslenme durumuna bakılmaksızın genel bir değerlendirme yapıldığında kimyasal yapının, ortalama %70 su, %18 protein, %3,5 protein yapısında olmayan eriyebilir nitrojenli bileşikler ve %3 oranında kül içerdiği görülmektedir [Gökarp ve ark. 1993].

Normal koşullarda, sağlıklı bir etin iç dokularında pek az mikroorganizma bulunmaktadır ya da hiç mikroorganizma bulunmamaktadır. Ancak etler, kesim, yüzme, parçalama, taşıma, depolama ve işleme sırasında önemli ölçüde dış kaynaklı mikrobiyal kontaminasyona maruz kalırlar. Kontaminasyon kaynaklarının çeşitliliği bu tür gıdalarda bulunabilen mikroorganizma tiplerinin sayısını da artırmaktadır.

Et genel olarak, parça et ve kıyma şeklinde tüketime sunulmaktadır. Günlük kullanımda kıyma oldukça yüksek miktarlarda tercih edildiği gibi, günümüzde kıymadan yapılan et ürünlerinin tüketimi de büyük ölçüde artmıştır [Slavik ve ark., 1991].

Genellikle kıyma yapımında, kollagen doku oranı yüksek, biyolojik değeri düşük olan 2., 3. sınıf etler ve iç yağları kullanılmaktadır [Yücel ve Karaca, 1989]. Ülkemizde; dana, keçi, koyun, manda ve sığır etlerinin üretimi yapılmaktadır. Ancak, dana ve koyun etlerinin tüketimi daha yaygındır [Öztan, 1993]. Bu nedenle, satış merkezlerinde genelde dana ve koyun etlerinden kıyma hazırlanmaktadır [İnal, 1992]. Dana ve koyun etlerinin genel bileşenleri Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Dana ve koyun etlerinin genel bileşenleri [Yıldırım, 1984].

	Su%	Protein%	Yağ%	Mineral madde	Enerji M/K.cal(100g)
DANA ETİ					
Zayıf	72,7	20,5	5,4	1,1	142
Orta	69,6	19,7	9,5	1,0	177
Yağlı	67,1	18,9	13,1	0,9	207
KOYUN ETİ					
Zayıf	69,0	18,2	12,5	1,0	199
Orta	56,3	16,4	26,4	0,8	323

Yağlı	46,4	13,0	39,0	0,8	428
-------	------	------	------	-----	-----

Kıyma, azotlu ve mineral maddelerce zengin olan bileşenleri, yüksek nem içeriği ve uygun pH değeri nedeniyle mikroorganizmaların gelişip çoğalması için uygun ortamdır. Et kıyma şekline dönüştürüldüğünde, etin yüzeyinde büyük bir genişleme olmakta ve böylece ortamdaki mikroorganizmalar, kıymanın hazırlanması sırasında ürünün her tarafına kolayca dağılmaktadır [Tekinşen ve ark., 1980]. Ayrıca, parçalama işlemi sonunda hücre özsuğu dokulardan dışarı çıkarak kıymayı oluşturan parçacıkların yüzeyini ıslatarak mikroorganizmaların gelişimi için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Etin yapısındaki fiziko-kimyasal değişiklikler nedeniyle kıyma, büyük parça ve kuşbaşı ete göre mikrobiyolojik bozulmalara ve bazı patojen bakterilerin gelişimine daha elverişlidir [İnal, 1992].

Kıyma haline getirilmiş etlerde mikrobiyel bozulma daha çabuk olur. Bunun nedeni:

- Kıyma haline getirilen ette hücre suyu dışarı çıkarak mikroorganizmaların üremesi için iyi bir ortam oluşturur.
- Etin yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar kıyma yapımıyla kıymanın her yanına dağılırlar.
- Zamanla kıymanın iç kısımlarında doku solunumuyla anaerobik ortam yaratılacağından *Pseudomonas* cinsi bakteriler dış kısımda daha çabuk ürerler.
- Kesilen hayvanın cinsi de mikrobiyel sayıyı etkileyeceğinden sığır kıymasındaki sayı domuza kıyasla daha düşüktür.
- İyi hijyenik koşullara sahip işletmelerde hazırlanan kıymalar daha az mikrobiyel yüke sahiptir [Frazier ve Westhoff, 1988], [İnal, 1992], [Longree ve Armbruster, 1987].

Kıyma mikroflorasında bulunan mikroorganizmalar çok çeşitlidir. Bu mikroorganizmalar arasında *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Streptomyces* cinsi bakterilerin yanı sıra, *Mucoraceae* familyasından *Rhizopus*, *Thamnidium* ve *Fungi*; *Imperfecti* familyasından *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Trichoderma* gibi küfler ve *Torulopsis*, *Rhodotorula* ve

Oospora gibi mayaların bulunduğu belirtilmektedir [Ertaş, 1979], [İnal, 1992], [Yıldırım, 1984], [Weiser, 1962], [Alperden, 1993], [Yücel ve Karaca, 1989].

Çizelge 2.3. Kıymanın iç ve dış kısmı arasındaki fark [Gökten, 1990].

Kıymanın Dış Kısmı	Kıymanın İç Kısmı
• Aerobik koşullar • Renk parlak kırmızı • <i>Pseudomonas</i> cinsi bakteriler ürer. • Yüzeyde aminlerin oluşmasıyla pH yükselir.	• Anaerobik koşullar • Koyu kırmızı • Gram (+) laktik asit bakteriler aktiftir. • Laktik asit üretimiyle pH düşer. • Belirgin bozulma olmadan bakteri sayısı yüksek düzeylere çıkabilir.

Beslenmede büyük önem taşıyan beyaz et eğer sağlıklı yetiştirilmiş hayvanlardan elde edilmez, hijyenik şartlara sahip mezbahalarda kesilmez ve uygun muhafaza koşulları sağlanmaz ise insan sağlığı açısından potansiyel tehlikeler oluşturabilirler. Gıda hammaddesinin işletmeye girmesinden başlayarak ürün elde edilmesi aşamasına kadar ki üretim zincirinde ürüne çeşitli kaynaklardan mikroorganizma kontaminasyonu söz konusudur. Mikroorganizma uygun ortamlarda hızla üreyerek üründe istenmeyen değişikliklere yol açabilmektedir.

Mikroorganizmaların gıdalarla toprak, su, hava, gıda işçileri, insan ve hayvanların bağırsak sistemleri, böcekler, kemirgenler, kuşlar ve bazı evcil hayvanlar, gıda işletmelerinde kullanılan hammadde, çeşitli alet ekipman ve kaplar, artık ve atıklar ile hammadde, ara ürün veya son ürünün temas ettiği her türlü yüzeyden bulaşabilir [Pichhardt, 2004].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Örneklerin Toplanması

Araştırmada 01.02.2007-30.03.2008 tarihleri arasında Ankara'daki çeşitli kasaplardan temin edilen 28 adet et örneği (7 adet dana kuşbaşı, 7 adet dana kıyma, 7 adet tavuk göğüs, 7 adet tavuk but) materyal olarak kullanılmıştır. Temin edilen etler aynı gün laboratuvara getirilerek hemen çalışılmıştır.

Her bir et örneği her bir bakteri için 25' er gramlık 7 parça halinde çalışılmıştır. 7 parça etten 1 parçası et kontrolü olarak çalışılmış ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Geri kalan 6 parçadan 2' si düşük derecede (130W), 2' si orta derecede (400W), 2' si ise yüksek derecede (700W) 2 dakika süre ile mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. Düşük (130W), orta (400W) ve yüksek (700W) derecelerde pişirilen 2' şer örnekten 1' inin hemen ekimi yapılırken; 1' i alüminyum folyoya sarılıp, 30 dakika bekletildikten sonra ekilmiştir. 30 dakika bekletme mikrodalga fırın üreticilerinin önerisi üzerine yapılmıştır.

(Mikrodalga fırından çıktıktan sonra daima yemeği bir süre bekletmek gerekir. Defrost, pişirme ve tekrar ısıtma işlemlerinden sonra bir süre bekletmek daima iyi sonuç verecektir. Çünkü yemeğin ısısı iyice yayılacaktır. Mikrodalga fırında fırın kapatıldıktan sonra bile yiyecekler bir süre için pişmeye devam eder. Bu işlem mikrodalga fırın tarafından değil, besin maddesinin içindeki enerjiden dolayı devam etmektedir [Arçelik, 2007].)

Her örneğin pişirmeden önce, pişirmeden hemen sonra ve pişirmeden 30 dakika sonra steril termometre ile sıcaklıkları ölçülmüştür. Bu işlemler her bir et örneği için ayrı ayrı tekrarlanmış ve her örneğin mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan et örnekleri ve sayıları

Örnek Adı	Örnek Sayısı
Dana Kıyma	7
Dana But	7
Tavuk Göğüs	7
Tavuk But	7
Toplam	28

3.2. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.1. Örnek alma ve örneklerin analiz edilmesi

Aseptik şartlarda laboratuvara getirilen et örnekleri 25' er gramlık 7 parça halinde çalışılmıştır. 7 parça etten 1 parçası et kontrolü olarak çalışılmıştır. Geri kalan 6 parçadan 2' si düşük derecede (130W), 2' si orta derecede (400W), 2' si ise yüksek derecede (700W) mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. Düşük (130W), orta (400W) ve yüksek (700W) derecelerde pişirilen 2' şer örnekten 1' inin hemen ekimi yapılırken; 1' i alüminyum folyoya sarılıp, 30 dakika bekletildikten sonra ekilmiştir. Her örneğin pişirmeden önce, pişirmeden hemen sonra ve pişirmeden 30 dakika sonra steril termometre ile sıcaklıkları ölçülmüştür. Kontrol örneği hemen, diğer örnekler ise mikrodalgaya maruz bırakıldıktan hemen sonra ve aynı örnek mikrodalgaya maruz bırakılıp alüminyum folyoya sarılı halde 30 dakika bekletildikten sonra 225 ml tamponlanmış peptonlu suda homojenize edilerek 10^{-1} ' lik dilüsyonu hazırlanmıştır. *Listeria* sayımı için örnekler 225 ml U.V.M. Broth besiyeri içinde homojenize edilerek 30°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

10^{-1} 'lik dilüsyonu hazırlanmış örnekten 0.1 ml alınarak, Plate Count Agar (PCA) besiyerine yayma plak yöntemi ile ekimi yapılarak, 37°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonucunda her plakta koloni sayımı yapılmış, 10^{-1} ' lik dilüsyondan sayılan kolonilerin 1 gr' da ki sayısı hesaplanmış ve koloni sayısı logaritmaya çevrilmiştir.

E.coli kolonilerinin sayımı ve değerlendirilmesi

10^{-1} 'lik dilüsyonu hazırlanmış örnekten steril pipetlerle 0,1 ml alınarak Eosine Methylen Blue Agar (EMB)'a yayma plak yöntemi ile ekimi yapılarak, 37°C ' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda her plakta koloni sayımı yapılmış, 10^{-1} ' lik dilüsyondan sayılan kolonilerin 1 gr' da ki sayısı hesaplanmış ve koloni sayısı logaritmaya çevrilmiştir. Her plaktan benzer morfoloji gösteren 3 tipik *E.coli* kolonileri (mavi-siyah parlak röfleli koloniler) alınmış, biyokimyasal testler için Nutrient Agar besiyerine pasajları yapılarak, 37°C ' de 24-48 saat inkübe edilmiştir [Demirbağ ve Demir, 2005].

EMB Agar besiyerinde üreyen bakteri kolonilerinden *E.coli*'nin tanımlanmasında Bergey's of Manuel Systematic Bacteriology' de belirtilen çeşitli biyokimyasal testlerden yararlanılmıştır. EMB Agar' da 37°C ' de 24-48 saat sonunda mavi-siyah parlak röfleli koloniler *E.coli* şüphesiyle değerlendirilmiş ve bu kolonilerden bazıları seçilerek biyokimyasal testler yapılmak üzere Nutrient Agar besiyerine inoküle edilmiştir. Plaklar 37°C ' de 24-48 saat inkübasyona tabi tutulduktan sonra Nutrient Agar besiyerinde üreyen kolonilere sırasıyla gram boyama, indol, metil red (MR), voges prouskauer (VP) ve sitrat testleri yapılmıştır. Gr (-), indol (+), metil red (+), voges prouskauer(-), sitrat(-) olan koloniler *E.coli* olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. *E.coli* kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi

Testler	Gram boyama	İndol	MR	VP	Sitrat
<i>E.coli</i>	-	+	+	-	-

L. monocytogenes kolonilerinin sayımı ve değerlendirilmesi

24 saat ön zenginleştirme sıvısı olan U.V.M Broth' ta inkübasyona bırakılan örnekten, inkübasyon sonunda, steril pipetlerle 0,1 ml alınarak asıl zenginleştirme sıvısı Fraser Broth Base besiyerine ekimi yapılarak, 30°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda asıl zenginleştirme sıvısından steril pipetlerle 0,1 ml alınarak Palcam Agar' a yayma plak yöntemi ile ekimi yapılarak, 30°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda her plakta koloni sayımı yapılmış, 10^{-1} ' lik dilüsyondan sayılan kolonilerin 1 gr' da ki sayısı hesaplanmış ve koloni sayısı logaritmaya çevrilmiştir. Her plaktan benzer morfoloji gösteren 3 tipik *L.monocytogenes* kolonisi (1,5-2 mm çapında, zeytin yeşili siyah zonlu koloniler ve koyu gri kabarık koloniler) alınmış, biyokimyasal testler için Nutrient Agar besiyerine pasajları yapılarak, 30°C' de 24-48 saat inkübe edilmiştir [Beşe, 1974], [Schlegelova ve ark., 2004].

Palcam Agar besiyerinde üreyen bakteri kolonilerinden *L.monocytogenes*' in tanımlanmasında Bergey's of Manuel Systematic Bacteriology' de belirtilen çeşitli biyokimyasal testlerden yararlanılmıştır.

Palcam Agar' da 30°C' de 24-48 saat sonunda zeytin yeşili siyah zonlu koloniler ve koyu kabarık gri koloniler *Listeria spp.* şüphesiyle değerlendirilmiş ve bu kolonilerden bazıları seçilerek biyokimyasal testler yapılmak üzere Nutrient Agar besiyerine inoküle edilmiştir. Plaklar 30°C' de 24-48 saat inkübasyona tabi tutulduktan sonra Nutrient Agar besiyerinde üreyen kolonilere sırasıyla gram boyama, katalaz, oksidaz, Sulphate Indol Motolite (SIM) Medium' da hareket testleri, hemoliz, mannitol, ramnoz, ksiloz, MR ve VP yapılmıştır. Gr (+), katalaz (+), oksidaz (-), hemoliz(+), mannitol(-), ramnoz(+), ksiloz(-), MR(+), VP(+) ve SIM Medium' da 25°C' de 7 gün içinde ters çam ağacı tarzında üreme gösteren koloniler *Listeria* olarak değerlendirilmiş ve daha sonra bu izolatların identifikasyonu yapılmak üzere diğer testlere geçilmiştir [Beşe, 1974]. *Listeria* olarak değerlendirilen şüpheli kolonilere çizelge 3.3. deki identifikasyon testleri yapılarak *L. monocytogenes* olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 3.3. *L. monocytogenes* kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi

Testler	Gram boyama	Katalaz	Oksidaz	SIM motilité	Hemoliz	Mannitol	L-ramnoz	D-ksiloz	MR	VP
<i>L.monocytogenes</i>	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+

S. aureus kolonilerinin sayımı ve değerlendirilmesi

10⁻¹'lik dilüsyonu hazırlanmış örnekten steril pipetlerle 0,1 ml alınarak içerisine Egg Yolk Tellurite emülsiyonu ilave edilmiş Baird Parker Agar besiyerine yayma plak yöntemi ile ekimi yapılarak, 37°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda her plakta koloni sayımı yapılmış, 10⁻¹' lik dilüsyondan sayılan kolonilerin 1 gr etteki sayısı hesaplanmış ve koloni sayısı logaritmaya çevrilmiştir. Her plaktan benzer morfoloji gösteren 3 tipik *S.aureus* kolonileri (siyah, konveks, etrafında berrak zon oluşturan koloniler) alınmış, biyokimyasal testler için Nutrient Agar besiyerine pasajları yapılarak, 37°C' de 24-48 saat inkübe edilmiştir [Beşe, 1974].

Baird Parker Agar besiyerinde üreyen bakteri kolonilerinden *S. aureus*' un tanımlanmasında Bergey's of Manuel Systematic Bacteriology' de belirtilen çeşitli biyokimyasal testlerden yararlanılmıştır.

Nutrient Agar besiyerine alınan, *S.aureus* şüpheli kolonilere sırasıyla gram boyama, katalaz, oksidaz, koagülaz, Novobiocin'e duyarlılık, mannitol, hemoliz ve DNase testleri uygulanmıştır. Gr (+) üzüm salkımı şeklinde kok, katalaz (+), oksidaz (-), koagülaz (+), mannitol (+), Novobiocin'e duyarlı, hemoliz (+), DNase (+) olan koloniler *S.aureus* olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 3.4. *S.aureus* kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi

Testler	Gram boyama	Katalaz	Oksidaz	Koagülaz	Mannitol	duyarlılıkNovobiocin'e	Hemoliz	DNase
<i>S.aureus</i>	+	+	-	+	+	+	+	+

Y.enterocolitica kolonilerinin sayımı ve değerlendirilmesi

10^{-1} 'lik dilüsyonu hazırlanmış örnekten steril pipetlerle 0,1 ml alınarak içerisine Yersinia Selective Agar Base besiyerine yayma plak yöntemi ile ekimi yapılarak, 30°C ' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda her plakta koloni sayımı yapılmış, 10^{-1} ' lik dilüsyondan sayılan kolonilerin 1 gr etteki sayısı hesaplanmış ve koloni sayısı logaritmaya çevrilmiştir. Her plaktan benzer morfoloji gösteren 3 tipik *Y.enterocolitica* kolonileri (1,5-2 mm çapında, ortası koyu kırmızı, mor, düzgün kenarlı, çevresi şeffaf, "bullseye" öküz gözü olarak tanımlanan koloniler) alınmış, biyokimyasal testler için Nutrient Agar besiyerine pasajları yapılarak, 30°C ' de 24-48 saat inkübe edilmiştir [Bercovier ve Mollaret, 1984].

Yersinia Selective Agar Base besiyerinde üreyen bakteri kolonilerinden *Y.enterocolitica*'nın tanımlanmasında Bergey's of Manuel Systematic Bacteriology'de belirtilen çeşitli biyokimyasal testlerden yararlanılmıştır. Yersinia Selective Agar Base' de 30°C ' de 24-48 saat sonunda ortası koyu kırmızı, mor, düzgün kenarlı, çevresi şeffaf, "bullseye" öküz gözü olarak tanımlanan koloniler *Y.enterocolitica* şüphesiyle değerlendirilmiş ve bu kolonilerden bazıları seçilerek biyokimyasal testler yapılmak üzere Nutrient Agar besiyerine inoküle edilmiştir. Plaklar 30°C ' de 24-48 saat inkübasyona tabi tutulduktan sonra Nutrient Agar besiyerinde üreyen kolonilere sırasıyla gram boyama, glukozdan gaz oluşturma, glukoz, sukroz, laktoz, ramnoz, metil red, voges prouskauer, H_2S , sitrat, oksidaz, SIM motolite testleri yapılmıştır. Gr (-), glukozdan gaz oluşturma (-), glukoz (+),

sukroz (+), laktoz (-), ramnoz (-), metil red (+), voges prouskauer 25° C' de (+) 35°C' de (-), H₂S (-), sitrat (-), oksidaz (-), SIM motolite 25°C' de (+) 35°C' de (-) olan koloniler *Y.enterocolitica* olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5. *Y. enterocolitica* kolonileri için yapılan bazı testlerin değerlendirilmesi

Testler	Gram boyama	Gaz oluşumu	Glukoz	Sukroz	Laktoz	Ramnoz	MR	VP	H ₂ S	Sitrat	Oksidaz	Hareket
<i>Y.enterocolitica</i>	-	-	+	+	-	-	+	25°+ 35°-	-	-	-	25° + 37° -

3.3. Örneklerin Analize Hazırlanmasında Kullanılan Besiyerleri

Plate Count Agar (Lab 10)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptone	5,0 gr
Yeast extract	2,5 gr
Glucose	1,0 gr
Agar no.1	15,0 gr
pH	7,0±0,2

Hazırlanışı: Plate Count Agar besiyerinden 23,5 gram tartılıp, 1 litre distile su içinde çözdürüldükten sonra 121°C' de 15 dakika steril edilerek hazırlanır.

Tamponlanmış Peptonlu Su (Merck 1.07228)

Bileşimi:	gr/lt
Kazein peptone	10,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr

Potassium dihydrogen phosphate	1,0 gr
Disodium hydrogen phosphate dodecahydrot	2,0 gr
pH	7,0±0,2

Hazırlanışı: Tamponlanmış peptonlu su besiyerinden 6,37 gram tartılarak 225'er ml erlenlere bölünmüştür. 121°C' de 15 dakika steril edildikten sonra kullanılmıştır.

Nutrient Agar (Merck 1.05450)

Bileşimi:	gr/lt
Lab-Lemco powder	1,0 gr
Yeast extract	2,0 gr
Peptone	5,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr
Agar agar	20,0 gr
pH	7,4 ±0,2

Hazırlanışı: Nutrient Agar besiyerinden 20 gram tartılarak 1 litre distile suda çözdürüldükten sonra 121°C' de 15 dakika steril edilerek hazırlanmıştır.

Eosin Methylen Blue Agar (Lab 61)

Bileşimi:	gr/lt
Balanced peptone no.1	10,0 gr
Lactose	10,0 gr
Dipotassium hydrogen phosphat	0,7 gr
Potassium hydrogen phosphate	1,3 gr
Eosin yellow	0,4 gr
Methylen blue	0,065 gr
Agar no.2	15,0 gr
pH	6,8 ±0,2

Hazırlanışı: Eosin Methylen Blue Agar besiyerinden 37,5 gram tartılarak 1 litre distile suda çözdürüldükten sonra 121°C’ de 15 dakika steril edilerek hazırlanmıştır.

U.V.M. Broth Base (Merck 1.10824) (Ön çoğaltma besiyeri 1)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptose	10,0 gr
Meat extract	5,0 gr
Yeast extract	5,0 gr
Sodium chloride	20,0 gr
Di-sodium hydrogen phosphate	12,0 gr
Potassium dihydrogen phosphate	1,35 gr
Esculin	1,0 gr
Nalidixic acid	0,02 gr
Acriflavine hydrochloride	0,012 gr
pH	7,2 ±0,2

U.V.M. I supplement (Merck 1.04039)

Nalidixic acid	20,0 gr
Acriflavine	12 gr

Hazırlanışı: U.V.M. Broth Base besiyerinden 54,4 gram alınarak 1 litre distile su içinde çözdürüldükten sonra 121°C’ de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra sıcaklığı 50°C’ye düşmesi beklenmiş ve steril enjektör ile 5 ml steril su ilave edilerek çözülen supplement steril koşullarda U.V.M. Broth Base besiyerine ilave edilmiştir.

Fraser Broth Base (Lab 164) (Ön çoğaltma besiyeri 2)

Bileşimi:	gr/lt
Peptone mixture	15,0 gr
Yeast extract	5,0 gr
Aesculin	1,0 gr
Sodium chloride	20,0 gr
Potassium hydrogen phosphat	9,6 gr
Di-sodium hydrogen phosphat	1,35 gr
Lithium chloride	3,0 gr
pH	7,2 ±0,2

Fraser supplement (Lab 165)

Ferric ammoniumcitrate	50,0 gr
Acriflavine	25,0 gr
Nalidixic acid	20,0 gr

Hazırlanışı: Fraser Broth Base besiyerinden 54,95 Gram tartılarak 1 litre distile su içinde çözdürüldükten sonra 121°C’ de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra sıcaklığı 50°C’ye düşmesi beklenmiş ve steril enjektör ile 2 ml %50’lik methanol ilave edilerek çözülen supplement steril koşullarda Fraser Broth Base besiyerine ilave edilmiştir.

Palcam Agar (Merck 1.11755)

Bileşimi:	gr/lt
Peptone	23,0 gr
Yeast extract	3,0 gr
Starch	1,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr
Agar agar	13,0 gr

D(-) Mannitol	10,0 gr
Amonnium iron (III) citrat	0,5 gr
Aesculin	0,8 gr
Dextrose	0,5 gr
Lithium chloride	15,0 gr
Phenol red	0,08 gr
pH	7,2 $\pm$ 0,2

P.A.C. supplement (Merck 1.12122)

Polymycin	10,0 gr
Acridine	5,0 gr
Ceftazidime	20,0 gr

Hazırlanışı: Palcam agar besiyerinden 35,9 gr tartılarak 500 ml distile su içinde çözdürüldükten sonra 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra sıcaklığı 50°C'ye düşmesi beklenmiş ve steril enjektör ile 1 ml steril distile su ilave edilerek çözülen supplement steril koşullarda Palcam Agar besiyerine ilave edilmiştir.

Baird Parker Medium Agar (Lab 85)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptone	10,0 gr
Beef extract	7,5 gr
Yeast extract	1,0 gr
Lithium chloride	5,0 gr
Glycine	12,0 gr
Sodium pyruvate	10,0 gr
Agar no.2	20,0 gr
pH	7,2 $\pm$ 0,2

Egg Yolk Tellurite Emülsiyonu (Lab X085)

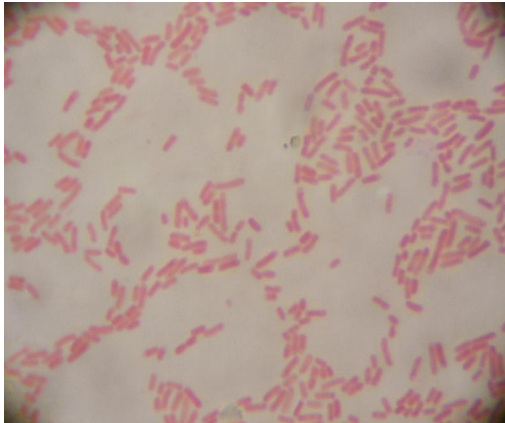
Potassium tellurite	1 ml
Egg yolk	5 ml

Hazırlanışı: Baird Parker Medium besiyerinden 65,5 gram tartılarak 1 litre distile su içinde çözdürüldükten sonra 121°C’ de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra sıcaklığının 47°C’ye düşmesi beklenmiş ve içine 50 ml Egg Yolk Tellurite emülsiyonu steril koşullarda ilave edilip iyice karıştırılmıştır.

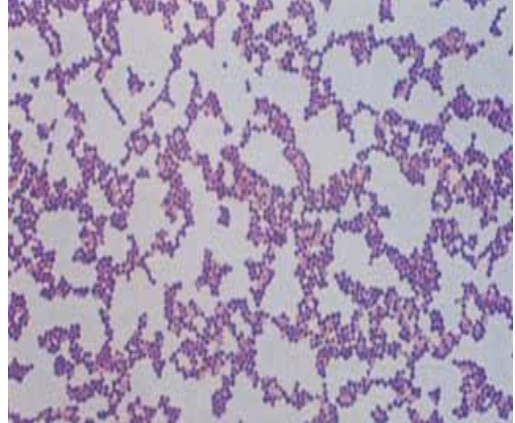
3.4. Çalışmadaki Bakterilerin Ayrımında Kullanılan Testler ve Besiyerleri

Gram boyama

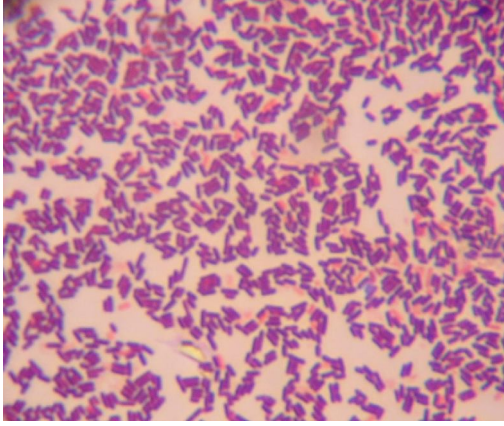
Klasik gram boyama yöntemindeki Kristal Viyole, Lugol, Alkol ve Bazik fuksin hazırlanarak gram boyama yapılmıştır.



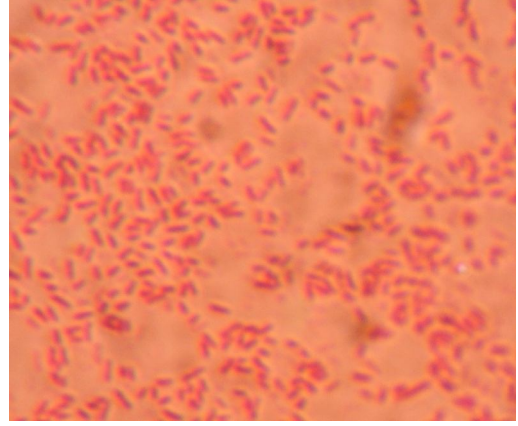
Resim 3.1. *E. coli*’ nin 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü



Resim 3.2. *S. aureus*’ un 10x100 ışık mikroskobu görüntüsü



Resim 3.3. *L. monocytogenes*' in nin
10x100 ışık mikroskobu
görüntüsü



Resim 3.4. *Y. enterocolitica*' nın
10x100 ışık mikroskobu
görüntüsü

Katalaz testi

Şüpheli koloniler temiz bir lam üzerine alınarak, üzerine %3'lük Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ilave edilerek süspanse edilmiştir. Lam üzerinde gaz kabarcıklarının oluşması pozitif olarak değerlendirilir.

Oksidaz testi

N,N, dimetil p-fenilendiamin dihidrokloridin (%1'lik) çözelti hazırlanarak Whatman No.1 kurutma kağıdına emdirilir. Bu kurutma kağıdının üzerine şüpheli koloniler öze ile alınarak reaksiyona sokulur. 5-10 saniye içinde pembe renk oluşturan koloniler oksidaz negatif, mavi renk oluşturan koloniler oksidaz pozitif olarak değerlendirilir.

Koagülaz testi

Steril şartlarda 1/5 oranında sulandırılmış defibrine insan plazması, steril tüplere 0,5 ml konulmuştur. Üzerine kontrol edilecek izolatın 24 saatlik taze kültüründen 0,5 ml ilave edilerek, 37°C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Tüpler 2, 4, 8 ve 24. saatlerde kontrol edilerek plazmayı pıhtılaştıran koloniler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

İndol testi

Peptonlu su

Bileşimi:	gr/lt
Peptone	10,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr

Hazırlanışı: Peptonlu su besiyerinden 15 gr tartılarak 1 litre distile su içinde çözdürülmüştür ve 5'er ml tüplere bölünmüştür. 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

Peptonlu su besiyerine şüpheli kolonilerden ekim yapılır ve 37°C' de 24-48 saat inkübasyona bırakılır. Bu süre sonunda tüplere 1'er damla Kovak's ayırıcı damlatılır. 5-10 saniye sonunda kırmızı halka oluşan tüpler pozitif, beyaz halka oluşturan tüpler negatif olarak değerlendirilmiştir.



a

b

c

Resim 3.5. *E. coli* indol testi

- İndol (+)
- İndol (-)
- İndol ekim yapılmamış besiyeri

Metil Red / Voges Prouskauer Testi

Metil Red / Voges Prouskauer Besiyeri

Bileşimi:	gr/lt
Peptone	7 gr
Glucose	5 gr
K ₂ HPO ₄	4 gr
pH	6,9±0,2

Hazırlanışı: MR/VP besiyerinden 14 gr tartılarak, 1 litre distile su içinde çözündürülür. Tüplere 5'er ml bölünerek, 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

Methyle Red Ayıracı

Methyle red	0,05 gr
Ethanol (%95)	150 ml
Distile su	100 ml

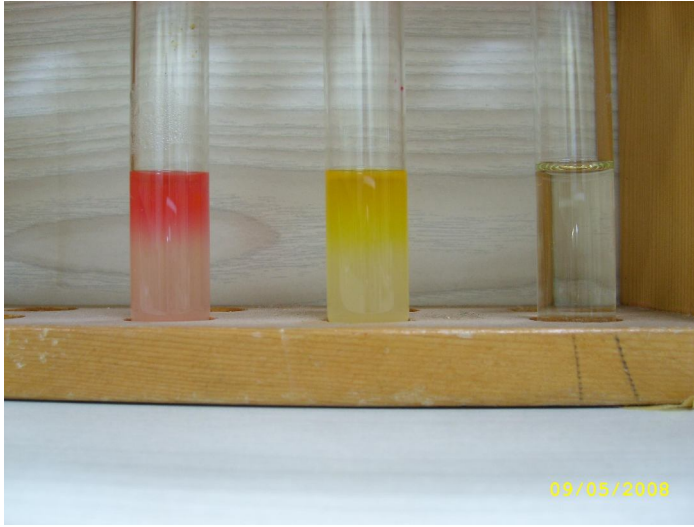
Voges Prouskauer I ayıracı

α -naphtol	5 gr
Absolute alkol	100 ml

Voges Prouskauer II ayıracı

Potassium hidrokside	40 gr
Distile su	100 ml

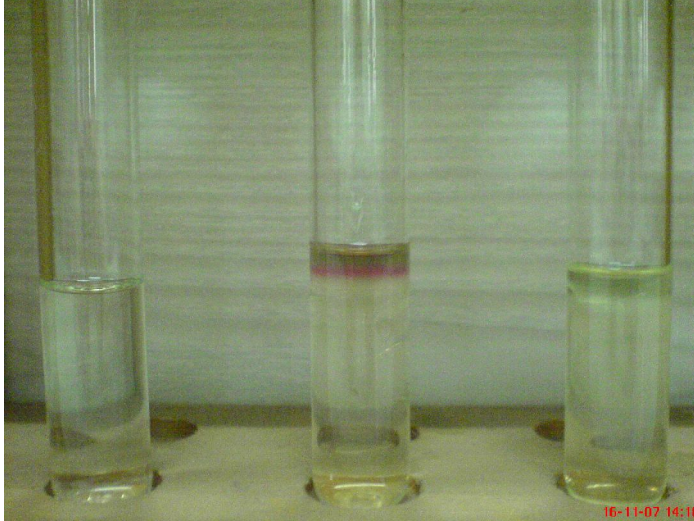
MR/VP besiyerine şüpheli kolonilerden ekim yapılarak, 37°C' de 24-48 saat inkübasyona bırakılır. Bu süre sonunda metil red için metil red ayıracından 4-5 damla; voges prouskauer için voges prouskauer 1 ayıracından 0,6 ml, voges prouskauer 2 ayıracından ise 0,2 ml damlatılmıştır. Her iki test için de; 1-2 saniye içinde kırmızı renk oluşumu pozitif, beyaz renk oluşumu negatif olarak kabul edilmiştir.



a b c

Resim 3.6. *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* metil red testi

- a. Metil Red (+)
- b. Metil Red (-)
- c. Metil Red ekim yapılmamış besiyeri



a b c

Resim 3.7. *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* voges prouskauer (VP) testi

- a. VP ekim yapılmamış besiyeri
- b. VP (+)
- c. VP (-)

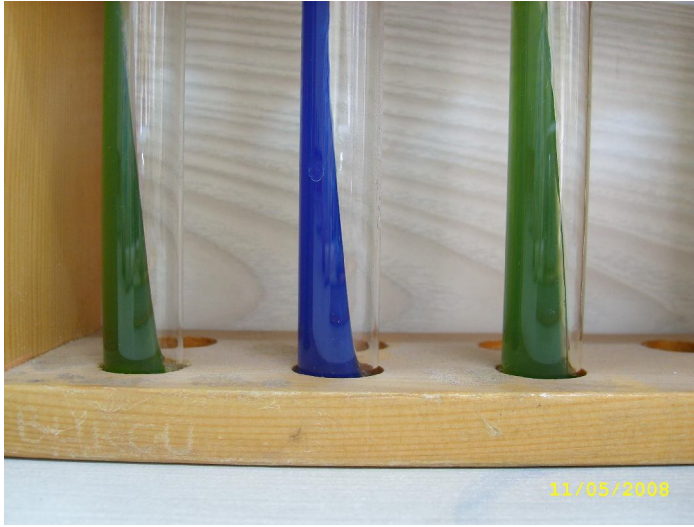
Sitrat testi

Simmon's Sitrat Agar (Merck 1.02501)

Bileşimi:	gr/lt
Magnezyum sülfat	0,2 gr
Amonium dihydrogen phosphate	0,2 gr
Sodium amonium phosphate	0,8 gr
NaCl	5,0 gr
Bromthymol blue	0,08 gr
Agar	15,0 gr

Hazırlanışı: Simmon's sitrat besiyerinden 22,5 gram tartılarak, 1 litre distile su içinde çözdürülür. 5'er ml tüplere dağıtıldıktan sonra 121°C' de 15 dakika steril edilir. Sterilizasyondan sonra besiyeri yatık hale getirilerek dondurulur.

Yatık haldeki Simmon's sitrat besiyerine şüpheli kolonilerden ekim yapılarak, 37°C' de 24-48 saat inkübasyona bırakılır. Bu süre sonunda mavi renk oluşumu pozitif, renk değişiminin olmaması (yeşil renk görünümü) negatif olarak değerlendirilmiştir.



a b c

Resim 3.8. *E. coli*, *Y. enterocolitica* sitrat testi

- a. Sitrat ekim yapılmamış besiyeri
- b. Sitrat (+)
- c. Sitrat (-)

Karbonhidrat Fermentasyon Testi

Karbonhidrat fermentasyon temel besiyeri

Bileşimi:	gr/lt
Protease peptone	10,0 gr
Beef extract	1,0 gr
Bacto cresol purple	0,02 gr
Distile su	1000ml
pH	6,8±0,2

Hazırlanışı: Besiyeri tartılıp 9 ml olarak tüplere pipetlenir ve 121°C’ de 15 dakika steril edilmiştir.

Karbonhidrat solüsyonu

Karbonhidrat (Mannitol, Ksiloz, Ramnoz vs.) 5 gr
Distile su 100 ml

Solüsyon hazırlanıp membran filtreden geçirilerek steril edilmiştir.

Karbonhidrat temel besiyeri 9 ml
Karbonhidrat solüsyonu 1 ml

Besiyerine izolatlar inoküle edilerek 37°C’ de 1-7 gün inkübasyona bırakılmış ve pozitif reaksiyonlarda besiyerinin rengi sarıya dönmüştür.

Mannitol Fermentasyonu

Karbonhidrat temel besiyeri hazırlanmış ve steril olan %5’lik mannitolden 1/10 oranında ilave edilmiştir. İzolattan inokülasyon yapıp, 24 saatle 168 saat arasında 30°C’ de inkübe edilerek inkübasyon sonucu sarı renk alan tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Ksiloz Fermentasyonu

Karbonhidrat temel besiyeri hazırlanmış ve steril olan %5’lik ksilozdan 1/10 oranında ilave edilmiştir. İzolattan inokülasyon yapıp, 24 saatle 168 saat arasında 30°C’ de inkübe edilerek inkübasyon sonucu sarı renk alan tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

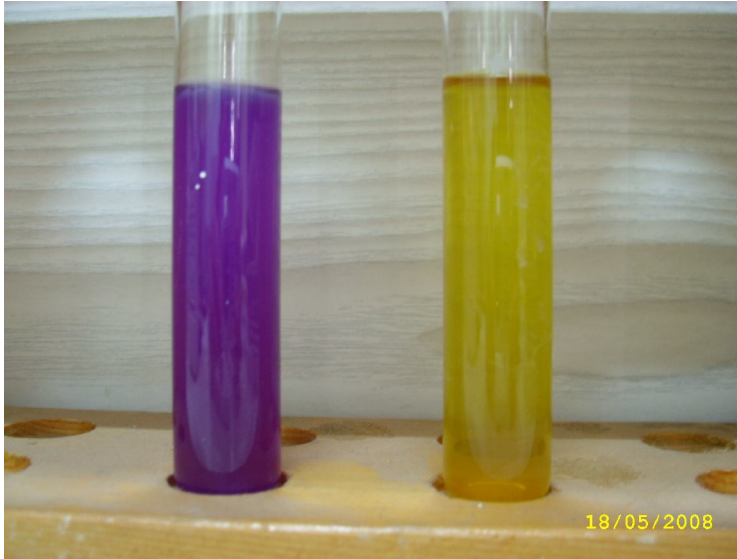
Ramnoz Fermentasyonu

Karbonhidrat temel besiyeri hazırlanmış ve steril olan %5’lik ramnozdan 1/10 oranında ilave edilmiştir. İzolattan inokülasyon yapıp, 24 saatle 168 saat arasında

30°C' de inkübe edilerek inkübasyon sonucu sarı renk alan tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Glukoz Fermentasyonu

Karbonhidrat temel besiyeri hazırlanmış ve steril olan %5'lik glukozdan 1/10 oranında ilave edilmiştir. İzolattan inokülasyon yapıp, 24 saatle 168 saat arasında 30°C' de inkübe edilerek inkübasyon sonucu sarı renk alan tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.



a

b

Resim 3.9. *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica* karbonhidrat fermentasyon testi (KFT)

a. KFT (-)

b. KFT (+)

Glukozdan Gaz oluşumu

Karbonhidrat temel besiyeri içerisine durhamm tüpü konularak hazırlanmıştır. 121°C' de 15 dakika steril edilen besiyerine 1/10 oranında, membran filtreden geçirilerek steril edilmiş olan glukozdan ilave edilir. İzolattan inokülasyon yapıp,

24 saatle 168 saat arasında 30°C’ de inkübe edilerek inkübasyon sonucu durhamm tüpü içinde kabarcık oluşması pozitif reaksiyon olarak değerlendirilir.



Resim 3.10. *Y. enterocolitica* glukozdan gaz oluşumu

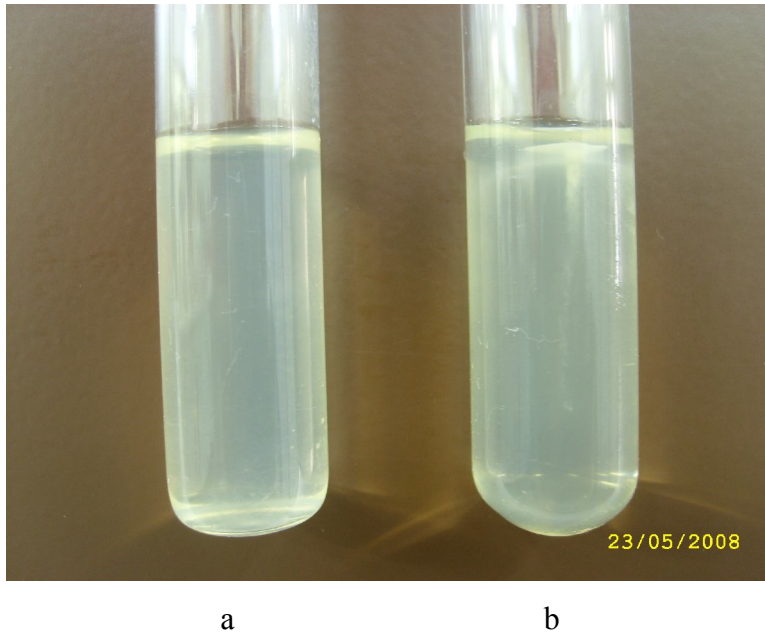
Hareket Testi

Sulphate Indol Motolite Medium (Oxoid CM435)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptone	20,0 gr
Peptone P	6,1 gr
Ferrous amonniun sulphate	0,2 gr
Sodium tiosulphate	0,2 gr
Agar no. 1	3,5 gr
pH	7,2±0,2

Hazırlanışı: SIM Medium besiyerinden 30 gram tartılarak 1 litre distile su içinde çözdürülür. Tüplere 5 ml bölünen besiyeri 121°C’ de 15 dakika steril edilir.

Tüplerde steril olarak bulunan SIM Medium besiyerine, stok kültürden steril iğne uçlu öze ile koloni alınarak daldırma şeklinde ekim yapılır. 48 saatlik inkübasyondan sonra hareket testi değerlendirilmiştir. Ekim çizgisi boyunca etrafa doğru difüze olmuş bir yayılma pozitif olarak değerlendirilmiştir. Hareketsiz kültürlerde ise yalnız ekim çizgisi boyunca gelişme olmuş ve besiyeri berrak olarak kalmıştır.



Resim 3.11. *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* hareket testi

- a. Hareket testi (-)
- b. Hareket Testi (+)

H₂S Oluşumu

Triple Sugar Iron Agar (TSI)

Bileşimi:	gr/lt
Casein Peptone	15,0 gr
Meat peptone	5,0 gr
Meat extract	3,0 gr
Yeast extract	3,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr

Lactose	10,0 gr
Sucrose	10,0 gr
D(+) Glucose	1,0 gr
Amonium iron (III) citrate	0,5 gr
Sodium thiodsulphate	0,5 gr
Phenol red	0,025 gr
Agar-Agar	12,0 gr
pH	7,4±0,1

Hazırlanışı: Tartılan TSI besiyeri 5 ml olarak tüplere bölünür ve 121°C' de 15 dakika steril edilir. Steril edilen besiyeri yatık agar olarak dondurulur ve kullanılır.

Yatık agar olarak hazırlanan TSI besiyerine stok kültürden ekim yapılır ve 37°C' de 24 saat inkübasyona bırakılır. Inkübasyon sonucunda besiyeri yüzeyinde siyah renk oluşumu pozitif reaksiyon olarak değerlendirilir.



a

b

Resim 3.12. *Y. enterocolitica* H₂S oluşumu

a. H₂S (-)

b. H₂S (+)

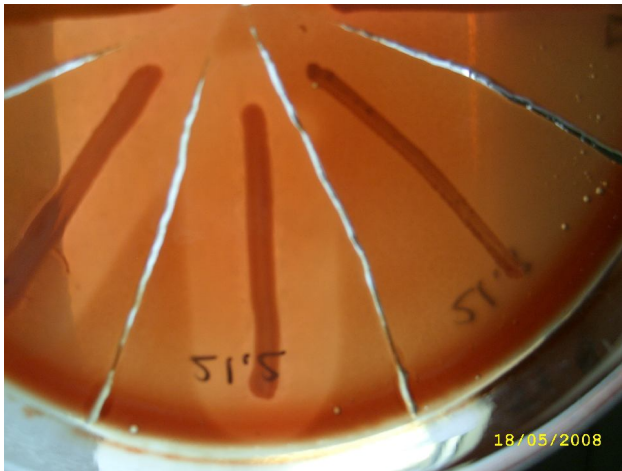
Hemoliz Testi

Tryptose Blood Agar Base(Oxoid CM233)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptose	10,0 gr
Lab-lemco powder	3,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr
Agar	12,0 gr
pH	7,2±0,2

Hazırlanışı: Tryptose Blood Agar Base' den 30 gram tartılıp, 1 litre su içinde çözdürülür. 121°C' de 15 dakika steril edilen besiyeri 47°C'ye kadar soğutulduktan sonra içerisine %7 oranında kanı ilave edilip karıştırıldıktan sonra steril plaklara dökülerek hazırlanır.

Test edilecek izolatın taze kültüründen birkaç koloni alınıp kanlı agara ekimi yapılmıştır. 37°C' de 24 saat inkübasyondan sonra hemoliz oluşturan kültürler pozitif olarak değerlendirilmiştir.



Resim 3.13. *L. monocytogenes*, *S. aureus* hemoliz testi,

DNase testi

DNase Agar (Lab 95)

Bileşimi:	gr/lt
Tryptone	20,0 gr
DNA	2,0 gr
Sodium chloride	5,0 gr
Agar	12,0 gr
pH	7,3±0,2

Hazırlanışı: DNase Agar besiyerinden 39 gram tartılıp 1 litre distile su içinde çözdürölüp, 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

Test edilecek izolatın taze kültüründen birkaç koloni alınıp DNase Agar'a ekimi yapılmıştır. 37°C' de 24 saat inkübasyondan sonra üreyen koloninin üzerine 1 N HCl damlatılıp koyu zeminde incelenmiştir. Koloniler etrafında meydana gelen renk açılmaları pozitif olarak değerlendirilmiştir.



Resim 3.14. *S. aureus* DNase testi

Novobiosin'e duyarlılık testi

Mueller Hinton Agar (Lab 39)

Bileşimi:	gr/lt
Beef, dehydrated infusion from	30 gr
Casein hydrolysate	17,5 gr
Strach	1,5 gr
Agar	17 gr
pH	7,4±0,2

Hazırlanışı: Besiyerinden 21 gram tartılıp, 1 litre distile su içinde çözdürölüp, 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

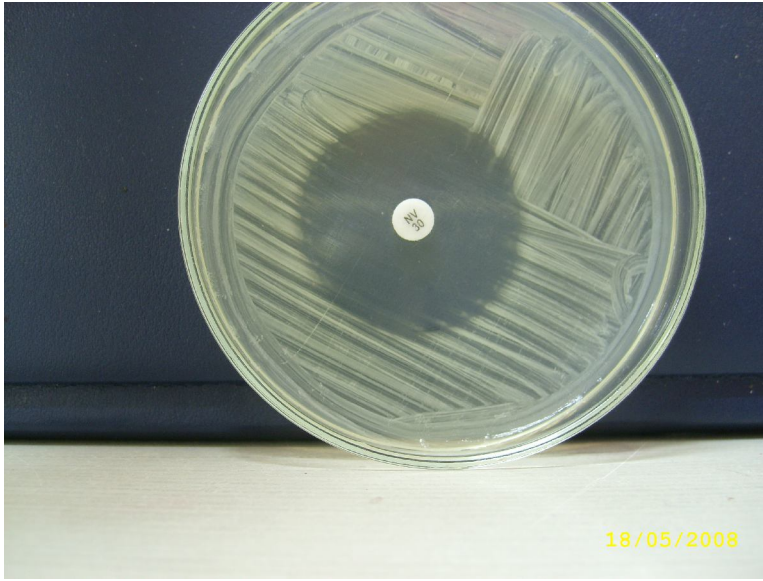
Test edilecek izolatın taze kültüründen birkaç koloni alınıp serum fizyolojik su ile 0,5 Mc Farland bulanıklığına ayarlanmış ve Mueller Hinton Agar besiyerine ekimi yapılmıştır. Ekim yapılan besiyeri üzerine 5 µg' lık Novobiosin (Oxoid) antibiyotik diski steril pens ile yerleştirilmiş ve 37°C' de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucu sonunda zon çapı 16 mm den küçük izolatlar *S. saprophyticus*, 22-42 olan izolatlar *S.aureus* olarak değerlendirilmiştir.

Mc Farland Bulanıklık Tüpü

0,5 Mc Farland standardına uygun bulanıklık tüpü hazırlamak için

0,048 M BaCl ₂ (%1,175 g BaCl ₂ .2H ₂ O)	0,5 ml
+ 0,18 M H ₂ SO ₄ /H ₂ O (%1 v/v)	99,5 ml
0,5 Mc Farland = 10 cfu/ml	

Baryum klorür ve sülfirik asit kullanılarak hazırlanan bu solüsyon deney tüplerine 5'er ml ilave edilerek oda sıcaklığında, karanlıkta saklanmıştır [National Comittee for Clinical Laboratory Standarts, 1988].



Resim 3.15. *S. aureus*, Novobiosin'e duyarlılık testi

4. BULGULAR

Çalışmada 7 dana kıyma, 7 dana kuşbaşı, 7 tavuk göğüs ve 7 tavuk but eti olmak üzere toplam 28 örnek çalışılmıştır. Bu 28 örnekte; toplam mezofilik aerobik bakteri, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *Y. enterocolitica* sayımları yapılmış ve bu sayımların sonuçları çizelge 4.1., 4.2., 4.3., 4.4., 4.5' de verilmiştir.

Genel olarak örneklerdeki mikroorganizma sayılarında bir düşüş gözlenmiştir. Kontrol örneklerindeki mikroorganizma sayıları yüksek iken; aynı örneklerin düşük derecede pişirildikten sonra yapılan ekimlerinde mikroorganizma sayıları, kontrol sayısına göre daha az sayıdadır. Düşük derecede pişirilen örneklerde ise; pişirmeden 30 dakika sonra yapılan ekimlerdeki sayılar, pişirmeden hemen sonra yapılan ekimlerdeki sayılardan daha da düşüktür.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımına bakıldığında; kontrol örneklerindeki sayılar 3,1-3,7 log/cfu arasında değişirken; düşük derecede pişirilip hemen ekimi

yapılan parçalarında bu sayılar 2,8-3,6 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarda ise 2,4-3,2 log/cfu olarak tespit edilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımında örneklerin kontrol ve düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarının hepsinde üreme gözlemlenirken; düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarından sadece 2' sinde (1 dana kıyma ve 1 tavuk göğüs eti) üreme saptanmamıştır (Çizelge 4.1.).

E. coli sayımlarında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,4-3,4 log/cfu arasında değişirken; düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarda bu sayılar 2,2-3,2 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarda ise 2,0-2,9 log/cfu olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayımında örneklerin genel olarak kontrol ve düşük derecede pişirilen parçalarında üreme saptanmıştır. 1 örnekte (tavuk göğüs eti) hiçbir şekilde üreme saptanmazken; düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalardan sadece 4 örnekte (2 dana kıyma, 1 dana kuşbaşı, 1 tavuk göğüs eti) üreme gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.2.).

L. monocytogenes sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,3-3,3 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,0-3,3 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,0-3,0 log/cfu olarak tespit edilmiştir. *L. monocytogenes* sayımında; örneklerin genel olarak kontrol ve düşük derecede pişirilen parçalarında üreme gözlenmiştir. 1 dana kıyma örneğinde hiçbir şekilde üreme saptanmazken; düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan örneklerden sadece 2 örnekte (1 dana kıyma, 1 tavuk göğüs eti) üreme gözlenmemiştir (Çizelge 4.3.).

S. aureus sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,2-3,6 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,0-3,2 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,0-3,1 log/cfu olarak tespit edilmiştir. *S. aureus* sayımında genel olarak örneklerin kontrol ve düşük derecede pişirilen parçalarında üreme gözlenirken; 5 örnekte hiçbir şekilde üreme saptanmamıştır. Düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan örneklerden 4 tanesinde (1 dana kıyma, 1 dana kuşbaşı, 1 tavuk göğüs, 1 tavuk but eti) üreme gözlenmemiştir (Çizelge 4.4.).

Y. enterocolitica sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,4-3,4 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,1-3,4 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,1-3,2 log/cfu olarak tespit edilmiştir. Genel olarak örneklerin kontrol ve düşük derecede pişirilen parçalarında üreme gözlenirken, sadece 2 örnekte (2 tavuk göğüs eti) hiçbir şekilde üreme saptanmamıştır. Düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan örneklerden ise sadece 4 tanesinde (3 dana kıyma, 1 tavuk göğüs eti) üreme gözlenmemiştir (Çizelge 4.5.).

Orta derecede pişirilen örneklerin hemen pişirme sonrası yapılan ekimlerinden birkaç örnek hariç diğer örneklerde üreme gözlenmezken; orta derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan örneklerde hiçbir şekilde üreme gözlenmemiştir. Orta derecede pişirilip hemen ekimi yapılan örneklerden; toplam mezofilik aerobik bakteri sayımında 8 örnekte (1 dana kıyma, 3 dana kuşbaşı, 1 tavuk göğüs, 2 tavuk but eti) üreme gözlenmiştir ve bu örneklerdeki sayıları 2,5-3,0 log/cfu; *E. coli* sayımında 6 örnekte (1 dana kıyma, 1 dana kuşbaşı, 2 tavuk göğüs, 2 tavuk but eti) üreme gözlenmiş ve bu örneklerdeki sayıları 2,0-2,3 log/cfu; *L. monocytogenes* sayımında 5 örnekte (3 dana kuşbaşı, 2 tavuk göğüs eti) üreme gözlenmiş ve bu örneklerdeki sayıları 2,0-2,5 log/cfu; *S. aureus* sayımında 6 örnekte (1 dana kıyma, 1 dana kuşbaşı, 2 tavuk göğüs, 2 tavuk but eti) üreme gözlenmiş ve bu örneklerdeki sayıları 2,0-2,2 log/cfu; *Y. enterocolitica* sayımında 3 örnekte (1 dana kıyma, 2 dana kuşbaşı) üreme gözlenmiş ve bu örneklerdeki sayıları 2,0-2,9 log/cfu olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1., 4.2., 4.3., 4.4., 4.5.).

Orta derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan ve yüksek derecede pişirilen örneklerin hiç birinde hiçbir şekilde üreme saptanmamıştır.

Mikrodalga fırın üreticileri, mikrodalga fırında pişirilen yiyecekleri belli bir bekletme süresinden (30 dakika) sonra tüketmeyi önermişlerdir. Çünkü mikrodalga ile pişirme bittikten sonra bile yiyecekler belli bir süre daha pişmeye devam etmektedir. Böylece yiyecekte ısı yayılması da devam etmektedir. Çalışmada;

pişirmeden sonra 30 dakika bekletilen yiyeceklerde mikroorganizma üremesinin az görülmesinin bir nedeni de bu olarak düşünülmüştür.

Genel olarak araştırma sonuçlarına bakıldığında; dana kıyma, dana kuşbaşı, tavuk göğüs ve tavuk but etlerinden izole edilen *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *Y. enterocolitica* bakterilerinin farklı gıdalardaki sayıları arasında çok büyük bir fark görülmemiştir.

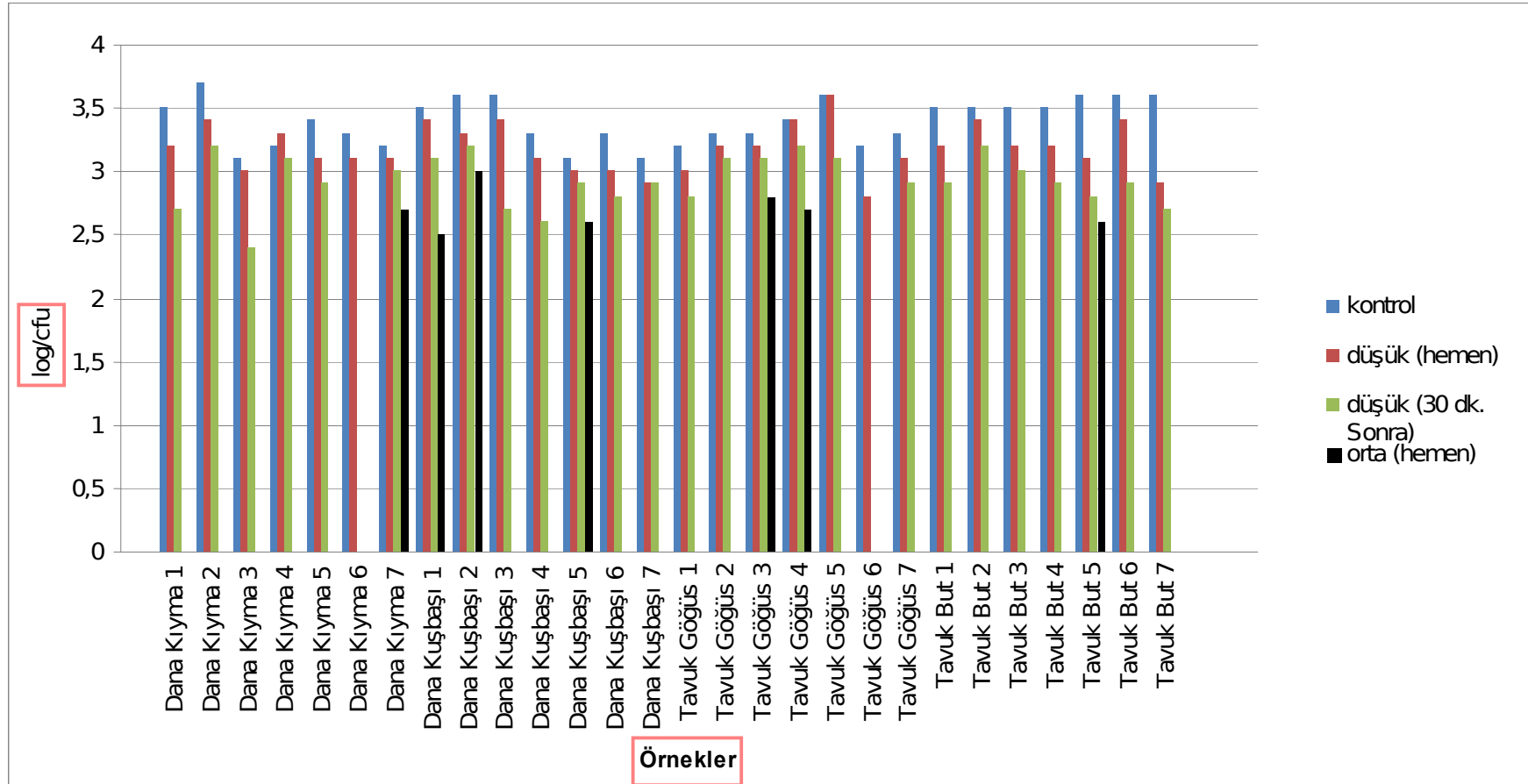
Çizelge 4.1. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Dana Kıyma 1	3,5	3,1x10 ³	3,2	1,5x10 ³	2,7	4,8x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 2	3,7	5,6x10 ³	3,4	2,8x10 ³	3,2	1,5x10 ³	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 3	3,1	1,4x10 ³	3,0	9,6x10 ²	2,4	2,8x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 4	3,2	1,7x10 ³	3,3	2,1x10 ³	3,1	1,2x10 ³	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 5	3,4	2,6x10 ³	3,1	1,4x10 ³	2,9	7,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 6	3,3	2,3x10 ³	3,1	1,2x10 ³	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 7	3,2	1,6x10 ³	3,1	1,2x10 ³	3,0	1,0x10 ³	2,7	4,7x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 1	3,5	3,1x10 ³	3,4	2,5x10 ³	3,1	1,3x10 ³	2,5	3,1x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 2	3,6	3,6x10 ³	3,3	2,1x10 ³	3,2	1,8x10 ³	3,0	1,0x10 ³	-	-	-
Dana Kuşbaşı 3	3,6	3,9x10 ³	3,4	2,5x10 ³	2,7	4,6x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 4	3,3	1,9x10 ³	3,1	1,2x10 ³	2,6	4,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 5	3,1	1,3x10 ³	3,0	1,1x10 ³	2,9	7,9x10 ²	2,6	4,0x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 6	3,3	2,0x10 ³	3,0	1,1x10 ³	2,8	6,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 7	3,1	1,4x10 ³	2,9	9,8x10 ²	2,9	8,0x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 1	3,2	1,6x10 ³	3,0	1,1x10 ³	2,8	6,7x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 2	3,3	1,9x10 ³	3,2	1,7x10 ³	3,1	1,2x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 3	3,3	2,2x10 ³	3,2	1,5x10 ³	3,1	1,3x10 ³	2,8	6,1x10 ²	-	-	-
Tavuk Göğüs 4	3,4	2,5x10 ³	3,4	2,3x10 ³	3,2	1,7x10 ³	2,7	4,6x10 ²	-	-	-

Çizelge 4.1. (Devam) Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Tavuk Göğüs 5	3,6	4,1x10 ³	3,6	4,0x10 ³	3,1	1,4x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 6	3,2	1,6x10 ³	2,8	6,5x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 7	3,3	1,9x10 ³	3,1	1,3x10 ³	2,9	8,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 1	3,5	3,0x10 ³	3,2	1,4x10 ³	2,9	8,3x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 2	3,5	3,3x10 ³	3,4	2,8x10 ³	3,2	1,8x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk But 3	3,5	3,4x10 ³	3,2	1,8x10 ³	3,0	1,0x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk But 4	3,5	3,3x10 ³	3,2	1,8x10 ³	2,9	7,9x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk But 5	3,6	4,2x10 ³	3,1	1,4x10 ³	2,8	6,5x10 ³	2,6	3,8x10 ²	-	-	-
Tavuk But 6	3,6	4,4x10 ³	3,4	2,4x10 ³	2,9	8,1x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 7	3,6	4,0x10 ³	2,9	9,7x10 ²	2,7	4,6x10 ²	-	-	-	-	-

-: üreme olmadı.



Şekil 4.1. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log/cfu)

Not: Orta derecede pişirilip 30 dakika bekletilen ve yüksek derecelerde pişirilene örneklerde üreme olmadığı için şekilde yer almamıştır.

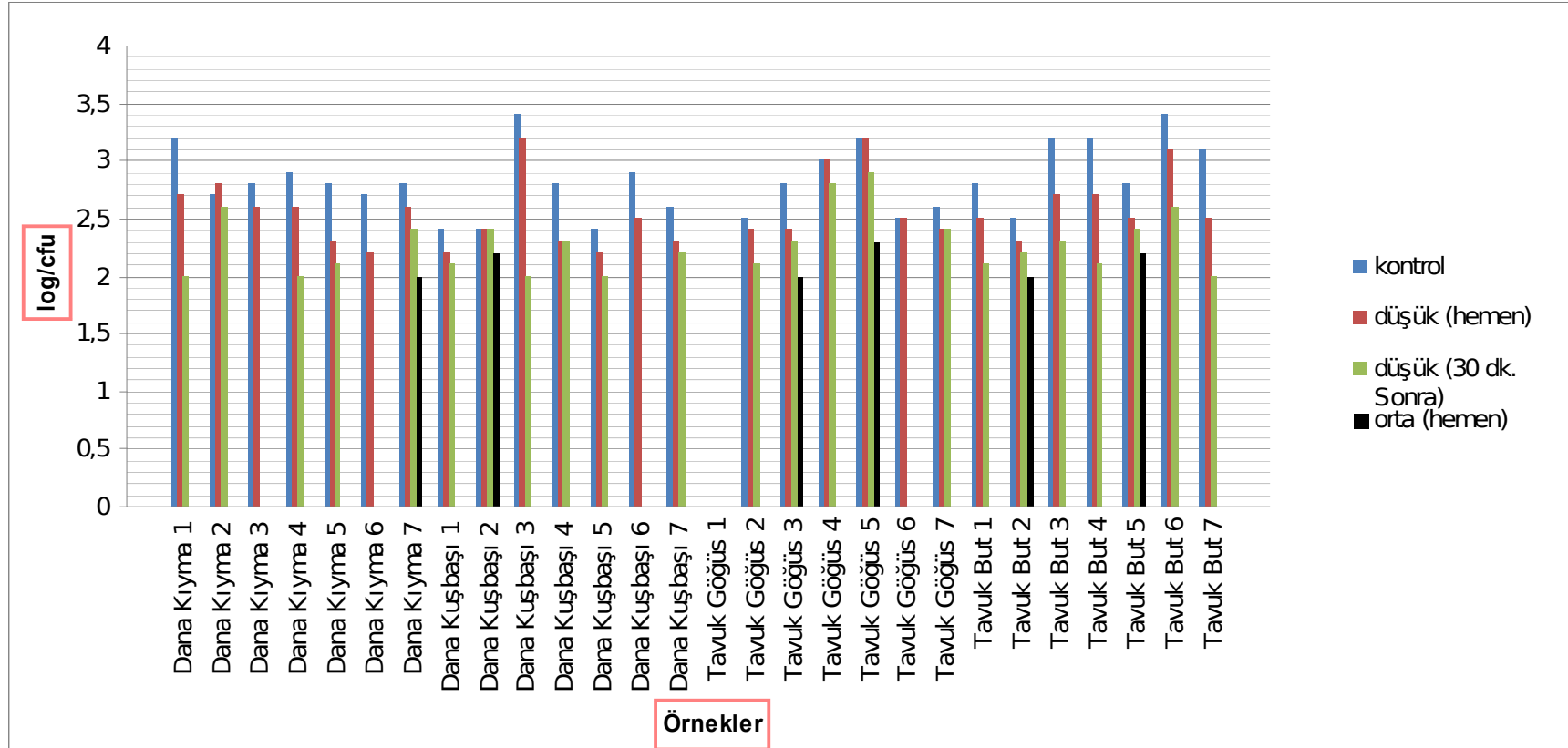
Çizelge 4.2. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *E. coli* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Dana Kıyma 1	3,2	1,7x10 ³	2,7	5,9x10 ²	2,0	1,0x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 2	2,7	5,5x10 ²	2,8	6,4x10 ²	2,6	4,6x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 3	2,8	7,6x10 ²	2,6	4,4x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 4	2,9	8,6x10 ²	2,6	4,9x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 5	2,8	6,8x10 ²	2,3	2,3x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 6	2,7	6,0x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 7	2,8	7,2x10 ²	2,6	4,9x10 ²	2,4	3,0x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 1	2,4	2,9x10 ²	2,2	1,9x10 ²	2,1	1,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 2	2,4	2,9x10 ²	2,4	2,9x10 ²	2,4	2,5x10 ²	2,2	1,6x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 3	3,4	2,8x10 ³	3,2	1,9x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 4	2,8	7,2x10 ²	2,3	2,5x10 ²	2,3	2,0x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 5	2,4	2,8x10 ²	2,2	1,8x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 6	2,9	9,9x10 ²	2,5	3,5x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 7	2,6	3,9x10 ²	2,3	2,1x10 ²	2,2	1,9x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 2	2,5	3,5x10 ²	2,4	2,7x10 ²	2,1	1,3x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 3	2,8	7,1x10 ²	2,4	2,7x10 ²	2,3	2,1x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-
Tavuk Göğüs 4	3,0	1,1x10 ³	3,0	1,0x10 ³	2,8	7,8x10 ²	-	-	-	-	-

Çizelge 4.2. (Devam) Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *E. coli* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Tavuk Göğüs 5	3,2	1,9x10 ³	3,2	1,9x10 ³	2,9	9,2x10 ²	2,3	2,0x10 ²	-	-	-
Tavuk Göğüs 6	2,5	3,7x10 ²	2,5	3,4x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 7	2,6	5,0x10 ²	2,4	3,0x10 ²	2,4	3,0x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 1	2,8	7,5x10 ²	2,5	3,5x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 2	2,5	3,7x10 ²	2,3	2,0x10 ²	2,2	1,6x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-
Tavuk But 3	3,2	1,7x10 ³	2,7	6,1x10 ²	2,3	2,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 4	3,2	1,8x10 ³	2,7	6,1x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 5	2,8	7,2x10 ²	2,5	3,2x10 ²	2,4	3,0x10 ²	2,2	2,0x10 ²	-	-	-
Tavuk But 6	3,4	2,9x10 ³	3,1	1,5x10 ³	2,6	4,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 7	3,1	1,4x10 ³	2,5	3,5x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-

-: üreme olmadı.



Şekil 4.2. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *E. coli* sayım sonuçları (log/cfu)

Not: Orta derecede pişirilip 30 dakika bekletilen ve yüksek derecelerde pişirilen örneklerde üreme olmadığı için şekilde yer almamıştır.

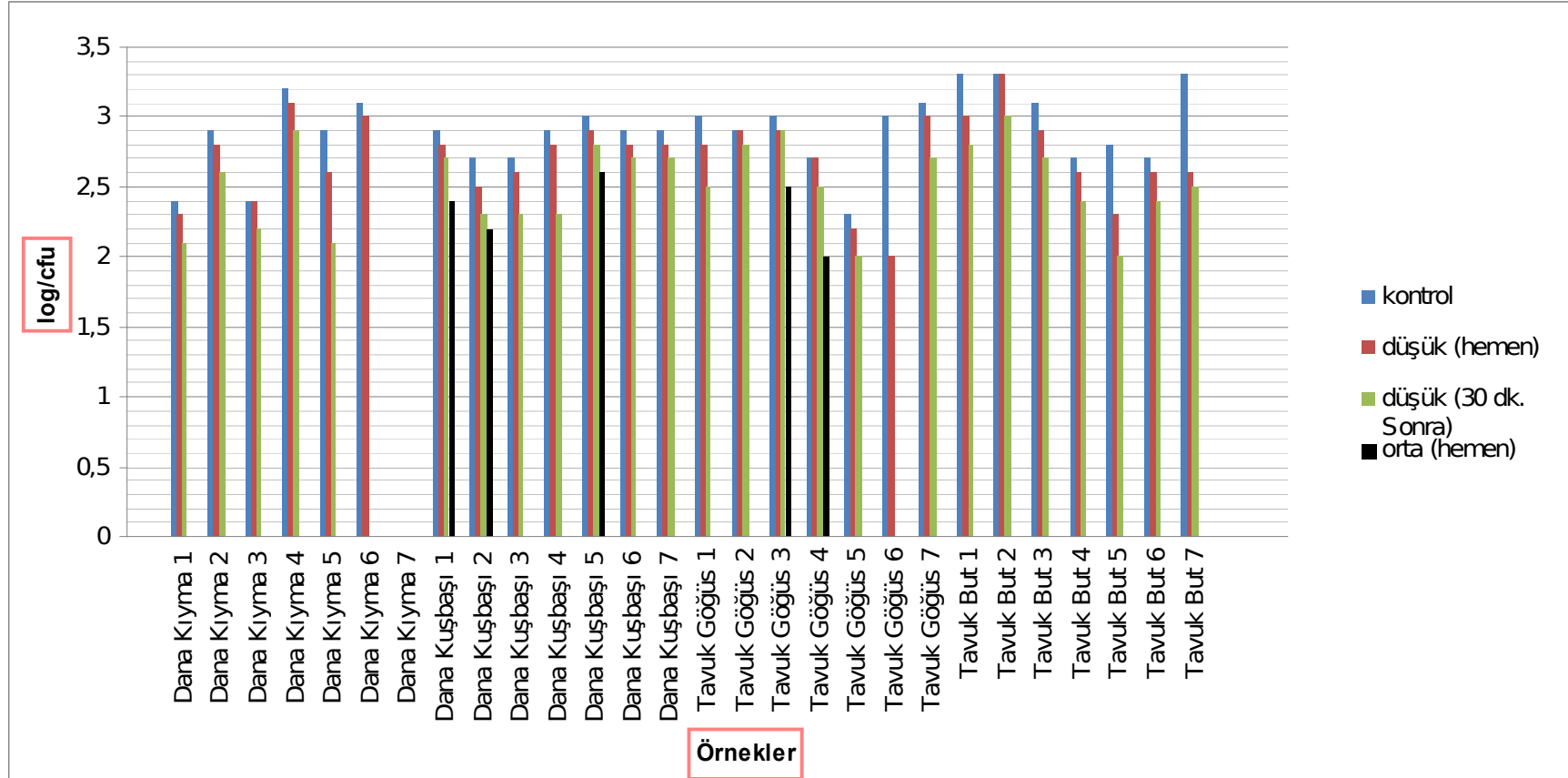
Çizelge 4.3. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *L. monocytogenes* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Dana Kıyma 1	2,4	3,0x10 ²	2,3	2,2x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 2	2,9	8,8x10 ²	2,8	6,9x10 ²	2,6	3,9x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 3	2,4	3,0x10 ²	2,4	2,6x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 4	3,2	1,8x10 ³	3,1	1,4x10 ³	2,9	9,8x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 5	2,9	9,8x10 ²	2,6	4,2x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 6	3,1	1,5x10 ³	3,0	1,0x10 ³	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 1	2,9	9,2x10 ²	2,8	7,9x10 ²	2,7	5,4x10 ²	2,4	3,1x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 2	2,7	5,9x10 ²	2,5	3,2x10 ²	2,3	2,1x10 ²	2,2	1,6x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 3	2,7	5,6x10 ²	2,6	4,2x10 ²	2,3	2,0x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 4	2,9	9,5x10 ²	2,8	7,9x10 ²	2,3	2,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 5	3,0	1,0x10 ³	2,9	8,9x10 ²	2,8	6,8x10 ²	2,6	4,0x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 6	2,9	9,7x10 ²	2,8	7,9x10 ²	2,7	6,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 7	2,9	9,8x10 ²	2,8	7,7x10 ²	2,7	6,1x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 1	3,0	1,0x10 ³	2,8	6,8x10 ²	2,5	3,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 2	2,9	9,8x10 ²	2,9	9,5x10 ²	2,8	7,9x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 3	3,0	1,0x10 ³	2,9	9,2x10 ²	2,9	8,7x10 ²	2,5	3,8x10 ²	-	-	-
Tavuk Göğüs 4	2,7	6,0x10 ²	2,7	5,2x10 ²	2,5	3,3x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-

Çizelge 4.3. (Devam)Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *L. monocytogenes* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Tavuk Göğüs 5	2,3	2,2x10 ²	2,2	2,0x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 6	3,0	1,0x10 ³	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 7	3,1	1,4x10 ³	3,0	1,0x10 ³	2,7	5,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 1	3,3	2,3x10 ³	3,0	1,1x10 ³	2,8	6,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 2	3,3	2,3x10 ³	3,3	2,1x10 ³	3,0	1,1x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk But 3	3,1	1,5x10 ³	2,9	9,3x10 ²	2,7	5,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 4	2,7	6,0x10 ²	2,6	5,0x10 ²	2,4	3,1x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 5	2,8	7,9x10 ²	2,3	2,2x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 6	2,7	5,3x10 ²	2,6	4,8x10 ²	2,4	2,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 7	3,3	2,0x10 ³	2,6	4,4x10 ²	2,5	3,5x10 ²	-	-	-	-	-

-: üreme olmadı.



Şekil 4.3. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *L. monocytogenes* sayımı sonuçları (log/cfu)

Not: Orta derecede pişirilip 30 dakika bekletilen ve yüksek derecelerde pişirilen örneklerde üreme olmadığı için şekilde yer almamıştır.

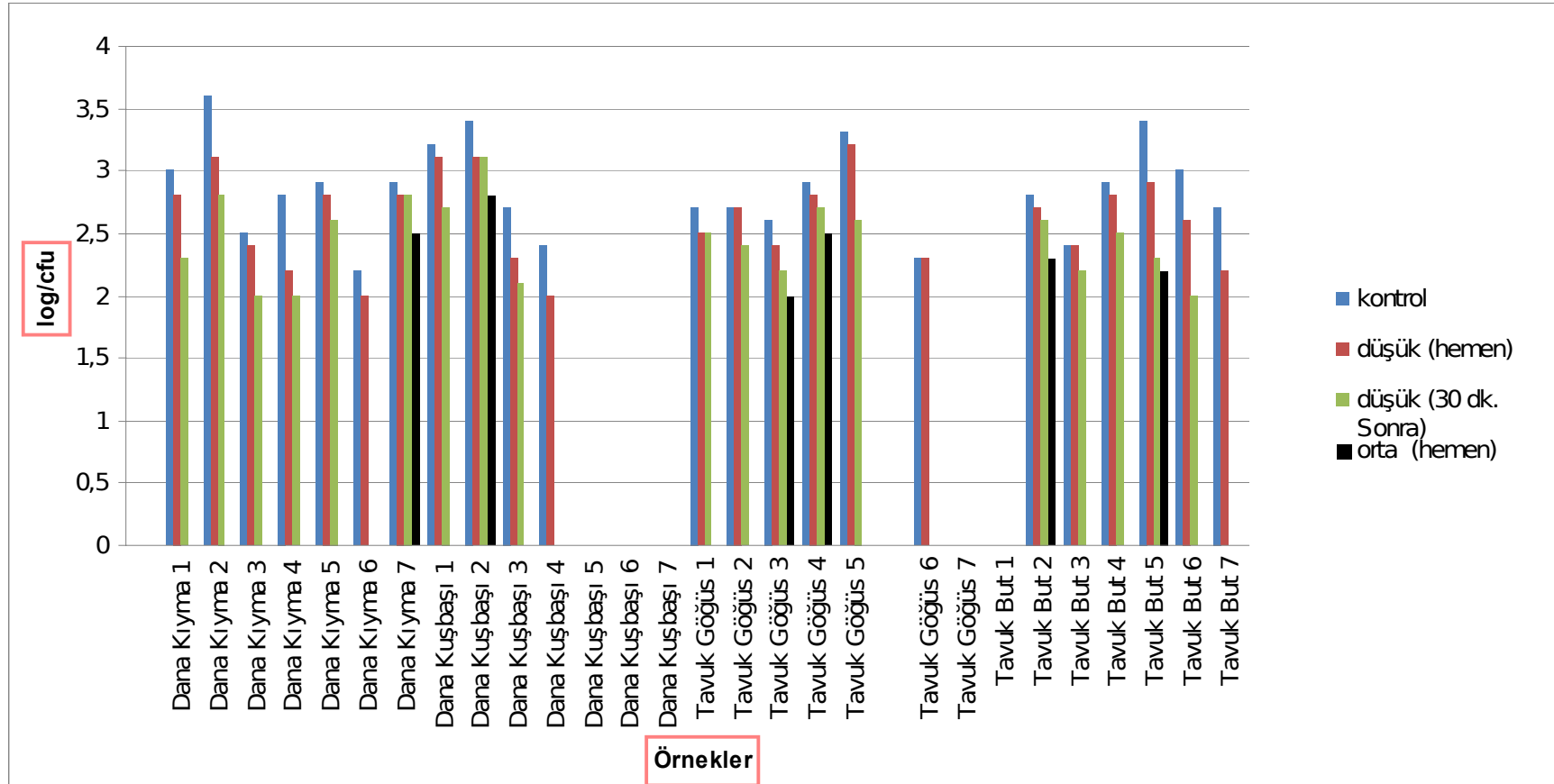
Çizelge 4.4. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *S. aureus* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Dana Kıyma 1	3,0	1,1x10 ³	2,8	7,3x10 ²	2,3	2,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 2	3,6	4,2x10 ³	3,1	1,5x10 ³	2,8	6,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 3	2,5	3,5x10 ²	2,4	2,6x10 ²	2,0	1,0x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 4	2,8	7,2x10 ²	2,2	1,8x10 ²	2,0	1,0x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 5	2,9	9,6x10 ²	2,8	7,1x10 ²	2,6	4,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 6	2,2	1,8x10 ²	2,0	1,0x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 7	2,9	9,3x10 ²	2,8	7,5x10 ²	2,8	7,5x10 ²	2,5	3,5x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 1	3,2	1,9x10 ³	3,1	1,5x10 ³	2,7	6,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 2	3,4	2,7x10 ³	3,1	1,5x10 ³	3,1	1,3x10 ³	2,8	7,0x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 3	2,7	5,3x10 ²	2,3	2,3x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 4	2,4	3,0x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 1	2,7	5,7x10 ²	2,5	3,8x10 ²	2,5	3,5x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 2	2,7	6,2x10 ²	2,7	5,1x10 ²	2,4	2,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 3	2,6	4,9x10 ²	2,4	3,1x10 ²	2,2	1,9x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-
Tavuk Göğüs 4	2,9	8,5x10 ²	2,8	7,8x10 ²	2,7	6,3x10 ²	2,5	3,5x10 ²	-	-	-

Çizelge 4.4. (Devam) Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *S. aureus* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Tavuk Göğüs 5	3,3	2,0x10 ³	3,2	1,9x10 ³	2,6	4,0x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 6	2,3	2,0x10 ²	2,3	2,0x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk But 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk But 2	2,8	6,4x10 ²	2,7	5,2x10 ²	2,6	5,0x10 ²	2,3	2,5x10 ²	-	-	-
Tavuk But 3	2,4	2,5x10 ²	2,4	2,5x10 ²	2,2	2,0x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 4	2,9	9,3x10 ²	2,8	7,3x10 ²	2,5	3,3x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 5	3,4	2,7x10 ³	2,9	8,6x10 ²	2,3	2,3x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-
Tavuk But 6	3,0	1,0x10 ³	2,6	4,4x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 7	2,7	6,0x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-	-	-

-: üreme olmadı.



Şekil 4.4. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *S. aureus* sayımı sonuçları (log/cfu)

Not: Orta derecede pişirilip 30 dakika bekletilen ve yüksek derecelerde pişirilen örneklerde üreme olmadığı için şekilde yer almamıştır.

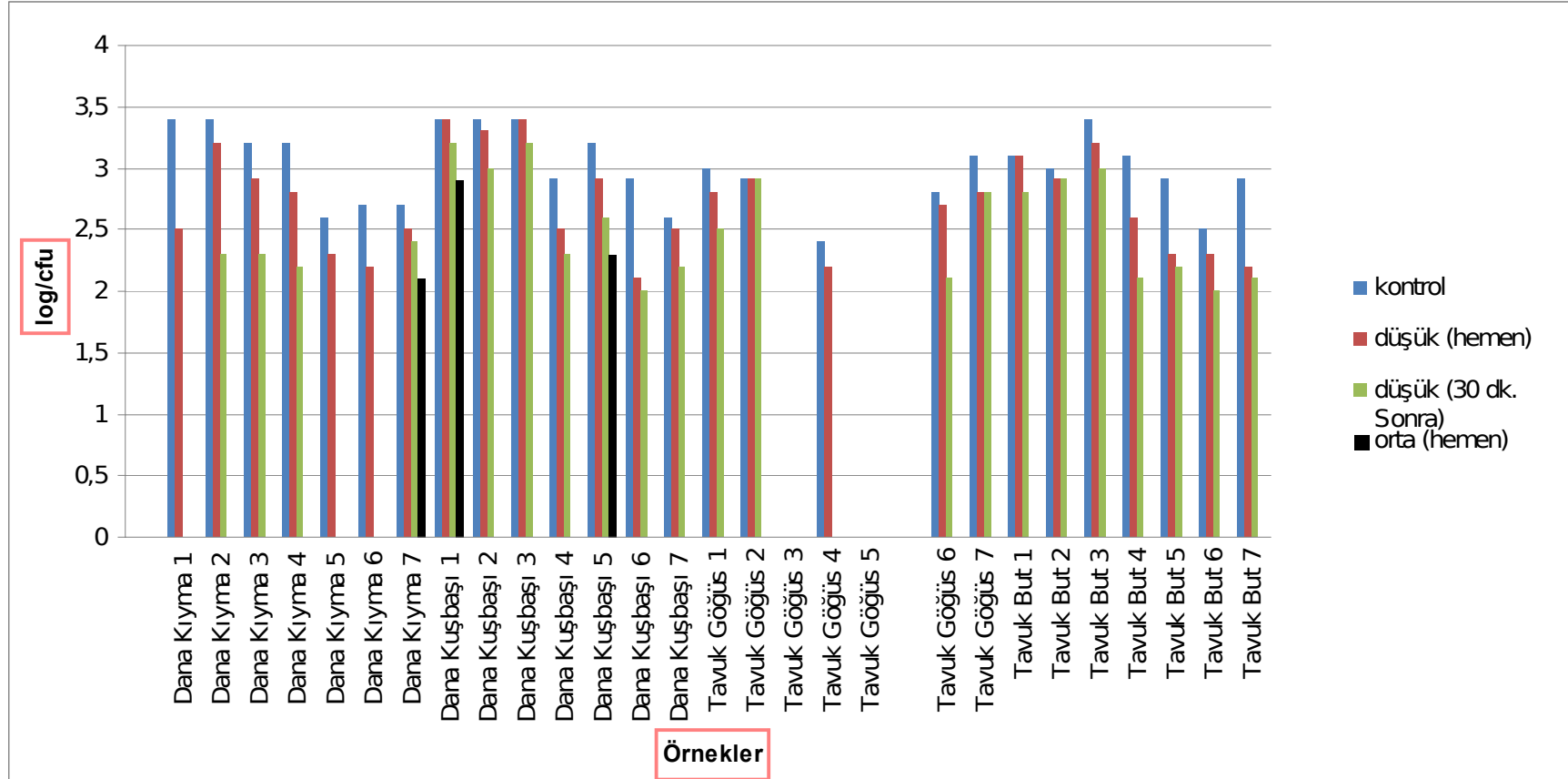
Çizelge 4.5. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *Y. enterocolitica* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Dana Kıyma 1	3,4	2,9x10 ³	2,5	3,7x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 2	3,4	2,9x10 ³	3,2	1,8x10 ³	2,3	2,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 3	3,2	1,6x10 ³	2,9	8,2x10 ²	2,3	2,3x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 4	3,2	1,8x10 ³	2,8	6,7x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 5	2,6	4,0x10 ²	2,3	2,1x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 6	2,7	6,0x10 ²	2,2	1,9x10 ²	-	-	-	-	-	-	-
Dana Kıyma 7	2,7	5,2x10 ²	2,5	3,2x10 ²	2,4	3,0x10 ²	2,1	1,4x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 1	3,4	2,9x10 ³	3,4	2,9x10 ³	3,2	1,9x10 ³	2,9	9,0x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 2	3,4	3,0x10 ³	3,3	2,5x10 ³	3,0	1,2x10 ³	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 3	3,4	2,9x10 ³	3,4	2,6x10 ³	3,2	1,9x10 ³	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 4	2,9	9,3x10 ²	2,5	3,7x10 ²	2,3	2,2x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 5	3,2	1,7x10 ³	2,9	9,9x10 ²	2,6	4,4x10 ²	2,3	2,2x10 ²	-	-	-
Dana Kuşbaşı 6	2,9	9,0x10 ²	2,1	1,3x10 ²	2,0	1,1x10 ²	-	-	-	-	-
Dana Kuşbaşı 7	2,6	4,9x10 ²	2,5	3,5x10 ²	2,2	2,3x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 1	3,0	1,0x10 ³	2,8	6,8x10 ²	2,5	3,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 2	2,9	9,9x10 ²	2,9	9,5x10 ²	2,9	8,3x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 4	2,4	3,1x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.5. (Devam) Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *Y. enterocolitica* sayımı sonuçları (log/cfu)

Örnek	Kontrol		Düşük				Orta			Yüksek	
			Hemen		30 dk. Sonra		Hemen		30 dk.		
	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	adet/gr	log/cfu	log/cfu	adet/gr
Tavuk Göğüs 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 6	2,8	6,9x10 ²	2,7	5,9x10 ²	2,1	1,4x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk Göğüs 7	3,1	1,4x10 ³	2,8	7,3x10 ²	2,8	6,5x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 1	3,1	1,6x10 ³	3,1	1,3x10 ³	2,8	6,6x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 2	3,0	1,1x10 ³	2,9	9,9x10 ²	2,9	9,7x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 3	3,4	2,6x10 ³	3,2	1,8x10 ³	3,0	1,0x10 ³	-	-	-	-	-
Tavuk But 4	3,1	1,5x10 ³	2,6	4,2x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 5	2,9	9,5x10 ²	2,3	2,3x10 ²	2,2	1,8x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 6	2,5	3,9x10 ²	2,3	2,0x10 ²	2,0	1,2x10 ²	-	-	-	-	-
Tavuk But 7	2,9	8,5x10 ²	2,2	1,9x10 ²	2,1	1,5x10 ²	-	-	-	-	-

-: üreme olmadı.



Şekil 4.5. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki *Y. enterocolitica* sayımı sonuçları (log/cfu)

Not: Orta derecede pişirilip 30 dakika bekletilen ve yüksek derecelerde pişirilen örneklerde üreme olmadığı için şekilde yer almamıştır.

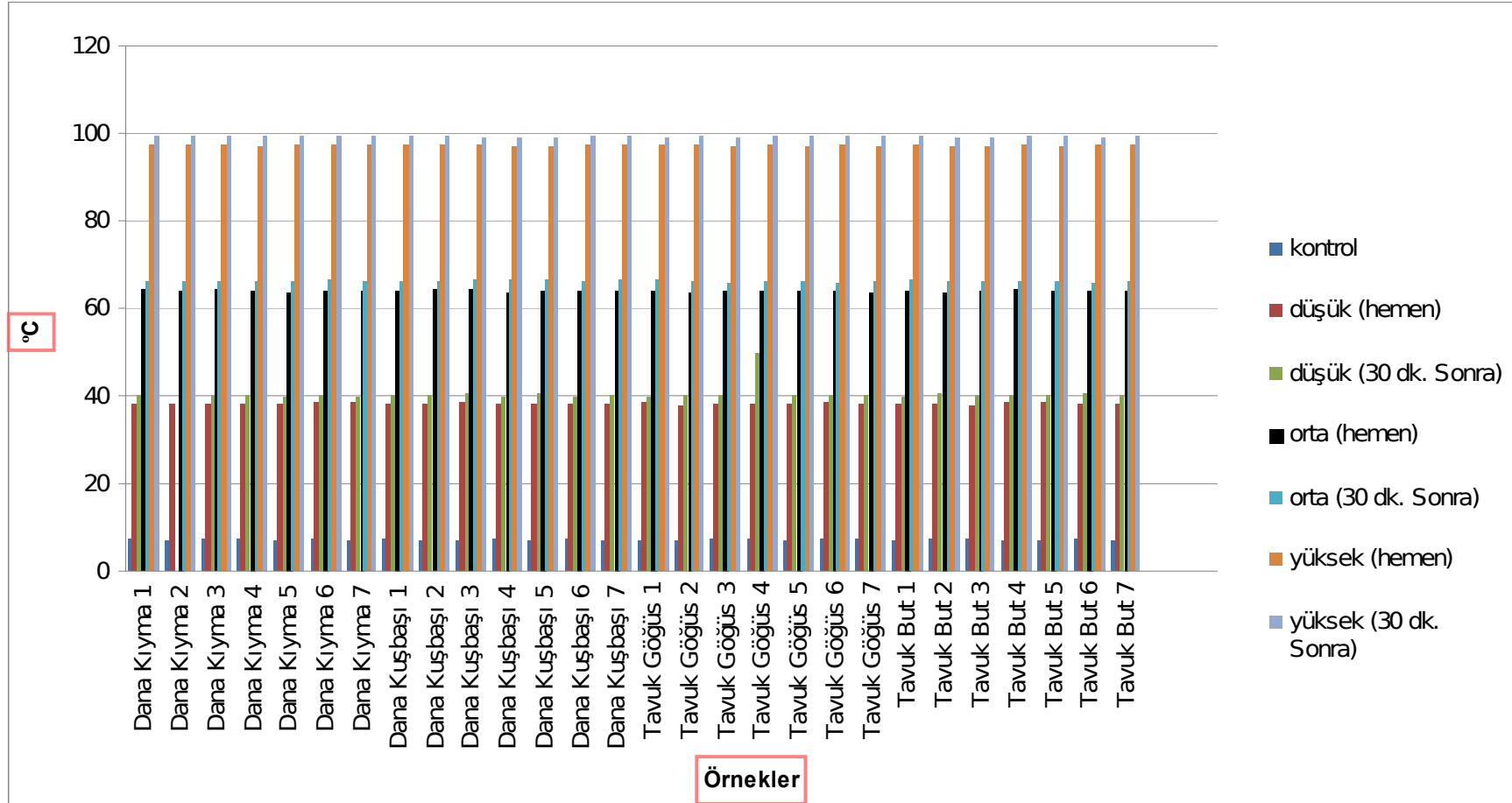
Çalışmada, örneklerin pişirmeden hemen önce, pişirdikten hemen sonra ve pişirilip alüminyum folyo ile sarılıp 30 dakika bekletildikten sonra sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler çizelge 4.6' da verilmiştir. Kontrol örneklerindeki sıcaklık, mikrodalga ile muamele edildikten sonra artmıştır. Mikrodalga ile muamele derecesi arttıkça sıcaklıkta da bir artış gözlemlenmiştir. Sıcaklık artışı ile birlikte, örneklerde bulunan bakteri sayısında da bir azalma gözlemlenmiştir. Mikrodalga ile pişirilen aynı 2 örneğin; hemen sıcaklığı ölçülen örnek ile mikrodalga fırın üreticilerinin önerdiği gibi 30 dakika sonra sıcaklığı ölçülen örnek arasında ortalama 2°C fark vardır. 30 dakika bekletilen örneklerin ısısı ortalama 2°C fazladır (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki ısı ölçümleri (°C)

Örnek	Kontrol	Düşük		Orta		Yüksek	
		Hemen	30 dk. sonra	Hemen	30 dk. sonra	Hemen	30 dk. sonra
Dana Kıyma 1	7,1	38,2	40,1	64,3	66,1	97,2	99,3
Dana Kıyma 2	6,8	38,1	39,8	64,1	66,1	97,1	99,3
Dana Kıyma 3	7,3	38,2	39,9	64,3	65,9	97,2	99,2
Dana Kıyma 4	7,1	37,9	40,1	63,9	66,1	96,9	99,3
Dana Kıyma 5	6,9	37,9	39,8	63,8	65,9	97,1	99,2
Dana Kıyma 6	7,3	38,4	40,1	64,1	66,3	97,1	99,4
Dana Kıyma 7	6,8	38,3	39,7	64,1	66,2	97,2	99,3
Dana Kuşbaşı 1	7,1	38,2	40,1	64,2	65,9	97,1	99,3
Dana Kuşbaşı 2	6,9	38,2	40,1	64,3	66,1	97,2	99,1
Dana Kuşbaşı 3	6,8	38,4	40,3	64,6	66,3	97,1	98,9
Dana Kuşbaşı 4	7,3	37,9	39,8	63,8	66,3	96,7	98,8
Dana Kuşbaşı 5	6,8	38,2	40,3	64,1	66,4	96,9	98,7
Dana Kuşbaşı 6	7,1	38,2	39,8	63,9	66,1	97,2	99,1
Dana Kuşbaşı 7	6,9	38,2	40,1	64,1	66,4	97,3	99,2
Tavuk Göğüs 1	6,8	38,3	39,8	63,9	66,3	97,2	98,8
Tavuk Göğüs 2	6,9	37,8	40,1	63,8	65,9	97,2	99,1
Tavuk Göğüs 3	7,2	38,1	39,9	64,1	65,8	96,8	98,9

Çizelge 4.6. (Devam) Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki ısı ölçümleri (°C)

Örnek	Kontrol	Düşük		Orta		Yüksek	
		Hemen	30 dk. sonra	Hemen	30 dk. sonra	Hemen	30 dk. sonra
Tavuk Göğüs 4	7,1	38,2	49,8	64,1	66,1	97,1	99,3
Tavuk Göğüs 5	6,9	38,2	40,1	64,2	65,9	96,8	99,1
Tavuk Göğüs 6	7,3	38,5	40,2	63,9	65,8	97,1	99,2
Tavuk Göğüs 7	7,1	38,2	40,1	63,7	66,1	96,9	99,3
Tavuk But 1	6,8	37,9	39,7	64,1	66,3	97,2	99,1
Tavuk But 2	7,1	37,9	40,4	63,8	66,2	96,8	98,7
Tavuk But 3	7,1	37,8	40,1	64,2	65,9	96,9	98,7
Tavuk But 4	6,9	38,3	40,1	64,3	66,1	97,2	99,1
Tavuk But 5	6,8	38,3	40,1	64,2	66,1	96,8	99,3
Tavuk But 6	7,1	38,2	40,4	63,9	65,8	97,2	98,9
Tavuk But 7	6,9	38,1	39,9	64,1	66,2	97,2	99,2



Şekil 4.6. Et örneklerinin mikrodalga fırın muamelesinden önce ve sonraki ısı ölçümleri (°C)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, mikrodalga enerjisinin, dana kıyma, dana kuşbaşı, tavuk göğüs ve tavuk but etlerinde bulunan *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *Y. enterocolitica* üzerine olan etkisi incelenmiştir. Örnekler mikrodalga fırında 2 dakika süre ile, düşük (130W), orta (400W) ve yüksek (700W) derecede pişirilmiş ve örneklerin; pişirmeden önce, pişirdikten hemen sonra ve pişirilip 30 dakika bekletildikten sonra ısı ölçümleri alınıp, mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Isının, derece arttıkça arttığı; mikroorganizma sayısının ise, derece arttıkça azaldığı saptanmıştır. Genel olarak kontrol örneklerindeki bakteri sayısı yüksektir. Bu örneklerin mikrodalga ile muamelesi sonucunda düşük derecede pişirilen örneklerde bakteri sayısı azalırken; birkaç örnek hariç orta ve yüksek derecede pişirmeden sonra gıdalarda bakteri gözlenmemiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımına bakıldığında; kontrol örneklerindeki sayılar 3,1-3,7 log/cfu arasında değişirken; düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,8-3,6 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarda ise 2,4-3,2 log/cfu olarak tespit edilmiş, orta derecede pişirilip hemen ekimi yapılan 7 örnek dışında; orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde üreme saptanmamıştır.

Bu duruma paralel olarak; 1988 yılında yapılan bir çalışmada hindi etinden yapılmış ruloların yüzeyindeki genel canlı mikroorganizma sayısının $7,8 \times 10^4 - 6,2 \times 10^6$ adet/gr olduğu ve 2450 MHz frekanslı mikrodalga fırında iç ısı 77, 105, 135 ve 165°C' ye kadar ısıttıktan sonra bu sayının 10-1000 adet/gr' a düştüğünü belirtilmiştir. Başlangıçtaki koliform sayısının $1,6 \times 10^3 - 3,8 \times 10^4$ adet/gr olduğunu mikrodalga fırında pişirmeden sonra tamamen yok olduğunu belirtilmiştir [Snyder ve Matthews,1988].

1994 yılında yapılan bir çalışmada ise; kıyma numuneleri mikrodalga fırında 7 dakika (az), 9 dakika (orta) ve 11 dakika (çok) tüm güçte pişirilmiştir. Numunelerin pişirmeden önce, piştikten hemen sonra ve piştikten 30 dakika sonra ısı ölçümleri

alınmış ve mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Pişirme süreleri içinde en etkin olanın 11 dakika olduğu saptanmış; 30 dakika bekletmede ise, kıyma numunesinin ısısının artması ve yayılması nedeniyle koliform grubu, lactobacil, maya ve küflerin tamamen yok olduğu belirlenmiştir [Ünusan,1994].

E. coli sayımlarında; *E. coli* sayımlarında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,4-3,4 log/cfu arasında değişirken; düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarda bu sayılar 2,2-3,2 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarda ise 2,0-2,9 log/cfu olarak tespit edilmiş, orta derecede pişirilip hemen ekimi yapılan örneklerden 6 tanesi hariç, orta ve yüksek derecede pişirilen örnekler üreme saptanmamıştır.

2000 yılında yapılan bir çalışmada; taze derisiz tavuk göğüs etlerine *E. coli* K12 ve *Campylobacter jejuni* inoküle edilmiş ve mikrodalgalar fırında tam güçte 10, 20, 30 saniye mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. 20 ve 30 saniyelerde pişirmede etlerin görünüşlerinde bazı değişiklikler kaydedilirken, her 3 pişirme süresinde de mikroorganizmaların sayısında ve gelişmelerinde önemli değişiklikler gözlenmemiştir [Göksoy ve ark., 2000]. Bu çalışmadan farklı sonuçlar elde edilmesi mikrodalgaya maruz bırakmanın farklı sürelerde olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Yaptığımız çalışmada gıdaları 2 dakika mikrodalgaya maruz bırakırken, Göksoy ve ark. 10, 20 ve 30 saniye mikrodalgaya maruz bırakmışlardır.

2005 yılında yapılan bir çalışmada ise; taze tavuk göğüs eti parçalarına ve bütün tavuk etine *E. coli* O157:H7 inoküle edilmiş ve bu örneklerden tavuk parçaları tam güçte, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 saniyelerde; tüm tavuk ise tam güçte 22 dakika pişirilmiştir. Kısa zamanlı mikrodalgaya maruz bırakmanın *E. coli* O157:H7 üzerine yok edici etki göstermediği gözlenmiştir [Apostolou, ve ark., 2005]. Bu çalışmadan farklı sonuçlar elde edilmesi çalışmada yer alan bakterilerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

L. monocytogenes sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,3-3,3 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında

bu sayılar 2,0-3,3 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,0-3,0 log/cfu olarak tespit edilmiş, orta derecede pişirilip hemen ekilen örneklerden sadece 5' i hariç, orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde üreme gözlemlenmemiştir.

1991 yılında yapılan bir çalışmada; kıymanın mikrodalga fırında pişirmeden önce; az, orta ve yüksek derecelerde pişirdikten hemen sonra ve pişirdikten 30 dakika sonra, kıymanın mikrobiyal florasına bakılmıştır. Genel olarak mikroorganizma sayılarında azalma görülürken; bekleme periyodundan önce ve bekleme periyodundan sonra 1 örnekte *L. monocytogenes* varlığı saptanmıştır. Yapılan çalışmada *L. monocytogenes* varlığı mikrodalga pişirme derecesi arttıkça azalmıştır. Çalışmadan elde edilen *L. monocytogenes* suşları, sadece kontrol ve düşük (130W) derecede pişirilen örneklerden izole edilmiştir [Hollywood ve ark., 1991]. Diğer derecelerde *L.monocytogenes* varlığına rastlanmaması Hollywood ve ark.'nın yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışma ile benzerlik gösteren bir diğer çalışmada ise; mikrodalga fırının *Listeria spp.* üzerine olan etkisini incelenmiştir. Çalışmada 81 tanesi ızgara, 93 tanesi kızartılmış olmak üzere tüm tavuk örneklerine *Listeria spp.* inoküle edilerek, 17 çeşit mikrodalga fırında pişirilmiştir. Üreticilerin tavsiye ettikleri ısı ve sürede pişirilen 81 ızgara tavuk örneğinin 1 tanesinde, 93 kızartılmış tavuk örneğinin ise 9 tanesinde *Listeria spp.* bakterilerinin pozitif çıktığı görülmüştür [Farber ve ark., 1998].

Yine benzer bir çalışmada; *L. monocytogenes* hem broth içinde, hem de tavuk derileri üzerine inoküle edilerek mikrodalgaya maruz bırakılmıştır. 85°C'ye ulaşılan sıcaklıkta pişirmede *L.monocytogenes* gözlenmemiş; 70°C' de ise 10⁶-10⁸ arasında sayıları tespit edilmiştir. Bu çalışmada da 85°C ve sonrasında *L. monocytogenes* varlığına rastlanmamıştır [Coote ve ark., 1991]. Bu konuda paralellik söz konusudur. Coote ve ark.'nın yaptığı çalışmada 70°C' de *L. monocytogenes* varlığı saptanırken, bu çalışmada 65°C' den sonraki ısılarda *L. monocytogenes* varlığı saptanmamıştır. Bunun pişirme sürelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

S. aureus sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,2-3,6 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,0-3,2 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,0-3,1 log/cfu olarak tespit edilmiş, orta derecede pişirilip hemen ekimi yapılan 6 örnek hariç, orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde üreme gözlemlenmemiştir.

1993 yılında yapılan bir çalışmada; *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* inoküle edilen kümes hayvanları ürünleri üzerine geleneksel ve mikrodalga fırının etkilerini gözlemlenmiştir. *Salmonella* türleri inoküle edilmiş tavuk beyni, kızartılmış tavuk, yumurtalı muhallebi ile tavuk burger örnekleri, belirlenen ısı ve sürelerde pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Uygulanan geleneksel ve mikrodalga fırın pişirme tekniklerinin, bakterinin hasar görmesine sebep olduğu fakat tamamen yok edemediği rapor edilmiştir. Mikrodalga fırının etkisinin ise geleneksel pişirme tekniğinden daha az olduğu vurgulanarak, mikrodalga fırınlardan ciddi sonuçlar almak için daha uzun süre ve yüksek ısıda pişirilmesi tavsiye edilmiştir [Baker ve ark., 1983].

1984 yılında yapılan çalışmada ise; içerisine *Salmonella cubana*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Clostridium perfringens* inoküle edildikten sonra dondurulan haşlanmış patatesler 2450 MHz frekanslı mikrodalga fırında 3-9 dakika pişirilmiş ve artan rutubet oranının bakterilerin yaşama şansını artırdığı ve yüksek oranda protein ve yağın ortamda bulunmasının *Clostridium perfringens*' in sayısında çok az azalmaya neden olduğunu belirtilmiştir [Spite, 1984]. Yapılan çalışmada kullanılan bakteriler yüksek sıcaklıktan etkilenen bakterilerdir. Spite' in yaptığı çalışmada *Clostridium perfringens*' in sayısında çok az azalma olması bakterinin sıcaklığa olan dirençliliğinden kaynaklanabilir diye düşünülmüştür.

Y. enterocolitica sayımında; kontrol örneklerindeki sayılar 2,4-3,4 log/cfu arasında değişirken; bu örneklerin düşük derecede pişirilip hemen ekimi yapılan parçalarında bu sayılar 2,1-3,4 log/cfu, düşük derecede pişirilip 30 dakika sonra ekimi yapılan parçalarında ise 2,1-3,2 log/cfu olarak tespit edilmiş, orta derecede pişirilip hemen

ekimi yapılan 3 örnek hariç, orta ve yüksek derecede pişirilen örneklerde hiçbir şekilde üreme saptanmamıştır.

2001 yılında yapılan bir çalışmada; mikrodalga fırının değişik ısı derecelerinde deneysel olarak 10^9 hücre/ml oranında *Yersinia enterocolitica* ile enfekte edilmiş kıymadaki etkisi incelenmiştir. Bu kıymalara olan etki 1., 7., 14. ve 21. günlerde kontrol edilmiştir. 150W ve 400W’da pişirilen kıymalarda *Yersinia enterocolitica* sayısının azaldığı saptanırken; 550W, 700W ve 800W’da ki pişirmelerde mikroorganizma tespit edilmemiştir [Çakıroğlu, 2001].

1998 yılında yapılan bir çalışmada ise; geleneksel yöntemler ve mikrodalga ile çözündürülen dondurulmuş dana ve koyun kıymalarının mikroflorasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Mikrodalga ile çözündürülen kıymalarda, toplam aerob mezofilik bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayımları diğer çözündürme yöntemlerine göre daha düşük olarak saptanmıştır. Oda koşullarında çözündürmede en yüksek bakteri sayım değerleri bulunmuştur. Belirlenen maya-küf sayımlarının farklı çözündürme işlemlerinden etkilenmediği saptanmıştır. Ayrıca, örneklerin hiçbirinde *Staphylococcus aureus*’a rastlanmamıştır [Aksan, 1998].

1986 yılında yapılan çalışmada; *Clostridium perfringens* ve aerobik bakteri aşılansız sığır etlerine geleneksel ve mikrodalga pişirme yöntemi uygulayarak, yöntemlerin bu bakterilere karşı etkileri incelenmiştir. Pişirme sonunda mikroorganizma sayısında logaritmik olarak azalma; geleneksel pişirmede 3,51 ile 8,06 adet/gr iken, mikrodalga ile pişirmede 1,75 ile 1,48 adet/gr olduğu gözlenmiştir [Wright-Rudolph ve ark., 1986].

2005 yılında yapılan çalışmada taze tavuk etlerine inoküle edilen *Salmonella enteritidis*, mikrodalga fırında yüksek ve orta güçte pişirilmiştir. Yüksek güçte 110 saniyede *Salmonella enteritidis* ölürken, orta güçte 140 saniyede hâlâ *Salmonella Enteritidis* varlığı saptanmıştır [Amanda ve ark., 2005].

Mikrodalga fırınlar aynı zamanda dondurulmuş yiyeceklerin çözündürülmesinde de kullanılmaktadır. Bu işlemlerde de bakteri yükünün belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. 1986 yılında yapılan bir çalışmada, dondurulmuş etlerin mikrodalga ve geleneksel yöntemlerle çözündürülmesi sonunda, mikrodalga ile çözündürmede daha düşük bakteri sayımları elde edilmiştir [Anicova ve ark., 1986].

1993 yılındaki çalışmada, dondurulmuş manda eti, farklı yöntemlerle çözündürülmüştür. Oda koşullarında çözündürülen örneklerde, en yüksek toplam mezofilik bakteri sayımları belirlenirken, mikrodalga ile çözündürmede, en düşük toplam mezofilik bakteri sayımının bulunduğu belirtilmiştir [Syed-Ziauddin, 1993].

Mikrodalga fırınlar son zamanlarda hayatımızda büyük kolaylıklar sağlamışlardır. Mikrodalga fırının sağladığı kısa pişirme süresi, fazla elektrik harcamaması, bireyler tarafından kolaylıkla kullanılması gibi özellikler son yıllarda mikrodalga fırın kullanımını artırmaktadır. Bu durumda mikrodalga'nın zararlı olup olmadığı sorusu ortaya çıkmaktadır.

Mikrodalga fırın üreticileri, gıdaların pişirilmesini uygun gördükleri dereceleri ve süreleri belirtmişlerdir. Et ve tavuk etlerinin pişirilmesi için uygun gördükleri derece yüksek veya orta-yüksek; süre ise, genel olarak 5-10 dakika olarak ifade edilmiştir. Mikrodalgaların bu önemli fonksiyonları nedeniyle yapılan çalışmada mikrodalga fırın üreticilerinin önerdiği derecelerde yapılan pişirme işlemlerinde; mikroorganizma sayılarının azaldığı tespit edilmiştir.

Mikroorganizmalar açısından mikrodalga fırınların yararı-zararı sorunu üzerine yapılan bu çalışmada; mikrodalga fırınların yiyeceklerde mikrodalga fırın üreticilerinin önerdikleri sıcaklıkta ve sürelerde kullanılması durumunda, mikroorganizmalar üzerine, sıcaklık nedeniyle, öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir.

Mikrodalga fırın üreticilerinin önerdiği süreler ve dereceler kullanıldığı sürece mikrodalga fırınlar pişirme ve ısıtma amaçlı kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, N., Kınık, Ö., " *Yersinia* ve Süt Teknolojisindeki Önemi ", **Gıda Dergisi**, 15(5): 311-318 (1990).
- Aksan, E., " Dondurulmuş dana ve koyun kıymalarının geleneksel yöntemler ve mikrodalga ile çözündürülmesi sırasında mikrofloradaki değişmelerin belirlenmesi ", Yüksek Lisans Tezi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 2 (1998).
- Alişarlı, M., Akman, H.N., " Perakende Satılan Kıymaların *Escherichia coli* O157 Yönünden İncelenmesi ", **YYÜ Vet. Fak. Derg.**, 15 (1-2):65-69 (2004).
- Alperden, İ., " Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları ", **Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü**, Gebze/Kocaeli, 124: 200 (1993).
- Anicova, N., Zivkovic, J. ve Anic, K., " Sanitary and Processing Advantages of Microwave Pre-Heating of Frozen Meat in Industrial Conditions ", **Tehnologija Mesa**, 27(12): 380-383 (1986).
- Apostolou, I., Papadopoulou, C., Levidiotou, S., Loannides, K., " The effect of short-time microwave exposures on *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto meat portions and whole chickens ", **International Journal of Food Microbiology**, 101:105-110 (2005).
- Arçelik " Mikrodalga Fırın Kullanım Kılavuzu ", 16-19 (2007).
- Annis, P. J., " Design and Use of Domestic Microwave Ovens ", **Journal of Food Protection**, 43 (8): 629-632 (1980).
- Baker, R. C., Poon, W., Vadehra, D. V., " Destruction of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in Poultry Products Cooked in a Conventional And Microwave Oven ", **Poultry Science**, 62: 805-810 (1983).
- Bettelheim K. A., Bensink J. C., Sidjabat-Tambunan H., " Serotypes of Verotoxin-producing (shiga toxin producing) *Escherichia coli* Isolated From Healthy Sheep ", **Comp. Immunol. Microbiol. & Infect. Dis.**, 23: 1-7 (2000).
- Bilgehan, H., " Klinik Mikrobiyoloji ", **Barış Yayınları**, İzmir, 6,8,224-227,396 (1986).
- Bercovier, H., Mollaret, H. N., "Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology vol.1, eds" **N. K. Krieg ve J. G. Holt' Williams and Wilkins**, Baltimore, 1268 (1984).

Beşe, M., " Mikrobiyolojide Kullanılan Biyokimyasal Testler ve Besiyerleri ", *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, 22 (1974).

Blanco J. E., Blanco M., Mora A., Blanco J., " Production of Toxins (enterotoxins, verotoxins and necrotoxins) and Colicins by *Escherichia coli* Strains Isolated From Septicemic and Healthy Chickens: Relationship with in vivo pathogenicity", *J. Clin. Microbiol.*, 35, 11: 2953-2957 (1997).

Blanco M., Blanco J., Blanco J. E., Ramos J., " Enterotoxigenic, Verotoxigenic and Necrotoxigenic *Escherichia coli* Isolated From Cattle in Spain ", *Am. J. Vet. Res.*, 54, 9: 1446-1451 (1993).

Boynukara B., Akgül Y., Solmaz H., Aksakal A., "Yeni Doğan Buzağların Dışkılarında *Escherichia coli* ve *Escherichia coli* K99'un Varlığı ile Neonatal Buzağı İshallerinin Önlenmesinde Oral Spektinomisin (*pentahidrat dihidroklorit*)'in Etkisi ", *Bültendif*, 14: 2-5 (2000).

Brandshaw, J. G., Peeler, J. T., Corwin, J. J., Hunt, J. M., " Thermal Resistance of *L. monocytogenes* in Dairy Products ", *J. Food Prot.*, 50:534 (1987).

Cengiz, T., " Cins *Listeria* in: Temel ve Klinik Mikrobiyoloji ", Ustaçelebi, Ş., *Güneş Kitabevi*, 399-407 (1999).

Chipley, J. R., " Effect of Microwave Irradiation on Microorganisms ", *Advances Applied Microbiology*, 26, 129-145 (1980).

Chapman, P. A., Siddons, C. A., Cerdan Malo A. T., Harkin, M. A., " Lamp Products as a Potential Source of *E. coli* O157 ", *The Vet.*, Rec., 26: 427-428 (1996).

Chapman, P. A., Siddons, C. A., Cerdan Malo A. T., Harkin, M. A., " A 1-year Study of *E. coli* O157 in Cattle, Sheep, Pigs and Poultry ", *Epidem. Microbiol.* 119: 245-250 (1997).

Chapman, P. A., Cerdan Malo, A. T., Ellin, M., Ashton, R., Harkin, M. A., "*Escherichia coli* 157 in Cattle and Sheep at Slaughter, on Beef and Lamb Carcasses and in Raw Beef and Lamb Products in South Yorkshire UK ", *Int. J. Food Microbiol.*, 64: 139-150 (2001).

Coote, P.J., Holyoak, C.D., Cole, M.B., " Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* during a process simulating temperatures achieved during microwave heating ", *Journal of Applied Bacteriology*, 70:489-494 (1991).

Curnette, B., " Principles of Microwave Radiation ", *Journal of Food Protection*, 43, 618-620 (1980).

Çakıroğlu, E., " Mikrodalga fırında pişirilen kıymadaki *Yersinia enterocolitica*'nın gelişiminin incelenmesi ", Yüksek Lisans Tezi, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kahramanmaraş, 6, 9-10 (2001).

Decareau, R. V., " For Microwave Heating Tune to 915 Mc or 2450 Mc ", **Food Engineering**, July, 54-57, (1965).

Decareau, R. V., " Microwave in the Food Processing ", **Food Technology in Australia**, 36(2): 81-86 (1985).

Dell'Omo G., Morabito S., Quondam R., Agrimi U., Ciuchini F., Macrì A., Caprioli A., " Feral Pigeons as a Source of Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* ", **Vet. Rec.**, 142: 309-310 (1998).

Demirbağ, Z. ve Demir, İ., " Genel Mikrobiyoloji Laboratuvarı ", **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Yayınları**, Trabzon, 91 (2005).

Douglas, C., Cicmanec J. F. Ph. D., Burke B., Bracker R. B. M. D., Kessler D. L. M. D., " Microwave Practical Cost, Effective Method for Sterilizing Urinary Catheters in the Home ", **Urology**, 35 (3): 219-222 (1990).

Emery D. A., Nagaraja K. V., Shaw D. P., Newman J. A., Eells D. G., " Virulence Factors of *Escherichia coli* Associated with Colisepticemic Chickens and Turkeys ", **Avian Dis.**, 36: 504-511 (1992).

Ertas, H., " Ette Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar ", **Gıda Dergisi**, 4(6): 187-191 (1979).

Farber, J.M., Sonders, G.W., Johnston, M.A., " A survey of various foods for the presence of *Listeria* species ", **Journal of Food Protection**, 52(7):456-458 (1989).

Farber, J. M., D'aoust, J. Y., Diotte, M., Sewell, A., Daley, E., " Survival of *Listeria* spp. on Raw Whole Chickens Cooked in Microwave Ovens ", **Journal of Food Protection**, 61(11), 1465-1469 (1998).

Gelin, B. G. and Broome, C. V., " Listeriosis ", **JAMA**, 261(9): 1313-1320 (1989).

George, R. M. and Burnett, S. A., "General Guidelines for Microwaveable Products", **Food Control**, January, 35-43 (1991).

Giese, J., " Advances in Microwave Food Processing ", **Food Technology**, September, 118-123 (1992).

Gilmour, A., Walker, S. J., " Isolation and Identification of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia enterocolitica*- like bacteria ", **J. App. Bacteriol.**, Symposium Supp., 213-236 (1988).

Goldblith, S. A. and Wang D. I. C., " Effect of Microwaves of *Escherichia coli* ve *Bacillus subtilis* ", **Applied Microbiology**, 15: 1371-1375 (1967).

Göğüş, A.K., " Et Teknolojisi ", **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, Ankara, 243-291 (1986).

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tükel, Y., Zorba, Ö., " Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu ", **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Serisi**, Erzurum, 287 (1993).

Göksoy, E.O., James, C., Corry, J.E.L., " The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of uninoculated chicken meat ", **Journal of Food Engineering**, 45:153-160 (2000).

Gündüz E., " Modern Fiziğe Giriş ", **Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi**, İzmir, 110: 309-313 (1988).

Halkman, A. K., Doğan, H. B., Çakır, İ., Kral, N., İnan, T. T., Çoşansu, S., Gürsu, G., " Gıdalarda Fekal Koliform Aranması ", **Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 97111201 nolu proje**, Ankara, 8-28 (1997).

Harrison, D. L., " Microwave Versus Conventional Cooking Methods: Effect on Food Quality Attributes ", **Journal of Food Protection**, 43(8): 633-637 (1980).

Hollywood, N.W., Varabioff, Y., Mitchell, G.E., " The effect of microwave and conventional cooking on the temperature profiles and microbial flora of minced beef", **International Journal of Food Microbiology**, 14:67-76 (1991).

Irwin R. J., McEwen S. A., Clarke R. C., Meek A. H., "The Prevalance of Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* and Antimicrobial Resistance Patterns of Nonverocytotoxin-producing *Escherichia coli* and Salmonella in Ontario Broiler Chickens ", **Can. J. Vet. Res.**, 53: 411-418 (1989).

İnal, T., " Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü ", **Final Ofset**, İstanbul, 764 (1992).

Jeffries, D., " New Products with Microwave Potential ", **Food Science and Technology**, Nov., 141-150 (1987).

Kalafat, S. R. And Kroger, M., " Microwave Heating of Foods. Use and Safety Considerations ", **CRC Critical Reviews in Food Technology**, Nov., 141-150 (1973).

Kayhan Ö., " Mikrodalgalar ve Sağlığımız ", **Bilim veTteknik Dergisi**, Mart 19, 220, 14-16 (1986).

Kayser, H. Z., Bienz, A. K., Eckert, J., Lindenmann, J., " Tıbbi Mikrobiyoloji ", Prof. Dr. Mine anğ Küçüker, Prof. Dr. Emel Tümbay, Prof. Dr. Özdem Anğ, **Nobel Yayınları**, 8:213-215 (1997).

Kınık, Ö., Gönç, S., Akalın, A.S., " Çiğ sütte patojen mikroorganizmalar ", **Ege Üniversitesi Basım Evi İzmir Uluslar arası Sütçülük Federasyonu (IDF) yayını**, 21-44 (1998).

Lee G. L., Cho U. P., " Enterotoxigenic *Escherichia coli* Isolated From Cattle ", **Korean J. Vet. Res.**, 26, 1: 69-77 (1986).

Lillard, H. S., " The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses ", **Journal of Food Protection**, 53(3): 202-204 (1990).

Lohman S., Manique F., " Microwave Steriliztion of Vials ", **Research Article**, 40 (1), 25-30 (1986).

Mc Laughlin, J., Audurier, A., and Taylor, A. G., " Aspects of the Epidemiyology of Human *Listeria monocytogenes* Infection in Britian 1967-1984; The Use of Serotyping and Phage Typing ", **J. Med. Microbiol.**, 22: 367-377 (1986).

Mitchel, B. A., Brown, M. H., Shurray, R. A., " QacA Multidrug Eflux Pump from *Staphylococcus aureus*: Comperative Analıysis of Resistans to Diamines, Biguanides and Buanylhydrazones ", **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, 42:475-477 (1998).

Mudgett, R. E., " Electrical Properties of Foods in Microwave Processing ", **Food Technology**, Feb., 109-115 (1982).

Mudgett, R. E., " Microwave Properties and Heating Characteristic of Foods ", **Food Technology**, Feb., 84-93 (1986).

Mudgett, R. E., " Microwave Food Processing ", **Food Technology**, jan., 117-126 (1989).

Müler, H. E., " Listeriosis in Animals ", **Inf. Derg.**, 2(4):505-519 (1988).

National Comittee for Clinical Laboratory Standarts, " Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Test for Bacteria That Grow Aerobically, 2. ed. ", Tentative standarts M7-T2, **National Comittee for Clinical Laboratory Standarts**, Villanova, Pa., (1988).

Ohlsson, T., " Fundamentals of Microwave Cooking ", *Microwave World*, March-April, 4-9 (1983).

Ohlsson, T., " Microwave Processing in the Food Industry ", *European Food and Drink Review*, Spring, 3-6 (1991).

Ohlsson, T., and Thorsell, H., " Problems in Microwave Heating of Chilled Foods ", *J. Foodserv. Systems*, 3(1): 9 (1984).

Öztan, A., " Et Bilimi ve Teknolojisi ", *Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, Ankara, 263 (1993).

Paulsen, I. T., Firth, N., Skurray, R.A., " Resistance to Antimicrobial Agents other than β -lactams. In: The Staphylococci in Human Disease " Crosley, K. B., Archer, G. L. eds. New York, *Churcill Livingston Inc.*, 175-212 (1997).

Pichhardt, K., " Gıda mikrobiyolojisi, gıda endüstrisi için temel esaslar ve uygulamalar ", *Literatür Yayınları*, 115 (2004).

Podolak, R. K., Zayas, J.F., Kastner, C. I. and Fung, D. Y. C., " Reduction of bacterial populations on vacuum-packaged ground beef patties with fumaric and lactic acids ", *Journal of Food Protection*, 59(10): 1037-1040 (1996).

Pucciarelli, A.B., Benassi, F.O., " Inactivation of *Salmonella* Enteritidis on raw poultry using microwave heating ", *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(6):939-945 (2005).

Rohner, M. D., D. D. S., Terry, M. A. M. D., Bulard, R. A., D. D. S., Donald, C., Graves, Ph. D. and Elaine, M. T., " Microwave Sterilization of Hydrophilic Contact Lenses ", *American Journal of Ophthalmology*, 101: 49-57 (1986).

Samadpour M., Ongerth J. E., Liston J., Tran N., Nguyen D., Whittam T. S., Wilson R. A., Tarr P. I., "Occurrence of Shiga-like Toxin-producing *Escherichia coli* in Retail Fresh Seafood, Beef, Lamb, Pork and Poultry From Grocery Stores in Seattle", *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, 60 (3): 1038-1040 (1994).

Sancak, Y.C., İşleyici, Ö., Elibol, C., Ekici, K., " Van'da Tüketime Sunulan Kremalı Pastalarda *Listeria* Türlerinin Varlığının Belirlenmesi ", *YYÜ. Vet. Fak. Derg.*, 13(1-2):8-11 (2002).

Schiffmann, R. F., " Food Product Development for Microwave Processing ", *Food Technology*, April, 94-98 (1986).

Schlegelova, J., Napravnikova, E., Dendis, M., Horvath, R., " Beef Carcass Contamination in a Slaughterhouse and Prevalance of Resistance to Antimicrobial Drugs in Isolated of Selected Microbial Species ", *Meat Science*, 66: 557-565 (2004).

Shelef, L.A., " Survival of *L. monocytogenes* in ground beef on liver during storage at 4 and 25° C ", ***Journal of Food Microbiology***, 44:141-144 (1998).

Slavik, M. F., Griffis, C., Li, Y. and Engler, P., " Effect of electrical stimulation on bacterial contamination of chicken legs ", ***Journal of Food Protection***, 54(7): 508-513 (1991).

Slavik, M. F., Kim J. W., Pharr, M. D., Raben, D. P., Tsai, S. and Lobsinger C. M., " Effect of trisodium phosphate on *Campylobacter* attached to post-chill chicken carcasses ", ***Journal of Food Protection***, 57(4): 324-326 (1994).

Snyder, P. A. O. and Matthews, M. E., " Cook/Chill Foodservice System With a Microwave Oven: Coliforms and Aerobic Counts From Turkey Rolls and Slice ", ***Journal of Food Protection***, 51(2), 84-86 (1988).

Sorrels, K.M., Enigl, D.C., " Effect of pH, Acidulant, Sodium Chloride and Temperature on the Growth of *L. monocytogenes* ", ***J. Food Safety***, 11:31-37 (1990).

Spite, G. T., " Microwave Inactivation of Bacterial Pathogens in Various Controlled Frozen Food Compositions and in a Commercially Available Frozen Food Product ", ***Journal of Food Protection***, 47(6), 458-462, (1984).

Stern N. J., Pierson, M. D., " *Yersinia enterocolitica* A Review of the Psychotropic Water and Foodborne Pathogen ", ***J. Food Sci.***, 44: 1736-1742 (1979).

Stern, N. J., " *Yersinia enterocolitica* Recovery From Foods and Virulence Characterization ", ***Food Technol.***, 84-88 (1982).

Syed-Ziauddin, K., " Effect of Freezing, Thawing and Frozen Storage on Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Buffalo Meat ", ***Meat Science***, 35(3): 331-340 (1993).

Tekinşen, O. C., Yurtyeri, A. ve Mutluer, B., " Ankara'da Satılan Hazır Kıymaların Bakteriyolojik Kalitesi ", ***Anakra Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi***, 27(1-2), 46-63 (1980).

Temiz, A. " Gıdalarda İndikatör Mikrorganizmalar ", Ünlütürk, A., Turantaş, F., ***Ege Üniversitesi Yayınları, Mengi Tan Basımevi***, İzmir, 87 (1998).

Tunail, N., " Mikrobiyal enfeksiyonlar ve intoksikasyonlar ", ***Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Sim Matbaacılık Ankara***, 82-88 (2000).

Turantaş, F., " Dondurulmuş Ürünlerde Fekal Streptokokların Fekal Kontaminasyon Ve Sanitasyon İndikatörü Olarak Önemi ", ***Gıda Teknolojisi***, 5(5):54 (2001).

Tükel, Ç., Doğan, H.B., " Et ve et ürünleri ", **Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları 2. Baskı Ankara Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ankara**, 357-358 (2000).

Ünal, S., Akhan, S. A., " Stafilocok Enfeksiyonları, Topçu Willke, A., Söyletir, G., Doğanay, M., ed. İnfeksiyon Hastalıkları'nda ", **Nobel Tıp Kitabevi**, İstanbul, 773-781 (1996).

Ünat, E. K., " Tıp Bakteriyolojisi ve Virolojisi ", **Dergah Tıp Yayınları**, Haziran, İstanbul, 546-548 (1982).

Ünusan, N., " Mikrodalga fırında pişirmenin kıymanın mikrobiyal florasına etkisi ", Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Konya, 1, 4, 5, 8-13 (1994).

Vela, G. R. and Wu J. F., " Mechanism of Lethal Action of 2,450 Mhz Radiation on Microorganisms ", **Applied and Environmental Microbiology**, 37 (3): 550-553 (1979).

Walker, S.J., Archer, P., Banks, J.G., " Growth of *L. monocytogenes* at Refrigeration Temperatures " **J. Appl. Bacteriol.**, 68:157-162 (1990).

Weiser, H., " Pactical Food Microbiology and Technology ", **Westport Connecticut The Avi Publishing Company**, Ohio, 341 (1962).

Welt, E.A., Tong, C.H., Rossen, J.L., Lund, D.B., " Effect of microwave radiation on inactivation of *Clostridium sporogenes* (PA3679) spores ", **Applied and Environmental Microbiology**, 60(2):482-488 (1994).

Woo, I.S., Rhee, I.K., Park, H.D., " Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure ", **Applied and Environmental Microbiology**, 66(5):2243-2247 (2000).

Wright-Rudolph, L., Walker, H. W., Parrish, F. C., " Survival of *Clostridium perfringens* and Aerobic Bacteria in Ground Beef Patties During Microwave and Conventional Cookery ", **Journal of Food Protection**, 49 (3), 203-206 (1986).

Yücel, A. ve Karaca, Z., " Bursa'da Süpermarketlerde Tüketime Sunulan Hazır Kıymaların İçerdiği Yağ Oranı, Kokuşma ve Yabancı Doku İçeriği Üzerinde Rutin Çalışmalar ", **Gıda Dergisi**, 14(2), 71-76 (1989).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜRBÜZ, Burcu
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri: 03.04.1983 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 354 71 53
e-mail : burcu_gurbuz@yahoo.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Biyoloji Bölümü	2008
Lisans	Gazi Üniversitesi/ BiyolojiBölümü	2005
Lise	Alparslan Lisesi	2001

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Halkoyunları, Kitap Okumak, Sinema.