

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Salmonella* 'nın TERMAL İNAKTİVASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çağdaş KAŞ

**HAZİRAN 2019
UŞAK**

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Salmonella* 'nın TERMAL İNAKTİVASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çağdaş KAŞ

HAZİRAN 2019

Çağdaş KAŞ tarafından hazırlanan “**Farklı Geometrik Şekillerdeki Geleneksel Köftelerde (İnegöl ve Kasap) Salmonella’nın Termal İnaktivasyonu**” adlı bu tezin Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
Tez Danışmanı, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Recep KARA
Besin/ Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Onur GÜNEŞER
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Tarih: 04.07.2019

Bu tez Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN
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.

Çağdaş KAŞ

**FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Salmonella* 'nın TERMAL İNAKTİVASYONU
(Yüksek Lisans Tezi)**

Çağdaş KAŞ

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2019**

ÖZET

Bu çalışmada elektrikli ızgarada pişirilen kasap ve İnegöl köftelerinde *Salmonella* 'nın termal inaktivasyonu araştırılmıştır. Bu amaçla Uşak ilinde bulunan ızgarada pişirilen köftelerin satışa sunulduğu işletmelerin koşulları incelendi. Bu araştırma sonucunda minimum ızgara sıcaklığında kasap ve İnegöl köftelerinin pişirilebilmesi için güvenli sürelerinin tespit edilmesi amaçlandı. İlk aşamada 120°C ve 140°C ızgara sıcaklıklarında 4 dakikalık bir ısıl işleme tabi tutulan köftelerin termal inaktivasyonu araştırıldı. 120°C ve 140°C için 4 dakikalık pişirme sonunda kasap köfte ve İnegöl köftede gerekli olan 5 log kob/g ölümün gerçekleşmediği tespit edildi. Bu sonuçlardan dolayı ızgara sıcaklıkları artırılarak 170°C ve 180°C ızgara sıcaklıklarında, köfte merkez sıcaklıkları temel alınarak *Salmonella* sayısındaki azalmanın tespit edilmesi için denemeler yapıldı. 170°C ızgara sıcaklığında kasap köftede merkez sıcaklığı 80°C'ye ulaştığında *Salmonella* sayısında 6,19 log kob/g 'lık bir azalma gerçekleşti. İnegöl köftede ise köfte merkez sıcaklığı 85°C'ye ulaştığında *Salmonella* sayısında 5,35 log kob/g 'lık azalma gerçekleşti. Izgara sıcaklığı 180°C olduğunda ise kasap köftede *Salmonella* sayısında merkez sıcaklığı 80°C' ye ulaştığında 5 log kob/g 'lık bir azalma gerçekleşirken, İnegöl köftede aynı merkez sıcaklığında 5,57 log kob/g 'lık bir azalma gerçekleşti. Çalışma sonucunda elektrikli ızgarada kondüksiyonel olarak pişirilerek tüketime sunulan kasap köftelerde 170°C ve 180°C ızgara sıcaklıklarında merkez sıcaklığı en az 80°C ve üzerindeki sıcaklıklara; İnegöl köftelerde ise 170°C ' de merkez sıcaklıkları en az 85°C,

180°C 'de ise merkez sıcaklığı en az 80 °C ve üzerindeki sıcaklıklara ulaşınca kadar pişirilerek tüketilmesinin gıda güvenliği açısından uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Salmonella*, Termal inaktivasyon, kasap köfte, İnegöl köfte

Sayfa Adedi: 96

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Abdullah Dikici



**THERMAL INACTIVATION OF *Salmonella* IN TRADITIONAL MEATBALLS
(KASAP AND İNEGÖL)
IN DIFFERENT GEOMETRIC SHAPES
(M.Sc. Thesis)**

Çağdaş KAŞ

**UNIVERSITY OF UŞAK
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
June 2019**

ABSTRACT

In this study, thermal inactivation of *Salmonella* was investigated in kasap and İnegöl meatballs cooked on an electric grill. For this purpose, the conditions of the restaurants where meatballs are cooked on the grill in Uşak were investigated. Based on the parameters obtained from the restaurants, safe cooking time was investigated at the minimum grill temperatures in kasap and İnegöl meatballs. In the first part of the study, the thermal inactivation of the meatballs subjected to a 4 minute heat treatment at 120°C and 140°C grill temperatures was investigated. After 4 minutes of cooking at 120°C and 140°C, the required 5 log cfu/g reduction was not acquired in kasap and İnegöl meatballs. Due to these results, the grill temperatures were increased and the reduction of *Salmonella* at grilling temperatures of 170°C and 180°C were investigated based on the internal temperature of meatballs. When the internal temperature of the butcher meatball reached to 80°C at a 170°C grill temperature, the number of *Salmonella* decreased by 6.19 logcfu / g. In İnegöl meatball, when the meatball internal temperature reached to 85°C, the number of *Salmonella* decreased by 5.35 logcfu / g. On the other hand, at the grilling temperature of 180°C, in the kasap meatball cooked to an internal temperature of 80°C, a 5 logcfu/g decrease in *Salmonella* count was determined whereas in İnegöl meatball 5.57 logcfu / g decrease was determined when the internal temperature reached to 85°C at the same grilling temperature. In this study it was determined that in the kasap meatballs cooked

conductively on a grill at 170°C and 180°C the internal temperature should be 80°C and above; the internal temperature of İnegöl meatballs cooked at 170°C should be 85°C and above whereas the internal temperature of the İnegöl meatballs cooked at 180°C should be 80°C and above in order to ensure safety of the products.

Key Words: *Salmonella*, thermal inactivation, kasap meatball, İnegöl meatball

Page Number: 96

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Abdullah Dikici



"Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için, muvaffakiyet için en hakiki mürşit ilimdir, fendir. İlim ve fennin haricinde mürşit aramak gaflettir, cehalettir, dalalettir."

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

Işığı ile yolumu aydınlatan Gazi Atatürk'e ithafen, saygıyla...

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının planlanmasında, yürütülmesinde ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgisinden ve tecrübesinden faydalandığım, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Abdullah Dikici'ye, laboratuvar çalıőmalarım boyunca bilgisiyle ve yardımlarıyla destek olan sayın Araő. Gör. Berker Nacak' a ve tüm gıda mühendisliği bölüm hocalarıma, sayın Araő. Gör. Dr. S. Betül Bozatlđ hocama, tüm çalışmamız boyunca gece gündüz demeden yardımlarını esirgemeyen sevgili yol arkadaşlarım; Ayőegül Kemah, Özge Tosuncuk, Ahmet Tepe'ye çok teşekkür ederim. Uşak Üniversitesi İdari ve Mali İşler Daire Başkanı Sayın Süleyman Sanlı' ya ızgara temini konusundaki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Özellikle tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, her zaman arkamda duran, beni her koşulda destekleyen çok değerli aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTELERİ	x
ŞEKİL LİSTELERİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
2.1 Kıyma ve Köfte'nin Genel Özellikleri	3
2.2 Dünyada ve Ülkemizde Gıda Kaynaklı Hastalık ve Salgınlara Genel Bakış	6
2.3 Gıda Kaynaklı Hastalık Etmeni Olan Gıda Grupları	13
2.4 Dünyada <i>Salmonella</i> Salgını ve Hastalıkları	14
2.5 <i>Salmonella</i> Genel Özellikleri	18
2.6 Gıdalara Uygulanan Isıl İşlem ve Termal İnaktivasyon	19
2.6.1 D Değeri	20
2.6.2 Z Değeri	21
2.6.3 Besin Özelliklerinin D değerlerine Etkisi	22
3. MATERYAL ve METOT	26
3.1 Materyal	26
3.1.1 Deneyde Kullanılan <i>S. Typhimurium</i> Suşları	26
3.1.2 Köfte Örnekleri	26
3.1.3 Elektrikli Izgara	26
3.1.4 Besi yeri	27

3.2	Metot.....	28
3.2.1	Saha Çalışması.....	28
3.2.2	İnoküle Edilecek Kültürün Hazırlanması	29
3.2.3	Köfte Örneklerinin Hazırlanması	29
3.2.4	Kasap ve İnegöl Köfte Örneklerine Kültürün İnokülasyonu.....	29
3.2.5	Kontamine Köfte Örneklerinde Isıl İşlem Uygulamaları	30
3.2.6	Mikrobiyolojik Analizler.....	32
3.2.7	Kimyasal Analizler	33
3.2.8	İstatistiksel Analizler	34
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA.....	35
4.1	Kimyasal Analizler	35
4.2	Saha Çalışması.....	35
4.3	Kasap Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 120 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	38
4.4	İnegöl Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 120 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	39
4.5	Kasap Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 140 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	41
4.6	İnegöl Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 140 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	42
4.7	KasapKöfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 170 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	44
4.8	İnegöl Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 170 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	46
4.9	KasapKöfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 180 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	50
4.10	İnegöl Köfteye İnoküle Edilen <i>Salmonella</i> 'nın 180 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	52

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	62
6. KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	76



ÇİZELGE LİSTELERİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et ürünleri Tebliği'ne göre kıymanın bileşimi [3].	3
Çizelge 2.2. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Et ve Et Ürünleri Gıda Güvenilirliği Kriterleri [5].	4
Çizelge 2.3. 2 953 salgın arasında etiyojoloji doğrulamasına göre salgın sayısı ve yüzdeleri [31].	10
Çizelge 2.4. 1999 ve 2000 yıllarında Türkiye'de bildirilen gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenmeler [32].	11
Çizelge 2.5. Salgın sayısına göre gıda gruplarının sıralanışı [37].	13
Çizelge 2.6. Hastalık vaka sayısına göre gıda gruplarının sıralanışı [37].	13
Çizelge 2.7. ABD'de son 13 yılda kıyma ile ilgili rapor edilen <i>Salmonella</i> salgınları.....	15
Çizelge 2.8. 2015 yılında <i>Salmonella</i> enfeksiyonuna neden olan vaka sayısına göre ilk 10 serotip ve her 100 000 kişide rastlanma oranı [47].	18
Çizelge 2.9. Bazı gıda gruplarının <i>Salmonella</i> için D değerleri [70].	20
Çizelge 2.10. Bazı gıda gruplarının <i>Salmonella</i> için Z değerleri ve 65 °C de D Değeri [70].	21
Çizelge 2.11. Besin özelliklerinin D değerine etkileri [70].	22
Çizelge 4.1. Köfte Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları	35
Çizelge 4.2. Saha Çalışması Verileri	36
Çizelge 4.3. Uşak'ta bulunan köfte işletmelerinden alınan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinde belirlenen mikroorganizma sayıları (log kob/g) (n=5)	37
Çizelge 4.4. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 120 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları	38
Çizelge 4.5. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 120 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları	39
Çizelge 4.6. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 140 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları	41
Çizelge 4.7. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 140 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları	43

Çizelge 4.8. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 170 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişirme süresi değerleri.....	45
Çizelge 4.9. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 170 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri.....	47
Çizelge 4.10. Deneysel <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerde patojenin 170 °C ızgara sıcaklığındaki termal inaktivasyonu	49
Çizelge 4.11. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerine 180 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri.....	50
Çizelge 4.12. <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerine 180 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri.....	52
Çizelge 4.13. Deneysel <i>Salmonella</i> inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerde patojenin 180 °C ızgara sıcaklığındaki termal inaktivasyonu	54

ŞEKİL LİSTELERİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1.Yıllara göre gıda kaynaklı hastalık salgınlarının sayısı 2009–2015 [31].....	7
Şekil 2.2. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama salgın sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].....	8
Şekil 2.3. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama hastalık vaka sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].....	8
Şekil 2.4. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama hastaneye yatan kişi sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].....	9
Şekil 2.5. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama ölüm sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].....	10
Şekil 2.6. 1993-1998 Yılları arasında Türkiye'de görülen vakalar [33].....	12
Şekil 2.7. <i>Salmonella</i> salgınlarına sebep olan gıda grupları [46].....	16
Şekil 2.8. 1996-2010 yılları arası <i>E. coli</i> ve <i>Salmonella</i> enfeksiyonlarının değişimi [46]..	17
Şekil 3.1. Pişirme işleminde kullanılan sanayi tipi (sol) ve elektrikli (sağ) ızgara	27
Şekil 3.2. Saha çalışmalarında kullanılan bir ızgara (sol) ve sıcaklık ölçümleri (sağ).....	28
Şekil 3.3. Çiğ kasap ve İnegöl köfte örnekleri	30
Şekil 3.4. Pişmiş köfte örnekleri kasap (sol), İnegöl (sağ).....	31
Şekil 3.5. <i>Salmonella</i> ekim sonuçları	32
Şekil 4.1. Kasap köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 120 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi	39
Şekil 4.2. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 120 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi	40
Şekil 4.3. Kasap köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 140 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi	42
Şekil 4.4. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 140 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi	44
Şekil 4.5. Kasap köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi	46
Şekil 4.6. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi	48

Şekil 4.7. Kasap köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi	51
Şekil 4.8. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen <i>Salmonella</i> 'nın 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi	53



SİMGELER ve KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

AgNO₃

Gümüş Nitrat

dk

Dakika

K₂CrO₄

Potasyum Kromat

kob

Koloni Oluşturan Birim

N

Normalite

g

Gram

s

Saniye

°C

Sıcaklık

Kısaltmalar

Açıklama

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

CDC

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri

MID

Minimal Enfektif Doz

PCA

Plate Count Agar

XLD

Xylose Lysine Deoxycholate Agar

TÖS

Termal Ölüm Süresi

TSB

Tryptic Soy Broth

VRB

VioletRed Bile Agar

WHO

Dünya Sağlık Örgütü

Kısaltmalar**Açıklama**

FIOD	Gıda Kaynaklı Hastalık, Salgın Veri Tabanı
FDA	Gıda ve İlaç İdaresi
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
MDR	Antibiyotiğe Dirençli
NMDR	Antibiyotiğe Dirençsiz
FDOSS	Gıda Kaynaklı Hastalık, Salgın Gözetleme Sistemi
NICD	Bulaşıcı Hastalıklar Ulusal Kurumu
CSPI	Kamusal Alanda Bilim Merkezi

1. GİRİŞ

Tüm dünyada ve ülkemizde hızla gelişen fastfood beslenme şekli her geçen gün giderek artmaktadır. Günümüzde de buna bağlı olarak zamanları az olan tüketicilerin talepleri doğrultusunda bu taleplere karşılık vermek amacıyla gıda sanayisi çalışmalarını sürdürmektedir [1].

Ülkemizde hızlı tüketim beslenme şekilleri araştırıldığında pide çeşitleri, lahmacun ve köfte bunların en başında gelmektedir. Bu bağlamda köfte de ülkemizde geleneksel Türk mutfağından çıkarak günümüz fastfood beslenme biçimine çok iyi adapte olmuş bir et ürünü haline gelmiştir. Ülkemizde farklı bölgelerde farklı formüller ile üretilen köfte; bu bölgesel ve formül farklılıkları nedeni ile farklı isim ve şekillerde tüketiciye sunulmaktadır. Hızlı ve pratik tüketimi ile birçok tüketicinin tercihi olan köfte ürünü beraberinde ise birçok gıda kaynaklı hastalıkların görülme olasılığını arttırmaktadır. Genel olarak bu hastalıkların; ham madde, bulaşma, pişirme ve ısıtma işlemi yetersizliklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Tüm bu riskleri ortadan kaldıracabilecek en önemli etken ise gıdalara uygulanan doğru pişirme işlemi, süre ve sıcaklığıdır.

Gıdanın işlenmesinde pişirme işlemi gıda güvenliği ve gıdanın duyuşsal özellikleri nedeni ile önemli bir noktadır. Çünkü pişirme esnasında uygulanan ısıtma işlemi gıdanın mikrobiyal yükünü etkilemekte ve gıda güvenliğini sağlamaktadır [2]. Gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından gıdalara uygulanan ısıtma işlemi; gıdalarda var olan ya da herhangi bir bulaşma sonucu ürüne yerleşen patojen mikroorganizmaların termal inaktivasyonu ile, bu mikroorganizmaların yok edilmesi açısından oldukça önemli bir yere sahiptir.

Günümüzde alanında çalışılmakta olan patojen mikroorganizmalardan biri *Salmonella*'dır. Çünkü gıda kaynaklı bulaşan hastalıklar ve bunların sonucunda ölümlere sebep olmaları halk sağlığını çok ciddi şekilde tehdit etmektedir. *Salmonella* kaynaklı *salmonellosis* hastalığı, dünyada birçok ülke üzerinde toplum sağlığını ciddi bir şekilde tehdit etmekte olup aynı zamanda da çok ciddi ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir. Yine dünyada her yıl milyonlarca insanın bu hastalık nedeni ile tedavi gördüğü ve

bazılarının ise ölümle sonuçlandığı bilinmektedir. Genellikle kontamine olmuş gıdalar ve su tüketimi ile *Salmonella* enfeksiyonları ortaya çıkmaktadır. Dünyada *Salmonella* zehirlenmeleri, en fazla görülen gıda zehirlenmeleri arasındadır. *Salmonella* en fazla hayvansal gıda maddelerinde bulunmaktadır. Bunlar genel olarak bakıldığında; kümes hayvanları, kıyma, sosis, yumurta ürünleri, su ürünleri, dondurma, süt tozu ve krema olarak gruplandırılabilir.

Bu çalışmada İnegöl ve kasap köftelerine inoküle edilen *Salmonella*'nın elektrikli ızgarada ısı ile termal inaktivasyonunun tespit edilmesi ve sonucunda güvenli gıda eldesi amaçlanmaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1 Kıyma ve Köfte'nin Genel Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et ürünleri Tebliği'ne göre köfte tanımı,"Kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvanların biri veya birkaçının etlerinin karışımına istenildiği aynı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı et karışımını veya pişirilmiş et ürününü" ifade eder [3]. Türk Gıda Kodeksi'ne göre kıymanın bileşimi Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et ürünleri Tebliği'ne göre kıymanın bileşimi [3].

	Yağ Yüzdesi	Kollajen/ Et Protein Oranı (*)
Yağsız kıyma	≤ % 7	≤ 12
Dana kıyma	≤ % 20	≤ 15
Diğer hayvan etlerinden elde edilen kıyma ve izin verilen karışım kıymalar	≤ % 25	≤ 15
Yağsız hindi kıyma	≤ % 7	≤ 12
Hindi kıyma	≤ % 25	≤ 15

(*) Kollajen/et proteini oranı et proteini içerisindeki kollajen yüzdesi olarak hesaplanır. Kollajen içeriği, hidroksprolin içeriğinin 8 faktörü ile çarpılması sonucu elde edilen miktar anlamına gelir.

Kıyma, besin bileşimi olarak üstün bir değere sahip olması, bunun yanında teknolojik işlemler uygulanması ile parçalanarak yüzey alanının genişlemesi neticesinde patojen ve saprofit mikroorganizmalar için ideal bir üreme ortamı oluşturması özelliği sebebi ile riskli gıda grupları arasında yer almaktadır. Özellikle sağlıklı hayvanların etlerinden, hijyenik olarak yeterli olmayan koşullardan elde edilmesi ve yeterince soğuk derecelerde muhafaza edilmemesi mikroorganizmaların üreme hızını arttırmaktadır [4].

Çizelge 2.2. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Et ve Et Ürünleri Gıda Güvenilirliği Kriterleri [5].

GIDA	Mikroorganizmalar/ toksinler/metabolitler	Numune Alma Planı		Limitler		Referans Metot
		a	c	m	M	
1.3 Et ve Et Ürünleri						
1.3.1. Kıyma	Aorebik Koloni Sayısı	5	2	$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^6$	ISO 4833
	<i>Salmonella</i>	5	0	0/25 g-ml		EN/ISO 6579
	<i>E.coli</i>	5	0	0/25 g-ml		ISO 16654
1.3.2. Çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımları	<i>Salmonella</i>	5	0	0/25 g-ml		EN/ISO 6579
	<i>E.coli</i>	5	0	0/25 g-ml		ISO 16654
1.3.3. Çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti ürünleri	<i>Salmonella</i>	5	0	0/25 g-ml		EN/ISO 6579
1.3.4. Mekanik olarak ayrılmış kırmızı et ve mekanik olarak ayrılmış kanatlı eti (MAE)	Aorebik Koloni Sayısı	5	2	$5 \cdot 10^5$		ISO 4833
	<i>Salmonella</i>	5	0	0/25 g-ml		EN/ISO 6579
	<i>E.coli</i>	5	0	0/25 g-ml		ISO 16654

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Et ve Et Ürünleri Gıda Güvenilirliği Kriterlerinde belirtilen limitlere göre kıyma, çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımlarında 25 g da *Salmonella* bulunmaması gerektiği belirtilmiştir [5]. Dünya üzerinde çiğ sığır kıymalarında ve hazır köftelerde yapılan çalışmalar sonucunda bunların *Salmonella* spp. ile olan kontaminasyon oranlarının %0 ile %26,7 aralığında olduğu tespit edilmiştir [6-10]. Ülkemizde ise bu oranların %0 ile %18 aralığında olduğu belirtilmektedir [11-15]. Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışma ve araştırmalara bakıldığında bunlardan elde edilen sonuçlarda et ve et ürünleri, kıyma gibi ürünlerde patojen mikroorganizma bulunma riskini bize göstermektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

Erol (1999), yaptığı bir çalışmada Ankara'da yarısı süpermarketlerden, yarısı da kasaplardan olmak üzere 120 sığır kıyması örneğini 4'ünde (%3,3) *Salmonella* izole etmiştir [16]. Gönülalan ve Köse (2003), yaptıkları çalışmada Kayseri'de marketlerden rastgele 100 adet parakende satışa sunulan sığır eti kıyması örneklerinden 11 adetinde (%11) *Salmonella* saptamışlardır [12]. Yine bir çalışmada Sırıken (2004), Aydın ve Afyon'dan aldığı kıyma örneklerinde %10 oranında *Salmonella* saptandığını belirtmiştir [17]. Başkaya ve arkadaşları (2004), İstanbul'da yaptıkları bir çalışmada 27 adet kıyma örneklerinin 3 tanesinde (%11,1) *Salmonella* tespit etmişlerdir [18]. Little ve arkadaşları (2008), İngiltere'de yaptıkları bir çalışmada 1514 sığır eti örneğinde %1,1 (n=18) oranında *Salmonella* saptadıklarını bildirmişlerdir [19]. Mrema ve arkadaşları (2006), yaptıkları çalışmada Botswana'da analiz ettikleri 122 adet sığır kıyması örneklerinin %22 oranında *Salmonella* ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir [20]. Yang ve arkadaşları (2010), yaptıkları çalışmada Çin'de 78 adet sığır eti örneğinin 13 tanesinin (%17) *Salmonella* ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir [21]. Kök ve arkadaşları (2007), tarafından Aydın'ın Çine ilçesinde satılan köftelerden 100 tanesinden %18 oranında *Salmonella* izole edildiği bildirilmiştir [13]. Pamuk ve Sırıkan (2018), yaptıkları bir araştırmada; 100 adet sığır orijinli gıda örneklerinden (kıyma, sosis, köfte) 45 tanesinde *Salmonella*, 2 adetinde ise *L. monocytogenes* tespit etmişlerdir [22]. Yıldırım ve arkadaşları (2016), yaptıkları araştırmada; 50 adet sığır eti kıyması ve 50 adet de çiğ olarak hazırlanmış köfte örneklerinden, kıyma örneklerinin 4 tanesinde (%8) ve köfte örneklerinin ise 2 tanesinde

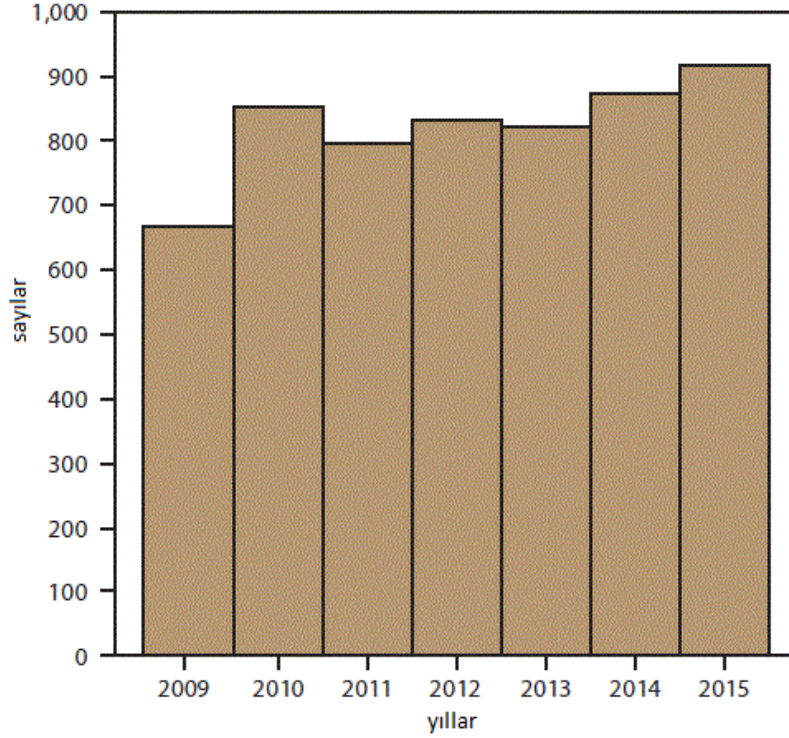
(%4) *Salmonella* türlerini izole etmişlerdir [23]. Fratamico (2003), yaptığı bir araştırmada 54 paket kıyma örneğinin 4 paketinde *Salmonella* serotipleri belirlemiştir [24]. Sorensen ve arkadaşları (2002), yaptıkları çalışmada perakende satış merkezlerinden temin edilen 1002 adet kıyma örneklerinden 13 tanesinde *Salmonella* pozitif olduğunu belirtmişlerdir [25].

2.2 Dünyada ve Ülkemizde Gıda Kaynaklı Hastalık ve Salgınlar Genel Bakış

Önemli halk sağlığı sorunları arasında gıda kaynaklı hastalıklar artarak süregelmektedir. Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde dahi günümüzde gıda kaynaklı sebep olan hastalıkların çok azında sağlık kurumlarına başvurulmakta ve bunların az bir kısmı tür olarak teşhis edilebilmektedir [26]. Yaklaşık her yıl 2,1 milyon çocuk gelişmekte olan ülkelerde ishal sebebi ile bağlantılı hastalıklardan dolayı hayatını kaybetmektedir ve bu hastalıkların büyük bir bölümüne yiyecek ve suların sebep olduğundan kuşulanılmaktadır [27].

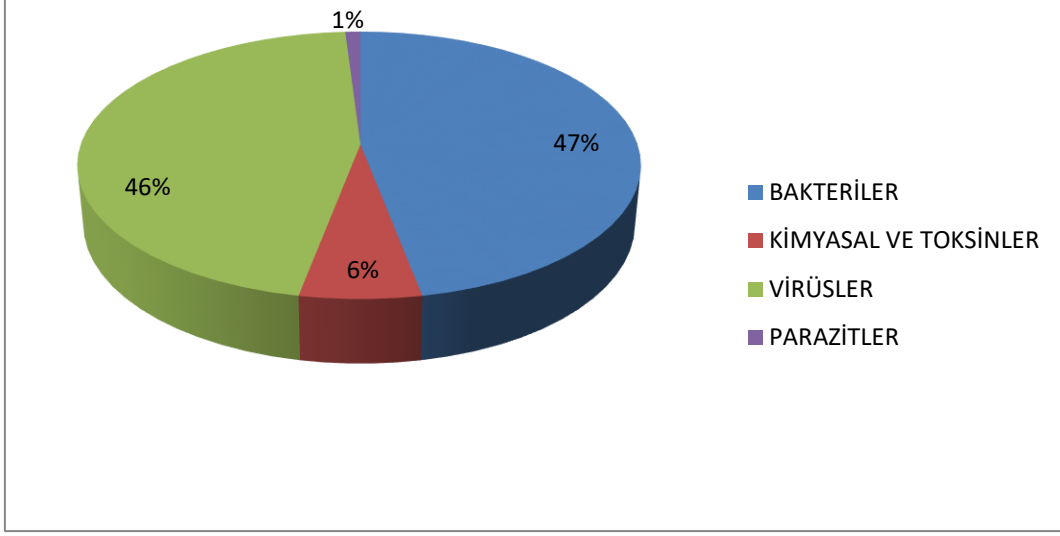
Gıda Kaynaklı Hastalık; Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından "Gıda veya suyun tüketilmesi ile oluşabilen enfeksiyöz veya toksik karakterli hastalık" olarak tanımlanmaktadır [28]. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar ise patojen bir mikroorganizmanın yada bunların ürettikleri toksinleri barındıran gıdaların tüketimi ile oluşan hastalıklardır [29]. Bu konuda ABD'de her sene yaklaşık olarak 76 milyon gıda kaynaklı hastalık olayı görülmekte ve bu yüzden tıbbi bakımda 6,5 ile 34,9 milyar dolar arası maliyet ve verimlilik kayıpları yaşanmaktadır. Bu vakalardan 13,8 milyon gıda kaynaklı hastalıkların verileri bilinmekte olup bunların yaklaşık olarak %30'unun bakteri, %3'ünün parazitler ve % 67'sinin ise virüslerden kaynaklandığı; gıda kaynaklı hastalıklara sebep olan ajanların ve hastaneye yatış gerektiren vakaların ise %60'ında bakterilerin rolü olduğu bildirilmektedir [30]. ABD'de Foodnet verilerine göre gıda kaynaklı hastalıkların birçoğundan *Salmonella*, *Shigella* ve *Compylobacter*' in sorumlu olduğu bildirilmiştir. Tüm bu bakteriyel, paraziter ve viral kaynaklı gıda hastalıkları tahmini vaka ve mortalite oranları dikkate alındığında ölümlerin %31'ine *Salmonella* %28'ine *Listeria* %5'ine *Compylobacter* ve %3'üne ise *E.coli* O157:H7'nin sebep olduğu bildirilmiştir [30].

2009-2015 yılları arasında Amerika'da FDOSS (Gıda Kaynaklı Hastalık, Salgın Gözetleme Sistemi), 5 760 salgın vakası rapor etmiştir, bu da 100 939 hastalık, 5 699 hastaneye yatış ve 145 ölümlle sonuçlanmıştır (Şekil 2.1) [31].



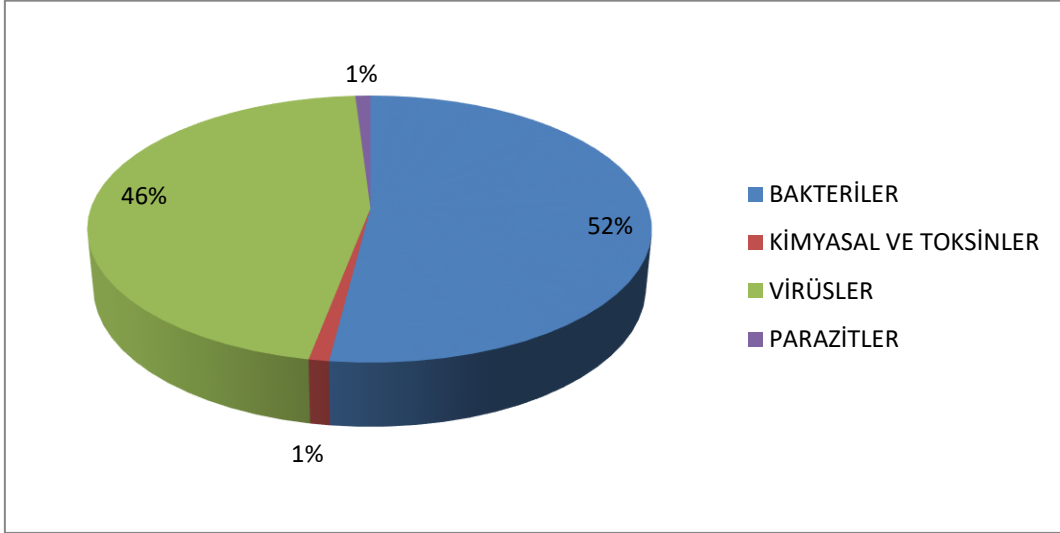
Şekil 2.1. Yıllara göre gıda kaynaklı hastalık salgınlarının sayısı 2009–2015 [31].

2009 - 2015 yılları arasındaki ABD'de paylaşılan toplam verilere göre 1906 salgın sayısı ile %47 oranında bakteriler, 1898 salgın sayısı ile %46 oranında virüsler, 257 salgın sayısı ile %6 oranında kimyasallar ve toksinler ile 33 salgın sayısı ile %1 oranında ise parazitler salgınlara sebep olmaktadır (Şekil 2.2) [31].



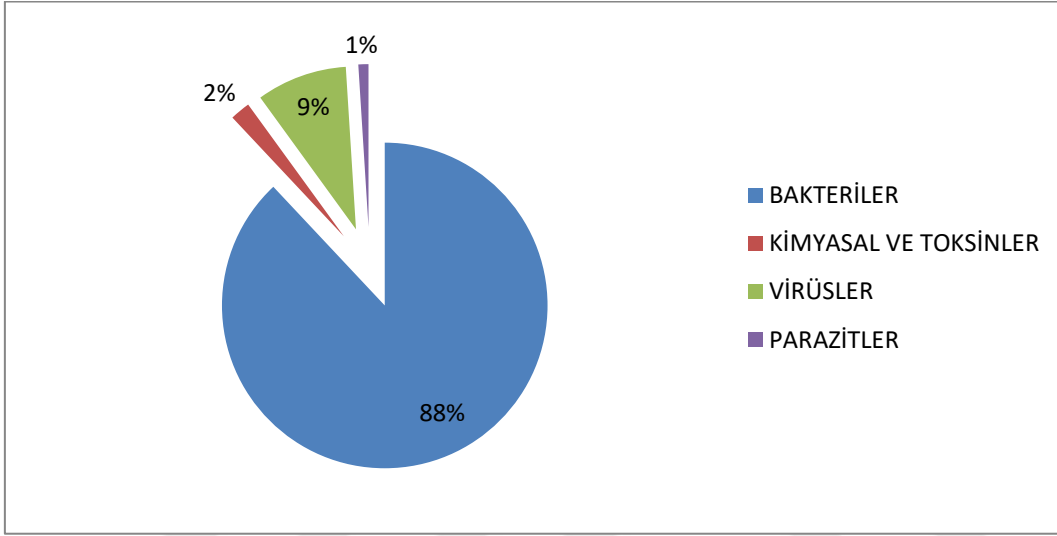
Şekil 2.2. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama salgın sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].

2009 - 2015 yılları arasındaki ABD'de paylaşılan toplam verilere göre 42 546 hastalık vaka sayısı ile %52 oranında bakteriler, 37 559 hastalık vaka sayısı ile %46 oranında virüsler, 1 024 hastalık vaka sayısı ile %1 oranında kimyasallar ve toksinler ile 659 hastalık vaka sayısı ile %1 oranında ise parazitler sebep olmaktadır (Şekil 2.3) [31].



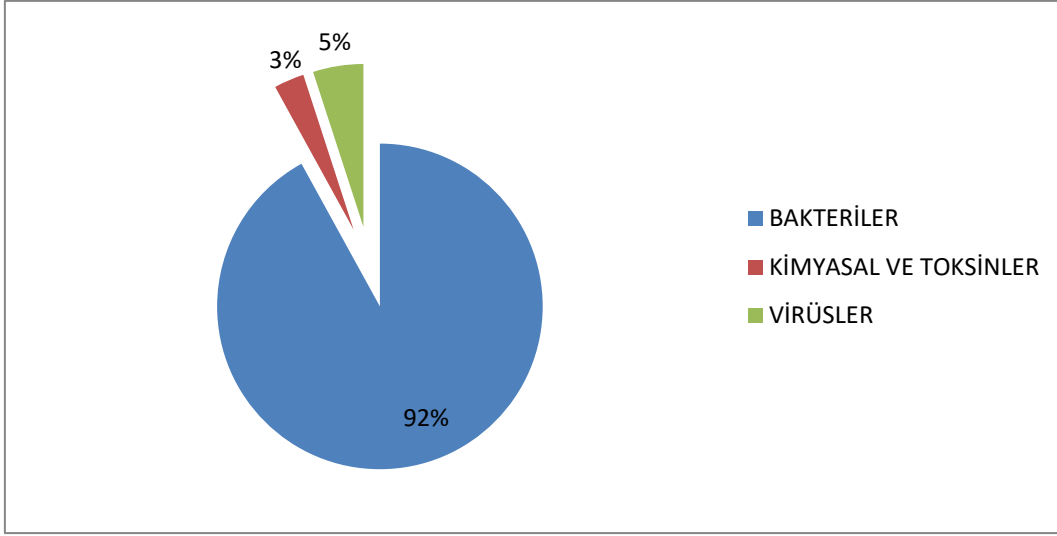
Şekil 2.3. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama hastalık vaka sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].

2009 - 2015 yılları arasındaki ABD'de paylaşılan toplam verilere göre 4 731 hastaneye yatış vaka sayısı ile %88 oranında bakteriler, 483 hastaneye yatış vaka sayısı ile %9 oranında virüsler, 103 hastaneye yatış vaka sayısı ile %2 oranında kimyasallar ve toksinler ile 34 hastaneye yatış vaka sayısı ile %1 oranında ise parazitler sebep olmaktadır (Şekil 2.4) [31].



Şekil 2.4. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama hastaneye yatan kişi sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].

2009 - 2015 yılları arasındaki ABD'de paylaşılan toplam verilere göre 131 ölüm vaka sayısı ile %92 oranında bakteriler, 7 ölüm vaka sayısı ile %5 oranında virüsler, 5 ölüm vaka sayısı ile %3 oranında kimyasallar ve toksinler sebep olmaktadır (Şekil 2.5) [31].



Şekil 2.5. 2009-2015 yılları arasında yıllık ortalama ölüm sayısına göre gıda kaynaklı hastalık sebeplerinin yüzde dağılımı [31].

Çizelge 2.3. 2 953 salgın arasında etiyoloji doğrulamasına göre salgın sayısı ve yüzdeleri [31].

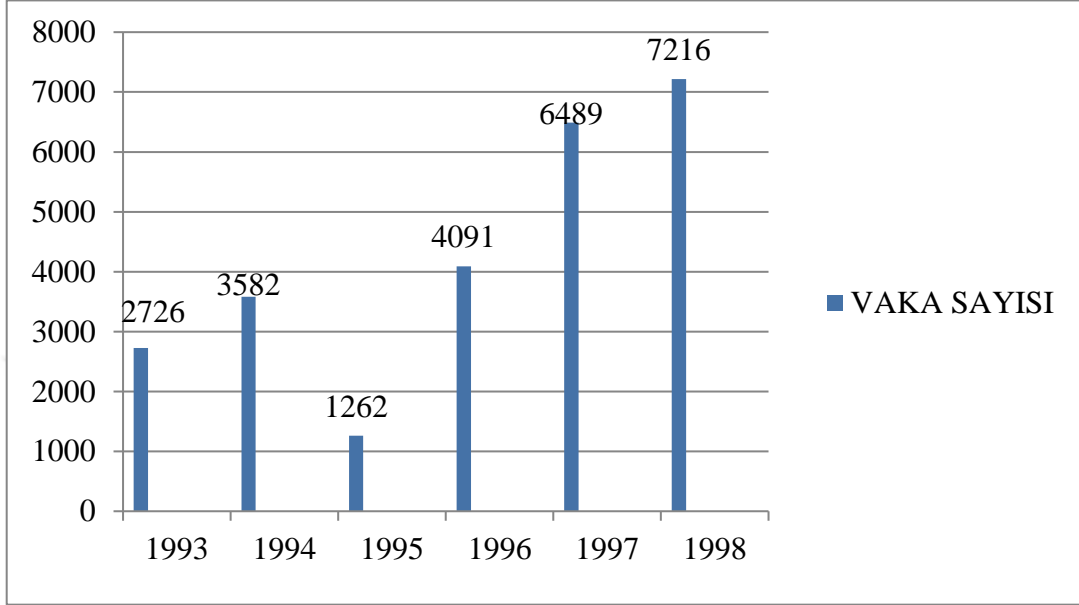
PATOJEN	SALGIN	
	SAYISI	YÜZDESİ
<i>NOROVİRÜSLER</i>	1130	%38
<i>SALMONELLA</i>	896	%30
<i>E.COLİ</i>	191	%6
<i>CAMPYLOBACTER</i>	155	%5
<i>CLOSTRİDİUM</i>	108	%4
<i>PERFİNGENS</i>		
<i>STAPHYLOCOCCUS</i>	35	%1
<i>AUREUS</i>		
<i>VİBRİO</i>	35	%1
<i>PARAHAEMOLYTİCUS</i>		
<i>LİSTERİA</i>	35	%1
<i>MONOCYTOGENES</i>		

Türkiye'de 1999-2000 yıllarında toplam 84 340 vaka ve bunların 77 515'i gıda kaynaklı hastalık vakası olarak bildirilmiştir. *Salmonella* her iki yılda da en fazla bildirilen hastalık olmuştur ve tüm vakaların da %34'ünü oluşturmuştur (Çizelge 2.4) [32].

Çizelge 2.4. 1999 ve 2000 yıllarında Türkiye'de bildirilen gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenmeler [32].

Hastalık	1999		2000	
	Vaka sayısı	Yüzde Oranı	Vaka sayısı	Yüzde Oranı
Salmonellozis	28884	43,9	26498	39,2
Staphylococcosis	0	0	0	0
Botulism	96	0,1	18	0
Campylobacteriosis	0	0	0	0
Shigellosis	1120	1,7	1093	1,6
E. Coli enteritis	0	0	0	0
Listeriosis	0	0	0	0
Cholera	0	0	0	0
Brucellosis	11462	17,4	10742	15,9
Diğer bakteriyel gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenmeler	5146	7,8	4672	6,9
Hepatit A	14323	21,8	10435	15,4
Diğer viral enteritler	0	0	0	0
Echinococcosis	0	0	0	0
Trichinellosis	0	0	0	0
Giardiasis	0	0	0	0
Amoebiasis	22980	34,9	23723	35,1
Mantar zehirlenmeleri	329	0,5	334	0,5
Orijini bilinmeyen kaynaklı bulaşıcı enteritler	0	0	0	0
TOPLAM	84 340	128,1	77 515	114,6

1993-1998 yılları arasında yine Türkiye'de toplamda 26 155 gıda kaynaklı hastalık vakası saptanmış ve bunların 175 tanesi ölüm vakası olarak bildirilmiştir (Şekil 2.6) [33].



Şekil 2.6. 1993-1998 Yılları arasında Türkiye'de görülen vakalar [33].

Dünyada her yıl milyonlarca gıda kaynaklı hatalık ve bunların sonucunda salgınlar meydana gelmektedir. Bunlardan kıyma ve köfte üzerine bir kısmından bahsedecek olursak;

2010 yılında Fransa ve 2011 yılında ABD'de FIOD (Gıda Kaynaklı Salgınlar Veritabanı) tarafından, yetersiz ısıtma maruz bırakılması doğrultusunda hamburgerlerde *Salmonella* salgınları rapor edilmiştir [34]. 2012 yılında Kanada'da bir okulda verilen kıymalı yemek sebebi ile yine *Salmonella* vakaları görülmüştür [35]. ABD'de 2016 yılında Adams Form Slaughterhouse tarafından üretilen sığır eti ürünlerini *STEC O157:H7* suşu ile kontamine olduğu ve bu etleri tüketen 11 kişiden 7 tanesinin hastaneye kaldırıldığı raporlanmıştır. Kontamine olan ürünler geri çağırılmıştır [36].

Tüm veriler ve raporlar doğrultusunda belirtildiği gibi tüm dünya ve ülkemiz için gıda kaynaklı hastalıklar ve bunların sonucunda meydana gelen salgınları sebebi ile sosyal ve ekonomik yönden çok büyük kayıplar meydana gelmektedir. Tüm bu hastalık ve

salgınların önüne geçebilmemiz için kontrollü ham madde, sıfır kontaminasyon ve ürünün işlenmesi esnasında uygulanan pişirme ve ısıl işlemin çok hassas ve uygun pişirme sıcaklıkları ve sürelerinde yapılması çok önemlidir.

2.3 Gıda Kaynaklı Hastalık Etmeni Olan Gıda Grupları

2004-2013 yılları arasındaki 10 yıllık periyottaki salgın sayıları göz önüne alındığına; birinci sırada su ürünleri, ikinci sırada kanatlı etleri, üçüncü sırada taze meyve-sebzeler, dördüncü sırada dana eti, beşinci sırada ise domuz eti gelmektedir (Çizelge 2.5) [37].

Çizelge 2.5. Salgın sayısına göre gıda gruplarının sıralanışı [37].

Sıralama	Gıda grubu	Salgın sayısı
1	Su ürünleri	542
2	Kanatlı eti	361
3	Taze meyve-sebze	355
4	Dana eti	248
5	Domuz eti	150

2004-2013 yılları arasındaki 10 yıllık periyottaki hastalık vaka sayıları göz önüne alındığına; birinci sırada taze meyve-sebze ürünleri, ikinci sırada kanatlı etleri, üçüncü sırada dana eti, dördüncü sırada su ürünleri, beşinci sırada ise domuz eti gelmektedir (Çizelge 2.6) [37].

Çizelge 2.6. Hastalık vaka sayısına göre gıda gruplarının sıralanışı [37].

Sıralama	Gıda grubu	Salgın sayısı
1	Taze meyve-sebze	13 487
2	Kanatlı eti	11 298
3	Dana eti	5377
4	Su ürünleri	5175
5	Domuz eti	3943

2.4 Dünyada *Salmonella* Salgını ve Hastalıkları

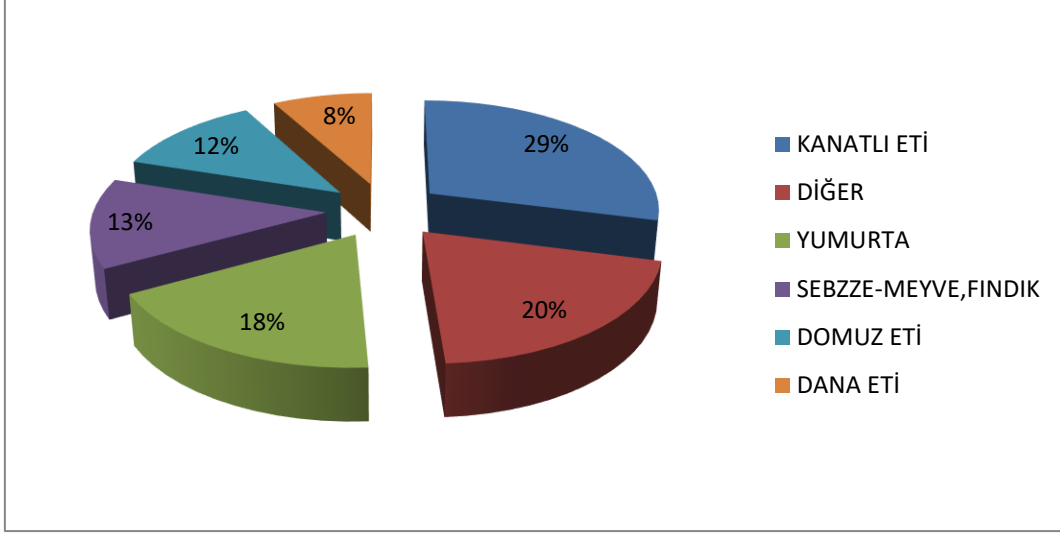
Günümüzde milyonlarca insan gıda kaynaklı hastalıklardan ölmektedir. Dünya genelinde 93,8 milyon insanda *Salmonella* enfeksiyonu görüldüğü ve bunların 155 000 'inin ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir [38]. *Salmonella*'ya bağlı olarak dünya üzerinde her sene 16 milyon tifoid ateş, 1,3 milyon gastroenterit ve 3 milyon ölüm meydana gelmektedir. ABD'de 500-1000 kişi *Salmonellosis* nedeni ile hayatını kaybetmekte, Avrupa Birliği'nde ise 2008 yılı verilerine göre 1 888 adet *Salmonella* kaynaklı vakanın olduğu toplam 5332 gıda kaynaklı salgın vakası bildirilmiştir. Türkiye'de ise WHO 2000 yılındaki raporuna göre 26 489 *Salmonella* enfeksiyon vakası bildirilmiştir [39]. Her yıl ABD'de 1,2 milyon insanın *Salmonellosis* nedeni ile hastalandığı; bu hastaların 23 000'inin hastanede tedavi gördüğü ve 450 olgunun ise ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir [40].

Ülkemizde ise gerekli epidemiyolojik çalışmalar yapılmadığı, izlenebilirlik raporları ve veri tabanları oluşturulmadığı için kayıpların ne kadar olduğu konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca *Salmonellosis* olgularında ortaya çıkan tedavi masrafları ve iş gücü kayıpları da ekonomik zararlara neden olmaktadır. ABD'de *Salmonella*'dan kaynaklanan gıda enfeksiyonlarına bağlı tedavi, iş gücü, gıda kaybı ve kontrol masraflarına ilişkin ekonomik kayıpların yıllık yaklaşık 3,4 milyar dolar; Kanada'da ise bu rakamın 1 milyar dolar olduğu bildirilmektedir [41].

Çizelge 2.7. ABD'de son 13 yılda kıyma ile ilgili rapor edilen *Salmonella* salgınları

TARİH	SALGIN /GIDA	SALGIN/TÜR	RAPOR	HASTANE/YATIŞ	ÖLÜM	REFERANS
05.08.2018 - 08.02.2019	KIYMA	<i>S.newport</i>	403	117	0	[42].
09.12.2012 - 20.02.2013	KIYMA	<i>S.Typhimurium</i>	22	7	0	[43].
06.06.2012 - 27.07.2012	KIYMA	<i>S.Enteridis</i>	46	12	0	[44].
12.10.2011 - 10.12.2011	KIYMA	<i>S.Typhimurium</i>	17	8	0	[45].

Salmonella salgınlarına neden olan gıda gruplarına bakıldığında %29 oranında kanatlı etleri birinci sırada yer almaktadır. ikinci sırada ise %20 oranında diğer grubu (filizlenmiş bitkiler, yeşil yapraklılar, kök bitkiler, balık, tahıl-baklagiller, kabuklu su ürünleri, süt ürünleri) gelmektedir. ardından sırayla %18 oranında yumurta, %13 oranında sebze-meyve ve fındık, %12 oranında domuz eti ve %8 oranında dana eti gelmektedir (Şekil 2.7) [46].



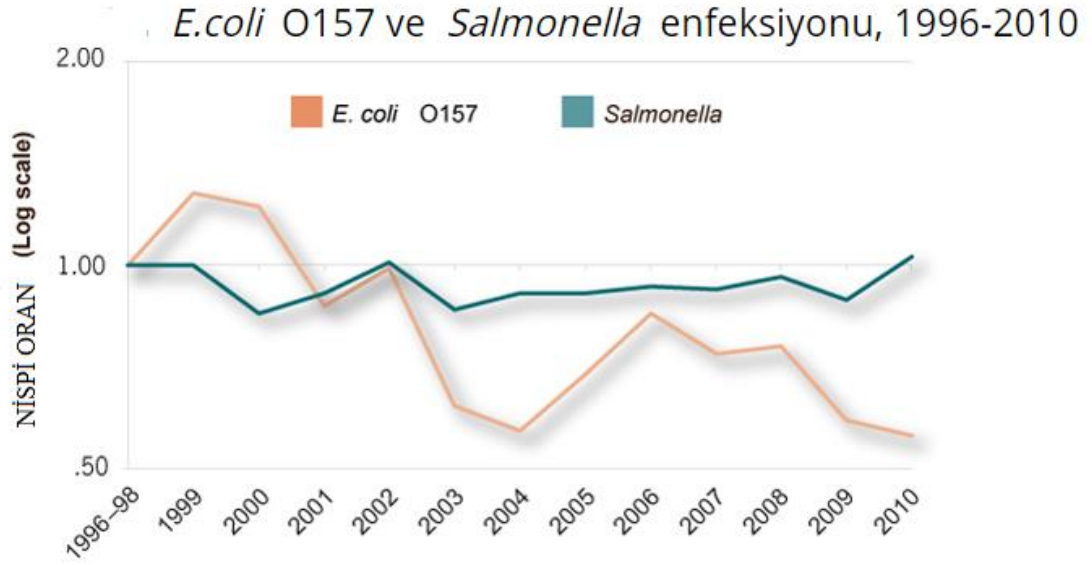
Şekil 2.7. *Salmonella* salgınlarına sebep olan gıda grupları [46].

1: Diğer grubu: Filizlenmiş bitkiler, yeşil yapraklılar, kök bitkiler, balık, tahıl-baklagiller, kabuklu su ürünleri, süt ürünlerinden oluşmaktadır.

Salmonella'nın et, yumurta meyve sebzeler hatta fındık ezmesi gibi işlenmiş ürünlerde dahil olmak üzere çok çeşitli gıdalarda bulunması, bulaşma riskinin gıdaların yetiştiği alanlardan evimizdeki mutfak eşyalarına kadar birçok alanda bulunabilmesi, tek bir yerden çıkan gıdanın birçok alana dağıtılması, dünyada bir çok noktadan gıda getirilmesi, ev dışı tüketimin artması, bulaşmayı önleyebilecek gerekli politika ve prosedürlerin uygulamaya konmasında geç kalınması *Salmonella* salgın ve hastalıklarının azaltılarak önlenmesinde sorunlar oluşturmaktadır [46].

Salmonella salgın ve hastalıklarının azaltılması için *E.coli* de yapıldığı gibi çiftlikten sofralara bulaşmayı tanımlayarak güçlü ve önemli adımlar atmak gerekir. Hasattan önce ve sonrasında risk derecesi yüksek önemli gıdalar için yeni önlem stratejileri belirlenmelidir. Salgınların sebeplerinin daha hızlı tanımlanması için laboratuvar testleri ve hastalık raporlarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Tüketiciler ve riskli gıda sektörlerindeki bilgilendirilmelidir. Önleme odaklı Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktası yönetim sistemi gibi güvenlik sistemlerinin kullanılması ve kirlenmeyi azaltmak amaçlı teknolojilerin uygulanması arttırılmalıdır. Gıda güvenliği sorunlarının önlenmesine dair yeni politikaların hayata geçirilmesi gerekmektedir [46].

ABD' de *E. Coli* O:157 enfeksiyonunu azaltmaya yönelik yapılan başarılı çalışmaların Şekil 2.8'de *Salmonella* ile karşılaştırılması verilmiştir. Bu 14 yıla baktığımızda *E. Coli* hastalık ve enfeksiyonlarında ciddi bir azalmanın gerçekleştiği görülmektedir.



Kaynak: Gıda kaynaklı hastalıklar aktif gözetim ağı, 2010.

Şekil 2.8. 1996-2010 yılları arası *E. coli* ve *Salmonella* enfeksiyonlarının değişimi [46].

ABD'de 2015 yılında *Salmonella* enfeksiyonuna sebep olan 6 827 *Salmonella* serotipleri arasından 1 358 vaka sayısı ile en çok görülen serotipin *Enteridis* olduğu tespit edilmiştir. Vaka sayısına göre sıra ile en fazla tespit edilen serotipler ise; *Newport*, *Typhimurium*, *Javiana*, *I4,[5],12:i:*, *Poona*, *Muenchen*, *Heidelberg*, *Saintpaul* ve *Infantis*'dir (Çizelge 2.8) [47].

Çizelge 2.8. 2015 yılında *Salmonella* enfeksiyonuna neden olan vaka sayısına göre ilk 10 serotip ve her 100 000 kişide rastlanma oranı [47].

Sıralama	Serotip	Vaka Sayısı	Her 100 000 Kişide Rastlanma Oranı
1	Enteridis	1 358	2,79
2	Newport	816	1,68
3	Typhimurium	739	1,52
4	Javiana	557	1,15
5	I4, [5], 12:i:	491	1,01
6	Poona	197	0,40
7	Muenchen	181	0,37
8	Heidelberg	153	0,31
9	Saintpaul	148	0,30
10	Infantis	144	0,30

2.5 *Salmonella* Genel Özellikleri

Karl Joseph Ebert tarafından ilk kez 1880 yılında bulunan *Salmonella*, tifo sebebi ile ölen bir kişide tifo basili olarak ortaya çıkmıştır [48]. *Salmonella* 1885 yılında Dr. Salmon tarafından; domuzlardan kaynaklı *S. choleraesuis*, sığırdan kaynaklı *S. bovismorficans* ve tavuk kaynaklı *S. pullorum* ve *S. galinarum* ana patojenler olarak tanımlanmış ve kabul edilmiştir. [49]. *Salmonella*, kapsül oluşturmeyen, enterobacteriaceae ailesinde bulunan, sporsuz, gram negatif, $0,7-1,5 \times 2,0-5,0$ µm boyutlarında basillerdir. *S. pullorum* ve *S. gallirum* hariç hareketlidirler [50-51-52]. Oksidaz negatif, katalaz pozitifler. Laktoz, sakkaroz ve üreyi metabolize edemezler. Karbonhidratları kullanarak asit ve gaz oluştururlar [53]. *Salmonella* 5-46 °C arasında gelişme gösterir. Optimum üreme sıcaklıkları ise 35-37 °C aralığındadır. Gelişim pH aralığı 4-11 olarak geniş bir aralıkta olup, en uygun üreme pH'sı 7,4'tür [54-55].

Salmonellosis, *Salmonella*'nın neden olduğu hastalıklara verilen isimdir. Bu hastalık enfeksiyonu mikroorganizmanın vücuda girip, bağırsaklara ulaşması ile başlar [56]. *Salmonella* enfeksiyonları insanlar üzerinde farklı belirtilere sebep olurlar. Bunlar

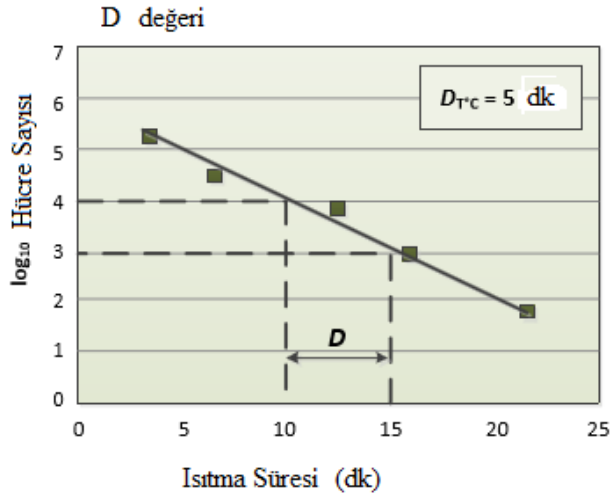
arasından birincisi, enterik hastalıklar, ikincisi gastroenteritis gıda zehirlenmeleri bunlar ölümle sonuçlanabilmektedir, üçüncüsü ve en ciddi olanı ise tifo ve paratifodur [54,57]. Minimal enfeksiyon dozu (MID), *Salmonella* serotipine bağlı olarak; kişi yaş ve direncine göre değişiklik gösterir. Çocuklarda, yaşlılarda, kemoterapi ve radyoloji gören ve ağır hastalık yaşayanlarda enfeksiyon dozunun 10^2 ' ye kadar düştüğü çalışmalarda görülmüştür [58,56]. 1990 yılında Doyle ve Cliver'in yaptıkları bir çalışmada kural olarak 10^5 kob/g'ın üzerinde *Salmonella*'nın insanlar üzerinde hastalıklara neden oldukları belirtilmiştir [56]. *Salmonella*'nın neden olduğu hastalıklarda, ateş,antisemi ve gastroenterit durumları görülebilmektedir. Bu durumlar kontamine gıdanın vücuda alınmasından 2-48 saat sonra etki etmekte olup, 4-7 gün aralığında ise sürebilmektedir [59-63].

2.6 Gıdalara Uygulanan Isıl İşlem ve Termal İnaktivasyon

Birçok gıdanın işlenmesi sırasında ısıl işlem, patojen mikroorganizmaların öldürülmesinde kullanılmaktadır. Isıl işlem, mikroorganizmalar üzerinde öldürücü veya yarı öldürücü durumlarda etki edebilmektedir. Öldürücü etki durumunda mikroorganizma geri dönüşümsüz olarak elenirken, yarı öldürücü etki durumlarda ise hasar gören mikroorganizmalar tamir mekanizması ile tekrar gelişme gösterebilmektedir [64]. Isıl işlem, hücre zarının yapısını bozarak seçici geçirgen yapıyı bozar ve hücre zarının geçirgenliğini artırır. Yüksek ısıya maruz bırakıldıkları için hücre zarı lipitlerinin yapısı bozulur ve giriş çıkış denetimi ile birlikte hücre dengesi kaybolur. Yine mikroorganizmalarda ısıl işlemde etkilenen protein yapıdaki moleküller yer almaktadır. $50-60^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda çoğu protein disülfid ve hidrojen bağlarını yitirerek denatüre olmaktadır. Böyleceenzimlerin denatüre olarak işlevini kaybetmesiile birlikte hücrede protein sentezi ve nükleik asit sentezi gibi bir çok faaliyet durur [65]. Gıda kaynaklı birçok hastalığın sebebi uygulanan ısıl işlemin yetersiz süre ve sıcaklıkta olmasıdır [66]. Bu sorunu ortadan kaldırabilecek en önemli kriter, üretilen her gıdada bulunabilecek sayıdaki patojen mikroorganizmanın inaktif hale getirileceği ısıl işlem süresinin (Termal Ölüm Süresi-TÖS) belirlenmesi olacaktır [67]. TÖS'ün belli bir oranı olan, inaktivasyon ile ilgili TÖS ve z değerlerinin belirlenmesinde kullanılan D değeri, daha kullanışlı bir parametredir [68]. Isıl işlemin etkinlik parametreleri mikroorganizma türüne hatta suşuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarında belirlenen, suşa bağlı D ve Z değerleri, ısıl inaktivasyon etkinliğini ifade etmektedir [69].

2.6.1 D Değeri

Belirli bir substrat, sıcaklık ve organizmadaki popülasyonda %90 veya 1 \log_{10} azalma meydana getirmek için geçen zamandır [70].

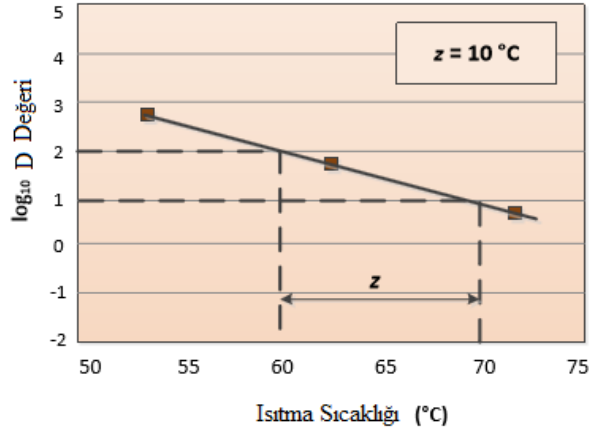


Çizelge 2.9. Bazı gıda gruplarının *Salmonella* için D değerleri [70].

Sıcaklık (°C)	D değeri (dakika)		
	Kümes Hayvanları	Sığır eti/Domuz eti	Bütün Etler
55	47.4	49.2	69.9
56	34.2	34.7	49.3
57	24.7	24.5	34.7
58	17.8	17.3	24.5
59	12.9	12.2	17.2
60	9.3	8.6	12.2
61	6.7	6.1	8.6
62	4.9	4.3	6.1
63	3.5	3.1	4.3
64	2.5	2.2	3.0
65	1.8	1.5	2.1
66	1.3	1.1	1.5
67	1.0	0.8	1.1
68	0.7	0.6	0.8
69	0.5	0.4	0.6
70	0.4	0.3	0.4

2.6.2 Z Değeri

Belli bir organizmanın belirli bir substrattaki D değerini 10'luk bir faktörle azaltmak için gerekli sıcaklık artışı olarak tanımlanır [70].



Çizelge 2.10. Bazı gıda gruplarının *Salmonella* için Z değerleri ve 65 °C de D Değeri [70].

Et Kategorisi	Veri Noktaları Sayısı	Sıcaklık Aralığı (°C)	Z (°C)	D ₆₅ Dakika
Sığır Eti	94	55-70	6.60	1.5
Kümes Hayvanları	212	55-70	7.04	1.8
Bütün Etler	374	55-70	6.57	2.1

2.6.3 Besin Özelliklerinin D değerlerine Etkisi

Besin özelliklerinin D değerine etkileri çizelge 2.11' de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Besin özelliklerinin D değerine etkileri [70].

Faktör	D değerine etkisi
Katkı Maddeleri	D değerini azaltmak için kullanılır.
Atmosfer	Isıl işlem esnasındaki anaerobik koşullar D değerini arttırabilir.
Diğer Bakteri İle Rekabet	Atmosferi değiştirerek D değerini arttırabilirler. Ancak ette bozulma olmadıkça düşük bir ihtimalli etki olur.
Yağ	Yağ konsantrasyonundaki artış termal stabiliteyi arttırabilir, fakat su aktivitesinde de bir azalma olabilir. Belirli bölgedeki yağ tabakaları homojen dağılmış yağa nazaran koruyucu etki yaratabilir.
PH	Salmonella ve E.coli için optimum PH 5-7 arasındadır. Listeria için ise hayatta kalma PH'sı nötre yakındır. Düşük ve daha yüksek PH, D değerlerinde azalma ile sonuçlanır. Asitleştirici tipi D değerini etkilemeyebilir.
Su Aktivitesi	Aw değerini düşürmek D değerini arttırma eğilimindedir.

İnaktivasyon üzerine ilk model çalışmaları konserve sanayisindeki termal ölüm eğrilerini vermekle birlikte 1900'lü yılların başında ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışmalarda anlamlı miktarlara spor, cam tüplere veya teneke kutulara ilave edilerek değişik sıcaklık ve sürelerde otoklavda yada yağ banyosunda farklı sıcaklıklarda tutularak belli aralıklarda örneklenir. Alınan her bir örnekte sterilize testi yapılır ve sonuç steril (-)

veya üreme var (+) olarak değerlendirilir. Çıkan sonuçlar her bir süre ve sıcaklık kombinasyonu için yarı logaritmik bir kağıda (y eksenine süre, x eksenine sıcaklık değerleri) işlenir. Eksiler yukarıda artılar aşağıda olarak çizilen bir doğru o mikroorganizmanın o vasattaki termal ölüm eğrisini gösterir. Bu modelle birlikte belirli sayıdaki bir mikroorganizmanın inaktif olacağı sürenin sıcaklığa bağlı değişimi elde edilebilir ve bu modelden de belirli sıcaklıktaki bu süre tahmin edilebilir. Örneklerden canlı kalan hücrelerin sayımı yapıp bu hücrelerin belirli sıcaklıkta bir logaritmik devre azalması için geçen süreler (D değerleri) hesaplanıp aynı yarı logaritmik kağıda sıcaklığa karşı olarak işlenebilir. Böylece D değerini temsil eden veya D değerlerini birleştiren doğru, Termal ölüm eğrisinin altından ve ona paralel olarak geçer ve "Gölge Termal Ölüm Eğrisi" olarak adlandırılır. Bu iki eğrinin de bir logaritma devreyi aşabilmesi için gerekli sıcaklık farkı aynıdır, bu fark da z değeri olarak adlandırılır ve zamandan bağımsız bir parametredir [71].

Gıdalardaki en büyük ve en önemli risk olan patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi açısından uygulanan pişirme, ısı işlem uygulamalarının etkinliğinin araştırılması için termal inaktivasyon üzerine modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmamıza paralel olarak *Salmonella*'nın köfte ve kıyma üzerine termal inaktivasyonunu modelleyen çalışmalardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

Murphy ve arkadaşları (2004), hindi ve dana kıymaların 55-70 °C arasında *Salmonella* açısından termal inaktivasyon değerleri üzerine yaptıkları çalışmada inoküle edilen hindi ve dana kıymalarındaki 7 log (CFU/g) azalma için ısı işleminin patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkisini araştırmışlardır.. Bu bağlamda *Salmonella* için dana kıymada su banyosunda D değerleri 55 ve 70 °C için sırası ile 37 ve 0,066 dk olarak bulunmuştur. Z değeri ise 5,74 °C olarak hesaplanmıştır. Hindi kıymada ise D değerleri 55 ve 70 °C için sırası ile 43 ve 0,096 dk ve Z değeri ise 5,54 °C olarak hesaplanmıştır [72].

Murphy ve arkadaşları (2002), sığır kıymalarından yapılan köftelere 6 farklı serotip (*Senftenberg*, *Typhimurium*, *Heidelberg*, *Mission*, *Montevideo* ve *California*) *Salmonella* inoküle etmişlerdir. Daha sonra bu köftelerin su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65 °C sıcaklıklarındaki termal inaktivasyon değerlerini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda D değerlerini sırası ile 9,09, 7,7, 4,8, 2,4 ve 0,97 dk olarak hesaplamış ve Z değerini ise 9,14 °C olarak bulmuşlardır [73].

Sindelar ve arkadaşları (2018), dana rosto, hindi göğüs, kemiksiz dana jambon için *Salmonella* patojeni açısından termal ölüm zamanlarının karşılaştırılması ve güvenli pişirme sıcaklıklarının modellenmesi için araştırma yapmışlardır. Başlangıçta 8 log CFU/g *Salmonella* inoküle edilen örneklerin su banyosunda 54,4, 60, 65,6, 71,1, °C sıcaklıklardaki D değerleri ve Z değerlerini hesaplamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda dana rosto için sırası ile D değerlerini 9,34, 0,70, 0,14, 0,02 dk ve Z değerini 7,87 °C olarak bulmuşlardır. Hindi göğüs için D değerlerini sırası ile 19,45, 2,21, 0,21, ve 0,02 dk ve Z değerini 5,70 °C olarak bulmuşlardır. Kemiksiz dana jambon için ise D değerlerini sırası ile 16,40, 1,46, 0,20, 0,02 dk ve Z değeri ise 6,90 °C olarak hesaplamışlardır [74].

Osaili ve arkadaşları (2007), formüle edilmiş yemeye hazır sığır/domuz köftelerinde *Salmonella* patojeni için termal inaktivasyon modelleme ve çalışmaları ile D ve Z değerlerini belirlemişlerdir. Patojen inoküle edilen domuz köfte örnekleri steril torbalara alınmış ve su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65, 67,5 ve 70 °C için D ve Z değerlerini hesaplamışlardır. D değerlerini sırası ile 69,48, 29,99, 15,20, 7,71, 2,64, 0,61, 0,29 dk ve Z değerini de 6,2 °C olarak bulmuşlardır [75].

Murphy ve arkadaşları (2004), yaptıkları çalışmada domuz kıymasında *Salmonella* patojeni için su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65, 67,5, 70 °C sıcaklıktaki termal inaktivasyonu ve D ve Z değerlerini hesaplamışlardır. D değerlerini sırası ile 45,87, 26,67, 5,07, 2,56, 1,91, 0,36, 0,083 dk ve Z değerini ise 5,9 °C olarak hesaplamışlardır [76].

Benzer şekilde Murphy ve arkadaşları (2004), sığır/hindi kıymalarında yaptıkları çalışmada hava etkili 204 °C ayarlanmış fırında merkez sıcaklığı 71,1 °C ye ulaştığında 7 log-kob/g lık bir *Salmonella* azalması sağlamışlardır. Çalışma ile D değerlerini 55-57,5-60-62,5-65-67,5, 70 °C sıcaklıkları için sırası ile 41.02, 15.15, 5.6, 2.07, 0.76, 0,28 ve 0,10 dk ve Z değerini ise 5.83 °C olarak hesaplamışlardır [77].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle bu çalışmaların gıdalara inoküle edilen patojen mikroorganizmaların termal inaktivasyonu ile birlikte D ve Z değerlerinin ortaya konması olarak görülmektedir. Bu çalışmaların ortak noktalarına bakıldığında genellikle su banyosunda ya da konvansiyonel fırınlarda yani sabit sıcaklığın olduğu durumlarda çalışılmasıdır. Buna rağmen sonuçlara bakıldığında değerlerin birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir. Bu çalışmamızda ise öncelikle saha çalışması yapılarak sahadan

veriler toplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda saha şartları oluşturulmaya çalışılarak, *Salmonella* bulaştırılmış köftelerin ısıya karşı termal dirençleri araştırılmıştır. Köftelerin minimum sıcaklık ve minimum zamanda pişirilmeleri hedeflenmiştir. Çalışmanın diğer çalışmalardan farkları, ızgara üzerinde kondüksiyonel pişirme yöntemi ile pişirilmesi vebu esnada ızgara sıcaklığının sabit olmayarak sıcaklık dalgalanmalarının gözlemlenmesi olarak söylenebilir.



3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Deneyde Kullanılan *S.Typhimurium* Suşları

Denemelerde kullanılan *Salmonella* karışım kültürü Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edildi. Deneyde, American Type Culture Collection 700408 (*S. Typhimurium*), American Type Culture Collection 14028 (*S. Typhimurium*), National Collection Of Type Cultures 74 (*S. Typhimurium*), National Collection Of Type Cultures 12416 (*S. Typhimurium*) suşları kullanıldı.

3.1.2 Köfte Örnekleri

Köfte örneklerinin hazırlanması için kıyma, Uşak'ta yerel bir kasaptan (Bölme Et Ürünleri) ortalama % 15±5 yağlı olacak şekilde temin edildi. Kasap ve inegöl köfte yapımında, yapısında koruyucu içermeyen ticari bir harç (Knorr marka kasap ve İnegöl köfte harcı) kullanıldı. Firmanın belirttiği öneri ve direktiflere göre kasap köfte için yaklaşık 25 g yumurta (Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Manisa) kullanıldı.

3.1.3 Elektrikli Izgara

Köftelerin pişirme işlemleri elektrikli bir ızgara (Mangalet, Korkmaz, İstanbul) ve (Gigant 61200E, Bursa) kullanılarak yapıldı. Izgara sıcaklıkları (IKA ETS-D5, Almanya) marka ve köfte merkez sıcaklıkları (TFA 30.1018, Almanya) ve (Hanna HI 9057, ABD) marka termometre ile ölçüldü. Çalışma en az 3 kere tekrar edildi.



Şekil 3.1. Pişirme işleminde kullanılan sanayi tipi (sol) ve elektrikli (sağ) ızgara

3.1.4 Besi yeri

Toplam aerobik mezofil bakteri sayımı için Plant Count Agar (PCA, LABM, Lancashire, İngiltere) kullanıldı. Koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB, LAB031, Lancashire, İngiltere) kullanıldı.

Isıl işlem uygulanmış köftelerin *Salmonella* sayımı için Xylose Lysine Deoxycholate agar (XLD) (LABM-032, Lancashire, UK) kullanıldı. *Salmonella* kültürünün geliştirilmesinde Tryptic Soy Broth (TSB) (MERCK, Darmstad, Germany) kullanıldı. Besiyerleri üretici firmanın kullanım önerisi doğrultusunda hazırlandı.

3.2 Metot

Tez çalışması 2 aşamalı olarak gerçekleştirildi. 1. aşama olarak öncelikle sahadan veriler toplandı. Izgarada pişirilerek tüketiciye sunulan kasap ve İnegöl örneklerinin yerinde merkez sıcaklıkları, pişirme süreleri ve ızgara sıcaklıkları tespit edildi. Yapılan bu saha çalışması doğrultusunda tez çalışmasının 2. aşaması olarak *Salmonella* inoküle edilen kıymalara, farklı şekillerdeki kasap ve İnegöl köfte formları verilerek, elektrikli ızgarada pişirilmesi ile termal inaktivasyonu tespit edildi. Tez çalışmasında denemeler 3 tekrar ve 2 paralelli olarak tasarlandı.

3.2.1 Saha Çalışması

Uşak ilinde bulunan farklı işletmeler ziyaret edildi. Bu işletmelerin ızgara türü tespit edildi. Bu ızgaraların 5 farklı bölgesinden yüzey sıcaklıkları ölçüldü. Tüketiciye sunulan köfte örneklerinin merkez sıcaklıkları ölçüldü. Bu merkez sıcaklıklara kaç dkda ulaşıldıkları kayıt edildi.



Şekil 3.2. Saha çalışmalarında kullanılan bir ızgara (sol) ve sıcaklık ölçümleri (sağ)

3.2.2 İnoküle Edilecek Kültürün Hazırlanması

Buzdolabında (+4 °C) saklanan stok kültürden alınan *Salmonella* suşları Tryptic Soy Broth (TSB) besi yerine inoküle edilerek 37°C'de 18- 24 saat gelişime bırakıldı. İnkübasyon sonunda sıvı besiyerinden pelet elde edilmesi için 4000 devirde 4 dk santrifüj edildi. Dibe çökmüş olan peletler %0,9'luk NaCl ile yıkandı ve tekrar 4000 devirde 4 dk santrifüj edildi. Santrifüjden sonra üstte toplanan süpermatant ortamdan uzaklaştırılarak ğelet kırma işlemi yapıldı ve tüm suşlar bir tüpte toplanacak şekilde birleştirildi ve karışım elde edildi.

3.2.3 Köfte Örneklerinin Hazırlanması

Köfte yapımı için kullanılacak harç karışımları, her uygulamada bir örnek olabilmesi için ulusal bir firmadan (kasap ve İnegöl köfte harcı, Knorr) tercih edildi. İlgili ürünün tercih edilmesindeki en önemli faktör antimikrobiyal içermemesi idi. Köfte yapımı esnasındaki prosedürlerde ticari firmanın belirttiği öneri ve direktifler kullanıldı. Kasap köfte örnekleri için 300 g yağlı (%15±5) dana kıyma içerisine, 24,6 g hazır knorr kasap köfte harcı, 25 g yumurta ve 100 ml su ilave edilerek kıyma yoğuruldu. İnegöl köfte örnekleri için 250 g yağlı (%15±5) dana kıyma içerisine, 21,5 g hazır knorr inegöl köfte harcı, 75 ml su ilave edildi ve yoğruldu.

3.2.4 Kasap ve İnegöl Köfte Örneklerine Kültürün İnokülasyonu

Kasap köfte kıyma karışımının içerisine homojen olarak 7±1 log kob/g seviyesinde *Salmonella* karışım kültürü inoküle edildi. Her bir adedi yaklaşık olarak 6×6×1 cm (en×boy×yükseklik) boyutlarında ve 25 g olmak üzere toplamda 12 adet kasap köfte hazırlandı. Pişirme işlemi için ızgara ve diğer malzemelerin hazırlanması süresince yaklaşık olarak 30-45 dk aralığında buzdolabında (+4°C) dinlendirildi. İnegöl köfte kıyma karışımının içerisine homojen olarak 7±1 log kob/g seviyesinde *Salmonella* karışım kültürü inoküle edildi. Her bir adedi yaklaşık olarak 1,5×7×1,5 cm (en×boy×yükseklik) boyutlarında ve 20 g olmak üzere toplamda 12 adet inegöl köfte hazırlandı. Pişirme işlemi için ızgara ve diğer malzemelerin hazırlanması süresince yaklaşık olarak 30-45 dk aralığında buzdolabında (+4 °C) dinlendirildi.



Şekil 3.3. Çiğ kasap ve İnegöl köfte örnekleri

3.2.5 Kontamine Köfte Örneklerinde Isıl İşlem Uygulamaları

Köfte örneğine 7 ± 1 log kob/g seviyesinde olacak şekilde inoküle edilen *Salmonella*'nın termal inaktivasyonunu belirlemek amacıyla kasap ve İnegöl köfte örnekleri öncelikle saha verileri doğrultusunda ortalama olarak hesaplanan minimum ızgara sıcaklığında; minimum süre prensibi ile 120 °C ızgara sıcaklığı ve toplamda 4 dk süre ısıtma işlemi uygulaması ile pişirildi. Bu çalışmada köfte örneklerinde sadece zamana bağlı olarak *Salmonella* sayısındaki azalma gözlemlendi. 120 °C de pişirme sonuçları istenilen termal inaktivasyonu sağlamadı. Çalışmaya 120 °C de pişirme sonuçlarının istenilen termal inaktivasyonun sağlanamaması nedeni ile 140 °C ızgara sıcaklığında ve toplamda 4 dk süre olacak şekilde devam edildi. Yine 140 °C ızgara sıcaklığında köfte örneklerinin zamana bağlı olarak *Salmonella* sayısındaki azalma tespit edildi. 140 °C de pişirme sonuçları da istenilen termal inaktivasyonu sağlamadı. 120 ve 140 °C ızgara sıcaklıklarında çalışılan çalışmalarda istenilen termal inaktivasyonun sağlanamaması nedeni ile 150 ve 160 °C ızgara sıcaklığında ısıtma işlemi uygulaması ile pişirme işlemi gerçekleştirildi. Bu çalışmaların sonucunda da termal inaktivasyonun sağlanamadığı tespit edildi. Izgara sıcaklıklarının bölgesel olarak çok fazla dalgalandığı ve farklılıkların olduğu görüldü.

Daha sonra bu çalışmaların sonuçları doğrultusunda ısıtma işlemi uygulamasında pişirme stratejileri ve uygulamalarında değişiklik yapıldı. 170 ve 180 °C ızgara sıcaklıklarında merkez sıcaklık ölçümlerine bağlı olarak *Salmonella* sayısındaki azalma gözlemlendi. Merkez sıcaklığa ulaşılan süreler ve ızgara sıcaklıkları da kaydedildi. Izgara

sıcaklıklarındaki değişkenlik ve dalgalanmalar nedeni ile köfteler ızgaranın sabit olarak orta bölgesinde ardışık olarak 3 grup şeklinde pişirildi.

1. grup: Bu grupta toplamda 4 adet köfte örneği ızgaraya yerleştirildi. 1 köfte örneği içerisinde termometrenin yerleşik olduğu ölçümlerin yapıldığı kontrol grubu ve diğer 3 köfte örneği ise merkez sıcaklığı 50-55-60 °C sıcaklığa ulaştığında alınan köfte grupları idi.

2. grup: Bu grupta da toplamda 4 adet köfte örneği ızgaraya yerleştirildi. 1 köfte örneği içerisinde termometrenin yerleşik olduğu ölçümlerin yapıldığı kontrol grubu ve diğer 3 köfte örneği ise merkez sıcaklığı 65-70-75 °C sıcaklığa ulaştığında alınan köfte grupları idi.

3. grup: Bu grupta da toplamda 4 adet köfte örneği ızgaraya yerleştirildi. 1 köfte örneği içerisinde termometrenin yerleşik olduğu ölçümlerin yapıldığı kontrol grubu ve diğer 3 köfte örneği ise merkez sıcaklığı 80-85-90 °C sıcaklığa ulaştığında alınan köfte grupları idi.

Piştirme işleminin biten köfte örnekleri hemen steril stocmacher poşetine alındı ve buzlu su kovanının içerisine daldırılıp hızlı soğutuldu. Soğutulan köfte örnekleri buzdolabına kaldırıldı [78].



Şekil 3.4. Pişmiş köfte örnekleri kasap (sol), İnegöl (sağ)

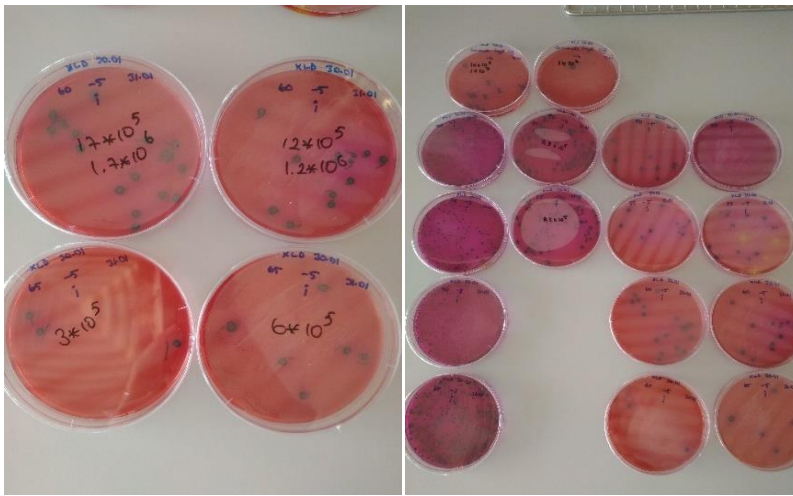
3.2.6 Mikrobiyolojik Analizler

3.2.6.1 Sahadan Alınan Köfte Örneklerinde Toplam Koliform ve Toplam Aerobik Mezofil Sayımları

Saha çalışmaları esnasında toplanan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinin her birinden 10' ar g tartılıp üzerine 90 ml peptonlu su (Pepton Water LAB104 LABM, İngiltere) eklenerek karıştırıcıda (Masticator-IUL, İspanya) homojen hale getirildikten sonra toplam mezofil aerobik bakteri sayımı için Plant Count Agar'a (PCA, LABM, Lancashire, İngiltere) dökme plak yöntemi ile ekimi yapıldı ve 35 °C'de 48-72 saat inkübe edildi. Koliform analizi için Violet Red Bile Agar'a (VRB, LAB031, Lancashire, İngiltere) dökme plak yöntemi ile ekimi yapıp çift kat agar döküldükten sonra 35 °C'de 24 saat inkübe edildi [79].

3.2.6.2 *Salmonella* Sayımı

Soğutulan köfte örnekleri tartıldı ve her bir tartımın 10 katı kadar peptonlu su (Pepton Water LAB104 LABM, İngiltere)ilave edilerek 1/10'luk dilüsyon elde edildi. Karıştırıcıda (Masticator-IUL, İspanya)yaklaşık 2dk boyunca homojenize edildi. 1 ml alınarak, 1/10'luk düzende 1/108'e kadar seyreltilip, her dilüsyondan çift seri XLD plaklarına 0.1 ml yüzey yayma yöntemi ile ekimler yapıldı ve 35 °C de 24-48 saat inkübe edildi. Süre sonunda tipik kolonilerin (siyah renkli koloniler) sayımı yapıldı [78].



Şekil 3.5. *Salmonella* ekim sonuçları

3.2.7 Kimyasal Analizler

3.2.7.1 Kıymada Yağ Tayini

Kıyma örnekleri homojenize edildi ve kartuşlara $10 \pm 0,1$ g numune tartılarak Soxhlet metodu kullanıldı. Metot gereği düzeneğe (Gerhardt Soxhlet SOX 414, Almanya) yerleştirilen kartuşlar için çözügen olarak dietil eter kullanıldı. Ekstraksiyon sonunda balonlardaki eter uçurularak, örnekteki yağ oranı hesaplandı [80].

$$\%Yağ = \frac{(Balon + Yağ Ağırlığı) - Balonun Darası}{Numune miktarı} \times 100$$

3.2.7.2 Köftelerde Tuz Tayini

Köfte örnekleri homojen hale getirildi ve 5' er g tartılıp sıcak su ile ezildi. Bu sulu kısım 500 ml balon jöjeye alındı. Bu işlem tuzun tamamen suya geçmesi için birkaç kez tekrarlandı. Daha sonra balon jöje saf su ile çizgiye kadar dolduruldu. Filtre kağıdında süzüldü. Süzüntüden 25 g alındı ve üzerine %5' lik K_2CrO_4 indikatörü damlatıldı ve 0,1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kalıcı kırmızı kiremit rengi elde edene kadar titre edildi. Harcanan 0,1 N $AgNO_3$ aşağıdaki formülde yerine kondu ve % tuz hesaplandı [81].

$$\%Tuz = \frac{S \times N \times 0.0585 \times 100}{m}$$

S= Titrasyonda kullanılan $AgNO_3$ hacmi (ml)- Kör denemede harcanan $AgNO_3$ hacmi (ml)

N= $AgNO_3$ normalitesi

m= Titrasyonda kullanılan örnek ağırlığı (g)

3.2.7.3 Köftelerde pH Tayini

Öncelikle pH metre tampon çözeltileri ile (20 ± 2 °C' de pH 7 ve pH 4) kalibre edildi. Daha sonra homojenize edilen köfte örneklerinden 10' ar g numune alındı ve üzerine 100 ml saf su ilave edildi. Karışımın pH' sı pH metre (Docu-pH⁺ Sartorius, Almanya) ile ölçüldü [82].

3.2.8 İstatistiksel Analizler

Log kob/g ' adönüştürülen mikroorganizma sayıları “köfte çeşidi x merkezi sıcaklık” olacak şekilde faktöriyel dizayna uygun olarak sabit etkiler ve değişkenler arası interaksiyonlar yönünden varyans analizine (iki yönlü ANOVA) tabi tutuldu. General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre, en düşük kareler ortalamaları Fisher's Least Significant Difference (LSD) testi kullanılarak ayrıştırıldı ve bunda istatistiksel önem seviyesi %5 olarak kabul edildi. İstatistiksel analizler için Statistical Analysis System (SAS) programı kullanıldı [83].



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Analizler

Kıymaların ve köftelerin kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.1' de verildi.

Çizelge 4.1. Köfte Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

		Kasap Köfte	İnegöl Köftesi
% Yağ	Ortalama		13,83
	Maksimum		18,66
	Minimum		10,15
% Tuz	Ortalama	0,85	0,9
	Maksimum	0,88	0,98
	Minimum	0,77	0,78
pH	Ortalama	5,81	7,78
	Maksimum	5,97	7,92
	Minimum	5,72	7,6

4.2 Saha Çalışması

Tez çalışması kapsamında öncelikle çalışmamızın kritik noktalarından bir tanesi olan saha veri araştırması yapıldı. Köftelerin piyasada hangi şartlarda pişirilip tüketiciye sunulduğu araştırıldı. Araştırma kapsamında Uşak ilindeki işletmelerden veriler toplandı. İşletmelerde tüketiciye sunulan köfte çeşitlerinin; pişirildiği ızgara türleri, pişirme süreleri, ızgara yüzey sıcaklıkları ve köfte merkez sıcaklıkları çizelge 4.2 de verildi.

Çizelge 4.2. Saha Çalışması Verileri

İŞLETME	ÜRÜN ÇEŞİDİ	IZGARA TÜRÜ	PIŞME SÜRESİ (dk)	ÜRÜN ORTA NOKTA SICAKLIĞI (°C)	IZGARA SICAKLIKLARI (°C)				
					Sol Üst	Sağ Üst	Orta	Sol Alt	Sağ Alt
A Firması	Kasap Köfte	Doğalgazlı	3,25	66,3	137,7	121,3	150,1	129	94,6
B Firması	Ev Yapımı köfte	Kömürlü	3,56	62,8	124	116,4	197,2	164,8	145
C Firması	Ev Yapımı köfte	Doğalgazlı	4,27	76	150,7	141,1	137,6	127,1	125,8
D Firması	İnegöl köfte	Kömürlü	5,03	78	160,3	197,1	217,2	217,3	123
E Firması	İnegöl köfte	Kömürlü	6,05	71,6	62	68,7	250	85,4	120

Çizelge 4.2 incelendiğinde A firmasında doğalgazlı ızgara türü tercih edildiği görüldü. Izgara yüzey sıcaklıkları ölçüldü. 5 farklı bölgeden alınan ölçüm değerlerine bakıldığında köftelerin ağırlıklı olarak pişirilme bölgelerinin 120-150 °C aralığında olduğu tespit edildi. Pişirilen köftelerin merkez sıcaklıkları 66,3 °C ve pişirilmesi için geçen süre de 03:25 dk olarak tespit edildi. B firmasına baktığımızda ise kömürlü ızgara türünün tercih edildiği görüldü. Yine ızgara yüzey sıcaklıklarına bakıldığında pişme bölgelerindeki ortalama sıcaklık değerlerinin 120-150 °C arasında olduğu görüldü. Bu işletmede 62,8 °C merkez sıcaklığa 03:56 dk da çıkıldığı tespit edildi. C firmasında ise doğalgazlı ızgara türü kullanıldığı ve ızgara yüzey sıcaklık ortalamaları diğer firmalarla benzer olduğu tespit edildi. 120-150 °C Köfte merkez sıcaklıkları 76 °C ölçüldü ve pişme süreleri 04:27 dk olarak tespit edildi. D firmasına baktığımızda ise kömürlü ızgara türü tercih edildiği görüldü. Izgara sıcaklıklarında bazı bölgelerde 197 °C, 217 °C sıcaklıkların olduğu görülse de köftenin ağırlıklı olarak pişirildiği bölgelerinin yine ortalama 140-160 °C olduğu

görüldü. Köfte merkez sıcaklığının 78 °C olduğu ve bu sıcaklığa 05:03 dk da çıktığı tespit edildi. D firmasında da yine kömürlü ızgara kullanıldığı görüldü. Izgara sıcaklıklarının bazı bölgelerde 62 °C ye kadar düştüğü bazı bölgelerde ise 250 °C sıcaklığa kadar yükseldiği görülse de yine köftelerin ağırlıklı olarak pişirildiği bölgenin ortalama sıcaklıkları 80-120 °C aralığında olduğu gözlemlendi. Köfte merkez sıcaklığı 71,6 °C olarak ölçüldü ve pişme süresi 06:05 dk olarak ölçüldü. Tüm bu saha verileri değerlendirildiğinde çalışmaya minimum 120 °C ızgara sıcaklığında 4 dklık ısı işlem uygulanmasına karar verildi.

İşletmelerde bulunan köftelerin pişirmeye hazır halde soğukta muhafaza (buzdolabında, +4°C'de) edildiği görüldü. Genellikle bir gün önceden hazırlanmış olan ve şekilleri verilmiş olan köftelerin mikrobiyolojik analizlerinin sonuçları Çizelge 4.3'de özetlenmiştir. Buna göre çiğ haldeki köftelerde toplam aerobik mezofil sayısı yüksektir (ortalama 5,98 log kob/g). Pişirme işlemi ile 2-3 log kob/g düzeyinde bir azalma gerçekleştiği görüldü. Pişirme öncesi toplam koliform bakteri sayısı ortalama 4,73 log kob/g iken pişirme işleminden sonra koliform tespit edilmedi.

Çizelge 4.3. Uşak'ta bulunan köfte işletmelerinden alınan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinde belirlenen mikroorganizma sayıları (log kob/g) (n=5)

	Toplam Koliform		Toplam aerobik mezofil	
	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş
Ortalama	4,73±0,6	<1,0	5,98±0,45	2,72±1,09
Maksimum	5,65	-	6,64	4
Minimum	4,00	-	5,32	1,3

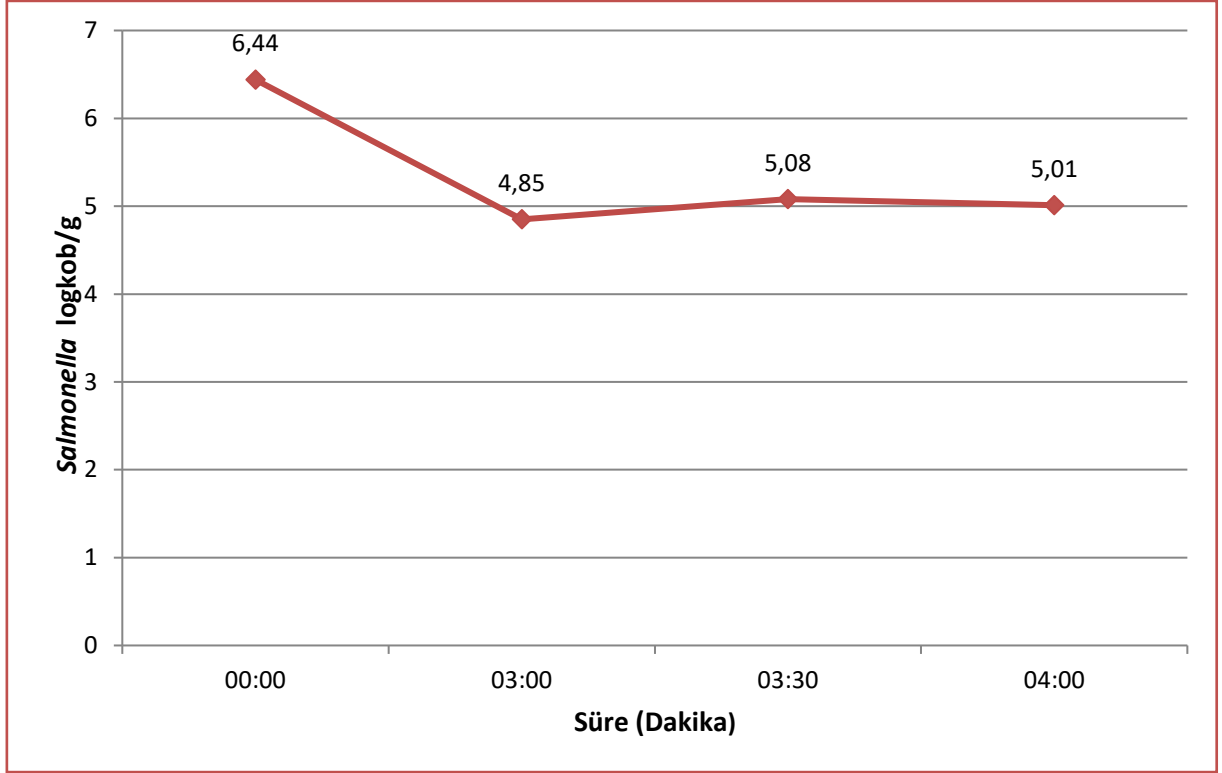
4.3 Kasap Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 120 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

120 °C ızgara sıcaklığında kasap köftelere başlangıçta 7±1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın 03:00, 03:30, 04:00. dakikalardaki alınan örneklerinde *Salmonella* sayımı yapıldı. Analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.4 de verildi.

Çizelge 4.4. *Salmonella* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 120 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları

Pişirme Süresi (dk)	<i>Salmonella</i> Sayısı (log kob/g)
00:00	6,44
03:00	4,85
03:30	5,08
04:00	5,01

Çalışmada başlangıç olarak kasap köfte örneğine 6,44 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* patojeninin 03:00. dk sında 1,59 log kob/g ' lık bir azalma sağlanarak 4,85 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi. 03:30. dkda alınan örnekte de 5,08 log kob/g seviyesinde *Salmonella* varlığı tespit edildi. 04:00. dkda alınan örneklerde ise *Salmonella* seviyesi 5,01 log kob/g olarak tespit edildi. Çalışmaya baktığımızda köfte örneklerinin ilk 03:00. dkdaki ısı işlem sonucunda bir azalma gözlemlendi. Ancak 03:00. dk dan sonraki 03:30 ve 04:00. dk da alınan örneklerde *Salmonella* varlığının 03:00. dk daki sayısına yakın bir seviyede olduğu tespit edildi. 4 dk lık ısı işlem sonucunda 1,43 log kob/g ' lık bir *Salmonella* sayısında azalma tespit edildi. 03:00 ve 04:00. dk sonundaki sayımlarda meydana gelen düşük seviyeli artışların ise; ızgara yüzey sıcaklığında yaşanan dalgalanmaların ve yüzeydeki bölgesel sıcaklık farklılıklarının meydana gelmesi olarak düşünüldü. Yine köfte örnekleri arasındaki varyasyonların da bunda etkili olduğu düşünüldü. 120 °C ızgara sıcaklığının ve 4 dk pişirme süresinin istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı tespit edildi.



Şekil 4.1. Kasap köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 120 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi

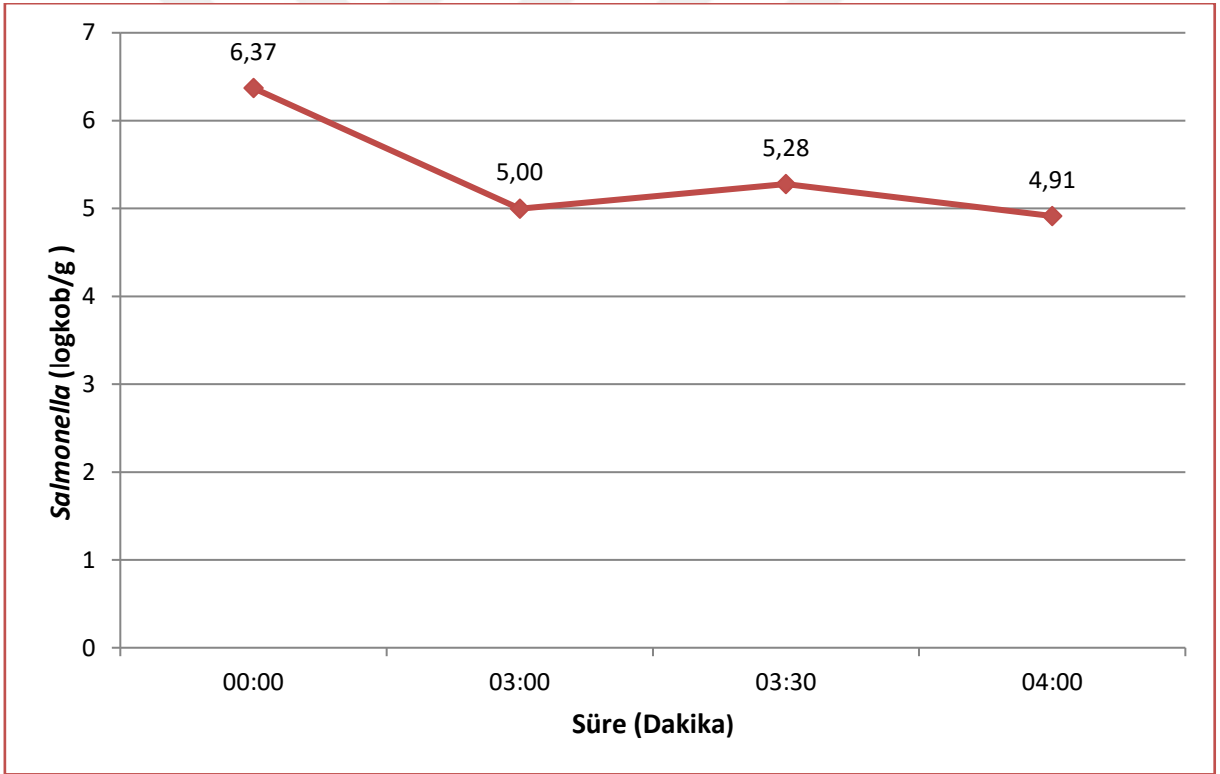
4.4 İnegöl Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 120 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

120 °C ızgara sıcaklığındaki, İnegöl köftelere başlangıçta 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın 03:00, 03:30, 04:00. dakikalardaki alınan örneklerinde *Salmonella* sayımı yapıldı. Analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.5 de verildi.

Çizelge 4.5. *Salmonella* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 120 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları

Pişirme Süresi (dk)	<i>Salmonella</i> Sayısı (log kob/g)
00:00	6,37
03:00	5,00
03:30	5,28
04:00	4,91

Çalışmada başlangıç olarak İnegöl köfte örneğine 6,37 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* patojeninin 03:00. dk sında 1,37 log kob/g 'lık bir azalma sağlanarak 5,00 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi. 03:30. dkda alınan örnekte 5,28 log kob/g *Salmonella* varlığı tespit edildi. 04:00. dk da alınan örneklerde ise *Salmonella* seviyesi 4,91 log kob/g olarak tespit edildi. Çalışmaya baktığımızda köfte örneklerinin ilk 3 dkdaki ısı işlem sonunda 1,37 log kob/g 'lık bir azalma gözlemlendi Ancak 03:00. dkdan sonraki 03:30 ve 04:00. dk larda alınan örneklerde *Salmonella* varlığının 03:00. dk ya yakın bir seviyede olduğu tespit edildi. 03:00. dk sonundaki sayımda meydana gelen düşük seviyeli artışın ise; ızgara yüzey sıcaklığında yaşanan dalgalanmaların ve yüzeydeki bölgesel sıcaklık farklılıklarının meydana gelmesi olarak düşünüldü. Yine köfte örnekleri arasındaki varyasyonların da bunda etkili olduğu düşünüldü. 120 °C ızgara sıcaklığının ve 4 dk pişirme süresinin istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı tespit edildi.



Şekil 4.2. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 120 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi

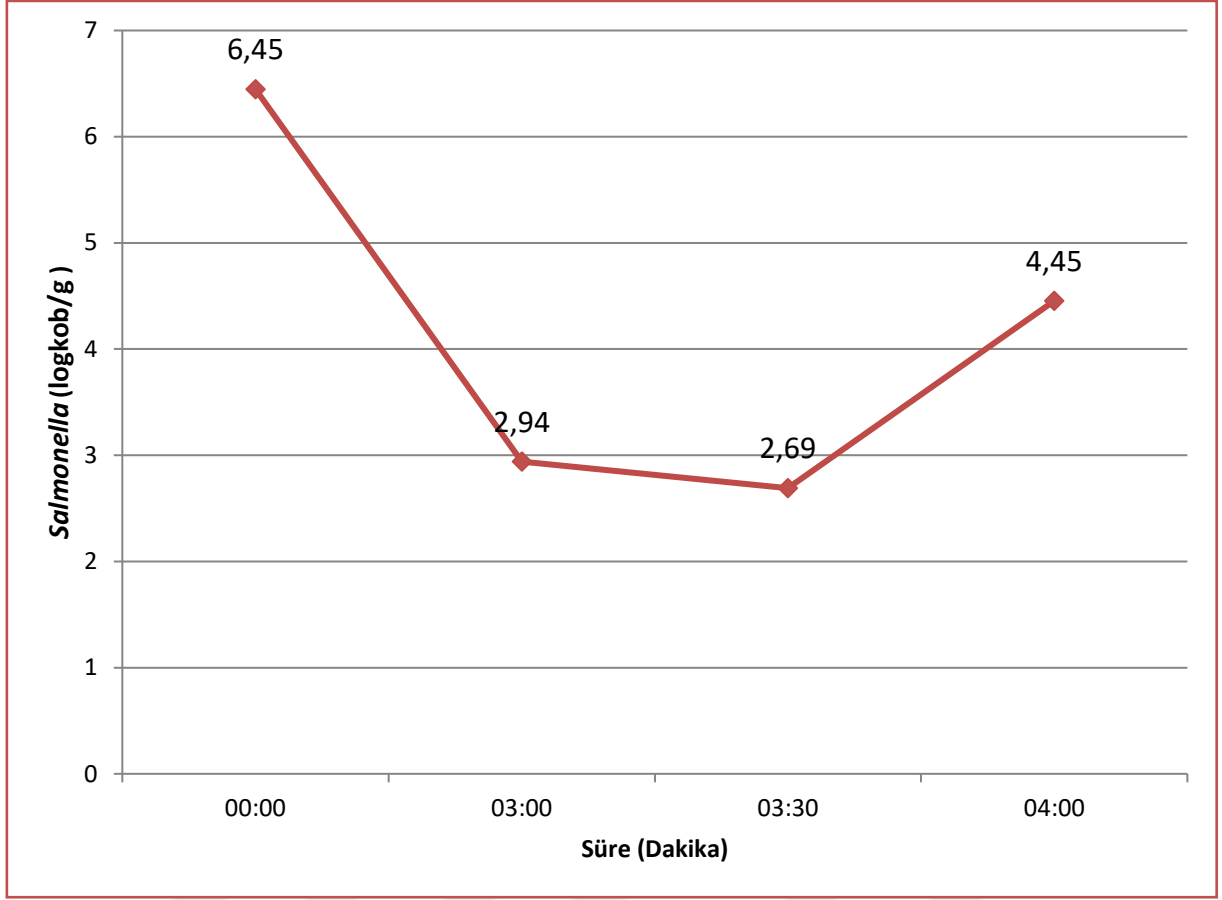
4.5 Kasap Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 140 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

Çalışmaya 120 °C de pişirme sonuçlarının istenilen termal inaktivasyonu sağlayamaması nedeni ile 140 °C ızgara sıcaklığında ve toplamda 4 dk pişirme süresi olacak şekilde devam edildi. Yine başlangıçta kasap köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın 03:00, 03:30, 04:00. dakikalardaki alınan örneklerinde *Salmonella* sayımı yapıldı. Analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.6 da verildi.

Çizelge 4.6. *Salmonella* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 140 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları

Pişirme Süresi (dk)	<i>Salmonella</i> Sayısı (log kob/g)
00:00	6,45
03:00	2,94
03:30	2,69
04:00	4,45

Çalışmada başlangıç olarak kasap köfte örneğine 6,45 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* patojeninin 03:00. dk sında 3,51 log kob/g 'lık bir azalma sağlanarak 2,94 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi. 03:30. dkda alınan örnekte 2,69 log kob/g *Salmonella* varlığı tespit edildi. 04:00. dk da alınan örneklerde *Salmonella* seviyesi 4,45 log kob/g olarak tespit edildi. Çalışmaya baktığımızda köfte örneklerinin ilk 03:00. dk daki ısıl işlem sonucunda bir azalma gözlemlendi. 4 dk lık ısıl işlem sonunda 2 log kob/g 'lık bir azalma gözlemlendi. Yapılan 2 tekrarlı çalışmada da benzer sonuçlara varıldı. 04:00. dk sonundaki sayımda meydana gelen düşük seviyeli artışın ise; ızgara yüzey sıcaklığında yaşanan dalgalanmaların ve yüzeydeki bölgesel sıcaklık farklılıklarının meydana gelmesi olarak düşünüldü. Yine köfte örnekleri arasındaki varyasyonların da bunda etkili olduğu düşünüldü. 140 °C ızgara sıcaklığının ve 4 dk pişirme süresinin istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı tespit edildi.



Şekil 4.3. Kasap köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 140 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi

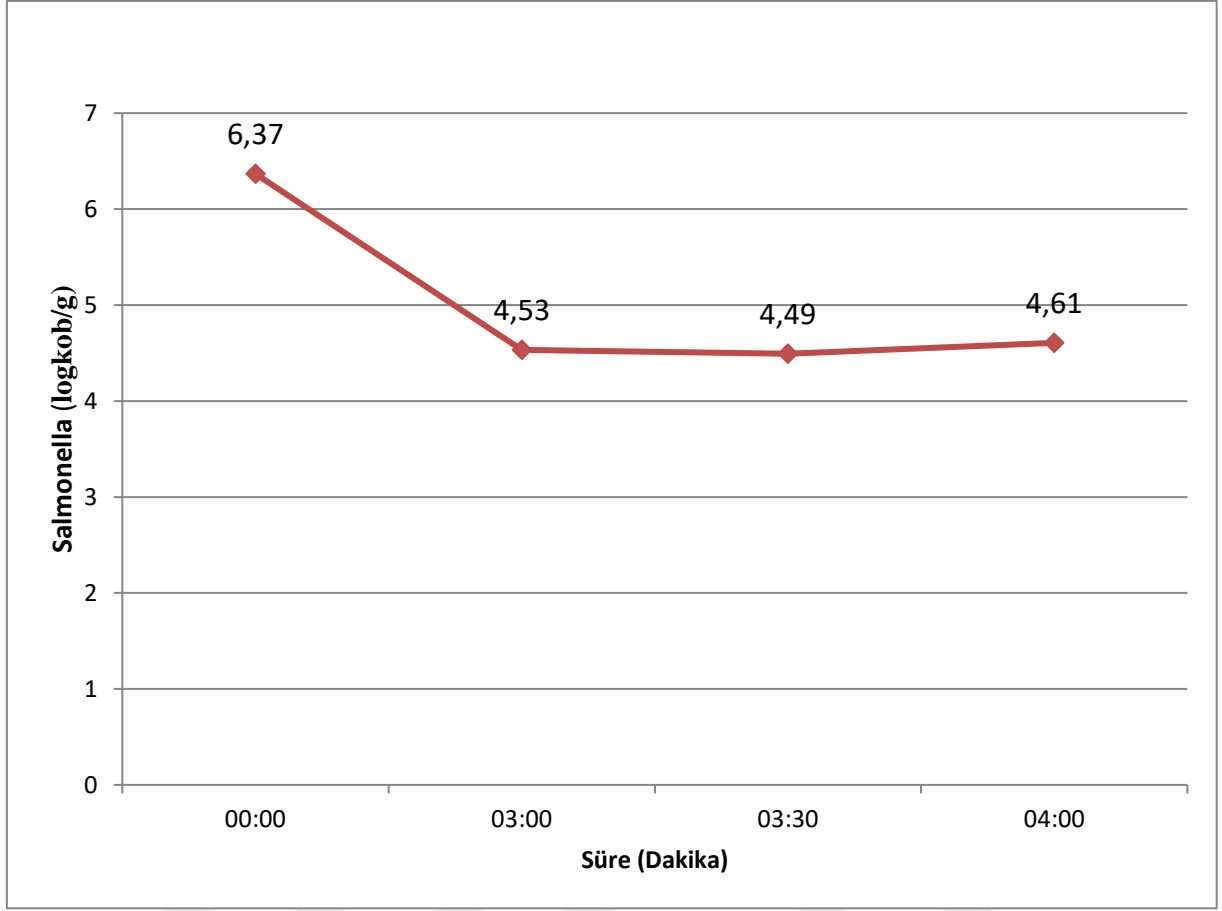
4.6 İnegöl Köftee İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 140 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

Başlangıçta inegöl köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın 03:00, 3:30, 04:00. dakikalardaki alınan örneklerinde *Salmonella* sayımı yapıldı. Analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.7 de verildi.

Çizelge 4.7. *Salmonella* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 140 °C ızgara sıcaklığındaki pişirme süresi ve sayım sonuçları

Pişirme Süresi (dk)	<i>Salmonella</i> Sayısı (log kob/g)
00:00	6,37
03:00	4,53
03:30	4,49
04:00	4,61

Çalışmada başlangıç olarak İnegöl köfte örneğine 6,37 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* patojeninin 03:00. dk sında 1,84 log kob/g ' lık bir azalma sağlanarak 4,53 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi. 03:30. dk da alınan örnekte çok düşük bir azalma gözlemlenerek alınan örnekte 4,49 log kob/g *Salmonella* varlığı tespit edildi. 04:00. dk da alınan örneklerde ise *Salmonella* sayısının 4,61 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi. Çalışmaya baktığımızda köfte örneklerinin ilk 03:30. dkdaki ısı işlem sonunda bir azalma gözlemlendi. 4 dk lık ısı işlem sonucunda 1,56 log kob/g ' lık bir azalma tespit edildi. 04:00. dk sonundaki sayımda meydana gelen düşük seviyeli artışın ise; ızgara yüzey sıcaklığında yaşanan dalgalanmaların ve yüzeydeki bölgesel sıcaklık farklılıklarının meydana gelmesi olarak düşünüldü. Yine köfte örnekleri arasındaki varyasyonların da bunda etkili olduğu düşünüldü. 140 °C ızgara sıcaklığının ve 4 dk pişirme süresinin istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı tespit edildi.



Şekil 4.4. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 140 °C ızgara sıcaklığında zamana bağlı değişimi

Çalışmaya 120 ve 140 °C ızgara sıcaklıklarında 4 dk lık pişirme süresinin istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı için 150 ve 160 °C ızgara sıcaklıklarında 4 dklık pişirme süreleri ile devam edildi ancak bu sıcaklık ve sürelerde de istenilen 5 log luk azalma gerçekleşmedi. Bu yüzden ızgara sıcaklığı 170 °C' ye yükseltildi. Köfte örnekleri süreye bağlı olarak pişirme yöntemi yerine köfte merkez sıcaklıklarına bağlı olarak pişirilme yöntemine geçildi.

4.7 KasapKöfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 170 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

170 °C ızgara sıcaklığında kasap köfte örneklerinin pişirme yöntemi ile ısıl işlemi uygulandı. Yine başlangıçta kasap köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen

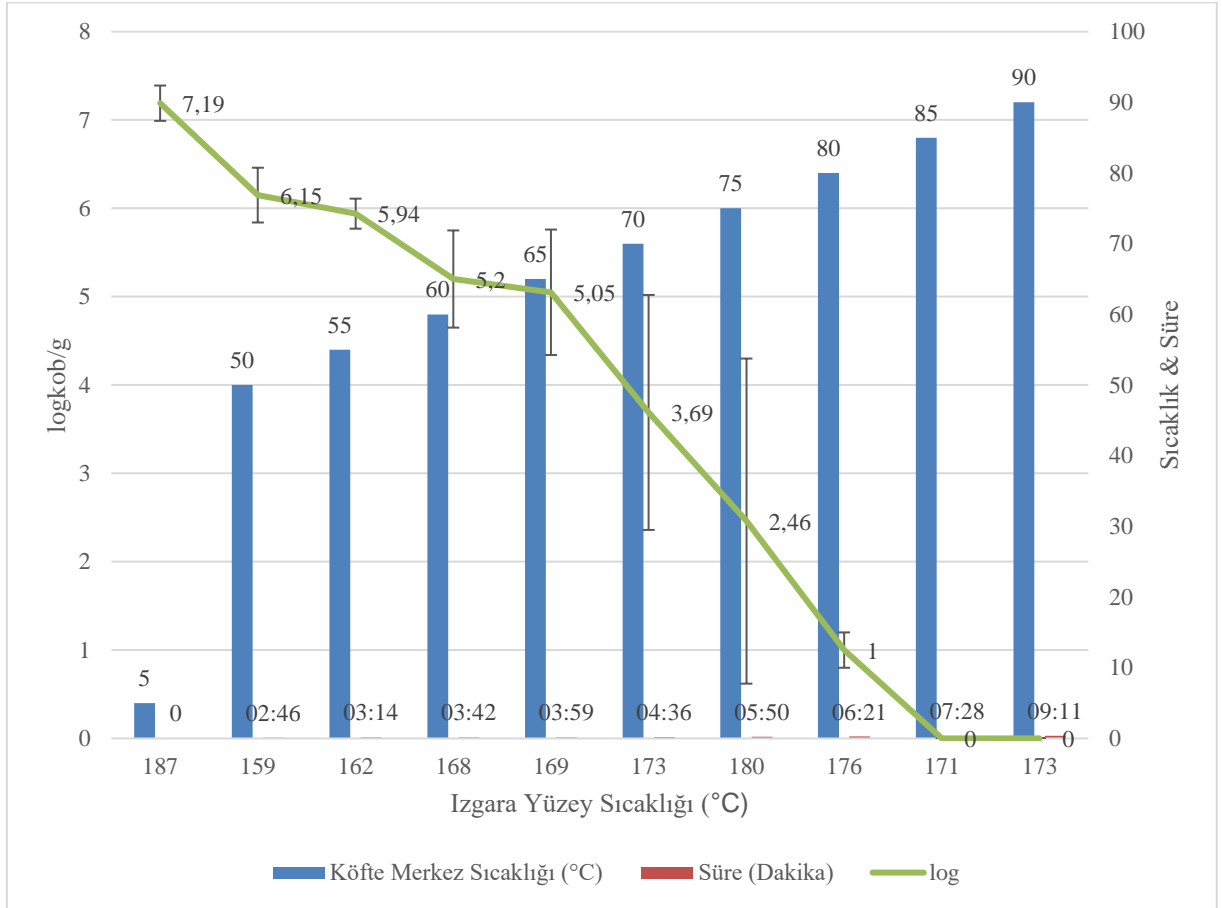
Salmonella'nın köfte örneklerinin merkez sıcaklıklarına bağlı *Salmonella* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığına bağlı *Salmonella* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.10'da verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara sıcaklıkları ve pişme süresi değerleri ise Çizelge 4.8'de verildi.

Çizelge 4.8. *Salmonella* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin 170 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişirme süresi değerleri

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dk)
5	187	0
50	159	02:46
55	162	03:14
60	168	03:42
65	169	03:59
70	173	04:36
75	180	05:50
80	176	06:21
85	171	07:28
90	173	09:11

Çizelge 4.8 ve 4.10 incelendiğinde kasap köfte örneğine ortalama 7,19 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 170 °C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Başlangıç *Salmonella* sayısı ile 50 °C deki köfte örneklerine bakıldığında bir azalmanın olduğu görülmektedir ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P>0,05$) (Çizelge4.10). Köfte merkez sıcaklığı 50 °C sıcaklığa 02:46 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 159 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.8). 60 °C deki köfte örneklerine bakıldığında ise başlangıç *Salmonella* sayısı ile örnek arasında 1,99 log kob/g 'lık bir patojen azalması bulundu. Bu azalmanın istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edildi ($P<0,05$) (Çizelge 4.10). Köfte örnekleri 60 °C merkez sıcaklığına 03:42 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 168 °C ölçüldü (Çizelge 4.8). Köfte örnekleri 70 °C merkez sıcaklığına ulaştıklarında ise *Salmonella* sayısı 3,69 log kob/g seviyesinde idi (Çizelge 4.10). 70 °C merkez sıcaklığına 04:36 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 173 °C ölçüldü

(Çizelge 4.8). Kasap köfte örnekleri 80 °C ye 06:21 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı 176 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.8). 80 °C ye ulaşılan merkez sıcaklıkta kasap köfteler için 6,19 log kob/g 'lık bir *Salmonella* inaktivasyonu belirlendi. Bu azalma da istatistiksel olarak önemli bulundu ($P<0.05$) (Çizelge 4.10).



Şekil 4.5. Kasap köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi

4.8 İnegöl Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 170 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

170 °C ızgara sıcaklığında İnegöl köfte örneklerinin pişirme yöntemi ile ısı işlemleri uygulandı. Yine başlangıçta İnegöl köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte örneklerinin merkez sıcaklıklarına bağlı *Salmonella* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığına bağlı *Salmonella* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge

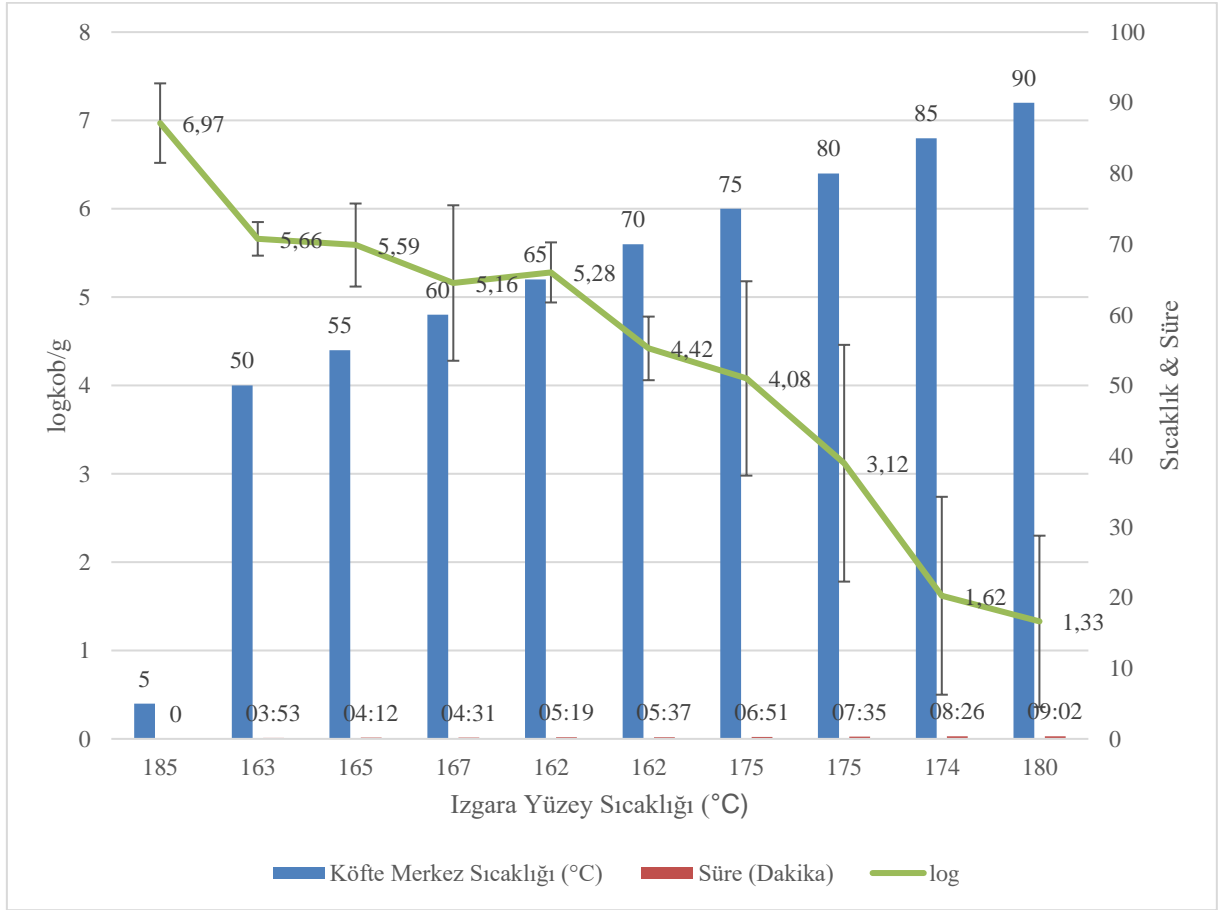
4.10'da verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara sıcaklıkları ve pişme süresi değerleri ise Çizelge 4.9'da verildi.

Çizelge 4.9. *Salmonella* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin 170 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dk)
5	185	0
50	163	03:53
55	165	04:12
60	167	04:31
65	162	05:19
70	162	05:37
75	175	06:51
80	175	07:35
85	174	08:26
90	180	09:02

Çizelge 4.9 ve 4.10 incelendiğinde inegöl köfte örneğine ortalama 6,97 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 170 °C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Başlangıç *Salmonella* sayısı ile 50 °C deki köfte örneklerine bakıldığında örnek arasında 1,31 log kob/g 'lık bir *Salmonella* azalması meydana geldiği ve istatistiksel olarak azalmanın olduğu saptandı ($P<0,05$) (Çizelge 4.10). Köfte merkez sıcaklığı 50 °C sıcaklığa 03:53 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 163 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.9). 60 °C deki köfte örneklerine bakıldığında ise başlangıç *Salmonella* sayısı ile örnek arasında 1,81 log kob/g 'lık bir patojen azalması bulundu. Bu azalmanın istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edildi ($P<0,05$) (Çizelge 4.10). Köfte örnekleri 60 °C merkez sıcaklığına 04:31 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 167 °C ölçüldü (Çizelge 4.9). Köfte örnekleri 70 °C merkez sıcaklığa ulaştıklarında ise *Salmonella* sayısı 2,55 log kob/g azalarak 4,42 log kob/g seviyesinde idi (Çizelge 4.10). Bu azalmanın da istatistik olarak önemli olduğu tespit edildi ($P<0,05$) (Çizelge 4.10). 70 °C merkez sıcaklığına 05:37dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 162 °C ölçüldü (Çizelge 4.9). İnegöl köfte örnekleri 85 °C ye 08:26 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı 174 °C olarak ölçüldü (Çizelge

4.9).85°C ye ulaşılan merkez sıcaklıkta inegöl köfteler için 5,35 log kob/g 'lık bir *Salmonella* azalması rapor edildi (P<0.05) (Çizelge 4.10).



Şekil 4.6. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi

Çizelge 4.10. Deneysel *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerde patojenin 170 °C ızgara sıcaklığındaki termal inaktivasyonu

Köfte Tipi	Merkezi Sıcaklık									
	Başlangıç	50	55	60	65	70	75	80	85	90
İnegöl	6,97±0,45 ^{aX}	5,66±0,19 ^{bX}	5,59±0,47 ^{bX}	5,16±0,88 ^{bX}	5,28±0,34 ^{bcX}	4,42±0,36 ^{cX}	4,08±1,10 ^{cX}	3,12±1,34 ^{Xd}	1,62±1,12 ^d	1,33±0,97 ^d
Kasap	7,19±0,2 ^{aX}	6,15±0,31 ^{abX}	5,94±0,17 ^{abX}	5,20±0,55 ^{bX}	5,05±0,71 ^{bX}	3,69±1,33 ^{bX}	2,46±1,84 ^{bcX}	1,00±0,20 ^{cY}	< 1	< 1

(log kob/g) (n:3, N:6).

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

X, Y: Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

4.9 Kasap Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 180 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

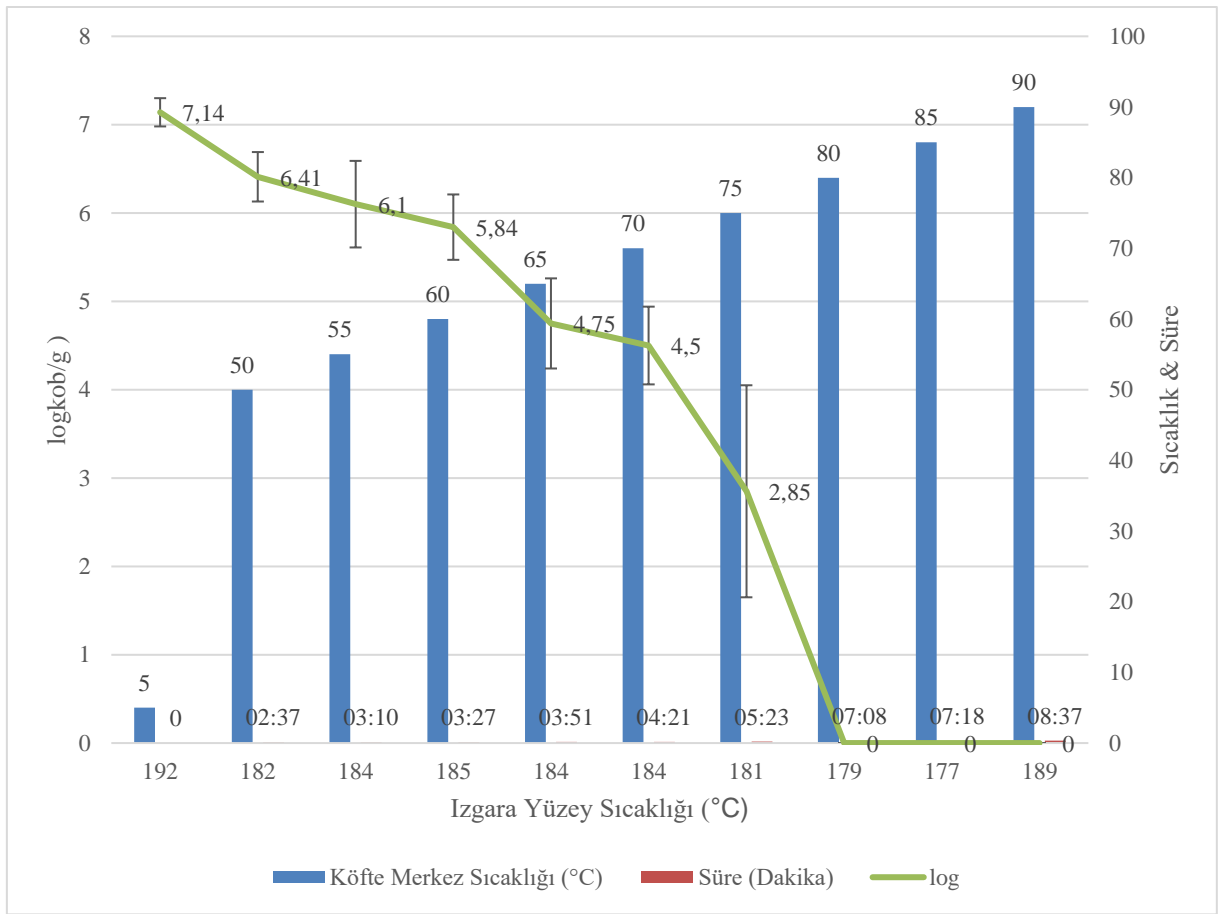
180 °C ızgara sıcaklığında kasap köfte örneklerinin pişirme yöntemi ile ısı işlemleri uygulandı. Yine başlangıçta İnegöl köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte örneklerinin merkez sıcaklıklarına bağlı *Salmonella* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığına bağlı *Salmonella* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.13'de verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara sıcaklıkları ve pişme süresi değerleri ise Çizelge 4.11'de verildi.

Çizelge 4.11. *Salmonella* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerine 180 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dk)
5	192	0
50	182	02:37
55	184	03:10
60	185	03:27
65	184	03:51
70	184	04:21
75	181	05:23
80	179	07:08
85	177	07:18
90	189	08:37

Çizelge 4.11 ve 4.13 incelendiğinde kasap köfte örneğine ortalama 7,14 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 180 °C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Başlangıç *Salmonella* sayısı ile 50 °C deki köfte örneklerine bakıldığında bir azalmanın olduğu görülmektedir ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P > 0,05$) (Çizelge 4.13). Köfte merkez sıcaklığı 50 °C sıcaklığa 02:37dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 182 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.11). 60 °C deki köfte örneklerine bakıldığında ise başlangıç *Salmonella* sayısı ile örnek arasında 1,30 log kob/g lık bir patojen azalması bulundu. Bu azalmanın istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edildi ($P < 0,05$) (Çizelge 4.13). Köfte örnekleri 60 °C merkez sıcaklığına 03:27 dk da ulaştı ve

ızgara yüzey sıcaklığı da 185 °C ölçüldü (Çizelge 4.11). Köfte örnekleri 70 °C merkez sıcaklığa ulaştıklarında ise *Salmonella* sayısı 4,50 log kob/g seviyesindeydi (Çizelge 4.13). 70 °C merkez sıcaklığına 04:21dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 184 °C ölçüldü (Çizelge 4.11). Kasap köfte örnekleri 80 °C ye 07:08 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı 179 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.11). 80 °C ye ulaşılan merkez sıcaklık da kasap köfteler için istenilen 5 log' luk bir *Salmonella* inaktivasyonu belirlendi. Bu azalma da istatistiksel olarak önemli bulundu ($P<0.05$) (Çizelge 4.13).



Şekil 4.7. Kasap köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi

4.10 İnegöl Köfteye İnoküle Edilen *Salmonella*'nın 180 °C Izgara Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

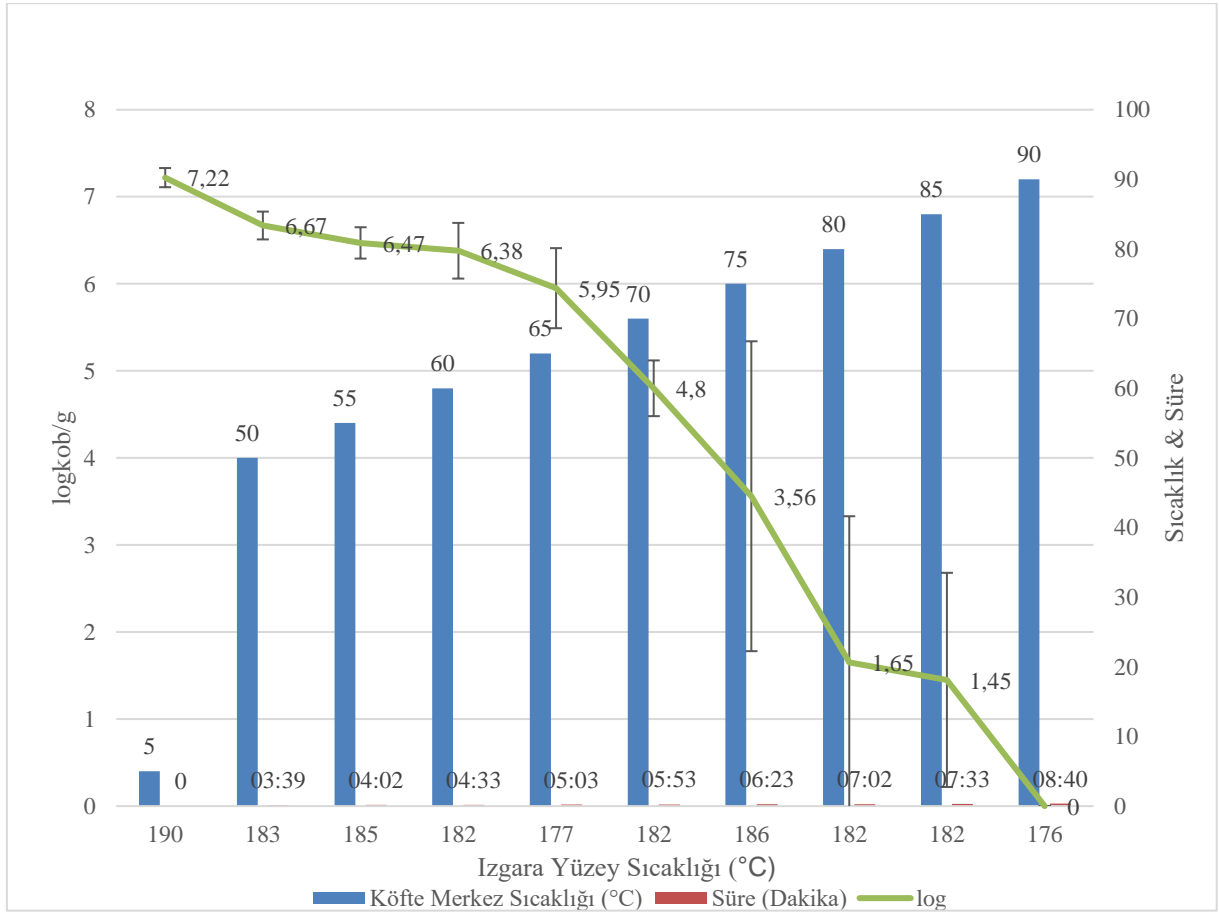
180 °C ızgara sıcaklığında inegöl köfte örneklerinin pişirme yöntemi ile ısı işleminin uygulandı. Yine başlangıçta inegöl köftelere 7 ± 1 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte örneklerinin merkez sıcaklıklarına bağlı sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığına bağlı *Salmonella* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.13'de verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara sıcaklıkları ve pişme süresi değerleri ise Çizelge 4.12'de verildi.

Çizelge 4.12. *Salmonella* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerine 180 °C ızgara sıcaklığındaki köfte merkez sıcaklığı, ızgara sıcaklığı ve pişme süresi değerleri

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dk)
5	190	0
50	183	03:39
55	185	04:02
60	182	04:33
65	177	05:03
70	182	05:53
75	186	06:23
80	182	07:02
85	182	07:33
90	176	08:40

Çizelge 4.12 ve 4.13 incelendiğinde İnegöl köfte örneğine ortalama 7,22 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 180 °C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Başlangıç *Salmonella* sayısı ile 50 °C deki köfte örneklerine bakıldığında bir azalmanın olduğu görülmektedir ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P>0,05$) (Çizelge4.13). Köfte merkez sıcaklığı 50 °C sıcaklığa 03:39 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 183 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.12). 60 °C deki köfte örneklerine bakıldığında ise başlangıç *Salmonella* sayısı ile örnek arasında 0,84 log kob/g 'lık bir patojen azalması bulundu. Bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edildi ($P>0,05$) (Çizelge 4.13). Köfte örnekleri 60 °C merkez sıcaklığına 04:33 dk da ulaştı ve

ızgara yüzey sıcaklığı da 182 °C ölçüldü (Çizelge 4.12). Köfte örnekleri 70 °C merkez sıcaklığa ulaştıklarında ise *Salmonella* sayısı 2,42 log kob/g azalarak 4,80 log kob/g seviyesinde idi (Çizelge 4.13). Bu azalmanın istatistik olarak önemli olduğu tespit edildi (P<0.05) (Çizelge 4.13). 70 °C merkez sıcaklığına 05:53 dk da ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı da 182 °C ölçüldü (Çizelge 4.12). İnegöl köfte örnekleri 80 °Cye 07:02 dkda ulaştı ve ızgara yüzey sıcaklığı 182 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.12).80 °C ye ulaşılan merkez sıcaklıkta İnegöl köfteler için 5,57log kob/g 'lık bir *Salmonella* azalması rapor edildi (P<0.05) (Çizelge 4.13).



Şekil 4.8. İnegöl köfte örneğine inoküle edilen *Salmonella* 'nın 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığına bağlı değişimi

Çizelge 4.13. Deneysel *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerde patojenin 180 °C ızgara sıcaklığındaki termal inaktivasyonu

Köfte Tipi	Merkezi Sıcaklık									
	Başlangıç	50	55	60	65	70	75	80	85	90
İnegöl	7,22±0,11a	6,67±0,16a	6,47±0,18a	6,38±0,32a	5,95±0,46ab	4,8±0,32b	3,56±1,78b	1,65±1,68c	1,45±1,23c	<1
Kasap	7,14±0,16a	6,41±0,28ab	6,10±0,49ab	5,84±0,37b	4,75±0,51b	4,50±0,44b	2,85±1,2c	<1	<1	<1

(log kob/g) (n:3, N:6).

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

X, Y: Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Salmonella ile deneysel kontamine edilen köfte örneklerinin elektrikli ızgara üzerinde pişirilerek termal inaktivasyonunun araştırıldığı çalışmalar yok denecek kadar azdır. Daha çok yapılan çalışmalar kıyma, dana eti ve köftelerin su banyosundaki D ve Z değerlerinin bulunarak termal inaktivasyon modellemesi üzerinedir. Murphy ve arkadaşları (2002), sığır kıymalarından yapılan köftelere 6 farklı *Salmonella* serotipi (*S. senftenberg*, *S. Typhimurium*, *S. heidelberg*, *S. mission*, *S. montevideo* ve *S. californica*) inoküle etmiştir. Daha sonra bu köftelerin su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65 °C sıcaklıklarda termal inaktivasyon değerlerini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda D değerlerini sırası ile 9,09, 7,7, 4,8, 2,4 ve 0,97 dk olarak hesaplamışlar ve Z değerini ise 9,14 °C olarak bulmuşlardır [73]. Osaili ve arkadaşları (2007), formüle edilmiş tüketime hazır domuz köftelerinde *Salmonella* için termal inaktivasyon çalışmaları ile D ve Z değerlerini belirlemişlerdir. Patojen inoküle edilen domuz köfte örnekleri steril torbalara alınmış ve su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65, 67,5 ve 70 °C için D ve Z değerleri hesaplanmıştır. D değerlerini sırası ile 69,48, 29,99, 15,20, 7,71, 2,64, 0,61, 0,29 dk ve Z değerini de 6,2 °C olarak bulmuşlardır [75]. Orta Ramirez ve arkadaşları (1997), sığır kıymalarında *Salmonella* patojeni ile yaptıkları termal inaktivasyon çalışmasında D ve Z değerlerini ortaya koymuşlardır. Su banyosunda 53, 58, 63 ve 68 °C için alınan örneklerde *Salmonella*'nın D değerlerini sırası ile 53, 15,17, 2,08, 0,22 dk ve Z değerini ise 6,25 °C olarak belirlemişlerdir [84].

Bu tip çalışmalar benmari ortamında yapıldığından ısının gıda içinde dağılımı çok hızlı ve eşit miktarda olmaktadır. Ancak bu tip çalışmalara bakıldığında aynı ürün gruplarında aynı sıcaklık derecesinde bile çok farklı D ve Z değerlerinin bulunduğu görülmektedir. Bunun sebeplerinin ise ürünün kendi içerisindeki yağ, tuz pH, şekil ve boyut farklılıklarının yanı sıra patojen mikroorganizma suşuna kadar çok fazla etkenlerin olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda iki farklı köfte türünde özellikle şekil ve boyut farklılıkları bulunan kasap ve İnegöl köftelerin termal inaktivasyonu araştırılmıştır ve bu bağlamda köftelerin kalınlık farkları, İnegöl köftenin kasap köftele göre daha kalın olması, kasap köftenin yüzey alanının daha geniş olması nedeni ile daha çabuk ısınmış ve termal inaktivasyon etkisi daha fazla olmuştur. İnegöl köftede ise ızgaraya temas eden kısmın çok daha az olmasına bağlı olarak daha yavaş ısınmış ve patojen sayısı yeterince azalmamıştır. Bu durum patojenin termal adaptasyon sağlamasına neden olmuş olabilir. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda da Velasquez ve arkadaşları (2010), yaptıkları çalışmada 2 farklı

domuz etine inoküle edilen *Salmonella*'nın öğütülüp kıyma haline getirilmiş ve bütün et olarak marine edilmiş domuz etinin termal inaktivasyon değerlerini araştırmışlardır. Çıkan sonuçlarda bütün ve marine edilmiş domuz etinin, kıyma haline getirilmiş domuz etinden ısıya daha dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın fiziksel olarak farklılığın bulunması ve marinasyonun etkisi olduğu düşünülmektedir [85]. Yine başka bir çalışmada Tuntivanıçlı ve arkadaşları (2008), bütün hindi eti ve kıyma haline getirilmiş hindi etine inoküle ettikleri *Salmonella*'nın termal direncini araştırmışlardır. Bu çalışma sonunda da bütün hindi etinin, kıymaya göre daha fazla termal direnç sergilediğini tespit etmişlerdir [86]. Mogollon ve arkadaşları (2009), yaptığı çalışmada *Salmonella* patojeninin kas ve şekil yapısına bağlı ısı direnci arasındaki fonksiyonel ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada toplamda 4 farklı şekildeki tam kas (Whole-muscle), kaba öğütülmüş et (Coarsely ground beef), ince öğütülmüş et (Finely ground beef), püre haline getirilmiş et (Beef puree) sığır etlerini kullanmışlardır. Su banyosunda yapılan çalışmada tam kas et türünün 60 °C' deki ortalama D değeri 2,7 dk bulunurken diğer 3 öğütülmüş et türünde önemli bir fark bulunamamıştır. Ortalama 60 °C' deki D değerleri 1,2 dk bulunmuştur. Yani bu çalışma sonucunda da tam kas yapısındaki etin ısı direnci daha yüksek çıkmış ve fiziksel yapının termal direnci etkilediği belirtilmiştir [87]. Literatürde bulunan bu çalışmalara bakıldığında çalışmamızı desteklediği fiziksel ve şekil farklılıklarının termal direnç üzerindeki etkisini ortaya koyduğu söylenebilmektedir.

Yine çalışmamızda termal inaktivasyonu etkileyeceğini düşündüğümüz bir parametre de kıymaların yağ oranları olmuştur. Bu yüzden de yağ oranları ortalama olarak sabit alınmaya çalışılmıştır. Literatürde yağ oranının etkisi ile ilgili çalışmalara bakıldığında Smith ve arkadaşları (2001), yaptığı çalışmada düşük (%4,8) ve yüksek (%19) yağlı sığır kıymalarında *Salmonella* Typhimurium için termal inaktivasyon değerlerini hesaplamışlardır. 55 °C de hesaplanan D değerlerine bakıldığında yüksek yağlı kıymada 21,98 dk iken düşük yağlı kıymada bu değer 9,05 dk hesaplanmıştır. Yani yağ oranının artması ile termal direncin de arttığı bu çalışmada gözlemlenmiştir [88]. Gurman ve arkadaşları (2016), yaptıkları çalışmada ekstra yağsız ve normal yağlı domuz kıymalarını *Salmonella* ile aşılamışlar ve burger köfte şekli verilerek elektrikli tavada pişirmişlerdir. Sonuç olarak yağ oranının artması ile *Salmonella* sağ kalımının da arttığını tespit etmişlerdir [89].

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında ürün merkez sıcaklıklarının kıyma ve ürünleri için 71,1 °C 'nin altındaki, kümes hayvanları ve ürünleri için 73,9 °C 'nin altındaki sıcaklıklarda patojenin inaktif olduğunu iddia eden çalışmalar da vardır. Murphy ve arkadaşları (2001), ısıtma işlemi uygulaması öncesinde 7 log kob/g *Salmonella senftenberg* ve *Listeria innocua* inoküle ettikleri köfte örneklerinin merkez sıcaklıkları 68 °C 'ye ulaştığında *Salmonella senftenberg* ve *Listeria innocua* tespit etmemişlerdir [90]. Yine Murphy ve arkadaşları (2004), dana/hindi kıyması örneklerinin hava etkili fırında ısıtma işlemi uygulanması ile merkez sıcaklıklarının 71 °C 'ye ulaştığında 7 log kob/g 'lık *E.coli*, *Salmonella* ve *Listeria* azalması sağlamışlardır [91]. Sallam ve arkadaşları (2006), yaptıkları çalışmada yerel bir et işleme tesisinden temin edilen bologna emülsiyon hamurunda *Salmonella* ile *Listeria* patojeninin termal ısı direncini belirlemişlerdir. *Salmonella* daha az ısıya dayanıklı çıkmıştır. Başlangıçta 7log kob/g inoküle edilen patojenlerin endüstriyel koşullar oluşturularak fırında merkez sıcaklık 73 °C 'ye ulaşmaya kadar pişirilmesi ve sonrasında soğutulması ile birlikte ticari olarak uygulanan 73 °C merkez sıcaklık sonunda 5 log' luk ölüm her iki patojen için görülmüştür [92]. Pittia ve arkadaşları (2008), yaptıkları çalışmada ısıtma işlemi öncesinde 7 log kob/g *Listeria innocua* inoküle ettikleri köfte örneklerini fırında köfte merkez sıcaklıkları 71,5 °C 'ye ulaşmaya kadar pişirdiklerinde, ısıtma işlemi sonucunda bu sıcaklıkta köfte örneklerinde *Listeria* tespit etmemişlerdir [93].

Yapılan çalışmalardan ürün çeşitlerine göre aynı bakterinin farklı ürünlerde farklı termal dirençler sergilediklerini göstermektedir. Bunlardan Sindelar ve arkadaşları (2018), yaptıkları çalışmada 3 farklı üründe *Salmonella*, *Listeria* ve *E.coli* için termal dirençlerini hesaplamışlardır. *Salmonella* patojeni için 54,4 °C için D değerleri dana rosto örneğinde 9,34 dk, jambon örneğinde 16,40 dk ve hindi göğüs de ise 19,45 dk olarak bulunmuştur. Z değerleri ise sırası ile 7,87 °C, 5,70 °C, 6,90 °C olarak hesaplamışlardır [74]. Yine başka bir çalışmada Murphy ve arkadaşları (2002), *Salmonella*'nın farklı et ürünlerindeki termal dirençlerini incelemişlerdir. 55, 57,5, 60, 62,5, 65, 67,5, 70 °C için D ve Z değerlerini hesaplamışlardır. Sığır köftelerinde D değerleri sırası ile 9,09, 7,70, 4,80, 2,40, 0,97, 0,57, 0,25 dk ve Z değerini ise 9,14 °C olarak bulmuşlardır. Türk usulü köftede ise aynı sıcaklıklardaki D değerleri 20,58, 12,89, 4,42, 2,04, 1,03, 0,71, 0,37 dk ve Z değerini de 8,35 °C olarak bulmuşlardır [73]. *Salmonella* patojeninin kendi içerisinde suşlarının termal inaktivasyondaki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda yine literatürde mevcuttur. Bu farklılıklar nedeni ile bizim çalışmamızda sadece *Salmonella* Typhimurium suşu

kullanılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında Bayne ve arkadaşları (1969), yaptıkları çalışmada 75 serotipi temsil eden yaklaşık 300 kültür içerisinde ısıya en dirençli olanın *Salmonella senftenberg* 775W olduğunu bildirmişlerdir [94]. Quintavalla ve arkadaşları (2001), yaptıkları çalışmada domuz etine kontamine edilen 8 farklı *Salmonella* suşunun (*Salmonella* Typhimurium (3 farklı türü), *Salmonella derby*, *Salmonella postdam*, *Salmonella menston*, *Salmonella eppendorf*, *Salmonella kingston*) 58-63 °C' deki D değerlerini hesaplamışlardır. Çalışma sonunda ısıya en dirençli suşun *Salmonella postdam* olduğu, en dirençsiz ise *Salmonella kingston* olduğunu söylemişlerdir [95].

Literatürde kondüksiyonel olarak ısı ile pişirme yöntemi ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır. Çalışmamızda elektrikli ızgara üzerinde kondüksiyonel olarak pişirme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında daha çok konveksiyonel ısı iletimi ile fırında ısı ile işlem uygulamaları mevcuttur. Konveksiyonel iletimin kondüksiyona göre farkı ısının bir akışkan içinde yayılma ve sürüklenme hareketleri ile tüm bölgesine eşit olarak dağılmasıdır. Kondüksiyon ile ısı transferinde ise bu iletim bir maddeden diğerine temas yolu ile iletilmesidir. Bu da temas yüzeyinin, kalınlık gibi fiziksel özelliklerin değişmesi ile değişebilmektedir. Çalışmamızda da yine ızgara üzerinde gerçekleşen ısı ile işlem nedeni ile iki köfte çeşidinde termal inaktivasyon farklılıkları ortaya çıkmıştır. Konveksiyonel fırında ısı ile işlem uygulaması ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında çalışmamızı destekleyen sonuçlar olduğu görülmektedir. Murphy ve arkadaşları (2001), yaptığı bir çalışmada başlangıçta 7 log kob/g seviyesinde *Salmonella senftenberg* ve *Listeria innocua* inoküle edilen tavuk kıyması köftelerini konveksiyon fırınında ısı ile işlem uygulamışlardır. Isıl işlem sonunda köftelerin merkez sıcaklığı 80°C'ye ulaştığında 1 log kob/g *S.senftenberg* ve 3 log kob/g *L.innocua*; köfte merkez sıcaklığı 70°C'ye ulaştığında ise 4 log kob/g *S.senftenberg* ve 5 log kob/g *L.innocua* tespit etmişlerdir [96]. Shen ve arkadaşları (2011), dana kıymasına ısı ile işlem öncesi 6,4 log kob/g seviyesinde *E.coli* O157:H7 inoküle edilip 205 °C fırın sıcaklığında merkez sıcaklık 65 °C'ye ulaştığında 3,3 log kob/g *E. coli* O157:H7 azalışı tespit etmişlerdir [97]. Abani ve arkadaşları (2007), yaptıkları çalışmada ısı ile işlem öncesi yaklaşık 6-7 log kob/g *L. innocua* inoküle edilen piliç göğsü örneklerinin 170 °C fırın sıcaklığında 10 dk boyunca ısı ile işlem maruz bırakılması ile merkez sıcaklığı 79 °C, 200 °C fırın sıcaklığı ile 82,6 °C merkez sıcaklığa ulaşmış ve piliç göğsünde *L. innocua* tespit edilememiştir [98]. Yine Yılmaz ve

arkadaşları (2005), ısıtım işlem öncesinde 4 log kob/g *E. coli* O157:H7 inoküle edilen köfte örneklerine konvensiyonel fırında köfte merkez sıcaklığı 78 °C 'ye ulaşana kadar ısıtım işlem uygulandığında köftelerde *E. coli* O157:H7 tespit edilememiştir [99]. Kışla ve Dadalı (2018), yaptığı çalışmada bütün piliç örneğine başlangıçta ortalama 7,29 log kob/g *Salmonella* Enteridis 'in fırında ısıtım ilme uygulanması ile 45. dk sonunda 1,96 log kob/g olduğu ve merkez sıcaklığının 74,04 °C olduğu görülmüştür. 60. dkda ise *Salmonella* sayısının <10 log kob/g olduğu ve piliç merkez sıcaklığının 84,8 °C olduğu bulunmuştur [100]. Tüm bu çalışmalara bakıldığında da Amerika Birleşik Devletleri Tarım-Gıda Güvenliği ve Denetim Hizmetleri Servisi Bölümü (United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Services, USDA-FSIS)'nün belirlemiş olduğu kıyma ve ürünleri için minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1 °C ve tavuk ve ürünleri için ise 73,9 °C 'yi sağlamadığı, bu sıcaklıkların üzerinde merkez sıcaklıklarda patojen termal inaktivasyonunun sağlandığını tespit etmişlerdir [101]. Yapılan bu çalışmalarda çalışmamızı bu yönden desteklemektedir.

Yine sahadaki veriler ile gerçekleştirilen pişirme işleminin patojen eliminasyonunu tamamen sağlamadığına dair çalışmalar bulunmaktadır. Lahou ve arkadaşlarının (2015), gerçekleştirdiği bir çalışmada çeşitli et ve et ürünlerinin tavada kızartılmasında *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, tüketiciler tarafından etin görsel olarak tamamen pişirildiği değerlendirilse bile tavada kızartma işleminden sonra hayatta kalan patojenlerin hâlâ mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır [102]. Çetinkaya ve Soyutemiz (2005), yaptıkları çalışmada İnegöl köftelerinde *Listeria monocytogenes*' in termal direncini belirlemek için köfteleri 3 gruba ayırmışlardır. Birinci gruptaki köftelere 8,0x10², 1,9x10³, 6,0x10³ ve 2,4x10⁴ log kob/g seviyelerinde *L.monocytogenes* inoküle edilerek 85 °C' lik iç ısıda 4 dk boyunca pişirilmiştir. İkinci gruptaki köftelere 1,0x10², 2,0x10², 8,0x10², 5,6x10⁵ ve 2,0x10⁶log kob/g seviyelerinde *L. monocytogenes* inoküle edilerek 80 °C'lik iç ısıda 4 dk boyunca pişirilmiştir. Üçüncü gruptaki köfteler ise 5,6x10⁵ ve 2,0x10⁶ log kob/g seviyelerinde *L. monocytogenes* inoküle edilerek 63 °C' lik iç ısıda 30 dk boyunca pişirilmiştir. (Tam olarak nasıl bir pişirme yöntemi tercih edildiği bilinmemektedir). Yapılan çalışma sonunda 1. ve 2. gruptaki köfte örneklerinde direk ekim yöntemi ile *Listeria* saptanmadığı bildirilmiştir. Fakat 80 °C iç ısıda 4 dk ısıtım işlem ile zarar görmüş örneklerde zenginleştirme yöntemi ile belirlenmiştir.

3. gruptaki işlem sonunda *Listeria* sayıları yaklaşık olarak 3 log kob/g seviyesinde azaltılmıştır. Çalışma sonucunda ıneğöl köftelere 85 °C iç ısıda 4 dklık pişirme işleminin $\leq 10^4$ log kob/g seviyelerindeki *L. monocytogenes* eliminasyonu için yeterli olduğu, 80 °C iç ısıda 4 dk uygulamasında 10^2 log kob/g üzerindeki patojen sayılarının tam olarak yıkılmadığı, sadece belirlenemeyen seviyelere azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, 63 °C'de 30 dk süreyle uygulanan pişirme işleminin *L. monocytogenes* 'in yüksek kontaminasyonunu ($\geq 10^5$ log kob/g) tamamen elimine etmediği ve bu köftelerin gıda kaynaklı *listeriosis* açısından, özellikle duyarlı kişilerde, risk oluşturabileceği sonucuna varmışlardır [103]. Manios ve Skandamis (2015), *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7'nin yaşamı ve termal inaktivasyonu üzerine donmuş, çözünmüş sığır köftelerinde fırın ve ızgarada pişirme yöntemlerinin etkinliğini incelemiştir. 75 gün boyunca donmuş muhafaza edilen köftede hayatta kalmış olan *E. coli*O157:H7'nin 71°C fırında pişirilmesine rağmen 3,1log' luk patojenin inaktive olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak her iki patojenin elimine edilmesi için gerekli etkin pişirme yönteminin fırın ve ızgarada 71°C'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir [104]. Samadpour ve arkadaşları (2008), yaptıkları çalışmada özellikle az pişmiş köfte ve hamburger tercih eden tüketicilerin karşılaşabileceği patojen riskini ortaya koymuşlardır. Öncelikle 10 farklı *Salmonella* serotipinin MDR (Antibiyotiğe karşı çoklu dirençli) ve NMDR (Antibiyotiğe karşı dirençsiz) olmak üzere 20 adet suşun ısı direncini belirlemişlerdir. Bu çalışmas onunda MDR ile NMDR serotipleri arasında ısı direnci açısından önemli bir fark bulamamışlardır. Ancak NMDR' ın MDR' a göre özellikle 55 ve 60 °C' de genellikle biraz daha ısıya dirençli olduğu, *Salmonella* antibiyotik direnci ve ısı direnci arasında belirgin bir ilişki olmadığı ve *Salmonella* ile antibiyotik direnci arasında hafif negatif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Daha sonra bu *Salmonella* serotipleri arasından *S. Typhimurium*, *S. anatum* ve *S. agona*' nın MDR ve NMDR suşlarının en dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Bu patojenleri, 1 cm kalınlığında 9 cm çapında hazırladıkları köfte örneklerinin içerisine şırınga ile yaklaşık 10^6 log kob/g seviyesinde aşlamışlardır. Daha sonra bu köfteleri elektrikli ev tipi çift taraflı (istiridye kabuğu) ızgarada pişirerek ısıl işlem uygulamışlardır. Köfte merkezine termokupl yerleştirilerek her 3 saniyede sıcaklık ölçümü izlenmiş ve kayıt edilmiştir. Köfte iç sıcaklıkları 48,9, 54,4, 60,0, 65,6 ve 71,1 °C' ye ulaştığında steril torbalara alınan köfte örnekleri buzlu suda hemen soğutularak ekimleri yapılmıştır. Başlangıçta yaklaşık olarak 6,4 log kob/g seviyesinde bulunan *Salmonella* suşlarının ısıl işlem sonunda 71,1 °C merkez

sıcaklığında ortadan kalktığı ancak birçok tüketicinin sulu (az pişmiş) hamburgerleri tercih ettiği ve bu sonuçlarda 65, 6 °C merkez sıcaklıkta alınan örneklerde özellikle NMDR *S. agona'* nın 2,4 log kob/g seviyelerinde azalarak 4 log kob/g seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma verileri özellikle az pişmiş tercih eden tüketiciler açısından köftelerde bulunabilecek *Salmonella* riskinin çok önemli derecelerde olduğunu göstermiştir [105].

Yine Webster J. (2018), hazırladığı yüksek lisans çalışmasında köfte ve tavuk nugget ürünlerinde *E. coli* ve *Salmonella* patojeninin termal ısı direncini hesaplamıştır. 2 gruba ayırdığı köftelerin biricisinde normal burger köfte haline getirmiştir. İkincisine ise %5,6 baharat bağlayıcı ilaveli olarak hazırlamıştır. Pişirme işlemi esnasındaköftelerin içerisine termistör probu yerleştirmiş ve sıcaklık ölçümlerini kaydetmiştir. Baharat ilavesinin köfte örneklerinde her iki patojen *E. coli* ve *Salmonella* için D ve Z değerini arttırdığını gözlemlemiştir. Baharatlı köfte örneklerinde *E. coli* 71 °C merkez sıcaklıkta 2,8 log kob/g azalırken 74 °C merkez sıcaklıkta 5 log kob/g ' dan fazla azalma sağlanmıştır. Tavuk nugget için de yine aynı şekilde 74 °C merkez sıcaklıkta *Salmonella* 3 log kob/g ' dan düşük iken, *E. coli* ise 5 log kob/g ' dan düşük çıkmıştır. Bu çalışmada da sonuç olarak önerilen 71,1 °C 'nin yeterli olmadığı tespit edilmiştir [106]. Bu çalışma sonuçlarının da yine çalışmamızı destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada saha araştırmaları sonrasında toplanan veriler doğrultusunda *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köfte örneklerinin elektrikli ızgarada ısıl işlem uygulanarak pişirilmesi ile termal inaktivasyonu araştırıldı.

Çalışma öncesinde saha verileri toplandı. Sahada tüketicie sunulan köftelerin pişirme koşulları, ızgara sıcaklıkları, köfte merkez sıcaklıkları araştırıldı. Bu doğrultuda saha çalışmaları sonucunda ortalama olarak minimum ızgara pişirme sıcaklığı 120 °C ve minimum pişirme süresi 4 dk olarak belirlendi ve çalışmaya bu sıcaklık ve sürede başlandı. Çalışmada ilk olarak kasap köftee 120 °C ızgara yüzey sıcaklığında ve 4 dk boyunca uygulanan ısıl işlem sonucundaki *Salmonella* sayısındaki değişim araştırıldı. Başlangıçta yaklaşık olarak kıymaörneğine 6,44 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* sayısının pişirme süresinin sonunda 4. dk da alınan örneklerde yaklaşık olarak 1,34 log kob/g 'lık bir azalma sonucunda 5,01 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi (Çizelge 4.4). 4 dk sonunda kasap köftelerde hedeflenen ve istenilen 5 log' luk bir *Salmonella* azalması tespit edilemedi. Aynı ızgara sıcaklığında 120 °C de İnegöl köfte örneklerinde başlangıçta yaklaşık olarak 6,37 log kob/g seviyesindeki *Salmonella*'nın 4. dk sonunda 1,46 log kob/g seviyesinde bir azalma sonucunda 4,91 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi (Çizelge 4.5). 4 dk sonunda İnegöl köftelerde hedeflenen ve istenilen 5 log' luk bir *Salmonella* azalması tespit edilemedi.

120 °C ızgara sıcaklığında yapılan çalışma sonucunda hem kasap köftede hem de İnegöl köfte örneklerinde istenilen ve hedeflenen termal inaktivasyon sağlanamadı. 120 °C ızgara yüzey sıcaklığının yetersiz kaldığı tespit edildi. Yine 4 dk uygulanan ısıl işlemin de istenilen termal inaktivasyonu sağlayamadığı görüldü. *Salmonella* sayım sonuçlarındaki dalgalanmaların da yine ızgaranın bölgesel olarak sıcaklık derecelerindeki farklılıklardan ve örnekler arası varyasyondan kaynaklandığı düşünüldü.

Çalışmaya 140 °C ızgara sıcaklığında devam edildi. Öncelikle *Salmonella* inoküle edilmiş kasap köfte örnekleri elektrikli ızgara üzerinde 4 dk boyunca pişirildi. Başlangıçta yaklaşık 6,45 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella* örneklerinin 4 dklık

pişirme sonunda alınan örneklerinde 2 log kob/g 'lık bir azalma gözlemlenerek 4,45 log kob/g olarak tespit edildi (Çizelge 4.6). 4 dk sonunda kasap köftelerde hedeflenen ve istenilen 5 log' luk bir *Salmonella* azalması tespit edilemedi. Aynı ızgara sıcaklığında 140 °C de İnegöl köfte örneklerinin başlangıçta yaklaşık olarak 6,37 log kob/g seviyesindeki *Salmonella*'nın 4. dk sonunda 1,76 log kob/g seviyesindeki bir azalma sonucunda 4,61 log kob/g seviyesinde olduğu tespit edildi (Çizelge 4.7). 4 dk sonunda İnegöl köftelerde hedeflenen ve istenilen 5 log' luk bir *Salmonella* azalması tespit edilemedi.

120 ve 140 °C ızgara sıcaklıklarını incelediğimizde 120 °C de 4 dk sonunda hem kasap köftede hem de İnegöl köftede 140 °C ye göre *Salmonella* sayısında daha düşük bir azalma görülmüştür. 120 °C de kasap köftede 1,34 log kob/g 'lık bir azalma görülmüşken 140 °C de 4. dk sonunda bu azalma 2 log kob/g olarak tespit edildi. Yine 120 °C de İnegöl köftede 4. dk sonunda *Salmonella* sayısındaki azalma 1,46 log kob/g iken 140 °C de bu azalma 1,76 log kob/g olarak tespit edildi. Bu sonuçlar doğrultusunda ızgara sıcaklığındaki artış az da olsa *Salmonella* sayısındaki azalmayı arttırmış diyebiliriz. Ancak her iki ızgara sıcaklığında da istenilen ve hedeflenen *Salmonella* sayısındaki azalma sağlanamadı. 120 ve 140 °C ızgara sıcaklıklarında 4 dk lık pişirme ile uygulanan ısı işlemi Amerikan Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration - FDA) tarafından açıklanan insan sağlığı açısından risk taşıyan *Salmonella*, *E.coli* O157:H7, *L.monocytogenes* gibi patojenlerin seviyesinde 5 log'luk azalma tavsiyesini sağlayamadığı görülmüştür [107].

Çalışmaya 150 ve 160 °C ızgara sıcaklıklarında yapılan çalışmalar ile devam edildi. Fakat her iki ızgara sıcaklığında da istediğimiz *Salmonella* sayısındaki azalma sağlanamadığı görüldü. Bu yüzden de süreye bağlı pişirme yöntemi değiştirilerek köfte örnekleri merkez sıcaklığına bağlı olarak pişirmeye başlandı. Çalışmaya 170 °C ızgara sıcaklığında devam edildi.

Kasap köfte örnekleri 170 °C ızgara sıcaklığında 50-90 °C köfte merkez sıcaklıklarında her 5 derecede bir örnek alınarak pişirildi. Başlangıçta kasap köfte örneklerine 7,19 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte merkez sıcaklığı 80 °C' ye ulaştığında 6,19 log kob/g seviyesinde azalma sağlandı (Çizelge 4.10). Amerikan Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration - FDA) tarafından açıklanan 5 log' luk azalma tavsiyesinin kasap köfte için 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığının 80 °C ölçülmesi ile sağlandığı ortaya konmuştur

[107]. Yine bu çalışma sonucunda kıyma ve ürünleri için USDA 'in belirlemiş olduğu minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1 °C nin üzerinde 80 °C de olduğu belirlenmiştir [101].

İnegöl köfte örneklerinde ise başlangıçta 6,97 log kob/g, seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte merkez sıcaklığının 85 °C' ye ulaştığında 5,35 log kob/g, seviyesinde azalması sağlandı (Çizelge 4.10). İnegöl köfte için Amerikan Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration - FDA) tarafından açıklanan 5 log'luk azalma tavsiyesinin 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığının 85°C ölçülmesi ile sağlandığı ortaya konmuştur [107]. Yine bu çalışma sonucunda kıyma ve ürünleri için USDA 'in belirlemiş olduğu minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1 °C nin üzerinde 85°C de olduğu belirlenmiştir [101].

ızgara sıcaklığının artırılarak patojenin termal inaktivasyonundaki değişikliklerin gözlemlenmesi için 180 °C ızgara sıcaklığında pişirme uygulaması yapıldı. Kasap köfte örnekleri 180 °C ızgara sıcaklığında 50-90 °C köfte merkez sıcaklıklarında her 5 derecede bir örnek alınarak pişirildi. Kasap köfte örneklerine başlangıçta yaklaşık 7,19 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Samonella*'nın köfte merkez sıcaklığı 80 °C'ye ulaştığında 5 log kob/g seviyesindeki azalması sağlandı (Çizelge 4.13). Amerikan Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration - FDA) tarafından açıklanan 5 log'luk azalma tavsiyesinin kasap köfte için 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığının 80 °C ölçülmesi ile sağlandığı ortaya konmuştur [107]. Yine bu çalışma sonucunda kıyma ve ürünleri için USDA'in belirlemiş olduğu minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1 °C nin üzerinde 80 °C de olduğu belirlenmiştir [101].

İnegöl köfte örneklerine ise başlangıçta 7,22 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *Salmonella*'nın köfte merkez sıcaklığı 80 °C' ye ulaştığında 5,57 log kob/g seviyesinde azalması sağlandı (Çizelge 4.13). Amerikan Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration - FDA) tarafından açıklanan 5 log'luk azalma tavsiyesinin İnegöl köfte için 180 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığının 80 °C ölçülmesi ile sağlandığı ortaya konmuştur [107]. Yine bu çalışma sonucunda kıyma ve ürünleri için USDA'in belirlemiş olduğu minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1 °C nin üzerinde 80 °C de olduğu belirlenmiştir [101].

170 ve 180 °C ızgara sıcaklıklarındaki çalışma sonuçlarını incelediğimizde kasap köfte için her iki ızgara sıcaklığında da köfte merkez sıcaklığının 80°C' de 5 log' luk ölüm görülmüştür. (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.13). İnegöl köfte için 170 °C ızgara sıcaklığında köfte merkez sıcaklığı 85 °C' de (Çizelge 4.10), 180 °C ızgara sıcaklığında ise köfte merkez sıcaklığı 80 °C' ye ulaştığında istenilen 5 log' luk ölüm sağlanmıştır (Çizelge 4.13). 180 °C ızgara sıcaklığında her iki köfte örnekleri için de 90 °C merkez sıcaklıklara ulaşmasında sürenin az da olsa azaldığı görülmüştür. Kasap köfte için 170 °C ızgara sıcaklığında 90 °C köfte merkez sıcaklığına 09:11 dk da yükselirken (Çizelge 4.8), 180 °C ızgara sıcaklığında bu sürenin 08:37 dk olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). İnegöl köfte içinde yine 170 °C ızgara sıcaklığında 90 °C köfte merkez sıcaklığına 9:02 dk da yükselirken (Çizelge 4.9), 180 °C ızgara sıcaklığında bu sürenin 08:40 dk olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Tüm dünyada ve ülkemizde değişen yaşam tarzı ile birlikte tüketilebilir gıda hazırlamak için ayrılan süreler giderek azalmaktadır. Bu yüzden de pratik, hazır, fastfood tarzı tüketim hızla artmaktadır. Bu tüketim tarzı insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından beraberinde ise birçok hastalık ve salgınlara sebep olabilmektedir. Özellikle patojen mikroorganizmalar halk sağlığını çok ciddi bir şekilde tehdit etmektedir. Bu amaçla hızlı tüketimin başında gelmekte olan ızgarada pişirme usulü köftelerde ise beraberinde gıda güvenliği açısından en önemli risklerin başında gelen *Salmonella* patojeni çalışmada kullanılmıştır. Herhangi bir sebepten dolayı köfte ürününe bulaşma riski olabilen *Salmonella* patojeninin insan sağlığı üzerinde olumsuz sonuçları olabilmektedir. Sonuç olarak elektrikli ızgarada kondüksiyonel olarak pişirme yöntemi ile tüketime sunulan kasap köftelerde merkez sıcaklığı en az 80 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda; İnegöl köftelerde ise merkez sıcaklıkları en az 85 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda tüketilmesinin gıda güvenliği açısından uygun olduğunu göstermiştir. Literatürde elektrikli ızgara tarzında pişirme yöntemi uygulanarak termal inaktivasyon ve güvenli sıcaklıkların belirlenmesine dair çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden de çalışmamız ile literatüre bu bağlamda katkı sağlanmıştır ancak literatürde bu konu ile ilgili çalışmaların fazlaştırılması gerekmektedir. Çünkü ülkemizde ve dünyada bu tarz tüketimi olan ürünlerde riskler çok fazla bulunmaktadır. Özellikle tüketim potansiyeli çok fazla olan geleneksel köftelerimiz içinde HACCP ve GMP uygulamalarında kritik limitlerin belirlenmesinde oldukça faydalı olacaktır

6. KAYNAKLAR

- [1] Soyutemiz, E., 2000, "Vakumla paketlenen İnegöl köftelerin farklı derecelerde buzdolabında saklanması sırasında bakteri florasında ve *Listeria monocytogenes* sayısındaki değişiklikler", *Gıda*, 25 (2): 79-86.
- [2] Pittia, P., Furlanetto, R., Maifreni, M., Tassan Mangina, F. and Dalla Rosa, M., 2008, "Safe cooking optimisation by F-value computation in a semiautomatic oven", *Food Control*, 19: 688-697.
- [3] İnternet: Türk Gıda Kodeksi, 2019, "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et ürünleri Tebliği" <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>
- [4] İrfan E., 1999, "Ankara'da Tüketime Sunulan Kıymalarda Salmonellaların Varlığı ve Serotip Dağılımı", *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23 (1): 321-325.
- [5] İnternet: Türk Gıda Kodeksi, 2011, "Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği" <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229m3-6.htm>
- [6] Aslam M., Checkley S., Avery B., Chalmers G., Bohaychuk V., Gensler G., Reid-Smith R., Boerlin P., 2012, "Phenotypic and genetic characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella* serovars isolated from retail meats in Alberta, Canada", *Food Microbiol*, 32 (1): 110-117.
- [7] Dallal M.M.S., Doyle M.P., Rezadehbashi M., Dabiri H., Sanaei M., Shabnam M., Bakhtiari R., Sharifiy K., Taremi M., Zali M.R., Sharifi-Yazdi M.K., 2010, "Prevalence and antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* serotypes, *Campylobacter* and *Yersinia* spp. isolated from retail chicken and beef, Tehran, Iran", *Food Control*, 21 (4): 388-392.
- [8] Ejeta G., Molla B., Alemayehu D., Muckle A., 2004, "*Salmonella* serotypes isolated from minced meat beef, mutton and pork in Addis Ababa Ethiopia", *Revue Méd Vét*, 155: 547- 551.
- [9] Kusumaningrum H.D., Suliantari, Dewanti-Hariyadi R., 2012, "Multidrug resistance among different serotypes of *Salmonella* isolates from fresh products in Indonesia", *Int Food Res J.*, 19 (1): 57-63.
- [10] Sallam K.I., Mohammed M.A., Hassan M.A., Tamura T., 2014, "Prevalence, molecular identification and antimicrobial resistance profile of *Salmonella* serovars isolated from retail beef products in Mansoura, Egypt", *Food Control*, 38: 209-214.

- [11] Cetinkaya F., Cibik R., Soyutemiz G.E., Ozakin C., Kayali R., Levent B., 2008, "Shigella and Salmonella contamination in various foodstuffs in Turkey", *Food Control*, 19 (11): 1059-1063.
- [12] Gönülalan Z., Köse A., 2003, "Kayseri ilinde satışa sunulan sığır kıymalarının mikrobiyolojik kalitesi", *F.Ü. Sağlık Bil. Derg*, 17: 49-53.
- [13] Kök F., Keskin D., Büyükyörük S., 2007, "Çine köftelerinin mikrobiyolojik kalitelerinin İncelenmesi", *Erciyes Üni Vet Fak Derg*, 4: 29-33.
- [14] Salehi T.Z., Mahzounieh M., Saeedzadeh A., 2005, "Detection of invA gene in isolated Salmonella from broilers by PCR method", *Int J Poultry Sci*, 4 (8): 557-559.
- [15] Yıldız A., Karaca T., Çakmak Ö., Yörük M., Baskaya R., 2004, "İstanbul'da tüketime sunulan köftelerin histolojik, mikrobiyolojik ve serolojik kalitesi", *YYÜ Vet Fak Derg.*, 15 (12): 53-57.
- [16] Erol İ., 1999, "Ankara'da tüketime sunulan kıymalarda Salmonella' ların varlığı ve serotip dağılımı", *Tr. J Vet Animal,Sci*, 23: 321-325.
- [17] Sırıken B., 2004, "The microbiological quality of ground beef in Aydın and Afyon provinces, Turkey", *Revue Méd Vét*, 155 (12): 632-636.
- [18] Başkaya R., Karaca T., Sevinç İ., Çakmak Ö., Yıldız A., Yörük M., 2004, "İstanbul'da satışa sunulan hazır kıymaların histolojik, mikrobiyolojik ve serolojik kalitesi", *YYÜ Vet Fak Derg*, 15 (1-2): 41-46.
- [19] Little C.L., Richardson J.F., Owen R.J., de Pinna E., Threlfall E.J., 2008, "Camylobacter and Salmonella in raw red meats in the United Kingdom: Prevalence, characterization and antimicrobial resistance pattern, 2003-2005", *Food Microbiol*, 25 (3): 538-543.
- [20] Mrema N., Mpuchane S., Gashe B.A., 2006, "Prevalence of Salmonella in raw minced meat, raw fresh sausages and raw burger patties from retail outlets in Gaborone, Botswana", *Food Control*, 17 (3): 207-212.
- [21] Yang B., Qu D., Zhang X., Shen J., Cui S., Shi Y., Xi M., Sheng M., Zhi S., Meng J., 2010 "Prevalence and characterization of Salmonella serovars in retail meats of marketplace in Shaanxi, China. *Int Food Microbiol*, 141(1-2):63-72.
- [22] Pamuk Ş., Sırıken, B., 2018, "Investigation of the Presence of Salmonella spp. and Listeria monocytogenes in Bovine Origin Foods", *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 22-19.
- [23] Yıldırım, T., Sırıken, B., Yavuz, C., 2016, "Sığır kıyma ve köftelerinde Salmonella spp. Varlığı", *Veteriner Hekim Dergisi*, 87 (1): 11-23.

- [24] Fratamico P., 2003, "Comparison of culture, polymerase chain reaction (PCR), TaqMan *Salmonella*, and Transia Card *Salmonella* assays for detection of *Salmonella* spp. in naturally-contaminated ground chicken, ground turkey, and ground beef", *Molecular and Cellular Probes*, 17 (5): 215–221.
- [25] Sorensen O., Van Donkersgoed J., Mcfall M., Manninen K., Gensler G., Ollis G., 2002, "*Salmonella* spp. Shedding by Alberta Beef Cattle and the Detection of *Salmonella* spp. in Ground Beef", *Journal of Food Protection*, 65 (3): 484-491.
- [26] Güner A., Atasever M., Atasever M.A., 2012, "Yeni Ortaya Çıkan ve Tekrar Önem Kazanan Gıda Kaynaklı Bakteriye Patojenler", *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18(5): 889-898.
- [27] Anonim: Bacteria associated with foodborne diseases. Scientific Status Summary, IFT, 1-24, 2007.
- [28] Muratoğlu K., Çetin Ö., Çolak H., 2015, "Besin Kaynaklı Hastalıkların Epidemiyolojisi" *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics*, 1(3): 1-8.
- [29] Karapınar M., Gönül Ş.A., 2003, "Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar", Gıda Mikrobiyolojisi, ed., Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., *Meta Basım Hizmetleri*, İzmir, 107-162.
- [30] Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., and Tauxe, R.V., 1999. "Food-related illness and death in the United States", *Emerging Infectious Diseases* 5(1): 607-625.
- [31] Mattia D.D., Manikonda K., Hall A.J., Wise M.E., Crowe S.J., 2018, "Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks — United States, 2009-2015 Morbidity and Mortality Weekly Report" *CDC 67(10), USA*, 3, 7-9, 2.
- [32] World Health Organization 2003, "Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Toxications in Europe 1999–2000, Country reports: Turkey", *WHO,8,İsviçre*, 3.
- [33] World Health Organization 2001, "Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Toxications in Europe 1993–1998, Country reports: Turkey", *WHO,7, İsviçre*, 5.
- [34] İnternet: Foodborne Illness Outbreak Database, 2011, "Hannaford hamburger ground beef 2011" <http://www.outbreakdatabase.com/details/hannaford-hamburger-ground-beef-2011/?organism=Salmonella&vehicle=ground+beef>
- [35] İnternet: Foodborne Illness Outbreak Database, 2012, "2012 Outbreak of *Salmonella* at a school in Ottawa, Canada" <http://www.outbreakdatabase.com/details/2012-outbreak-of-salmonella-at-a-school-in-ottawa-canada/?organism=Salmonella&vehicle=ground+beef>

- [36] İnternet: Centers For Disease Control and Prevention 2016, "Multistate outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 infections linked to beef products produced by Adams Farm (Final update)". <https://www.cdc.gov/ecoli/2016/o157h7-09-16/index.html>
- [37] Fischer N., Bourne A., Plunkett D., 2015, "Outbreak Alert! Analysing Foodborne Outbreaks 2004 to 2013", *CSPI, Washington*, 6,16,
- [38] Majowicz, S.E., Musto, J., Scallan, E., Angulo, F.J., Kirk, M., O'Brien, S.J., Jones, T.F., Fazil, A. and Hoekstra R.M., 2010, "The global burden of non typhoidal *Salmonella* gastroenteritis" *Clinical Infectious Diseases* : 50 (6): 882-889.
- [39] Şireli U.T., 2010, "An Overview and Regulations About Salmonella Infections", *Turkiye Klinikleri Journal Veterinary Science*, 1 (2): 114-20.
- [40] Scallan E., Hoekstra R.M., Angulo F.J., Tauxe R.V., Widdowson M.A., Roy S.L., Jones J.L., Griffin P.M., 2011, " Foodborne Illness Acquired in the United States— Major Pathogens", *Emerging Infectious Diseases* , 17 (1): 7-15.
- [41] Erol İ., 2007, "Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi", *Pozitif Matbaacılık*, Ankara, 126-144.
- [42] 42 İnternet: Centers For Disease Control and prevention, 2019, "Outbreak of *Salmonella* Infections Linked to Ground Beef" <https://www.cdc.gov/salmonella/newport-10-18/index.html> .
- [43] İnternet: Centers For Disease Control and prevention, 2013, "Multistate Outbreak of *Salmonella* Typhimurium Infections Linked to Ground Beef (Final Update)" <https://www.cdc.gov/salmonella/typhimurium-01-13/index.html> .
- [44] İnternet: Centers For Disease Control and prevention, 2012, " Multistate Outbreak of *Salmonella enteritidis* Infections Linked to Ground Beef (Final Update)" <https://www.cdc.gov/salmonella/enteritidis-07-12/index.html> .
- [45] İnternet: Centers For Disease Control and prevention, 2012, " Multistate Outbreak of *Salmonella* typhimurium Infections Linked to Ground Beef (Final Update)" <https://www.cdc.gov/salmonella/2011/ground-beef-2-1-2012.html> .
- [46] Centers For Disease Control and prevention 2011, "Making Food Safer to Eat" <https://www.cdc.gov/vitalsigns/foodsafety/index.html> .
- [47] Centers For Disease Control and prevention 2012, "FoodNet Facts and Figures - Number of infections and incidence per 100,000 persons" <https://www.cdc.gov/foodnet/reports/data/infections.html>.
- [48] Agbaje M., Begum R.H., Oyekunle M.A., Ojo O.E., Adenubi O.T., 2011, "Evolution of Salmonella nomenclature: a criticalnote", *FoliaMicrobiologia*, 56 (6): 497-503.

- [49] Tauxe R.V., M.D, M.P.H., 1991, "Salmonella: A Postmodern Pathogen", *Journal of Food Protection*, 54 (7): 563-568.
- [50] Li J., Smith N.H., Nelson K., Crichton P.B., Old D.C., Whittam T.S., Selander R.K., 1993, "Evolutionary origin and radiation of the avian-adapted non-motile *Salmonella*", *Journal of General Microbiology*,; 38 (1): 129-139.
- [51] Erol, İ., 2010, "Salmonella enfeksiyonlarının zoonotik önemi", *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Science*, 1(2): 105-13.
- [52] İzgür M., 2006, "*Salmonella* İnfeksiyonları", Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar), *İlke-Emek Yayınları*, Ankara, 116-121.
- [53] Vazgeçer, B. ve Temiz, A., 2005, "Salmonella izolasyonu ve tanımlanması" *Orlab OnLine Mikrobiyoloji Dergisi*, 3 (4): 1-27.
- [54] Halkman, A.K., Doğan, H.B. ve Rahati Noveir, M. 1994, "Gıda Maddelerinde Salmonella ile E. coli Arama ve Sayılma Yöntemlerinin Karşılaştırılması" *Gıda Tek. Der.* Yayın No: 21, Armoni Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 93.
- [55] Aytaç, S.A. ve Taban, B.M., 2010, "Gıda kaynaklı intoksikasyonlar" Gıda Mikrobiyolojisi. Ed O. Erkmn. *Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık Ltd.*, Ankara, 552.
- [56] Doyle M.P. ve Cliver, D.O., 1990, "Foodborne Disease", Edited by; Dean O.Cliver, *Food Research Inst., Academic Press INC.*, San Diego, California, 185-205.
- [57] Ekici L., Telli R., Yetim, H., 2008, "Gıda Kaynaklı Enfeksiyon ve İntoksikasyon Bakterileri", *Gıda Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 2 (1): 29-42.
- [58] Cox J., 1999, "Salmonella in; Encyclopedia of Food Microbiology", 2, Edit by; Robinson, R.K., *Academic Press*, Great Britain, 1929-1937.
- [59] Mercanoğlu B., 2002, "İmmünomanyetik Ayırma (IMA) Yöntemi ile Gıdalardan Salmonella spp İzolasyonu" Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 75.
- [60] Townsend J.C., 2006, "Use of A Scald Additive to Reduce Levels of Salmonella During Poultry Processing", Degree of Master of Science, *Graduate Faculty of Auburn University*, Auburn, Alabama, 97.
- [61] İşeri Ö., 2007, "Hindi Kıymalarında Salmonella'ların Varlığı ve Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 102.

- [62] Türk H., 2012, "Tavuk Karkas ve Parça Etlerinde Salmonella Spp. Varlığının IMS Tekniği ile Saptanması", Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 74.
- [63] Grant A., Hashem F., Parveen S., 2016, "Salmonella and Campylobacter: Antimicrobial Resistance and Bacteriophage Control in Poultry", *Food Microbiology*, 53 (1): 104-109.
- [64] Wu, V.C.H, 2008, "A review of microbial injury and recovery methods in food", *Food Microbiology* 25 (6): 735– 744.
- [65] Erkmen, O., 2010, "Gıda Mikrobiyolojisi", 2. Baskı, *Efil Yayınevi*, Ankara, 560.
- [66] Chhabra A.T., Carter W.H., Linton R.H., Cousin M.A., 2002, "A predictive model that evaluates the effect of growth conditions on the thermal resistance of *Listeria monocytogenes*", *International Journal of Food Microbiology* 78 (1): 235 – 243.
- [67] Kalaç U., 2016, "*Escherichia coli*' nin Termal Ölüm Süresi (TÖS), D- ve Z-Değerlerinin Ortama Eklenen Asetik Asit ve Tuz Konsantrasyonuna Bağlı Olarak Değişiminin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, 1-2.
- [68] Çoksöyler N., Avşaroğlu M.D., 2013, "Isıl İşlemlerle Gıdaların Korunması" Gıda Mikrobiyolojisi, 4.Baskı, Editör: Osman Erkmen, 207-222.
- [69] Cebiroğlu H., Nazlı B., 1999, "Dondurulmuş hamburger ve diğer köfte çeşitlerinde enterohemorajik *Escherichia Coli* O157:H7 suşunun varlığı üzerine araştırmalar" *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 25(1): 107-121.
- [70] Horn B., Olsen L., Hasell S., Cook R., 2015, "Standardising D and Z values for cooking raw meat" Final Report, *Ministry for Primary Industries*, New Zealand, 3,11,6,17,5.
- [71] Çoksöyler N., 2006, "Gıdalarda Mikroorganizmaların İnaktivasyonunun Modellenmesi", *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu*, 633-636.
- [72] Murphy R.Y., Martin E.M., Duncan L.K., Beard B.L., Marcy J.A., 2004, "Thermal Process Validation for *Escherichia coli* O:157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in Ground Turkey and Beef Products" *Journal of Food Protection*, 67 (7): 1394-1402.
- [73] Murphy R.Y., Duncan L.K., Johnson E.R., Davis M.D., Smith, J.N., 2002, "Thermal inactivation D- and z-values of *Salmonella* serotypes and *Listeria innocua* in chicken patties, chicken tenders, franks, beef patties, and blended beef and turkey patties" *Journal of Food Protection*, 65 (1): 53–60.

- [74] McMinn R.P., King A.M., Milkowski A.L., Hanson R., Glass K.A., Sindelar J.J., 2018, "Processed Meat Thermal Processing Food Safety - Generating D-Values for *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli*", *Meat and Muscle Biology*, 2 (1): 168–179.
- [75] Osaili T., Griffis C.L., Martin E.M., Beard, B.L., Keener A., Marcy, J.A., 2007, "Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in Breaded Pork Patties", *Journal of Food Science*, 72 (2): 56–61.
- [76] Murphy R.Y., Beard B.L., Martin, E.M., Duncan L. K., Marcy, J. A., 2004, "Comparative study of thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in ground pork", *Journal of Food Science*, 69 (1): 97–101.
- [77] Murphy R.Y., Beard B.L., Martin, E.M., Keener A.E., Osaili T., 2004, "Predicting process Lethality of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in ground, formulated, and formed beef/turkey links cooked in an air impingement oven" *Food Microbiology*, 21 (1): 493–499.
- [78] Calioğlu M., Dikici A., 2009, "Survival and Acid Adaptation Ability of *Salmonella* during Processing and Ripening of Savak tulumu Cheese" *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (6): 1124-1130.
- [79] Dikici A., 2008, "Şavak Tulum Peynirinin Üretimi ve Olgunlaştırılması Sırasında *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella*'nın Yaşam ve Asit Adaptasyon Kabiliyetinin İncelenmesi" Doktora Tezi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknoloji Anabilim Dalı*, Elazığ, 42-43.
- [80] AOAC, 1990, *Official Methods of Analysis* (15th ed), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- [81] Gökalp H.Y., Kaya M., Tülek Y. ve Zorba Ö. 1993, "Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu", Atatürk Üniversitesi Yayın No:751. Ziraat Fak. Yay. No: 318. Ders Kitapları Serisi No: 69. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. 287s. Erzurum.
- [82] TSE 3136, 1978, "Et ve et mamüllerinde pH Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [83] Statistical Analyses System Inst. Inc. Cary. 8. Version, 1999.
- [84] Orta-Ramirez A., Price, J.F., Hsu Y.C., Veeramuthu G.J, Cherry-Merritt J.S., Smith D. M., 1997, "Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella senftenberg* and Enzymes with Potential as Time-Temperature Indicators in Ground Beef", *Journal of Food Protection*, 60 (5): 471–475.

- [85] Velasquez A., Breslin T.J., Marks B.P., Ramirez A.O., Hall N.O., Booren A.M., Ryser E.T., 2010, "Enhanced Thermal Resistance of *Salmonella* in Marinated Whole Muscle Compared with Ground Pork", *Journal of Food Protection*, 73 (2): 372–375.
- [86] Tuntivanich V., Orta-Ramirez A., Marks B.P., Ryser E.T., Booren A.M., 2008, "Thermal Inactivation of *Salmonella* in Whole Muscle and Ground Turkey Breast" *Journal of Food Protection*, 71 (12): 2548–2551.
- [87] Mogollon M.A., Marks B.P., Booren A.M., Orta Ramirez A., Ryser E.T., 2009, "Effect of Beef Product Physical Structure on *Salmonella* Thermal Inactivation", *Journal Of Food Science*, 74 (7): 347-351.
- [88] Smith S.E., Maurer J.L., Orta Ramirez A., Ryser E.T., Smith D.M., 2001, "Thermal Inactivation of *Salmonella* spp., *Salmonella typhimurium* DT104, and *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef", *Journal of Food Science*, 66 (8): 1164-1168.
- [89] Gurman P.M., Ross T., Holds G.L., Jarrett G.R., Kiermeier A., 2016, "Thermal inactivation of *Salmonella* spp. in Pork Burger Patties", *International Journal of Food Microbiology*. 219 (1): 12–21.
- [90] Murphy R.Y., Duncan L.K., Johnson E.R., Davis M.D., 2001, "Effect of overlapping chicken patties during air/steam impingement cooking on thermal inactivation of *Salmonella senftenberg* and *Listeria innocua*", *Poultry Science*, 10 (1): 404–411.
- [91] Murphy R.Y., Beard B.L., Martin E.M., Keener A.E., Osaili T., 2004, "Predicting process lethality of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground, formulated, and formed beef/turkey links cooked in an air impingement oven" *Food Microbiology*, 21 (1): 493–499.
- [92] Sallam L., Marcotte M., Naim F., Ouattara B., Leblanc C., Saucier L., 2006, "Heat Inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* Serovar Typhi in a Typical Bologna Matrix during an Industrial Cooking-Cooling Cycle", *Journal of Food Protection*, 69 (12): 3025–3030.
- [93] Pittia P., Furlanetto R., Maifreni M., Tassan Mangina F., Dalla Rosa M., 2008, "Safe cooking optimisation by F-value computation in a semiautomatic oven", *Food Control*, 19 (1): 688-697.
- [94] Henry N.G., Bayne H.G., Garibaldi J.A., 1969, "Heat Resistance of *Salmonella*: the Uniqueness of *Salmonella senftenberg* 775W", *Applied Microbiology*, 17 (1): 78-82.
- [95] Quintavalla S., Larini S., Mutti P., Barbuti S., 2001, "Evaluation of the thermal resistance of different *Salmonella* serotypes in pork meat containing curing additives", *International Journal of Food Microbiology*, 67 (1): 107–114.

- [96] Murphy R.Y., Johnson, E.R., Marks B.P., Johnson M.G., Marcy, J.A., 2001, "Thermal inactivation of *Salmonella* senftenberg and *Listeria innocua* in ground chicken breast patties processed in an air convection oven" *Poultry Science*, 80 (1): 515–521.
- [97] Shen C., Geornaras I., Belk K.E., Smith G.C., Sofos J.N., 2011, "Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in moisture-enhanced nonintact beef by pan-broiling or roasting with various cooking appliances set at different temperatures" *Journal of Food Science*, 76 (1): 64-71.
- [98] Abani K.P., LI Y., Marcy J.A., Johnson M.G., Tamplin M.L., 2007, "Pathogen kinetics and heat and mass transfer-based predictive model for *Listeria innocua* in irregular shaped poultry products during thermal processing", *Journal of Food Protection*, 70 (3): 607-615.
- [99] Yılmaz I., Arıcı M., Gümüş T., 2005, "Changes of microbiological quality in meatballs after heat treatment", *European Food Research and Technology*, 221 (1): 281–283.
- [100] Dadalı C., Kışla D., 2018, "Kek ve Pilice İnoküle Edilen *Salmonella* Enteritidis'in Termal İnaktivasyonu", *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (4): 401-407.
- [101] İnternet: United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, 2019, "Safe Minimum Internal Temperature Chart" https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct_index .
- [102] Lahou E., Wang X., Boeck E., Vergult E., Geeraerd A., Devlieghere F., Uyttendaele M., 2015, "Effect İveness of İnactivation of Foodborne Pathogens During Simulated Home Pan Frying of Steak, Hamburger or Meat Strips", *International Journal of Food Microbiology*, 206 (1): 118–129.
- [103] Soyutemiz G.E., Çetinkaya F., 2005, "Thermal Resistance of *Listeria monocytogenes* in İnegöl Meatballs", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (1): 319-323.
- [104] Manios S.G., Skandamis P.N., 2015, "Effect of Frozen Storage, Different Thawing Methods and Cooking Processes on The Survival of *Salmonella* spp. and *Escherichiacoli* O157:H7 in Commercially Shaped Beef Pattie", *Meat Science*, 101 (1): 25-32.
- [105] Stopforth J.D., Suhaim R., Kottapalli B., Hill W.E., Samadpour M., 2008, "Thermal Inactivation D- and z-Values of Multidrug-Resistant and Non-Multidrug-Resistant *Salmonella* Serotypes and Survival in Ground Beef Exposed to Consumer-Style Cooking", *Journal of Food Protection*, 71 (3): 509–515.

- [106] Webster J.B., 2018, "Heat Resistance of *Escherichia coli* and *Salmonellaenterica* in Ground Beef and Chicken", Yüksek Lisans Tezi, Department of Agricultural, *Food and Nutritional Science*, University of Alberta.
- [107] Samelis J ve Sofos J.N., 2003, "Organic acids. In: Roller, S. (Ed.), *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*", CRC Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 98–132.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KAŞ, Çağdaş
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 31.10.1991 Uşak
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 505 730 83 67
e-mail : cagdaskas@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi / Gıda Mühendisliği Bölümü	-
Lisans	Pamukkale Üniversitesi / Gıda Mühendisliği Bölümü	2014
Lise	Eşme Şehit Cemalettin Avcı Anadolu Lisesi	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-2018	Gedik Piliç A.Ş.	Üretim, Kalite ve Ar-Ge Mühendisi
01.2018- 08.2018	Bortar A.Ş.	Proje Müdürü

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

İnegöl ve Kasap Köftelerin 170 °C Pişirilmesi Esnasında *Salmonella'* nın Termal İnaktivasyonu Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi Cilt 3, Sayı 1

Hobiler

Spor yapmak, müzik dinlemek, seyahat edip yeni yerler keşfetmek ve kitap okumak.