

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Listeria monocytogenes*'in TERMAL İNAKTİVASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayőegöl KEMAH

HAZİRAN 2019
UŞAK

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

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Listeria monocytogenes*'in TERMAL İNAKTİVASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayőegöl KEMAH

HAZİRAN 2019

Ayşegül KEMAH tarafından hazırlanan “**Farklı Geometrik Şekillerdeki Geleneksel Köftelerde (İnegöl ve Kasap) *Listeria monocytogenes*’in 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 Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Recep KARA
Gıda Mühendisliği 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.

Ayşegül KEMAH

**FARKLI GEOMETRİK ŞEKİLLERDEKİ GELENEKSEL KÖFTELERDE
(İNEGÖL VE KASAP) *Listeria monocytogenes*'in TERMAL İNAKTİVASYONU**

(Yüksek Lisans Tezi)

Ayşegül KEMAH

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2019

ÖZET

Bu çalışmada iki farklı geometrik şekle sahip olan köftelerde *Listeria monocytogenes*'in termal inaktivasyonu incelendi. Çalışmanın ilk bölümünde saha koşullarının gerekli inaktivasyonu (5 log azalma) sağlama konusunda yeterli olup olmadığını değerlendirmek için restoranlardan pişirme parametreleri toplandı. Çalışmanın bu bölümünden elde edilen verilere dayanarak çalışmanın pişirme parametreleri planlandı. Termal inaktivasyon tespiti için sık tüketilen köfte türlerinden olan İnegöl köfte ve kasap köfte seçildi. Köftelere 7 ± 1 log kob/g civarında *L. monocytogenes* inoküle edildi. Pişirme işleminde sahadan elde edilen en düşük sıcaklık-en kısa süre parametreleri uygulandı ve bu parametrelerin *L. monocytogenes*'in 5 log inaktivasyonu için yeterli olmadığı görüldü. Bunun üzerine gerekli pişirme parametreleri köfte merkez sıcaklıklarına dayanan bir ön çalışma ile belirlendi. İki farklı ızgara yüzey sıcaklığı (170 ve 180°C) kullanıldı ve köftelerin merkez sıcaklığı hedef sıcaklığa ulaştığında örnekleme yapıldı. Çalışmanın sonuçları Food and Drug Administration (FDA) tarafından belirlenen 5 log inaktivasyon sonucunu elde etmek için İnegöl köftede merkez sıcaklığı 85°C (180°C ızgara sıcaklığında) ve 90°C (170°C ızgara sıcaklığında), kasap köftede merkez sıcaklığı 80°C (170-180°C ızgara sıcaklığında) olacak şekilde pişirmenin yeterli olduğunu gösterdi. Ayrıca sonuçlar ülkemizde sıklıkla tüketilen köftelerde 5 log inaktivasyon için genel pişirme prensibinin (merkezi sıcaklığı 71,1°C'ye ısıtmanın) uygulanamadığını ve restoranlarda kullanılan pişirme parametrelerinin gıda güvenliği riskine sahip olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, köfte, *Listeria monocytogenes*, İnegöl köfte, termal inaktivasyon.

Sayfa Sayısı: 68

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Abdullah Dikici

**THERMAL INACTIVATION OF *Listeria monocytogenes* IN DIFFERENT SHAPED
TRADITIONAL MEATBALLS (İNEGÖL and KASAP)**

(M.Sc. Thesis)

Ayşegül KEMAH

UNIVERSITY OF UŞAK

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

In this study thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in meatballs that have two different geometrical figures were investigated. In the first part of the study, cooking parameters were obtained from restaurants to assess if the field conditions were sufficient to provide necessary inactivation (5-log reduction). Cooking parameters of the study were planned based on the data obtained from this part of the study. Two of the frequently consumed meatball types İnegöl and Kasap were chosen for the inactivation studies. Meatballs were inoculated with *L. monocytogenes* around 7 log cfu/g. The lowest temperature and shortest time parameters obtained from the restaurants were tested and since these parameters was not sufficient for 5 log inactivation of *L. monocytogenes*, the necessary cooking parameters were determined with a cooking study based on central temperatures of meatballs. Two different grill surface temperatures were used (170 and 180 °C) and sampling was made when the central temperature of meatballs reached the target temperatures. Results of the study show that cooking at 85°C and 90°C (central temperature) for İnegöl and 80°C for kasap meatball is sufficient to achieve 5-log inactivation principle set by FDA. Results also show that the general cooking principle (heating central temperature to 71.1°C) was not applicable for 5-log inactivation in meatballs that are frequently consumed in our country and the insufficient cooking parameters used by restaurants possess a food safety risk.

Keywords: Food safety, köfte, *Listeria monocytogenes*, İnegöl meatball, thermal inactivation.

Number of Page: 68

Supervisor: Associate Prof. Abdullah DİKİCİ

“Biz uygarlıktan, ilimden ve fenden kuvvet alıyor ve ona göre yürüyoruz.”

M. Kemal ATATÜRK

Yolumu aydınlatan Sevgili Atatürk'e, saygıyla...

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sırasında, özellikle laboratuvar çalışmaları hususunda her türlü faaliyeti unutmamak üzere öğrenmemi sağlayan ve her konuda fikrini alabildiğim değerli danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Abdullah Dikici başta olmak üzere, araŐtırmalarım konusunda yardımını esirgemeyen ve bakıŐ aımı değiştiren Sayın Dr. S. Betül Bozatlı hocama, çalıŐmalarımın her anında yanımda olan, bilgisi ve deneyimleriyle katkı sağlamaktan çekinmeyen sevgili Ar. Gör Berker Nacak'a çok teşekkür ederim. UŞak Üniversitesi İdari ve Mali İŐler Daire Başkanı Sayın Süleyman Sanlı'ya ızgara temini konusundaki yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Gece gündüz demeden bir arada çalıŐmalarımı yrttğim, zor zamanların yanında çok güzel zamanlar geçirme Őansına da sahip olabildiğim çok kıymetli dostlarım; zge Tosuncuk, aėdaŐ KaŐ ve Ahmet Tepe'ye çok teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyunca varlığını yanımda hissettiğim, bir an bile tereddüt etmeden her konuda dimdik arkamda duran, eğitimim hayatımda da en büyük destekçilerim olan canım aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGELER.....	vii
ŞEKİLLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. <i>Listeria monocytogenes</i>	3
2.2. <i>Listeria monocytogenes</i> kaynaklı enfeksiyonlar ve Listeriosis.....	5
2.3. Et ve et ürünlerinde <i>Listeria</i> varlığı	8
2.4. Termal inaktivasyon.....	9
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Köfte Örnekleri.....	13
3.1.2. Deneyde Kullanılan <i>Listeria monocytogenes</i> Suşları.....	13
3.1.3. Elektrikli Izgara	13
3.1.4. Besi Yeri	14
3.2. Metot	15
3.2.1. Saha çalışmaları.....	15
3.2.2. İnokulumun Hazırlanması ve İnokülasyonu.....	16
3.2.3. Deneysel İnegöl Köfte Örneklerinin Üretimi	17
3.2.4. Deneysel Kasap Köfte Örneklerinin Üretimi	18

3.2.5. Köfte Hamurunun Hazırlanması.....	19
3.2.6. Köfte Hamurlarına <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmesi	19
3.2.7. Deneysel Kontamine Köfte Örneklerinin Pişirilmesi	20
3.2.8. Mikrobiyolojik Analizler	21
3.2.8.1. Sahadan Alınan Köfte Örneklerinde Koliform ve Aerobik Mezofil Sayımları	21
3.2.8.2. <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı.....	21
3.2.9. Kimyasal Analizler	22
3.2.9.1. Köftelerde pH Tayini.....	22
3.2.9.2. Köftelerde Tuz Tayini	22
3.2.9.3. Kıymada Yağ Tayini	23
3.2.10. İstatistiksel Analizler.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	24
4.2. Saha Çalışmalarının Sonuçları	25
4.3. Deneysel Kontamine İnegöl Köftelerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> 'in 170°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	26
4.4. Deneysel Kontamine Kasap Köftelerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> 'in 170°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	30
4.5. Deneysel Kontamine İnegöl Köftelerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> 'in 180°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	33
4.6. Deneysel Kontamine Kasap Köftelerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> 'in 180°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu.....	37
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 2.1. <i>Listeria</i> 'ların üreme parametresi.....	3
Çizelge 3.1. Köfte örneklerinin boyutları.....	19
Çizelge 4.1. Kimyasal analiz sonuçları	24
Çizelge 4.2. Uşak'ta bulunan köfte işletmelerinde belirlenen ızgara yüzey sıcaklığı, pişirme süresi ve köfte merkez sıcaklığı değerleri (n=5)	25
Çizelge 4.3. Uşak'ta bulunan köfte işletmelerinden alınan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinde belirlenen mikroorganizma sayıları (log kob/g) (n=5)	26
Çizelge 4.4. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin hedeflenen 170°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri.....	27
Çizelge 4.5. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş İnegöl ve kasap köftelerinin 170°C ızgara sıcaklığında pişirilmesi sırasında artan merkez sıcaklıklarına göre mikrobiyolojik değişimleri (log kob/g)(n=6)	29
Çizelge 4.6. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin hedeflenen 170°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri.....	30
Çizelge 4.7. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin hedeflenen 180°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri.....	33
Çizelge 4.8. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş İnegöl ve kasap köftelerinin 180°C ızgara sıcaklığında pişirilmesi sırasında artan merkez sıcaklıklarına göre mikrobiyolojik değişimleri (log kob/g)(n=6)	36
Çizelge 4.9. <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin hedeflenen 180°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri.....	37

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 2.1. Laboratuvarda onaylanmış listeriosis vakalarının yaş dağılımı ve sonuçları.....	6
Şekil 3.1. Köfte pişirme işlemlerinde kullanılan sanayi tipi elektrikli ızgara (sol) ve ev tipi elektrikli ızgara (sağ)	14
Şekil 3.2. Köfte işletmelerinde ızgara yüzey sıcaklığı (sol) ile köfte merkez sıcaklığının (sağ) belirlenmesi	15
Şekil 3.3. Deneysel kontamine İnegöl köfte üretim akış şeması	17
Şekil 3.4. Deneysel kontamine kasap köfte üretim akış şeması	18
Şekil 3.5. L. monocytogenes inoküle edilmiş kasap köfte (sol), İnegöl köfte (sağ).....	20
Şekil 3.6. Köftelerin pişirilmesi.....	20
Şekil 3.7. L. monocytogenes mikrobiyolojik ekim sonuçları.....	22
Şekil 4.1. İnegöl köftelerine inoküle edilen L. monocytogenes'in 170°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu	28
Şekil 4.2. Kasap köftelerine inoküle edilen L. monocytogenes'in 170°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu	32
Şekil 4.3. İnegöl köftelerine inoküle edilen L. monocytogenes'in 180°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu	35
Şekil 4.4. Kasap köftelerine inoküle edilen L. monocytogenes'in 180°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu	39

SİMGELER ve KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

AgNO₃

Gümüş Nitrat

a_w

Su aktivitesi

CO₂

Karbon dioksit

dk.

Dakika

g

Gram

K₂CrO₄

Potasyum Kromat

kob

Koloni Oluşturan Birim

log

Logaritmik

ml

Mililitre

N

Normalite

NaCl

Sodyum klorür

rpm

Dakikadaki devir sayısı

sn.

Saniye

°C

Santigrat derece

Kısaltmalar

Açıklama

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

ANOVA

Varyans analizi

CDC

Centers for Disease Control and Prevention

FDA

Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç İdaresi)

Kısaltmalar**Açıklama****FSIS**Food Safety and Inspection Services
(Gıda Güvenliği ve Denetimi Servisi)**GLM**General Linear Models
(Genelleştirilmiş doğrusal modeller)**MAP**

Modifiye atmosfer paketlenme

PCA

Plate Count Agar

SAS

Statistical Analysis System (İstatistiksel analiz sistemi)

TSB

Tryptic Soy Broth

TSE

Türk Standartları Enstitüsü

USDAUnited States Department of Agriculture
(Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)**VRB**

VioletRed Bile Agar

1. GİRİŞ

Listeria monocytogenes ilk kez 1926 yılında Murray ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda laboratuvar tavşanları ile gine domuzlarında (guinea piglerde) mononükleer lökositoya sebep olan bir mikroorganizma olarak *Bacterium monocytogenes* ismiyle tanımlanmıştır [1]. Aynı mikroorganizma Pirie tarafından 1927 yılında *Listerella hepatolytica* olarak adlandırılmıştır. 1940 yılında ise yine Pirie, İngiliz cerrah Sir Joseph Lister onuruna mikroorganizmanın adını *Listeria monocytogenes* olarak değiştirmiştir [2]. *Listeria monocytogenes* insanlarda enfeksiyona yol açan en önemli *Listeria* türüdür. *L. monocytogenes* gram pozitif, fakültatif anaerob, sporsuz, peritrik flagellaları ile hareketli, kısa kokobasil şeklinde, katalaz pozitif, oksidaz negatif ve psikrotrof bir patojendir [3,4]. *L. monocytogenes* 0 ile 45°C sıcaklıklarda üreyebilmektedir. Optimum üreme sıcaklığı ise 35-37°C'dir.

Listeria insan ve hayvan listeriosisine neden olan gıda kaynaklı patojen bir bakteridir. Hayvanlarda ve insanlarda ensefalitis, düşük (abort), septisemi ve menenjite neden olmaktadır [3]. *L. monocytogenes* kaynaklı olan listeriosis vakalarının neden olduğu belirtiler immun sistemin baskılanma durumuna yani yaşa, cinsiyete, kişilerin sağlık durumlarına göre değişkenlik gösterse de efektif dozun düşük olduğu bilinmektedir. Bağışıklık sisteminin daha zayıf olduğu hamilelerde, yeni doğanlarda, yaşlılarda ve immun sistemi baskılanan insanlarda listeriosis yakalanma riskinin daha fazla olduğu bilinmektedir [5,6]. *L. monocytogenes*'in doğada her yerde bulunabilmesi sebebiyle gıdaya kontaminasyonu ve kontamine gıdaların tüketimi sonucunda çeşitli hastalıklara ve bağışıklık sistemi zayıf kişilerde ölümlere neden olduğu bilinmektedir [7]. *L. monocytogenes* ile kontamine olmuş gıdaların tüketimi sonucu Amerika'da her yıl yaklaşık 1.600 kişide listeriosis görüldüğü ve yaklaşık 260 kişinin öldüğü bildirilmiştir [8]. Doğada yaygın olarak bulunan *L. monocytogenes*'in bulaşmasında birçok kaynak mevcuttur. Et ve et ürünlerinde, özellikle karkaslardaki temel bulaşmayı tüy, deri, ayak ve tırnaklardaki dışkı ya da bağırsak içeriği oluştururken kesimhanelerde etin işlenmesi sırasında personelden de bulaşma olabilmektedir [3,9]. Nitekim Tepe (2014), çalışmasında mezbahaların kesim salonu zemini, soğuk hava deposu zemini, kesim salon duvarı, soğuk hava deposu duvarı ve kanallardan

her birinden olmak üzere toplam 150 adet numune almış ve bu numunelerin 8(%5,33) adedinde *L. monocytogenes* bulunduğunu bildirmiştir [10].

Günümüz teknoloji gelişim hızı ile çalışan birey sayısının artış hızı pratik yemek alışkanlıklarının artışı beraberinde getirmiştir. Hazır ya da kısa sürede hazırlanan gıdalar tercih sebebi haline gelmiştir. Köfte de kısa zamanda hazırlanabilen bir gıda olması ve hayvansal protein içermesi sebebiyle sıklıkla tüketilmektedir. Köftenin ham maddesi olan kıyma, yapısı sebebiyle mikrobiyolojik bulaşmalara karşı hassasiyete sahiptir. Yapılan çalışmalarda kıymadan çeşitli patojenler izole edilmiştir. Kıymada meydana gelebilecek olası bir bulaşma sonucu bu kıyma kullanılarak üretilen köfteye uygulanacak ısı işlemlerin, bu gıdayı tüketilebilir hale getirmesi açısından, etkisi oldukça fazladır.

Bu çalışmada ilk olarak saha koşulları incelenecek ve pişirme parametreleri ortaya koyulacaktır. Sonraki aşamada ise saha koşullarının laboratuvarında uygulanmasıyla sahada kullanılan pişirme işleminin kasap ve İnegöl köftelerde *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonundaki etkisi tespit edilecektir. Saha verileri ile hedeflenen 5 log inaktivasyona ulaşılamaması durumunda parametreler ve analiz tasarımı gözden geçirilerek termal inaktivasyonun gerçekleştiği sıcaklık ve süreler yeniden belirlenecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. *Listeria monocytogenes*

Listeria cinsi; *L. monocytogenes*, *L. ivanovii*, *L. grayi*, *L. seeligeri*, *L. innocua* ve *L. welshimeri* olmak üzere altı türden oluşan gram pozitif ve çubuk formda bir bakteridir. *L. monocytogenes* hem insanlarda hem de hayvanlarda fakültatif bir hücre içi patojen iken, *L. ivanovii* esasen ruminant hayvanları (koyun ve sığır gibi) enfekte etmektedir. Diğer dört tür görünürde patojenik eğilim göstermeyen, serbest yaşayan saprofitlerdir [11]. Genetik açıdan bakıldığında *L. monocytogenes* üç sınıfa ayrılmaktadır. Soy I; 1/2b, 3b, 4b, 4d ve 4e serotiplerinden, soy II 1/2a, 1/2c, 3a ve 3c serotiplerinden ve soy III 4a ve 4c serotiplerinden oluşmaktadır [12,13]. Ayrıca soy III; IIIA, IIIB ve IIIC alt gruplarına ayrılabilir [14].

Gram pozitif, sporsuz, çubuk ve kokobasil şeklinde olan *Listeria*'lar 25°C sıcaklıkta peritrik flagellaları ile hareketliken 37°C'de flagella gelişiminin çok zayıf olması nedeniyle hareketsizdir. *Listeria*'lar psikrotrof bakteriler olmasına rağmen optimal üreme sıcaklıkları 35-37°C'dir. Ayrıca *Listeria*'lar 0-45°C gibi oldukça geniş bir sıcaklık aralığında da üreyebilmekte ancak 5°C'nin altındaki sıcaklıklarda üremeleri daha yavaş gerçekleşmektedir. Genel olarak 4,3-9,6 pH gibi geniş bir pH aralığında gelişen *Listeria* türlerinin minimum pH değeri suya ve ortamdaki asit türüne göre değişim göstermektedir. *Listeria*'nın geliştiği en düşük su aktivitesi değeri 0,92 iken %10 NaCl'ü tolere edebilmekte ve aerob, mikroaerofilik veya %5-10 CO₂'li ortamda üreyebilmektedir. *Listeria*'ların üreme koşulları Çizelge 2.1'de yer almaktadır [3,6].

Çizelge 2.1. *Listeria*'ların üreme parametresi [6]

	Minimum	Optimum	Maksimum
pH	4,3	7	9,6
a _w	0,92-0,93	0,97	0,99
Sıcaklık (°C)	0	35-37	45
NaCl (%)	0	0	10

L. monocytogenes yaygın olarak gıda kaynaklı hastalıklara neden olan patojenlerdendir. Doğada ubikuter (her yerde bulunabilen) olması nedeniyle *L. monocytogenes* gıdaların işlenmesi sırasında gıdalara çevreden bulaşabilmekte ve besin zinciri için tehdit oluşturmaktadır [15]. *L. monocytogenes*'in üreme skalasının geniş olması ve bitki, toprak, çöp, silaj gibi çok geniş bir alanda yayılmış olması bu patojenin tehlikesini arttırmaktadır [16]. Seyrek olarak deniz suyundan, yeraltı suyundan veya kaynaklardan izole edilen *Listeria* türleri besinsel ortamın daha zengin olduğu atık su, toprak, gıda işleme ortamlarında bol miktarda bulunabilmektedir. Geniş pH, sıcaklık ve tuz gibi zorlu dış koşullarda dayanma yetenekleri göz önüne alındığında, çeşitli ortamlarda dağılan *Listeria* türleri topraktan, sudan, atık sularından, yiyeceklerden, vahşi yaşamdan, evcil hayvanlardan ve insanlardan izole edilmiştir [11]. Fakültatif anaerob olması nedeniyle *L. monocytogenes* vakumlanmış, tüketime hazır gıdalarda bile gelişebilmektedir [17].

L. monocytogenes ile ilgili çalışmalarda bu bakterinin; pH, sıcaklık ve ozmotik uç noktalara tepkisi bakımından oldukça çevik olduğu anlaşılmaktadır. *Listeria* türleri gıda işleme ortamlarında gıda işleme yüzeylerini, makineleri ve zeminleri temizlemek ve sterilize etmek için uygulanan alkali bazlı deterjanlara ve dezenfektanlara maruz bırakılmaktadır. Isıya, aside ve ozmotik streslere toleransını arttırmak ve çeşitli sıcaklıklarda, pH ve ozmolarite aralığında hayatta kalmasını ve büyümesini sağlamak için bir dizi özel molekül sentezleyen *L. monocytogenes* bu temizlik uygulamalarına dahi direnç gösterebilmektedir. *Listeria* türleri özellikle de *L. monocytogenes* besin maddesi olarak nispeten düşük talebe sahip güçlü bir bakteri olsa da optimal büyüme için biyotin, riboflavin, tiamin, alfa lipoik asit (tiyotik asit), amino asitler (sistein, glutamin, izolösin, lösin ve valin gibi) ve karbonhidrat (glikoz gibi) kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle *Listeria* türleri besin bakımından yetersiz; kirlenmemiş deniz suyu ve kaynak suyunda zayıf büyürken besin bakımından zengin; kirli sularda, lağımında ve çamurda oldukça rahat gelişebilmektedir. Artık besinleri çiftliklerden ve işleme tesislerinden mümkün olduğunca uzaklaştırmak gerekmektedir. Ayrıca işletmelerde kullanılan her türlü suyun kanalizasyona bırakılmadan önce ön arıtılması gerçekleştirilmelidir. Böylece besin ve su ihtiyacını karşılayamayan *Listeria*'ların büyümesinin daha yavaş olması sağlanmaktadır. *Listeria* türlerinin oluşumunu azaltmak için izlenmesi gereken belirgin bir stratejidir [11].

2.2. *Listeria monocytogenes* kaynaklı enfeksiyonlar ve Listeriosis

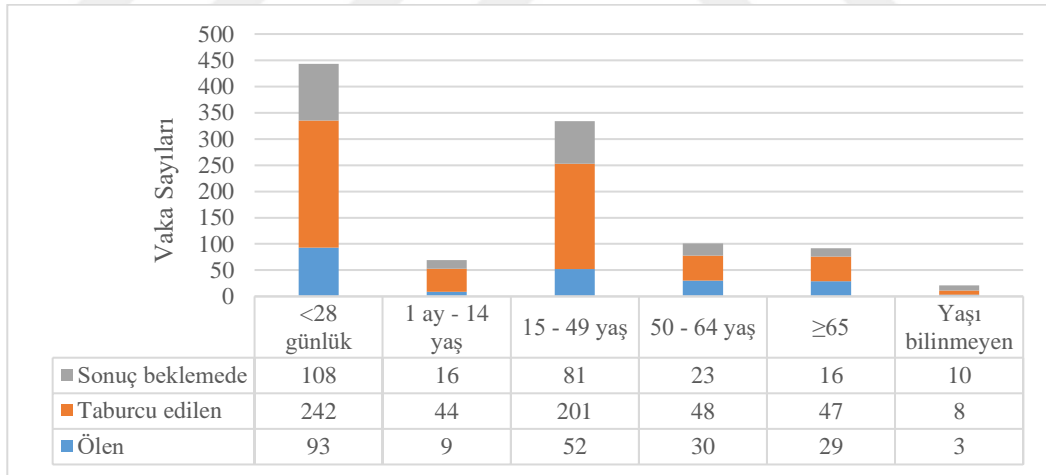
Günümüzde tüketime hazır ve ısıtılıp tüketime hazır hale getirilen gıdaların tüketiminin artması yönündeki eğilim doğrultusunda *L. monocytogenes* gıda kaynaklı önemli bir patojen haline gelmiştir [11]. *L. monocytogenes* insanlarda bağırsak sisteminin geçici bir sakinidir, genel popülasyonun %2-10'u herhangi bir sağlık sorunu olmadan mikroorganizmanın taşıyıcılarıdır [18]. 10^4 kob/g'dan düşük düzeydeki *L. monocytogenes* sağlıklı kişilerde sorun oluşturmayabilir. Bununla birlikte 100 hücre/g düzeyinde *L. monocytogenes* içeren gıdalardan kaynaklanan enfeksiyonlar oluşabilmektedir [6].

L. monocytogenes'i gıda kaynaklı patojenler arasında benzersiz yapan faktörler arasında hem çeşitli olumsuz koşullar altında gıdalarda hayatta kalma hem de düşük sıcaklıklarda büyüme kabiliyeti bulunur. Çoğu durumda listeriosis ile gelen kişiler arasında immun sistemi baskılanmış hastalar, yaşlılar, hamile kadınlar ve fetüsler bulunmaktadır. Hastalığın primer belirtileri menenjit, spontan kürtaj ve septisemidir. Gıda kaynaklı listeriosis salgınlarında ölüm oranları yaklaşık %30'dur. Listeriosisin teşhisi genellikle organizmanın kan, beyin, omurilik sıvısı, plasenta ve yeni doğan bebeğin ilk dışkısı (meconium) gibi steril bölgelerden ve yeni doğanlardan gelen gastrik aspiratlardan izole edilmesini gerektirir [19].

Listeriosise, ilk olarak 1926'da tanımlanan gram pozitif ve ubikuter bir patojen olan *L. monocytogenes* neden olmaktadır. Keşfedildiğinden beri büyük gıda kaynaklı salgınların nedenlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Diğer gıda kaynaklı patojenlerin aksine *L. monocytogenes* gıdada oldukça düşük nem içeriği ve yüksek tuz konsantrasyonunda gelişebilir. En önemlisi *L. monocytogenes* diğer tüm patojenlerin aksine buzdolabı sıcaklığında gelişir. Gıda ortamında üreme ve zor şartlarda hayatta kalabilme yeteneği *L. monocytogenes*'in kontrolünü özellikle zorlaştırır [20]. Listeriosis vakalarının çoğu seyrek görülmektedir ve yüksek gelirli ülkelerde görülme sıklığı düşük fakat ölüm oranı yüksek olarak rapor edilmiştir [21]. Mikroorganizmanın çevredeki geniş dağılımına ve gıdalarda nispeten yüksek izolasyon sıklığına rağmen genel popülasyonda listeriosis görülme sıklığı düşüktür [18]. *L. monocytogenes*'in diğer bakteri türlerinden ayırt edilmesi için hızlı, hassas ve kesin teşhis analizlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasının yanı sıra epidemiyoloji hakkında ayrıntılı bir bilginin bulunması listeriosisin kontrolü ve önlenmesi için hayati önem taşımaktadır [11].

L. monocytogenes kümes hayvanlarında ve süt ürünlerinde sıklıkla tanımlanan gıda kaynaklı bir patojendir ancak çok çeşitli gıdaları kontamine edebilmektedir [22,23]. Dünyada kontaminasyonu gerçekleşen gıdaların tüketilmesi sonucunda pek çok salgın meydana gelmektedir. Oluşan bu salgınlar ölümlere neden olabilmektedir. Amerika’da 2014-2016 dönemindeki görülme sıklığıyla karşılaştırıldığında 2017’de görülme oranında *Listeria*’da %26 artış olduğu bildirilmiştir [24]. Centers for Disease of Control and Prevention (CDC) verilerine göre 2011-2019 yılları arasında farklı gıdalardan kaynaklanan *Listeria* salgınlarındaki 322 vakadan 64’ü ölümlerle sonuçlanmıştır [25].

Bugüne kadar olan en büyük Listeriosis salgını Güney Afrika’da gerçekleşmiştir. 2017 yılının başında ocak ayında başlayan *L. monocytogenes* salgınlarının et kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Salgın kaynağı olarak gösterilen Enterprise Foods’un üretim tesislerinde üretilen, yemeye hazır işlenmiş et ürünleri için 4 Mart 2018’de geri çağırma başlatılmıştır. Geri çağırılmadan sonra vakaların sayısı azalmış ve son rapordan (Temmuz 2018) önceki hafta boyunca yeni vaka bildirilmemiştir. Güney Afrika’da gerçekleşen bu salgında laboratuvar onaylı 1060 vaka bildirilmiş ve 216’sı ölümlerle sonuçlanmıştır. Yaş dağılımları Şekil 2.1.’de yer almaktadır [26,27].



Şekil 2.1. Laboratuvarında onaylanmış listeriosis vakalarının yaş dağılımı ve sonuçları*, Güney Afrika, 01 Ocak 2017 – 10 Temmuz 2018 (n=1060) [27]

*‘Sonuç beklenmede’ sonuçları bilinmeyen (örneğin hâlâ hastanede olanlar) hastaları ve tıbbi kayıtları bulunamayanları içerir.

Amerika Birleşik Devletleri’nde önemli bir gıda kaynaklı hastalık nedeni olan *L. monocytogenes*’in birçok salgına neden olduğu bilinmektedir. Bu salgınlar çok çeşitli gıda gruplarında gerçekleşebilmektedir. 2011 yılında kavundan kaynaklanan listeriosis

salgınında 147 vaka bildirilmiştir. Bu vakalardan 33'ü hayatını kaybetmiş, hastalık sırasında hamile olan bir kadın düşük yapmıştır. Salgına yakalanan kişilerin tükettikleri gıdalar araştırılmıştır. Jensen Farms'ın üretim alanlarında yetişen kavunların salgına neden olduğu bildirilmiştir [28]. 2016 yılında tespit edilen salgında ise dondurulmuş sebzelerden kaynaklandığı belirtilen 9 vakadan 3'ünün öldüğü rapor edilmiştir. Üretici firma olan CRF Frozen Foods *Listeria* ile kontamine olduğu gerekçesiyle 11 dondurulmuş sebze ürününü geri çağırmıştır [29].

18 Aralık 2018'de Johnston County Hams, Inc. tarafından üretilen şarküteri jambonların tüketimine bağlı *L. monocytogenes* enfeksiyonları rapor edilmiştir. Tümü hastaneye yatmış olan dört kişiden ikisi hayatını kaybetmiştir. *L. monocytogenes* salgını sebebiyle firmanın ürünlerini çağırdığı bildirilmiştir [30].

29 Ocak 2019'da dört eyaletten dört kişinin *Listeria* sebebiyle hastaneye kaldırıldığı bildirilmiştir. Salgın nedeniyle ölüm tespit edilmemiştir. Epidemiyolojik ve laboratuvar kanıtları Houston Texas Corporation şirketinin domuz ürünlerinin bu salgının muhtemel bir kaynağı olduğunu göstermiştir. Tüketicilerden 21.05.2018-16.11.2018 tarih aralığında bu firma tarafından üretilen ürünlerin tedarik edilen mağazalara iade edilmesi ya da çöpe atılması istenmiştir [31].

15 Nisan 2019 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nde 4 eyaletten *L. monocytogenes* salgınına yakalanan 8 kişi olduğu, hepsinin de hastaneye kaldırıldığı ve 1 kişinin hayatını kaybettiği bildirilmiştir. Epidemiyolojik ve laboratuvar incelemeleri salgının şarküterideki dilimli et ve peynirlerden tüketen insanlarda görüldüğünü göstermiştir [32].

İngiltere'de 2019 Haziranda önceden hazırlanmış sandviçlerin tüketiminden kaynaklandığı tespit edilen *Listeria* enfeksiyonu sonucu hastaneye kaldırılan altı kişiden üçü hayatını kaybetmiştir. Sandviçlerin tedarikçisi The Good Food Chain firması soruşturma sürerken gönüllü olarak üretimi durdurmuştur. Çeşitli sağlık kuruluşlarının ve yerel makamların yürüttüğü soruşturma sonucunda sandviçte kullanılan etlerde (North Country Cooked Meats tarafından üretilen) *Listeria* suşları tanımlanmıştır. 2008 ve 2018 yılları arasındaki rakamlara bakıldığında İngiltere ve Galler'de ortalama 166 listeriosis vakası gerçekleştiği görülmektedir. 2010'dan 2016'ya kadar yılda ortalama 46 ölüm meydana geldiği bildirilmektedir [33].

2.3. Et ve et ürünlerinde *Listeria* varlığı

Sağlıklı yaşamın temeli yeterli ve dengeli beslenmeye dayanmaktadır. Vücuda hayvansal kaynaklı protein alınması açısından büyük öneme sahip olan et ve et ürünlerinin de dengeli beslenmede rolü oldukça yüksektir. Günümüzde besin tüketimi nüfus oranının hızla artmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bireylerin çalışma koşullarının zorlaşması, işlerin yoğunluğu nedeniyle beslenme için ayrılan süre kısalmıştır. Bireylerin vakti kısıtlı olduğu için kolay hazırlanabilen aynı zamanda yeterli ve dengeli beslenmeyi de sağlayacak yemeklere yönelim her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda sosyal yaşamda meydana gelen değişiklikler gıda sektörünü de etkilemiş ve hazır gıda tüketimi artmıştır. Gelişen teknolojinin sonuçlarından biri de değişen tüketim alışkanlıkları sebebiyle yemek alışkanlıklarının da değişkenlik göstermesidir. Toplumların hazır ve/veya kısa sürede hazırlanan pratik yemeklere olan eğiliminin arttığı görülmektedir. Fastfood kültürü dünyaya hızla yayılmış ve ülkemizde de genç nüfus başta olmak üzere fastfood tüketimi yıllara göre artış göstermiştir. Türkiye’de pide, döner, lahmacun, börek, köfte gibi ürünler fastfood sayılabilecek gıdalardandır. Ülkemizde sıklıkla tüketilen et ürünlerinden olan köfte; çeşidine göre değişen reçetelerde ve baharat karışımları eklenerek hazırlanan ve tüm dünyayı etkisi altına almış olan fastfood beslenme tarzına oldukça iyi uyum sağlamış bir gıdadır. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’nde köfte; “Kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin veya kanatlı hayvan karkas etlerinin bu tebliğe uygun olacak şekilde biri veya birkaçının karışımına, aynı ve/veya farklı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı veya kanatlı et karışımını pişirilmiş et ürünü” olarak tanımlanmaktadır [34].

Köftenin ham maddesi kıyma yapısal olarak mikroorganizmaların ihtiyaçlarını karşılamak için oldukça zengin bir et ürünüdür. Üretimi ve muhafazası sırasında kontaminasyona açıktır. Hijyenik koşullar sağlanmadığında elde edilen ürünlerde bulaşmalar olacağı bilinmektedir. Hayvansal gıdalar sahip oldukları azot ve karbon gibi temel besin elementleri sayesinde çoğu mikroorganizmanın üreyip gelişebileceği bir ortam niteliği taşımaktadır.

Gıda hijyeninin sağlanabilmesi için kontaminasyon kaynaklarının bilinmesi şarttır [3]. Pek çok çalışma *L. monocytogenes*’in gıda işleme ortamlarında yaygın olarak bulunduğunu göstermiştir [35,36,37,38,10].

Öztürk (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, hamburger köftelerinin mikrobiyolojik yükünü belirlemek amacıyla dondurulmuş çiğ hamburger köftelerinde (5 farklı firmaya ait 6 çeşit) ve 2 farklı işletmede üretilen çiğ hamburger köftelerinde; fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Analizi yapılan 2 adet çiğ hamburger köftesinde 0,78 ve 0,30 log kob/g düzeyinde *Listeria*'ya rastlandığı bildirilmiştir [39]. Özkiraz (2016), piyasadan toplanmış kıyma ve kuşbaşı et örneklerinde 50 adet modifiye atmosfer paketli (MAP) sığır kıyma örneğinin 5'inin (%10), 50 MAP sığır kuşbaşı örneğinin ise 3'ünün (%6) *L. monocytogenes* yönünden pozitif olduğunu bildirmiştir [40]. Kocaman 2015 yılındaki çalışmasında Mayıs-Ağustos 2014 tarihleri arasında tüketime sunulan 120 kuzu eti örneğinin 44'ünün (%36,6), değişik *Listeria* türleri ile kontamine olduğunu belirlemiştir [16]. Atasever ve Atasever'in 2014'te kıyma üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada Erzurum ilinde tüketime sunulan kıyma örneklerinin %24'ünde *L. monocytogenes* bulunduğu tespit edilmiştir [41]. Pamuk ve Sırıken 2018'de sığır orijinli gıdalarda (kıyma, köfte, sosis) *Salmonella* türleri ve *L. monocytogenes* varlığını araştırmıştır. Bu araştırmada 100 numuneden 45 adet et örneğinde *Salmonella* ve 2 adet et örneğinde (1 adet kıyma ve 1 adet kasap köfte örneğinde) *L. monocytogenes* tespit edildiği bildirilmiştir [42].

2.4. Termal inaktivasyon

Gıdalara ısı işlem uygulanarak mikrobiyolojik ve toksikolojik açıdan güvenilir olması sağlanmaktadır. Gıda endüstrisinde gıda güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü uzatmak için patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar için termal prosesler en etkili yöntemlerden biridir.

Gıdalarda termal inaktivasyon uzun yıllardır kullanılan önemli koruma yöntemlerindedir. *L. monocytogenes*'e uygulanacak ısı işlemin etkin olması için patojenin ısı direncini etkileyen faktörler önemlidir. Gıdanın su içeriği ya da su aktivitesi (a_w), tuzun çeşidi ve miktarı, pH, yağ, protein ve karbonhidrat içeriği mikroorganizma üzerinde gıda kaynaklı koruyucu etki sağlayan parametrelerdendir. Su mikroorganizmalara ısının iletiminde önemli bir yere sahiptir. Su aktivitesi ile patojenin ısı direnci ters orantılıdır. Ortamdaki su uzaklaştığında ısı iletimi azalacağı için mikroorganizmanın ısı direnci artmaktadır. Gıdaların içerdiği tuzun koruyucu etkisi; miktarına, çeşidine ve diğer faktörlere göre değişkenlik göstermektedir. Tuzların ortamdaki a_w 'yi düşürmesi ya da arttırmasına bağlı olarak tuzlar mikroorganizmaların ısı direncini arttırır ya da onları daha duyarlı hale

getirirler. pH mikroorganizmanın ısıl direncini etkileyen en önemli dış faktörlerden biridir. Mikroorganizma en yüksek ısıl direnci, gelişime en uygun pH'dayken gösterir. Ancak tolere edilebilen pH aralığından uzaklaştıkça ısıl işleme duyarlılık artar. Gıdalarda bulunan yağlar doğrudan su moleküllerini ittikleri için suyun hücrelere ulaşmasını engeller. Bu durumda ısı transferi de gerçekleşemez. Böylece yağlar mikroorganizmaların ısıl direncini arttırır. Isıl işlem uygulandığında ölen patojenler hücre dışına yağ, protein ve karbonhidratları salgılamaktadır. Bu bileşenler canlı kalan mikroorganizmalara koruyucu özellik göstererek ısıl direncin artmasına neden olmaktadır. Böylece ortamdaki mikroorganizma sayısı arttıkça ısıl direnç de artmaktadır [43].

Ülkemizde köfte tüketimi genellikle lokanta ve benzeri işletmelerde mangalda ya da ızgarada pişirme usulü ile yapılmaktadır. Izgara, kızartma, fırınlama gibi pişirme işlemleri sonrası tüketilen köftelerde ısıl işlemin etkin gerçekleştirilmesi gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından yüksek önem taşımaktadır. Isıl işlemin etkin gerçekleştirilmesi birçok gıda kaynaklı hastalığın önlenmesinde rol oynamaktadır. Bu nedenle Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde de belirtildiği gibi köftenin de içinde yer aldığı ısıl işlem görmüş et ürünlerinde *L. monocytogenes* bulunmasına izin verilmemektedir [44]. Gıdalara uygulanacak ısıl işlemin etkinlik parametreleri mikroorganizma türüne hatta suşuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarında belirlenen, suşa bağlı D ve z değerleri ısıl inaktivasyon etkinliğini ifade ediyor olsa da pratikte bunun uygulanması pek mümkün olmamaktadır. Çünkü D ve z değeri hesapları çoğunlukla benmaride ince bir film haline getirilmiş kıyma örnekleriyle yapılmaktadır. Ancak ızgara yüzey sıcaklıkları benmarideki gibi sabit olmadığından dolayı D ve z değerinin hesaplanması mümkün olmamaktadır. Bunun yerine sıcaklık-zaman ilişkisinin ortaya konulduğu uygulamaların gıda güvenliği anlamında daha etkin olacağı öngörülmektedir.

Literatür çalışmalarından elde edilen veriler ile gerçekleştirilen pişirme işleminin patojen eliminasyonunu tamamen sağlamadığına dair çalışmalar bulunmaktadır. Lahou ve arkadaşlarının 2015 yılında gerçekleştirdiği 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 [45].

Soyutemiz ve Çetinkaya'nın (2005) çalışmasında *L. monocytogenes*'in ısıya direncinin saptanması amaçlanmış ve üç gruba bölünen köfteler farklı düzeylerde mikroorganizma yükünde ve farklı sıcaklık-süre parametrelerinde (85°C'de 4dk., 80°C'de 4dk., 63°C'de 30 dk.) ısı uygulamalarına maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda 63°C'de 30 dk. ısı işleminin *L. monocytogenes*'in yüksek kontaminasyonunu tamamen elimine etmediği ve bu parametrelerin gıda güvenliği açısından uygun olmayabileceği sonucu bildirilmiştir [46].

Ülkemizdeki köfteler farklı geometrik şekillerde olmakta ve formülasyonları da çeşitlilik göstermekte olup ayrıca köfte pişirme sıcaklığı, köfte merkez sıcaklığı, pişme süresi üzerine veriler belirlenmemiştir. Izgara yüzey sıcaklıkları sabit tutulamadığından dolayı homojen ısı iletimi sağlanamamakta dolayısıyla patojen bakteriler üzerinde koruyucu bir etki oluşturabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı gerçek hayatta daha çok minimum sıcaklık ve süre ilişkisi ile hareket edilmesi daha gerçekçi olacaktır. Literatürde geleneksel ürünlerimiz olan köfteler hakkında ızgarada patojenlerin termal inaktivasyonu üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Ülkemizde sadece kıymalı pidelerde sıcaklık zaman ilişkisi çalışılmış ve minimum 180°C'de (fırın sıcaklığı) minimum 330 saniye (5,5 dk.) ısı işlem uygulanmasının 5 log patojen inaktivasyonu sağladığı belirtilmiş ve güvenli aralıklar ortaya koyulmuştur [47].

McMinn (2018) ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada United States Department of Agriculture (USDA) ve Food Safety and Inspection Services (FSIS) ısı işlem yönergelerine göre *Salmonella* ve STEC'i etkisiz hale getirmek için 60°C veya daha yüksek sıcaklıkta pişirme işlemlerinin gıda güvenliğini sağlamak için kabul edilebilir olmasına rağmen *L. monocytogenes*'in karşılaştırılabilir log azalmasını sağlamak için daha uzun bekleme süresi gerekebileceği belirtilmiştir [48].

En çok tercih edilen ızgarada pişirme yöntemiyle alakalı sıcaklık-süre verileri bulunmamaktadır. Çünkü pişirme etkinliğinin ölçülmesi amaçlı yapılan çalışmalarda işlem koşullarının belirlenmesi ve uygulanabilirliği en büyük sorunlardandır. En kötü senaryo (en düşük sıcaklık-en kısa süre) düşünüldüğünde, az pişmiş İnegöl/kasap köfteyi tercih eden bir kişinin muhtemel bir kontaminasyon sonrasında pişen köfteden enfeksiyona yakalanma riski hakkında detaylı bilgi bulunmamaktadır.

Ülkemizde ızgarada köfte pişirme prosedürlerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmadı. Bu amaçla bu çalışmada ilk defa saha koşullarının kullanıldığı pişirmenin termal inaktivasyona etkisi ortaya koyulacaktır. Saha çalışması gerçekleştirilecek ve elde edilen pişirme

parametreleri laboratuvarında kullanılacaktır. Sahada; köftelerin pişirildiği yüzey sıcaklıkları, köftelerin merkez sıcaklıkları ve piştiği süreler kaydedilecektir. Kaydedilen bu değerlerden en kısa süre ile en düşük sıcaklıktan başlayarak pişirmeler gerçekleştirilecektir. İnegöl ve kasap köfteler hazırlanarak bu köftelere *L. monocytogenes* inoküle edilecektir. Deneysel kontamine köftelere belirlenen değerler doğrultusunda ısı işlem uygulanacaktır. Pişirme sonucu köftelerin mikrobiyolojik analizleri yapılacak ve *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonu tespit edilecektir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Köfte Örnekleri

Deneysel köftelerin yapımında kullanılacak olan % 15±5 yağlı dana kıyma, Uşak'ta yerel bir işletmeden (Bölme Et ve Et Ürünleri) soğuk zincir gözetilerek temin edildi. İnegöl ve kasap köfte yapımında, yapısında koruyucu katkı maddesi içermeyen hazır ticari İnegöl ve kasap köfte harçları (Knorr İnegöl Köfte Harcı ve Knorr Köfte Harcı) kullanıldı. Firmanın belirttiği hazırlama direktiflerine göre kasap köfte için yaklaşık 25 g yumurta (Keskinöğlü Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., Manisa) kullanıldı. Köftelerin şekline ait ortalama ölçüler Çizelge 3.1'de yer almaktadır. Toplamda 2 deneysel grup oluşturuldu. Her deneysel grup ise en az 3 kere tekrar edildi.

1. grup: *L. monocytogenes* inoküle edilmiş İnegöl köfteleri

2. grup: *L. monocytogenes* inoküle edilmiş kasap köfteler

3.1.2. Deneyde Kullanılan *Listeria monocytogenes* Suşları

Listeria monocytogenes 1/2b N 7144

Listeria monocytogenes 1/2b RSKK 472

Listeria monocytogenes 3a RSKK 474

Listeria monocytogenes 4c RSKK 476

Listeria monocytogenes RSKK 02028

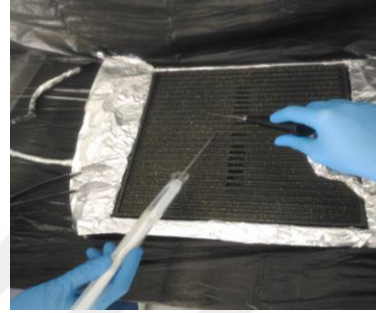
Kullanılan patojenlerden RSKK kodlu olanlar Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü, N kodlu olan is Colorado Eyalet Üniversitesi'nden (Colorado, ABD) temin edildi.

3.1.3. Elektrikli Izgara

İnegöl ve kasap köfteler sanayi tipi elektrikli bir ızgarada (GIGANT 6I200E, Bursa, Türkiye) ve ev tipi elektrikli bir ızgarada (Mangalet, Korkmaz, İstanbul, Türkiye) pişirildi. Izgara

yüzey sıcaklıkları ile köfte merkez sıcaklıkları çeşitli termometreler ile ölçüldü. Sıcaklık ölçümünde kullanılan termometreler;

- IKA RCT hot plate'e bağlı IKA ETS-D5 termometre (Almanya)
- TFA 30.1018 (Almanya)
- HANNA Instruments HI-9057 KJT Thermocouple termometre (ABD)



Şekil 3.1. Köfte pişirme işlemlerinde kullanılan sanayi tipi elektrikli ızgara (sol) ve ev tipi elektrikli ızgara (sağ)

3.1.4. Besi Yeri

Aerobik mezofil bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) (LAB149, Lancashire, İngiltere) kullanıldı. Koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB)'a (LAB031, Lancashire, İngiltere) kullanıldı.

L. monocytogenes suşlarının gelişmesi için Tryptic Soy Broth (TSB 105459, Almanya) kullanıldı. Köftelere ısı işlem uygulandıktan sonra *L. monocytogenes* tespiti ve sayımı için *Listeria monocytogenes* Oxford supplement (Acumedia & LABM LAB 123, İngiltere) supplementi ilave edilmiş *Listeria* Isolation Medium Oxford (Acumedia & LABM Lab 122, İngiltere) kullanıldı.

3.2. Metot

Bu çalışma sahadan (restoran, cafe, fastfood işletmesi vb.) elde edilen veriler doğrultusunda Uşak Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda yürütüldü. Ön çalışma olarak Uşak bölgesindeki çeşitli köfte işletmeleri ziyaret edildi ve İnegöl ve kasap köfte pişirme prosedürleri incelendi. İncelemeler sonucunda pişirme süreleri ile pişirme sıcaklıkları elde edildi. Elde edilen bu veriler ışığında yapılacak analizlerin materyal ve metotları ortaya koyularak laboratuvarında yürütülen çalışmalar sahaya uygun olacak şekilde uyarlandı.

Tez çalışmasında *L. monocytogenes* inoküle edilen köfte hamuruna farklı geometrik şekle sahip kasap ve İnegöl köfte formları verilerek, sanayi tipi elektrikli ızgara ve ev tipi elektrikli ızgaralarda pişirilmesi ile patojenin termal inaktivasyonu tespit edildi. Tez çalışmasındaki mikrobiyolojik analizler en az 3 tekrar ve 2 tekerrürlü olarak tasarlanmıştır.

3.2.1. Saha çalışmaları

Saha çalışmaları Uşak'ta bulunan köfte üreten firmalardan rastgele seçilen işletmelerde yapıldı. Her köfteci; köfte merkez sıcaklığı, farklı noktadaki ızgara yüzey sıcaklığı ve pişirme süresi ile ilgili veriler toplandı (Şekil 3.2). Pişirme sıcaklığını belirlemek için HANNA Instruments HI-9057 KJT Thermocouple termometre (ABD) kullanıldı. Izgara yüzeyinde köftenin piştiği ve kalan tüm yüzeylerden ölçümler alındı. İşletmelerden alınan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinde mikrobiyolojik (aerobik mezofil bakteri sayısı, koliform bakteri sayısı) analizler yapıldı.



Şekil 3.2. Köfte işletmelerinde ızgara yüzey sıcaklığı (sol) ile köfte merkez sıcaklığının (sağ) belirlenmesi

3.2.2. İnokulumun Hazırlanması ve İnokülasyonu

L. monocytogenes'in buzdolabında muhafaza edilen 5 suşu +4°C'den çıkarılarak Tryptic Soy Broth sıvı besi yerinde (TSB 1.05459 Merck, Almanya) 30°C'de 24 saat [47] bekletildi. TSB' de gelişen suşlar 4000 rpm/ 4 dk santrifüj (LAB123 5000 RPM, Ankara, Türkiye) edilerek üstte kalan süpernatant uzaklaştırıldı. Elde edilen peletler % 0,9 NaCl yardımı ile kırıldı ve tekrar santrifüj edildikten sonra tüm suşlar tek tüpte birleştirilerek suş karışımı inokülasyona hazır hale getirildi. İnokülasyon işlemi Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de belirtildiği gibi köfte hamurunda gerçekleştirildi.



3.2.3. Deneysel İnegöl Köfte Örneklerinin Üretimi

İnegöl Köfte harcı → Kıyma (ortalama % 15±5 yağlı dana kıyma) ← Su



Köfte hamurunun yoğurulması



Hazırlanan köfte hamuruna *L. monocytogenes* suşlarının inoküle edilmesi



20'şer gram tartılan patojen bulaştırılan köfte hamuruna İnegöl köfte şekli verilmesi



Çiğ İnegöl köfte numunesinin steril stomacher poşetine alınıp +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmesi



Şekil verilen İnegöl köftelerinin +4°C'de buzdolabında bekletilmesi



Buzdolabından çıkarılan köftelerin ısıtılan elektrikli ızgarada pişirilmesi



Piştirilen köftelerden belirlenen süre veya sıcaklıklarda numune alınarak stomacher poşetine alınması



Stomacher poşetine alınan köfte numunelerinin hızla soğutulması ve hemen buzdolabına kaldırılması



Buzdolabında soğutulan numunelerin mikrobiyolojik analizlerinin gerçekleştirilmesi

Şekil 3.3. Deneysel kontamine İnegöl köfte üretim akış şeması

3.2.4. Deneysel Kasap Köfte Örneklerinin Üretimi

Kasap Köfte harcı → Kıyma (ortalama % 15±5 yağlı dana kıyma) ← Su ve yumurta



Köfte hamurunun yoğurulması



Hazırlanan köfte hamuruna *L. monocytogenes* suşlarının inoküle edilmesi



25'er gram tartılan patojen bulaştırılan köfte hamuruna kasap köfte şekli verilmesi



Çiğ İnegöl köfte numunesinin steril stomacher poşetine alınıp +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmesi



Şekil verilen kasap köftelerin +4°C'de buzdolabında bekletilmesi



Buzdolabından çıkarılan köftelerin ısıtılan elektrikli ızgarada pişirilmesi



Piştirilen köftelerden belirlenen süre veya sıcaklıklarda numune alınarak steril stomacher poşetine alınması



Stomacher poşetine alınan köfte numunelerinin hızla soğutulması ve hemen buzdolabına kaldırılması



Buzdolabında soğutulan numunelerin mikrobiyolojik analizlerinin gerçekleştirilmesi

Şekil 3.4. Deneysel kontamine kasap köfte üretim akış şeması

3.2.5. Köfte Hamurunun Hazırlanması

Köfteler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'teki basamaklar takip edilerek üretilip analize alındı. Köfte yapımında firmanın belirttiği ölçüler temel alınarak köfte hamuru elde edildi. Kasap köfte örnekleri için 300 g %15±5 yağlı dana kıyma içerisine 24,6 g köfte harcı (Knorr), 25 g yumurta (Keskinoglu) ve 100 ml hazır içme suyu (Sırma) ilave edilerek yoğruldu ve elde edilen köfte hamuru inokülasyona hazır hale getirildi.

İnegöl köfte örnekleri için 250 g %15±5 yağlı dana kıyma içerisine 21 g İnegöl köfte harcı (Knorr) ve 75 ml hazır içme suyu (Sırma) ilave edilerek yoğruldu ve elde edilen köfte hamuru inokülasyona hazır hale getirildi.

3.2.6. Köfte Hamurlarına *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmesi

Hazırlanan kasap köfte hamuruna homojen olarak 7±1 log kob/g *L. monocytogenes* suş karışımı inoküle edildi. Her biri 25 g olacak şekilde tartımı gerçekleştirildikten sonra toplamda 14 adet deneysel kontamine kasap köfte hazırlandı (Şekil 3.5) ve hızlıca buzdolabına alındı.

Hazırlanan İnegöl köfte hamuruna homojen olarak 7±1 log kob/g *L. monocytogenes* suş karışımı inoküle edildi. Her biri 20 g olacak şekilde tartımı gerçekleştirildikten sonra toplamda 14 adet deneysel kontamine İnegöl köfte hazırlandı (Şekil 4.4) ve hızlıca buzdolabına alındı. Köftelerin ölçüsü sahadaki örnekler incelenerek oluşturuldu (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Köfte örneklerinin boyutları

Ölçüler (cm)	Köfte Çeşidi	
	Kasap Köfte	İnegöl Köfte
En	6	1.5
Boy	6	7
Yükseklik	1	1.5



Şekil 3.5. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş kasap köfte (sol), İnegöl köfte (sağ)

3.2.7. Deneysel Kontamine Köfte Örneklerinin Pişirilmesi

Köfte örnekleri 5 farklı ızgara sıcaklığında (140°C, 150°C, 160°C, 170°C, 180°C) ayrı ayrı pişirildi (Şekil 3.6). Köfte örneklerine 7 ± 1 log kob/g olacak şekilde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonunu belirlemek amacıyla pişirme süresi ve köfte merkez sıcaklığı parametreleri temel alınarak iki çeşit pişirme yöntemi kullanıldı. İlkinde köfteler sanayi tipi elektrikli ızgarada sınırları belirlenen bölgede tek grup halinde pişirildi. Her bir pişirme işleminde bir adet köfteye merkez sıcaklığının ölçülmesi için termometre batırıldı. Pişirme işlemi sırasında köfte merkez sıcaklıkları ile eş zamanlı olarak ızgara yüzey sıcaklık ölçümleri alınarak kaydedildi. İlk pişirme yönteminde saha çalışmalarına göre belirlenen sürelerde (150 sn., 180 sn., 210 sn., 240 sn., 270 sn., 300 sn., 330 sn., 360 sn.) numuneler alındı.



Şekil 3.6. Köftelerin pişirilmesi

İkinci pişirme yönteminde ise zamana bağlı olarak değil, önceden belirlenen köfte merkez sıcaklığına (50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C) ulaşıldığında numuneler alındı. Köfteler 3'e (üç grup) bölünerek ev tipi elektrikli ızgaranın aynı (orta) bölgesinde pişirildi. Gruplar aşağıdaki şekilde ayarlandı;

1. Grup: 50°C, 55°C, 60°C, 65°C numuneleri ve merkez sıcaklık ölçüm numunesi
2. Grup: 70°C, 75°C, 80°C numuneleri ve merkez sıcaklık ölçüm numunesi
3. Grup: 85°C, 90°C, 95°C numuneleri ve merkez sıcaklık ölçüm numunesi

Pişirme işlemi sırasında köfte merkez sıcaklıkları ile eş zamanlı olarak ızgara yüzey sıcaklık ölçümleri alınarak kaydedildi.

Her iki yönteminde de pişirme işlemi biten deneysel kontamine köfte örnekleri steril stomacher poşetine alındı ve zaman kaybetmeksizin içerisi buz dolu suya daldırılıp soğutuldu. Bu köfte örnekleri soğuduktan sonra analizleri gerçekleştirilmek üzere buzdolabına alındı.

3.2.8. Mikrobiyolojik Analizler

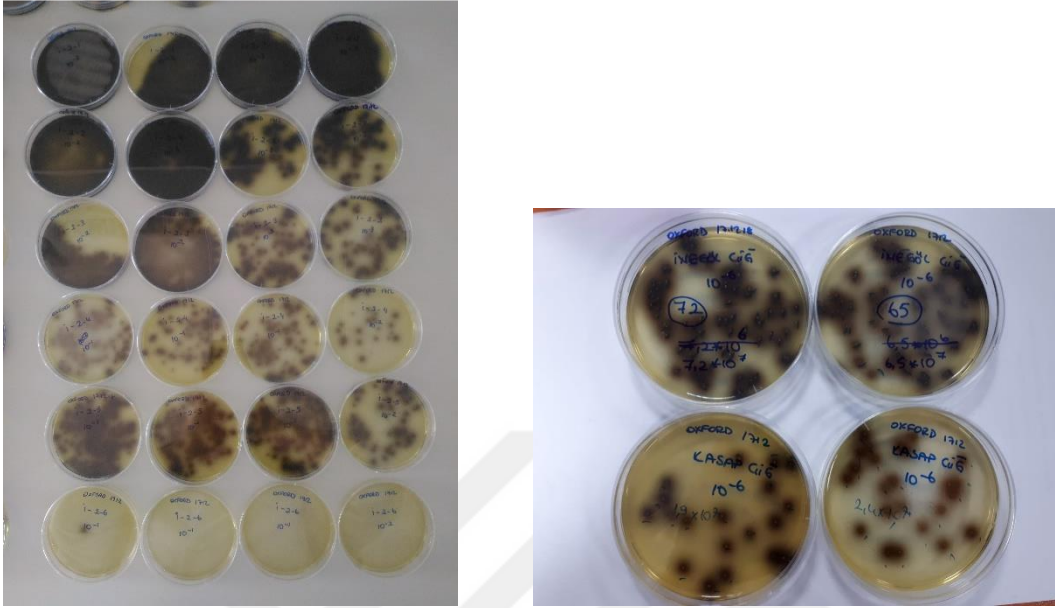
3.2.8.1. Sahadan Alınan Köfte Örneklerinde Koliform ve Aerobik Mezofil Sayımları

Saha çalışmaları esnasında çeşitli restoranlardan toplanmış olan çiğ ve pişmiş köfte örneklerinin her birisinden 10 g tartılıp üzerine 90 ml pepton water (Pepton Water LAB104, İngiltere) eklenerek stomacher (Masticator-IUL, İspanya) cihazında homojen hale getirildikten sonra mezofil aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA)'a (LAB149, Lancashire, İngiltere) dökme plak yöntemiyle ekimi yapıldı ve 35°C'de 48-72 saat inkübe edildi. Koliform analizi için Violet Red Bile Agar (VRB)'a (LABM, LAB031, Lancashire, İngiltere) dökme plak yöntemi ile ekim yapıp, çift kat agar döküldükten sonra 35°C'de 24 saat inkübe edildi [50].

3.2.8.2. *Listeria monocytogenes* Sayımı

Pişirildikten sonra buzdolabında soğutulan köfte örnekleri aseptik şartlarda tartıldı ve her numune ağırlığının 10 katına peptonlu su (Pepton Water LABM104 LAB, İngiltere) ile tamamlanarak 1/10'luk dilüsyon elde edildi. Hazırlanan bu dilüsyon 90 saniye boyunca karıştırıcıda (Masticator-IUL, İspanya) homojenize edildi. Bu homojenizasyondan sonra 10⁻⁵'e kadar desimal dilüsyonları yapıp Oxford plaklara çift seri ekim yapıldı. Mikrobiyolojik

analizler yayma plak yöntemi ile yapıldı. Ekimleri gerçekleştirilen petripler 30°C’de 24-36 saat inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda tipik zeytuni renkteki koloniler sayıldı [51].



Şekil 3.7. *L. monocytogenes* mikrobiyolojik ekim sonuçları

3.2.9. Kimyasal Analizler

3.2.9.1. Köftelerde pH Tayini

Öncelikle pH metre tampon çözeltileriyle (20±2°C’de pH 7 ve pH 4) kalibre edildi. Daha sonra homojenize edilen köfte örneklerinden 10’ar gram numune alındı ve üzerine 100 ml saf su ilave edildi. Karışımın pH’sı pH metre (Docu-pH+ meter Sartorius, Almanya) ile ölçüldü [52].

3.2.9.2. Köftelerde Tuz Tayini

Köfte örnekleri homojen hale getirildi ve 5’er gram tartılıp sıcak suyla 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 K₂CrO₄ indikatörü damlatıldı ve 0,1 N AgNO₃ çözeltisi ile kalıcı kırmızı kiremit rengi elde edene kadar titre edildi. Harcanan 0,1 N AgNO₃ aşağıdaki formülde yerine koyularak % tuz hesaplandı [53].

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

S: Titrasyonda harcanan AgNO₃ hacmi (ml) – Kör denemede harcanana AgNO₃ hacmi (ml)

N: AgNO₃ normalitesi

m: örnek ağırlığı (g)

3.2.9.3. Kıymada Yağ Tayini

Yağ tayini için kartuşlara 10±0,1 g örnek tartılarak Soxhlet metodu kullanıldı. Metot gereği düzeneğe (Gerhardt Soxhlet, SOX 414, Almanya) yerleştirilen kartuşlar için çözücü olarak dietil eter kullanıldı. Ekstraksiyon sonunda balonlardaki eter uçurularak örnekteki yağ oranı hesaplandı [54].

$$\%Yağ = \frac{(\text{Balon} + \text{Yağ ağırlığı}) - \text{Balonun darası}}{\text{Numune miktarı}} \times 100$$

3.2.10. İstatistiksel Analizler

L. monocytogenes'e ait sonuçlarda yer alan bakteri sayıları log kob/g'a çevrildi. "Köftenin geometrik şekli x merkezi sıcaklık x tekerrür" modeline göre veriler üzerinde ANOVA testi uygulandı. Sabit etkiler ile değişkenler arası interaksiyonlar açısından yapılan bu varyans testinde veriler iki yönlü olarak hesaplandı. Ortalamalar General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre Fisher'in en küçük kareler metoduyla ayrılarak istatistiksel önem seviyesi %5 olarak kabul edildi. Verilerin istatistiksel analizleri için Statistical Analysis System (SAS) programı kullanıldı [55].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada saha araştırmalarından elde edilen veriler kullanılarak *Listeria monocytogenes* ile kontamine edilmiş kasap ve İnegöl köfte örneklerine elektrikli ızgarada ısıl işlem uygulanarak pişirilmesi ile *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonu araştırıldı.

Çalışmanın ilk aşamasında sahada uygulanan pişirme koşulları incelendi ve elde edilen parametreler kullanılarak ön denemeler gerçekleştirildi. 140°C ızgara yüzey sıcaklığında en fazla 330 sn. pişirilen her iki çeşit köftede de *L. monocytogenes* yükünde önemli bir azalma görülmedi. Izgara yüzey sıcaklıkları 150 ve 160°C'ye yükseltilerek köfteler yine en fazla 330 sn. pişirilerek ön denemelere devam edildi. Ancak beklenen inaktivasyonun (5 log) bu yüzey sıcaklıklarında da gerçekleşmediği tespit edildi. Izgara yüzey sıcaklığı 170°C'ye çıkarıldı. Ayrıca saha çalışmasından belirlenen pişirme sürelerinde merkez sıcaklıklarının düşük kaldığı görüldü. Bu sebeple pişirme süresine göre numune alımı yerine köfte merkez sıcaklığı artışına göre numune alımı gerçekleştirildi. Köfte merkez sıcaklıklarındaki 50°C'den 95°C'ye kadar her 5°C'lik artışta bir numune alındı.

4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Köfterlerde gerçekleştirilen yağ, tuz ve pH analiz sonuçları Çizelge 4.1'de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. 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 Çalışmalarının Sonuçları

Izgara sıcaklıkları ve pişirme süreleri ile ilgili veriler Çizelge 4.2’de verildi. Temel olarak ızgara yüzeyinin her yerinde pişirme yapılabilmeyle birlikte özellikle kömürlü ızgaralarda en çok tercih edilen yer kömür ateşinin (ısı kaynağının) hemen üstünde yer alan bölge olduğu görüldü. Yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu bölge burası olduğu tespit edildi (146,8-337°C). Isı kaynağından ızgaranın diğer bölgelerine geçtikçe yüzey sıcaklığı düşmektedir (99-217°C). Pişirme süresinin ızgara sıcaklığına bağlı olarak 3 dk. 30 sn. – 6 dk. 1 sn. arasında değiştiği gözlemlendi. Pişen köfteler ızgaradan alınır alınmaz merkez sıcaklıkları ölçüldü ve sıcaklığın 62,5 – 79,4°C arasında olduğu görüldü.

Çizelge 4.2. Uşak'ta bulunan köfte işletmelerinde belirlenen ızgara yüzey sıcaklığı, pişirme süresi ve köfte merkez sıcaklığı değerleri (n=5)

	1.Bölge ^a	2.Bölge ^b	3.Bölge ^c	4.Bölge ^d	5.Bölge ^e	Pişirme Süresi (dk.)	Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)
Ortalama	184,7	191,7	233,7	170,4	166,0	04.38	70,1
St Sapma	83,8	73,1	66,5	57,8	49,1	01.07	6,2
Maksimum	350,0	330,0	337,0	255,6	249,4	06.01	79,4
Minimum	123,6	125,6	146,8	99,0	112,1	03.30	62,5

a: Izgara sol üst bölge yüzey sıcaklığı

b: Izgara sağ üst bölge yüzey sıcaklığı

c: Izgara merkez (orta nokta-ısı kaynağına en yakın bölge) yüzey sıcaklığı

d: Izgara sol alt bölge yüzey sıcaklığı

e: Izgara sağ alt bölge yüzey sıcaklığı

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’te özetlendi. Buna göre çiğ haldeki köftelerde aerobik mezofil sayısı yüksek bulundu (ortalama 5,84 log kob/g). Pişirme işlemi ile 2-3 log kob/g düzeyinde bir azalma gerçekleştiği görüldü. Pişirme öncesi koliform bakteri sayısı ortalama 4,69 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)

	Koliform Bakteri Sayısı		Aerobik mezofil Bakteri Sayısı	
	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş
Ortalama	4,9±0,6	<1,0	5,84±0,4	2,25±0,6
Maksimum	5,74	-	6,64	3,3
Minimum	4,04	-	5,38	1,6

Saha çalışmaları doğrultusunda laboratuvarında gerçekleştirilen ön çalışmalarda ilk olarak, pişirmenin gerçekleştirildiği en düşük ızgara yüzey sıcaklığı ve en kısa süre esas alındı. Buna göre saha çalışmasındaki verilere göre köftenin pişirildiği en düşük ızgara yüzey sıcaklığı 140°C olarak, en kısa süre ise 3 dk. 30 sn. olarak belirlendi. Ancak bu koşullarda gerçekleştirilen analizlerin sonuçlarında köfte merkez sıcaklığı 37°C (210 sn.) ile 56°C (330 sn.) arasında değiştiği için *L. monocytogenes* yükünde önemli bir azalma meydana gelmedi (<2 log kob/g). Bu pişirmeden sonra sırasıyla 150°C ve 160°C ızgara yüzey sıcaklıklarında aynı işlemler tekrar edildi ancak yine beklenen inaktivasyon görülemediği (veriler gösterilmedi) için ızgara yüzey sıcaklığı 170°C ve 180°C'ye çıkartılarak deneylere devam edildi. Saha çalışmasında belirlenen sürelerde merkez sıcaklıkların oldukça düşük kalması sonucu süre yerine köfte merkez sıcaklığı 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 ve 95°C olacak şekilde sabit alınarak deneyler gerçekleştirildi.

4.3. Deneysel Kontamine İnegöl Köftelerdeki *Listeria monocytogenes*'in 170°C

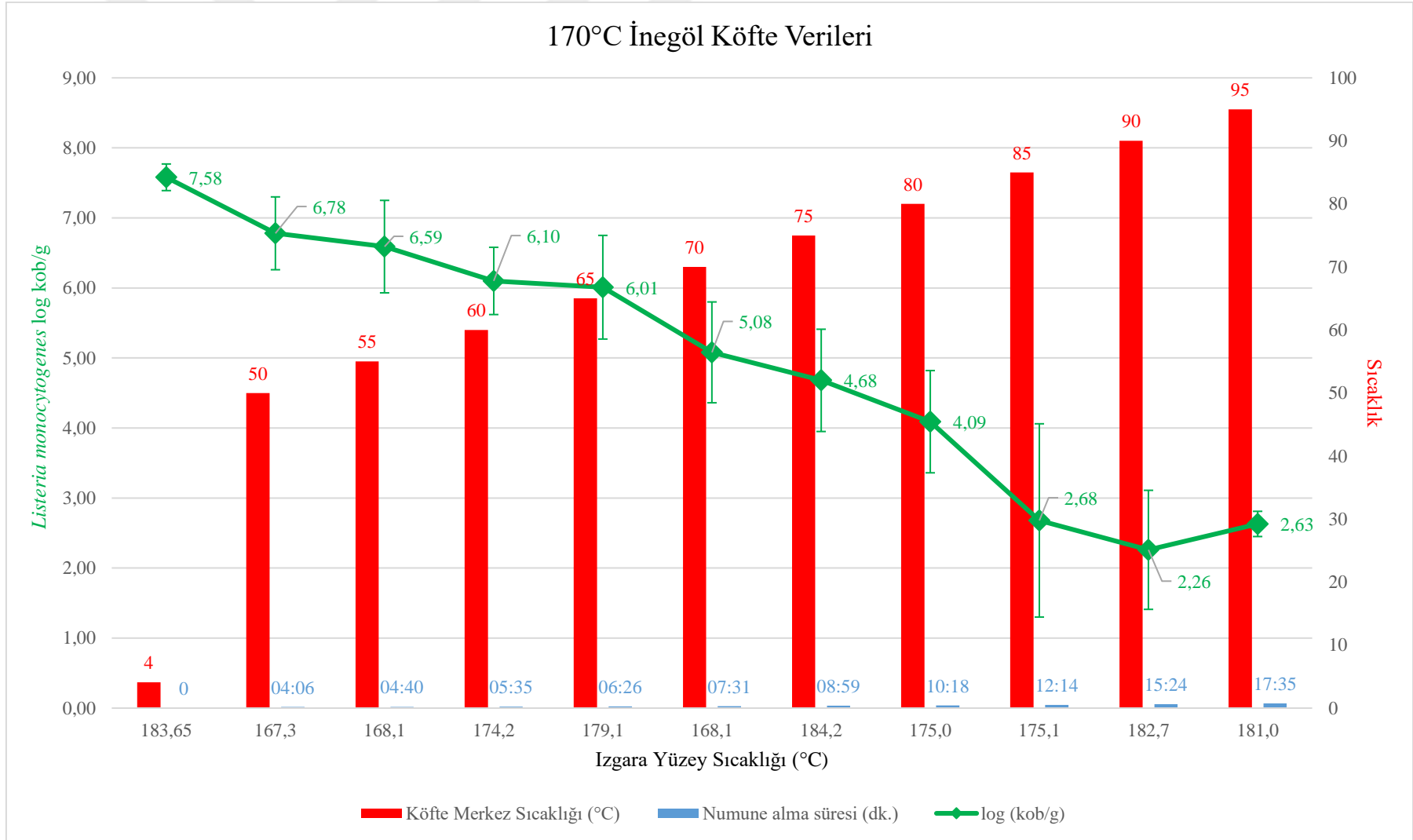
Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

Deneysel kontamine İnegöl köftelere ortalama 170°C ızgara sıcaklığında ısı işlem uygulandı. İnegöl köfte örneklerine 7,58 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada pişirme koşullarında termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla ön çalışmalarda belirlenen köfte merkez sıcaklıklarına yani 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 ve 95°C'ye ulaşıldığında numuneler alındı. Bu merkezi sıcaklıklara bağlı *L. monocytogenes* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığındaki artışa bağlı *L. monocytogenes* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.5'te verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara yüzey sıcaklıkları ve pişme süreleri ise Çizelge 4.4'te verildi.

Çizelge 4.4. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin hedeflenen 170°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri

	Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)										
	4,1	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Izgara Yüzey Sıcaklığı (°C)	183,7	167,3	168,1	174,2	179,1	168,1	184,2	175,0	175,1	182,7	181,0
Süre (dk.)	0	04.06	04.40	05.35	06.26	07.31	08.59	10.18	12.14	15.24	17.35

Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5 incelendiğinde İnegöl köfte örneğine ortalama 7,58 log kob/g oranında inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada 170°C'de termal inaktivasyonu tespit edildi. Merkez sıcaklığının 4 dk. 6 sn. 'de 50°C'ye ulaştığı ve bu esnada ızgara yüzey sıcaklığının 167,3°C olduğu belirlendi. Merkez sıcaklığı 50°C'ye ulaşan İnegöl köftelerin *L. monocytogenes* yükünde başlangıca göre bir miktar azalma olduğu görüldü ancak istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($p>0.05$)(Çizelge 4.5). Aynı şekilde 55°C'deki başlangıca göre azalma da istatistiksel olarak önemli bulunmazken merkez sıcaklığı 60°C olan köfte örneklerindeki logaritmik azalmanın (başlangıca göre) 1,48 log kob/g olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görüldü ($p<0.05$)(Çizelge 4.5). İnegöl köfte merkez sıcaklıklarının 60°C'ye ulaşması ortalama 5 dk. 35 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 174,2°C olarak ölçüldü (Çizelge 4.4). Köfte merkez sıcaklıkları 75°C'ye çıktığında başlangıca göre 2,9 log kob/g azaldığı görüldü. İnegöl köfte sıcaklığının 75°C'ye gelmesi 8 dk. 59 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 184,2°C ölçüldü. En yüksek inaktivasyon köfte merkez sıcaklığı 90°C'ye geldiğinde oldu. Merkez sıcaklığı 90°C'ye geldiğinde *L. monocytogenes*'in başlangıca göre 5,32 log kob/g inaktive olduğu tespit edildi. Köftelerin bu merkez sıcaklığına ulaşması ise 15 dk. 24 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 182,7°C ölçüldü (Çizelge 4.4). Elde edilen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu($p<0.05$)(Çizelge 4.5). İnegöl köftelere inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada termal inaktivasyonu Şekil 4.1'de gösterildi.



Şekil 4.1. İnegöl köftelerine inoküle edilen *L. monocytogenes*'in 170°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu

Çizelge 4.5. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş İnegöl ve kasap köftelerinin 170°C ızgara sıcaklığında pişirilmesi sırasında artan merkez sıcaklıklarına göre mikrobiyolojik değişimleri¹ (log kob/g)(n=6)

170°C Izgara Yüze Sıcaklığında Köfte Merkezi Sıcaklıkları (°C)											
	0	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
İnegöl Köfte	7.58±0.19 ^{ax}	6.78±0.52 ^{abx}	6.59±0.66 ^{abx}	6.10±0.48 ^{bcx}	6.01±0.74 ^{bcx}	5.08±0.72 ^{bcdx}	4.68±0.73 ^{cdx}	4.09±0.73 ^{dex}	2.68±1.38 ^{efx}	2.26±0.82 ^{fx}	2.63±0.18 ^{fx}
Kasap Köfte	7.47±0.13 ^{ax}	6.95±0.50 ^{abx}	6.35±0.57 ^{abx}	5.81±0.37 ^{bcx}	4.35±1.03 ^{cdx}	3.05±1.29 ^{dy}	3.61±0.37 ^{dx}	1.75±0.50 ^{ey}	1.44±0.45 ^{ey}	1.64±1.00 ^{ex}	1.37±0.53 ^{ex}

a, b, c, d, e, f: 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)

¹: Mikroorganizma sayıları üç tekrar ve iki tekerrürün logaritmik ortalamasıdır.

4.4. Deneysel Kontamine Kasap Köftelerdeki *Listeria monocytogenes*'in 170°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

Deneysel kontamine kasap köftelere ortalama 170°C ızgara sıcaklığında ısıl işlem uygulandı. Kasap köfte örneklerine 7,47 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada pişirme koşullarında termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla ön çalışmalarda belirlenen köfte merkez sıcaklıklarına ulaşıldığında numuneler alındı. Bu merkezi sıcaklıklara bağlı *L. monocytogenes* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığındaki artışa bağlı *L. monocytogenes* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.5'te verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara yüzey sıcaklıkları ve pişme süresi ise Çizelge 4.6'da verildi.

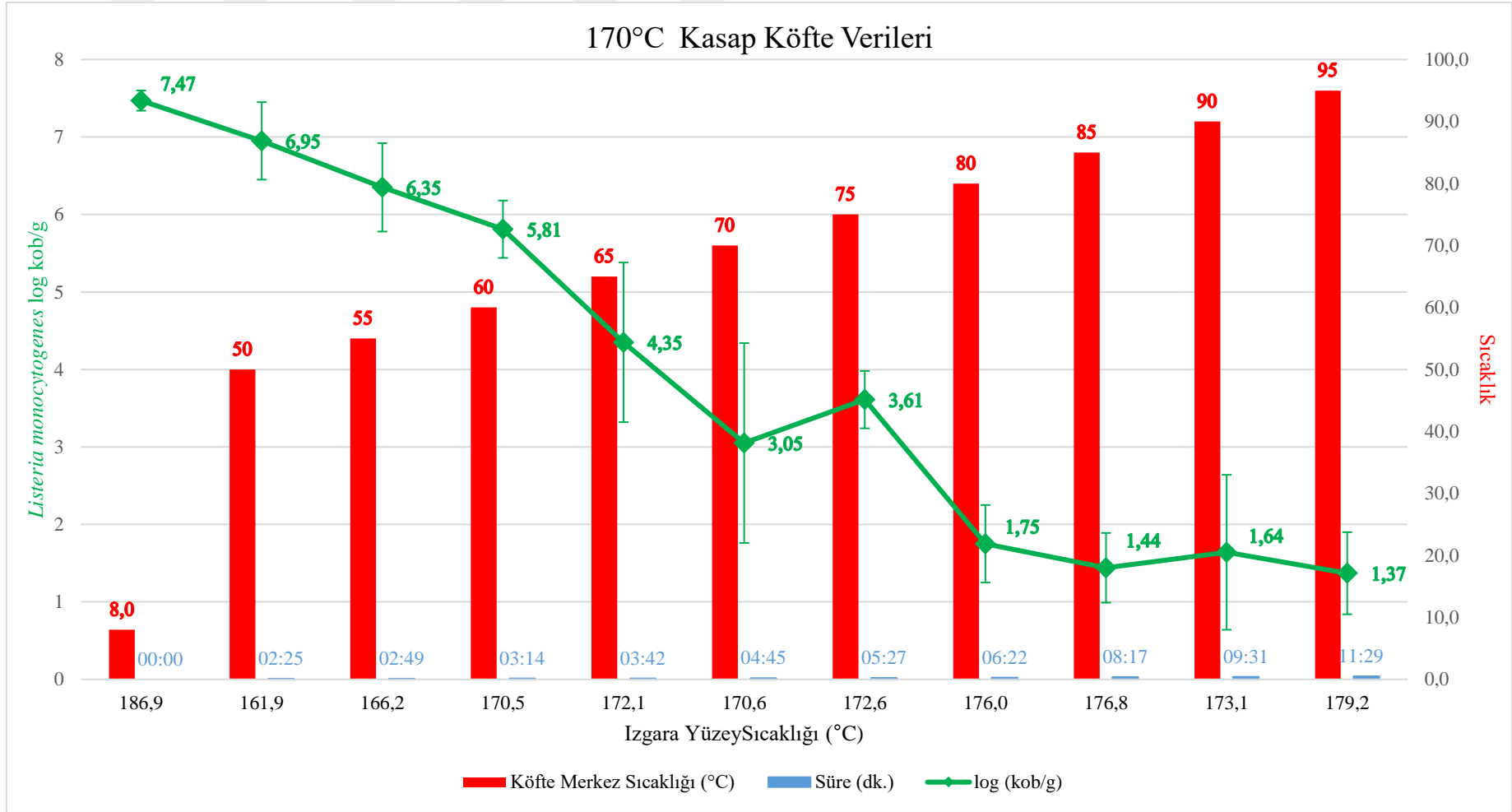
Çizelge 4.6. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin hedeflenen 170°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri

	Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)										
	8	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Izgara Yüzey Sıcaklığı (°C)	186,9	161,9	166,2	170,5	172,1	170,6	172,6	176	176,8	173,1	179,2
Süre (dk.)	0	02.25	02.49	03.14	03.42	04.45	05.27	06.22	08.17	09.31	11.29

Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6 incelendiğinde kasap köfte örneğine ortalama 7,47 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *L. monocytogenes*'in 170°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Merkez sıcaklığının 2 dk. 25 sn. 'de 50°C'ye ulaştığı ve bu esnada ızgara yüzey sıcaklığının 161,9°C olduğu tespit edildi. Merkez sıcaklığı 50°C'ye ulaşan kasap köftelerin *L. monocytogenes* sayısında başlangıca göre bir miktar azalma olduğu görüldü istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$)(Çizelge 4.5). 55°C'deki azalma da istatistiksel olarak önemli bulunmazken merkez sıcaklığı 60°C olan köfte örneklerindeki logaritmik azalmanın başlangıca göre 1,66 log kob/g olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($p<0.05$)(Çizelge 4.5). Kasap köfte merkez sıcaklıklarının 60°C'ye ulaşması ortalama 3 dk. 14 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 170,5°C olarak ölçüldü (Çizelge 4.6). Köfte merkez sıcaklıkları 70°C'ye çıktığında başlangıca göre 3,05 log kob/g azalma görüldü. Kasap köfte merkez sıcaklıkları 4 dk. 45 sn. 'de 70°C'ye ulaştığında

ızgara yüzey sıcaklığı 170,6°C'ydü (Çizelge 4.6). Köfte merkez sıcaklıkları 80°C'ye çıktığında başlangıca göre 5,72 log kob/g azaldığı görüldü. Kasap köfte sıcaklığının 80°C'ye gelmesi 6 dk. 22 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 176°C ölçüldü. En yüksek inaktivasyon köfte merkez sıcaklığı 95°C'ye geldiğinde oldu. Merkez sıcaklığı 95°C'ye geldiğinde *L. monocytogenes*'in 6,1 log kob/g inaktive olduğu tespit edildi. Köftelerin bu merkez sıcaklığına ulaşması ise 11 dk. 29 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 179,2°C ölçüldü (Çizelge 4.6). Elde edilen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu($p<0.05$)(Çizelge 4.5). Kasap köftelere inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada termal inaktivasyonu Şekil 4.2'de gösterildi.





Şekil 4.2. Kasap köftelerine inoküle edilen *L. monocytogenes*'in 170°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu

4.5. Deneysel Kontamine İnegöl Köftelerdeki *Listeria monocytogenes*'in 180°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

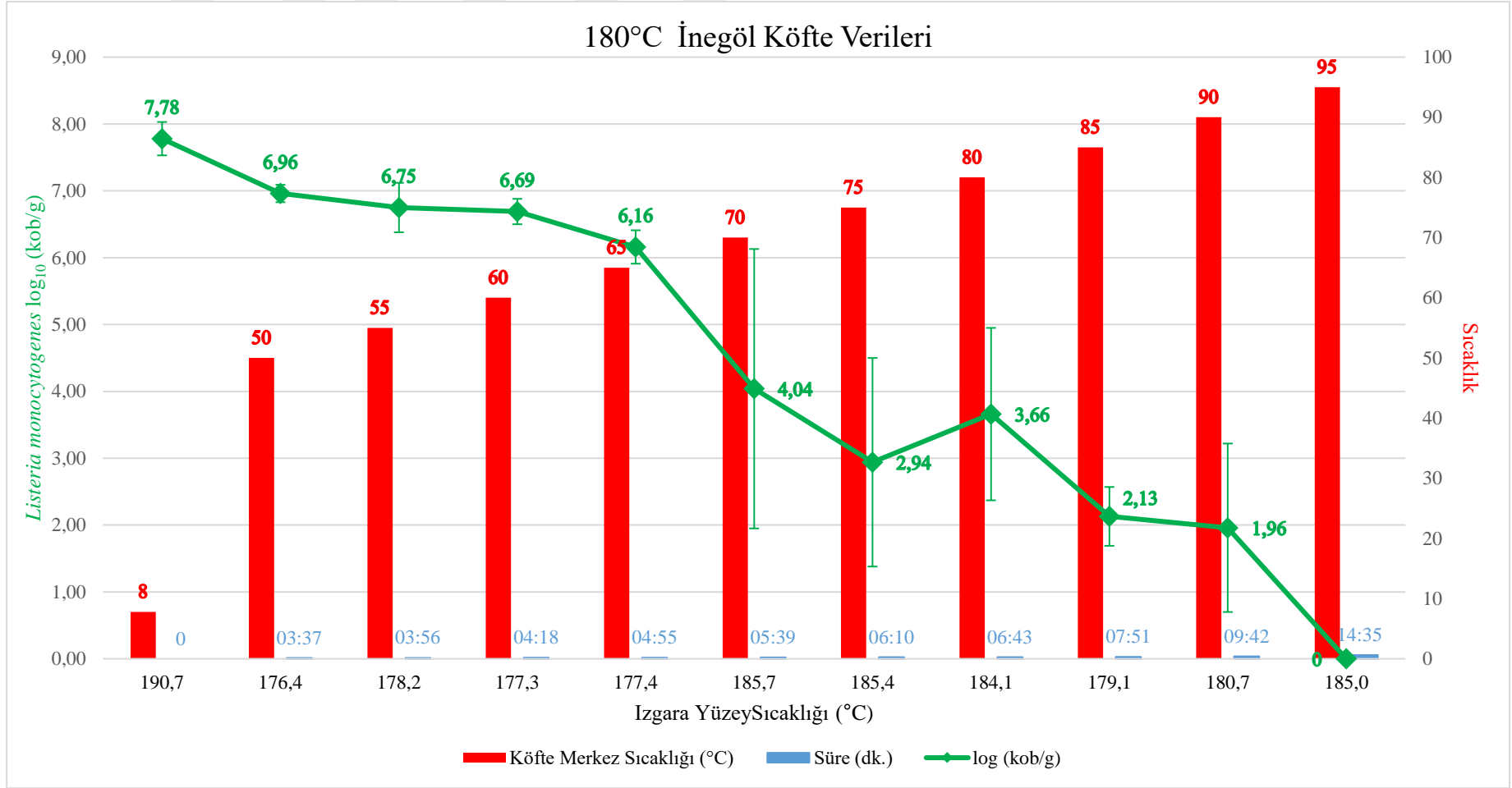
Deneysel kontamine İnegöl köftelere ortalama 180°C ızgara sıcaklığında ısıtma işlemi uygulandı. İnegöl köfte örneklerine 7,78 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada pişirme koşullarında termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla ön çalışmalarda belirlenen köfte merkez sıcaklıklarına (50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C) ulaşıldığında numuneler alındı. Bu merkezi sıcaklıklara bağlı *L. monocytogenes* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığındaki artışa bağlı *L. monocytogenes* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.8'de verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara yüzey sıcaklıkları ve pişme süreleri ise Çizelge 4.7'de verildi.

Çizelge 4.7. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş İnegöl köfte örneklerinin hedeflenen 180°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzey sıcaklığı ve pişme süreleri

	Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)										
	7,6	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Izgara Yüzey Sıcaklığı (°C)	190,7	176,4	178,2	177,3	177,4	185,7	185,4	184,1	179,1	180,7	185,0
Süre (dk.)	0	03.37	03.56	04.18	04.55	05.39	06.10	06.43	07.51	09.42	14.35

Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8 incelendiğinde İnegöl köfte örneğine ortalama 7,78 log kob/g oranında inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada 180°C'de termal inaktivasyonu tespit edildi. Merkez sıcaklığının 3 dk. 37 sn. 'de 50°C'ye ulaştığı ve bu esnada ızgara yüzey sıcaklığının 176,4°C olduğu tespit edildi. Merkez sıcaklığı 50°C'ye ulaşan İnegöl köftelerin *L. monocytogenes* yükünde başlangıca göre bir miktar azalma olduğu görüldü ancak istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($p>0.05$)(Çizelge 4.8). Aynı şekilde 60 ve 65°C'deki azalma da istatistiksel olarak önemli bulunmazken merkez sıcaklığı 70°C olan köfte örneklerindeki logaritmik azalmanın (başlangıca göre) 1,62 log kob/g olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görüldü ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). İnegöl köfte merkez sıcaklıklarının 70°C'ye ulaşması ortalama 5 dk. 39 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 185,7°C olarak ölçüldü (Çizelge 4.7). Köfte merkez sıcaklıkları 75°C'ye çıktığında başlangıca göre 4,84 log kob/g azaldığı görüldü. İnegöl köfte sıcaklığının 75°C'ye gelmesi 6 dk. 10 sn. sürdü ve

ızgara yüzey sıcaklığı 185,4°C ölçüldü. 85°C olan köfte örneklerindeki logaritmik azalmanın (başlangıca göre) 5,65 log kob/g olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görüldü ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). İnegöl köfte merkez sıcaklıklarının 85°C'ye ulaşması ortalama 7 dk. 51 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 179,1°C olarak ölçüldü (Çizelge 4.7). Sayım sonucu görülebilen en yüksek inaktivasyon köfte merkez sıcaklığı 90°C'ye geldiğinde oldu. Merkez sıcaklığı 90°C'ye geldiğinde *L. monocytogenes*'in 5,82 log kob/g inaktive olduğu tespit edildi. Köftelerin bu merkez sıcaklığına ulaşması ise 9 dk. 42 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 180,7°C ölçüldü (Çizelge 4.7). Elde edilen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu($p<0.05$)(Çizelge 4.8). Köfte merkez sıcaklığı 95°C'ye ulaştığında ise *L. monocytogenes*'in inaktivasyonu gerçekleştiği için rakamsal bir değer elde edilemedi. İnegöl köftelere inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada termal inaktivasyonu Şekil 4.3'te gösterildi.



Şekil 4.3. İnegöl köftelerine inoküle edilen *L. monocytogenes*'in 180°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu

Çizelge 4.8. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş İnegöl ve kasap köftelerinin 180°C ızgara sıcaklığında pişirilmesi sırasında artan merkez sıcaklıklarına göre mikrobiyolojik değişimleri¹ (log kob/g)(n=6)

180°C Izgara Yüzey Sıcaklığında Köfte Merkezi Sıcaklıkları (°C)											
	0	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
İnegöl Köfte	7.78±0.25 ^{ax}	6.96±0.13 ^{ax}	6.75±0.37 ^{ax}	6.69±0.19 ^{ax}	6.16±0.25 ^{ax}	4.04±2.09 ^{bx}	2.94±1.56 ^{bx}	3.66±1.29 ^{bx}	2.13±0.44 ^{bx}	1.96±1.26 ^{bx}	<1
Kasap Köfte	7.14±0.61 ^{ax}	6.11±0.95 ^{abx}	5.83±0.65 ^{abx}	5.53±0.9 ^{bex}	4.14±0.37 ^{cdx}	4.25±2.06 ^{cdx}	2.46±1.89 ^{dx}	2.01±0.30 ^{dy}	1.72±0.54 ^{dx}	1.74±0.42 ^{dx}	1.10±0.28 ^d

a, b, c, d, e, f: 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)

¹: Mikroorganizma sayıları üç tekrar ve iki tekerrürün logaritmik ortalamasıdır

4.6. Deneysel Kontamine Kasap Köftelerdeki *Listeria monocytogenes*'in 180°C

Izgara YüzeY Sıcaklığında Termal İnaktivasyonu

Deneysel kontamine kasap köftelere ortalama 180°C ızgara sıcaklığında ısıl işlem uygulandı. Kasap köfte örneklerine 7,14 log kob/g seviyesinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada pişirme koşullarında termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla ön çalışmalarda belirlenen köfte merkez sıcaklıklarına (50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C) ulaşıldığında numuneler alındı. Bu merkezi sıcaklıklara bağılı *L. monocytogenes* sayımı yapıldı. Köfte merkez sıcaklığındaki artışa bağılı *L. monocytogenes* sayısındaki azalma istatistiksel olarak Çizelge 4.8'de verildi. Çalışmadaki köfte merkez sıcaklıkları, ızgara yüzeY sıcaklıkları ve pişme süresi ise Çizelge 4.9'da verildi.

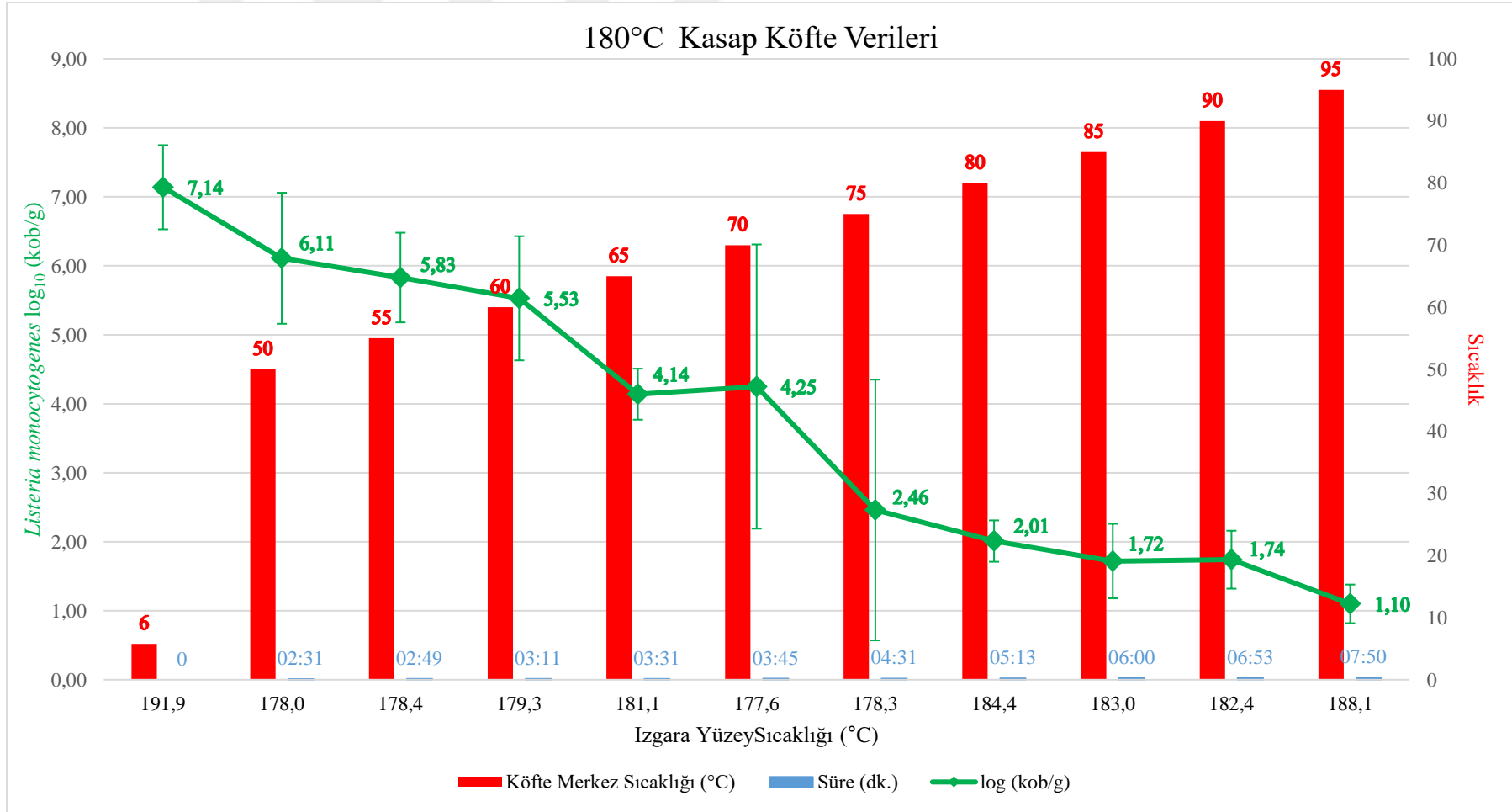
Çizelge 4.9. *L. monocytogenes* inoküle edilmiş kasap köfte örneklerinin hedeflenen 180°C'deki köfte merkez sıcaklığı, ızgara yüzeY sıcaklığı ve pişme süreleri

	Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)										
	7,6	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Izgara YüzeY Sıcaklığı (°C)	191,9	178,0	178,4	179,3	181,1	177,6	178,4	184,4	183,0	182,4	188,1
Süre (dk.)	0	02.31	02.49	03.11	03.31	03.45	04.31	05.13	06.00	06.53	07.50

Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9 incelendiğinde kasap köfte örneğine ortalama 7,14 log kob/g seviyesinde bulaştırılan *L. monocytogenes*'in 180°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu tespit edildi. Merkez sıcaklığının 2 dk. 31 sn. 'de 50°C'ye ulaştığı ve bu esnada ızgara yüzeY sıcaklığının 178°C olduğu tespit edildi. Merkez sıcaklığı 50°C'ye ulaşan kasap köftelerin *L. monocytogenes* sayısında başlangıca göre bir miktar azalma (1,03 log kob/g) olduğu görüldü istatistiksel olarak önemli görülmedi ($p>0.05$)(Çizelge 4.8). 55°C'deki azalma da (başlangıca göre) istatistiksel olarak önemli bulunmazken merkez sıcaklığı 65°C olan köfte örneklerindeki logaritmik azalmanın 3 log kob/g olduğu ve başlangıca göre istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). Kasap köfte merkez sıcaklıklarının 65°C'ye ulaşması ortalama 3 dk. 31 sn. sürdü ve ızgara yüzeY sıcaklığı 181,1°C olarak ölçüldü (Çizelge 4.9). Köfte merkez sıcaklıkları

75°C'ye çıktığında başlangıca göre 4,68 log kob/g azalma görüldü (Çizelge 4.8). Kasap köfte merkez sıcaklıkları 4 dk. 31 sn. 'de 75°C'ye ulaştığında ızgara yüzey sıcaklığı 178,4°C'ydi (Çizelge 4.9). Köfte merkez sıcaklıkları 85°C'ye çıktığında başlangıca göre 5,42 log kob/g azaldığı görüldü (Çizelge 4.8). Kasap köfte sıcaklığının 85°C'ye gelmesi 6 dk. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 183°C ölçüldü (Çizelge 4.9). En yüksek inaktivasyon köfte merkez sıcaklığı 95°C'ye geldiğinde oldu. Merkez sıcaklığı 95°C'ye geldiğinde *L. monocytogenes*'in 6,04 log kob/g inaktive olduğu tespit edildi. Köftelerin bu merkez sıcaklığına ulaşması ise 7 dk. 50 sn. sürdü ve ızgara yüzey sıcaklığı 188,1°C ölçüldü (Çizelge 4.9). Elde edilen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). Kasap köftelere inoküle edilen *L. monocytogenes*'in ızgarada termal inaktivasyonu Şekil 4.4'te gösterildi.





Şekil 4.4. Kasap köftelerine inoküle edilen *L. monocytogenes*'in 180°C ızgara sıcaklığında termal inaktivasyonu

Gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından yüksek riskli olan *L. monocytogenes*, *E. coli* ve *Salmonella* gibi patojenler için Amerika Gıda ve İlaç Yönetim Birimi (US Food and Drug Administration-FDA) patojen yükünde 5 log'luk azalma Őartı belirtmiştir [56]. Bu Őartın 170°C ızgara yüzey sıcaklığında pişen İnegöl köftede sağlanabilmesi için köfte merkez sıcaklığının 90°C olması gerektiği tespit edildi. Aynı Şekilde 180°C ızgara yüzey sıcaklığında pişen İnegöl köftede 5 log'luk azalma sağlamak için ürün merkez sıcaklığının 85°C olması gerektiği tespit edildi. 170°C ve 180°C ızgara yüzey sıcaklıklarında pişen kasap köftede ise 5 log'luk azalma sağlamak için köfte merkez sıcaklığının 80°C olması gerektiği tespit edildi.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı-Gıda Güvenliği ve Denetim Hizmetleri Servisi (USDA-FSIS) tarafından kıyma ve ürünleri için güvenli kabul edilen minimum ürün merkez sıcaklığının 71,1°C olduğu belirtilmiştir [57]. Ancak bu çalışmada farklı ızgara sıcaklıklarında ve farklı Şekillerdeki köftelerde uygulanan ısıl işlemin insan sağlığını riske atmayacak Şekilde gerçekleŐebilmesi için merkezi sıcaklıkların 71,1°C'nin üzerine çıkması gerektiği tespit edildi.

170°C ızgara sıcaklığında pişirilen kasap köftede *L. monocytogenes*'in (7,47 log kob/g) hedeflenen 5 log ölümü (5,72 log kob/g) köfte merkez sıcaklığı 80°C'ye ulaştığında görüldü. Köfte merkez sıcaklığının 80°C'ye ulaşması için 6 dk. 22 sn. geçmesi gerektiği tespit edildi.

180°C ızgara sıcaklığında pişirilen kasap köftede *L. monocytogenes*'in (7,14 log kob/g) hedeflenen 5 log inaktivasyonu (5,13 log kob/g) köfte merkez sıcaklığı 80°C'ye ulaştığında görüldü. Köfte merkez sıcaklığının 80°C'ye ulaşması için 5 dk. 13 sn. geçmesi gerektiği tespit edildi.

ızgara yüzey sıcaklığı arttığı köfteye aktarılan toplam ısı arttığı için yüzey alanı geniş olan kasap köftede *L. monocytogenes*'in 5 log inaktivasyonunun görüldüğü merkez sıcaklığı aynıyken merkez noktanın bu sıcaklığıa ulaşması için gereken srenin azaldığı tespit edildi.

170°C ızgara sıcaklığında pişirilen İnegöl köftede *L. monocytogenes*'in (7,58 log kob/g) 5 log ölümü (5,32 log kob/g) köfte merkez sıcaklığı 90°C'ye ulaştığında görüldü. Köfte merkez sıcaklığının 90°C'ye ulaşması için 15 dk. 24 sn. geçmesi gerektiği tespit edildi.

180°C ızgara sıcaklığında pişirilen İnegöl köftede *L. monocytogenes*'in (7,78 log kob/g) 5 log inaktivasyonu (5,65 log kob/g) köfte merkez sıcaklığı 85°C'ye ulaştığında görüldü. Köfte merkez sıcaklığının 85°C'ye ulaşması için 7 dk. 51 sn. geçmesi gerektiği tespit edildi.

Farklı ızgara sıcaklıklarında pişirilen İnegöl köftesinde, *L. monocytogenes*'in 5 log inaktivasyonu için, ulaşılması gereken merkez sıcaklığının farklı olduğu tespit edildi. Yüzey alanı dar ve nispeten kalın olan İnegöl köftede ısı iletiminin, düşük ızgara sıcaklığında daha yavaş olduğu belirlendi. Düşük ızgara yüzey sıcaklığında ısı iletimi daha yavaş olduğu için termal inaktivasyonunun gerçekleşmesinin daha uzun sürdüğü görüldü. Ayrıca köftenin pişme sürecinde belli bir ısı alımından sonra köfte yüzeyinde kabuk (pişmeye bağlı kuruma) oluşması nedeniyle merkeze ısı iletiminin yavaşladığı belirlendi. Tüm veriler incelendiğinde ve pişme sürelerine bakıldığında yüzey alanı geniş olan kasap köftenin İnegöl köftele göre daha kısa zamanda piştiği görüldü. *L. monocytogenes*'in en iyi geliştiği pH 7'dir [6]. Bu çalışmada İnegöl köftelerde pH (ortalama 7,78) *L. monocytogenes*'in gelişmesi için daha uygunken kasap köftenin düşük pH'sı (ortalama 5,81) nedeniyle gelişimin daha yavaş olduğu görüldü. pH'ın etkisi nedeniyle de İnegöl köftelerde *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonunun daha yüksek sıcaklıklarda ve daha uzun sürelerde gerçekleştiği belirlendi.

Katı bir gıdaya uygulanan ısı işlemin yeterli olabilmesi için, en soğuk nokta olarak da ifade edilen gıdanın merkez noktasının, gıda güvenliğine uygun derecelere ulaşması ve belirlenen sürelerde bu derecede kalması gerekmektedir. Merkez nokta ısı işlem sırasında en düşük ısınma hızına sahip konumdur. Gıdalara, merkez noktaya da en kısa sürede ısı iletimini sağlamak üzere ısı işlem uygulanmaktadır. Literatür çalışmaları incelendiğinde, konveksiyonel ısı iletimi kullanılarak fırında gerçekleştirilen ısı işlem çalışmalarının ağırlıklı olduğu görülmektedir. Konveksiyonel ısı iletiminin kullanıldığı bu yöntemde ısı, fırının tüm bölgelerine eşit şekilde dağıtılarak homojen bir pişirme olması sağlanmaktadır. Isının eşit şekilde dağıtılmasıyla ısı işlem de etkin olmaktadır. Pittia ve arkadaşları (2008) köfte örneklerine 7 log kob/g *L. innocua* inoküle etmişlerdir. 170°C'de fırında pişirdikleri köftelerin merkez sıcaklığı 71,5°C'ye ulaştığında örneklerde *L. innocua* tespit etmediklerini bildirmişlerdir [58]. Murphy ve arkadaşları 2004 yılında dana ve hindi kıyma örneklerine *L. monocytogenes*, *E.coli* O157:H7 ve *Salmonella* inoküle etmişlerdir. Daha sonra bu örneklere hava etkili fırında pişirme işlemi

uygulamıştır. Merkez sıcaklıkları 71°C'ye ulaşan örneklerdeki patojenlerde 7 log kob/g azalış sağlandığı bildirilmiştir [59]. Ancak konveksiyonel tipi ısıl işlemin de bazı durumlarda termal inaktivasyon için yetersiz kaldığı bilinmektedir. Murphy ve arkadaşları 2001 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada 7 log kob/g *S. senftenberg* ve *L. innocua* inoküle ettikleri tavuk kıyması köftelerini konveksiyon ısıtım fırında ısıl işleme tabi tutmuşlardır. Uygulanan ısıl işlem sonunda 70°C'ye ulaşan merkez sıcaklığında 4 log kob/g *S. senftenberg* ve 5 log kob/g *L. innocua* tespit edilirken 80°C'ye ulaşan merkez sıcaklığında 1 log kob/g *S. senftenberg*, 3 log kob/g *L. innocua* tespit edilmiştir [60]. Shen ve arkadaşları (2011) 6,4±0,1 log kob/g *E. coli* O157:H7 inoküle ettikleri dana kıymaya fırında ısıl işlem uygulamışlardır. Fırın sıcaklığı 205°C olduğunda 65°C'ye ulaşan merkez sıcaklığında *E. coli* O157:H7'nin 3,3 log kob/g azaldığı tespit atılmışlardır [61].

Çalışmamızda kullanılan kondüksiyon tipi ısı iletiminde ise maddeler arası temas yoluyla ısı iletimi gerçekleşmektedir. Bu durumda gıdanın kalınlığı, temas yüzey alanı ve pişirmenin gerçekleştirildiği ortam koşulları gibi değişkenler ısı iletimini oldukça fazla etkilemektedir. Sonuçlara bakıldığında farklı geometrik şekillerdeki İnegöl ve kasap köftelerinin farklı olan yüzey alanı ve kalınlığının etkileri görülmektedir. *L. monocytogenes* ile kontamine edilen köfte örneklerinin kondüksiyon tipi ısı iletiminin kullanıldığı elektrikli ızgarada pişirilmesiyle ilgili literatür çalışmasına pek rastlanılmamaktadır. Yapılan çalışmalar genellikle et ve et ürünlerinin su banyosunda D ve z değerleri bulunması üzerinedir. Bolton ve arkadaşları (2000) su banyosunda, vakum paketli kıymada *L. monocytogenes* ve *Yersinia enterocolitica*'nın D değerini hesaplamışlardır. *L. monocytogenes*'in 50, 55 ve 60°C'de D değerlerini sırasıyla 36 dk., 3,2 dk. ve 0,15 dk. bulmuşlardır [62]. Murphy ve arkadaşları (2004) domuz kıymasına *L. monocytogenes*, *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 patojenlerini inoküle etmişlerdir. 50°C, 57,5°C, 60°C, 62,5°C, 65°C, 67,5°C ve 70°C'de D değeri hesaplamışlardır. *L. monocytogenes* için D değerlerini 47,17, 22,32, 5,61, 2,87, 1,5, 0,44, 0,085 dk. olarak belirlemişlerdir [63].

Soyutemiz ve Çetinkaya 2005 yılındaki çalışmasında farklı sıcaklıklar ve farklı süreler kullanarak *L. monocytogenes*'in İnegöl köftesindeki termal inaktivasyonunu tespit etmişlerdir. Üç gruba böldükleri İnegöl köftelerinde birinci gruba; 2,9, 3,3, 3,8, 4,4 log kob/g (8×10^2 , $1,9 \times 10^3$, 6×10^3 ve $2,4 \times 10^4$ kob/g) düzeylerinde, ikinci gruba 2, 2,3, 2,9, 5,7, 6,3 log kob/g (1×10^2 , 2×10^2 , 8×10^2 , $5,6 \times 10^5$, 2×10^6 kob/g) düzeylerinde ve son gruba

5,7, 6,3 log kob/g ($5,6 \times 10^5$ ve 2×10^6 kob/g) düzeylerinde *L. monocytogenes* inoküle edilmiştir. Sırasıyla ilk gruba 85°C iç ısıda 4 dk., ikinci gruba 80°C iç ısıda 4 dk. ve son gruba 63°C iç ısıda 30 dk. olmak üzere fırında ısıl işlem uygulanmıştır. İlk iki grupta direkt ekim yöntemiyle *L. monocytogenes* saptanmamıştır. Ancak 80°C iç ısıda 4 dk. pişirilen köftelerde zenginleştirme sonucu *L. monocytogenes* saptanmıştır. 63°C'de 30 dk. süren ısıl işlem sonucu ise *L. monocytogenes* sayılarının yaklaşık 3 log kob/g azaldığı bildirilmiştir. İnegöl köftelerin 85°C merkez sıcaklıkta 4 dk. süreyle gördüğü ısıl işlemin 10^4 kob/g seviyesinde *L. monocytogenes*'e karşı pişirme işleminin güvenli olabileceğini belirtmiştir. Çalışmamızda ise *L. monocytogenes*'in 180°C ızgara yüzey sıcaklığında pişirilen İnegöl köftede 85°C'de 5,65 log kob/g termal inaktivasyonu sağlanırken 170°C ızgara yüzey sıcaklığında 85°C'de 4,9 log kob/g inaktivasyon sağlanmıştır. Kondüksiyon tipi ısı iletimi sağlanan elektrikli ızgara yüzeyinde merkez sıcaklığın sabit tutulamaması nedeniyle 85-90°C arasında geçen süreye bakıldığında; 180°C ızgara yüzey sıcaklığı için 1 dk. 51 sn., 170°C ızgara yüzey sıcaklığı için ise 3 dk.10 sn. olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7)(Çizelge 4.4). İkinci grup pişirme sonuçlarıyla ilgili olarak; 10^2 kob/g'dan daha fazla *L. monocytogenes* içeren köftelerde 80°C merkez sıcaklıkta 4 dk. boyunca uygulanan ısıl işlemin patojeni tamamen ortadan kaldırmadığı ancak patojen seviyelerini saptanamayan sayılara kadar düşürebildiği belirtilmiştir. Çalışmamızda 80-85°C arasında geçen süreye bakıldığında; 180°C ızgara yüzey sıcaklığı için 1 dk. 8 sn., 170°C ızgara yüzey sıcaklığı için ise 1 dk. 56 sn. olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7)(Çizelge 4.4). Ayrıca *L. monocytogenes*'in 180°C ızgara yüzey sıcaklığında İnegöl köfte merkez sıcaklığı 80°C'ye geldiğinde 4,12 log kob/g ve 170°C'de ise 3,49 log kob/g inaktivasyonu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8)(Çizelge 4.5). Son gruba ilişkin ise 30 dk. boyunca 63°C'lik merkez sıcaklıkta yapılan pişirme işleminin *L. monocytogenes*'in yüksek konsantrasyonunu (10^5 - 10^6 kob/g) ve patojenin hayatta kalmasını ortadan kaldırmak için yeterli olmadığı bildirilmiştir. Pişirmeden sonra halk sağlığı tehlikesi olasılığı bulunduğu belirtilmiştir. Soyutemiz ve Çetinkaya'nın çalışmasının sonuçları köftelerin 85°C merkez sıcaklığında 4 dk. pişirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır [46].

L. monocytogenes'in termal direnci yüksek bir patojen olduğu için yüksek seviyelerde kontaminasyonları sonucunda inaktivasyonu daha zor olmaktadır. Carpenter ve Harrison (1989) kemikli tavuk etine çalışmada 10^5 - 10^7 seviyelerinde *L. monocytogenes* inoküle ettikten sonra tavuk etini mikrodalgada ısıtmıştır. Isıl işlem görmüş numunelerde

bakterilerin 65,6-82,2°C'lik merkez sıcaklığına rağmen hayatta kaldıklarını tespit etmişlerdir. [64].

Lahou ve arkadaşlarının 2015 yılında gerçekleştirdiği 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. Biftek veya fileto durumunda etin içten steril olduğu ve tavada kızartma sırasında yüzeydeki yüksek sıcaklıkların mevcut tüm patojenleri etkisiz hale getirmek için yeterli olduğu varsayılmaktadır. Ancak, evde yapılan tavada kızartma sırasında çiğ etin güvenli sıcaklıklara erişip erişmediği kesin olarak bilinmemektedir [45].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ön denemelerin sonuçlarına göre 170°C ve 180°C ızgara yüzey sıcaklıklarında çalışıldı. İnegöl köfte örnekleri 170°C ızgara sıcaklığında pişirilirken, ilk numune köfte merkez sıcaklığı 50°C olduğunda alınarak 95°C'ye kadar her 5 derecede bir numune alındı. Köftelerin merkez sıcaklığı; 85°C'ye geldiğinde 4,9 log kob/g, 90°C'de 5,32 log kob/g ve 95°C'ye geldiğinde 4,95 log kob/g *L. monocytogenes* inaktivasyonu tespit edildi (Çizelge 4.5). 170°C ızgara sıcaklığında pişirilen İnegöl köftesinin merkez sıcaklığı 60°C'ye ulaştığında tespit edilen başlangıca göre 1,48 log kob/g azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p<0.05$) (Çizelge 4.5). Köfte merkez sıcaklığının 60°C'ye ulaşması için geçen süre 5 dk. 35 sn. ve bu süredeki ızgara sıcaklığı ise 174,2°C'ydi. Köfte merkez sıcaklığının 80°C'ye kadar olan artışında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmedi. Köfte merkez sıcaklığı 80°C'ye geldiğinde ise başlangıca göre 3,49 log kob/g azalmanın olduğu ve aynı zamanda 60°C merkez sıcaklığına göre istatistiksel olarak önemli olduğu görüldü ($p<0,05$)(Çizelge 4.5). 90°C merkez sıcaklığında elde edilen sonuçlarda başlangıca göre 5,83 log kob/g azalma olduğu görüldü ve 80°C'ye göre istatistiksel fark önemli bulundu ($p<0,05$)(Çizelge 4.5).

Kasap köfte örnekleri, 80°C merkez sıcaklığa geldiğinde 5,72 log kob/g, 85°C'de 6,03 log kob/g, 90°C'de 5,83 log kob/g ve 95°C'de 6,1 log kob/g *L. monocytogenes* inaktivasyonu tespit edildi (Çizelge 4.5). 170°C ızgara sıcaklığında pişirilen kasap köftenin merkez sıcaklığı 60°C'ye ulaştığında tespit edilen başlangıca göre 1,66 log kob/g azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p<0.05$) (Çizelge 4.5). Köfte merkez sıcaklığının 60°C'ye ulaşması için geçen süre 3 dk. 14 sn. ve bu süredeki ızgara sıcaklığı ise 170,5°C'ydi. Köfte merkez sıcaklığı 70°C'ye ulaştığında başlangıca göre 4,42 log kob/g görülürken 60°C merkez sıcaklığına göre farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi ($p<0.05$)(Çizelge 4.5). Köfte merkez sıcaklığının 80°C'ye kadar olan artışında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmedi. Köfte merkez sıcaklığı 80°C'ye geldiğinde ise başlangıca göre 5,72 log kob/g azalmanın olduğu ve aynı zamanda 70°C merkez sıcaklığına göre istatistiksel olarak önemli olduğu görüldü ($p<0,05$)(Çizelge 4.5). Daha yüksek merkez sıcaklıklarında ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı.

İnegöl köfte örnekleri 180°C ızgara sıcaklığında pişirilirken, köftelerin merkez sıcaklığı; 70°C'ye geldiğinde en fazla 3,74 log kob/g azalma görülürken, 80°C'de 4,12 log kob/g, 85°C'de 5,65 log kob/g, 90°C'de 5,82 log kob/g *L. monocytogenes* inaktivasyonu sağlandı. 180°C ızgara sıcaklığında pişirilen İnegöl köftesinin merkez sıcaklığı 70°C'ye ulaşana kadar istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı. İnegöl köftelerinin merkez sıcaklığı 5 dk. 39 sn. 'de 70°C'ye ulaştığında ızgara yüzey sıcaklığı 185,7°C ölçüldü. Merkez sıcaklığı 70°C'ye ulaştığında, başlangıca göre 3,74 log kob/g azalma olduğu ve istatistiksel farkın önemli olduğu belirlendi ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). Daha yüksek merkez sıcaklıklarında ise 70°C merkez sıcaklığında elde edilen değere göre istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı (Çizelge 4.8).

Kasap köfte örnekleri 180°C ızgara sıcaklığında pişirilirken, köftelerin merkez sıcaklığı; 75°C'ye geldiğinde en fazla 4,68 log kob/g azalma görülürken, 80°C'de 5,13 log kob/g, 85°C'de 5,42 log kob/g, 90°C'de 5,40 log kob/g ve 95°C'de 6,04 log kob/g *L. monocytogenes* inaktivasyonu sağlandı (Çizelge 4.8). 180°C ızgara sıcaklığında pişirilen kasap köftenin merkez sıcaklığı 60°C'ye ulaştığında tespit edilen başlangıca göre 1,61 log kob/g azalma 55°C'de elde edilen sonuca göre istatistiksel olarak önemli bulundu ($p<0.05$) (Çizelge 4.8). Köfte merkez sıcaklığının 60°C'ye ulaşması için geçen süre 3 dk. 11 sn. ve bu süredeki ızgara sıcaklığı ise 179,3°C'ydi (Çizelge 4.9). Köfte merkez sıcaklığı 75°C'ye ulaştığında başlangıca göre 4,68 log kob/g görülürken 60°C merkez sıcaklığına göre farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi ($p<0.05$)(Çizelge 4.8). Daha yüksek merkez sıcaklıklarında ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı.

Dünyanın hızla gelişmesi nedeniyle tüketim ve gıda alışkanlıkları da değişmiştir. İş yaşamındaki yoğunluğun bir getirisi olarak kolay hazırlanan gıdaların tüketimi artış göstermiştir. Tüm dünyada fastfood tarzı gıdalar oldukça fazla miktarlarda tüketilmektedir. Ülkemizde de fastfood tipi gıdalardan olan köfteler genellikle ızgarada pişirilmektedir. Ancak literatürde ızgarada pişirme konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada yapılan analizlerle ızgarada pişirilen köftelerin gıda güvenliğine uygun olması için; İnegöl köftenin merkez sıcaklığının 85-90°C, kasap köftenin merkez sıcaklığının 80°C olmasının uygun olacağı tespit edilmiştir. Böylece gıda güvenliği sağlanarak halk sağlığı korunacaktır. Özellikle *L. monocytogenes* için bu güvenlik uygulamaları çok daha fazla önemlidir çünkü bazı durumlarda çok düşük miktarlarda alındığında bile hastalığa neden olduğu bildirilmiştir. Farklı çalışmaların sonuçları *L. monocytogenes*'in ısı direnci hakkındaki

raporlar arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bildirilen çalışmalarda *L. monocytogenes*'in ısı direnç seviyesini değiştiren; suşlar arasındaki farklar, inokulum seviyesi, ürünün hazırlanması, deneysel durum ve metotlar gibi çeşitli faktörler vardır. Sonuç olarak gıdaların kondüksiyon tipi ızgarada (elektrikli, doğalgazlı, kömürlü vb.) ısı işlem uygulanarak pişirilmesi konusunda literatür çalışmalarının artırılması gerekmektedir. Kondüksiyon tipi ızgaralarda, 170 ve 180°C pişirme sıcaklığında pişirilen kasap köftelerin merkez sıcaklığı en az 80°C olana kadar, İnegöl köftelerin ise merkez sıcaklığı en az 85°C olana kadar ısı işlem uygulanarak tüketime sunulması halk sağlığının korunması adına tavsiye edilmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] Murray, E. G. D., Webb, R. A., Swann, M. B. R., 2005, "A disease of rabbits characterised by a large mononuclear leucocytosis, caused by a hitherto undescribed bacillus *Bacterium monocytogenes* (n.sp.)", *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 29(4):407-439.
- [2] Peiris, W.I.P., 2005, "*Listeria monocytogenes*, a Food-Borne Pathogen", Yüksek Lisans Tezi, Swedish University of Agricultural Sciences Section of Food-Associated Pathogens Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Uppsala, 9.
- [3] Erol, İ., 2007, "Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi", *Pozitif Matbaacılık*. Ankara, 126-134.
- [4] Farber, J.M., Peterkin, P.L., 1991, "*Listeria monocytogenes*, a Food-Borne Pathogen", *American Society For Microbiology*, 55(3):476-511.
- [5] Özkiraz, A., 2016, "Modifiye atmosfer paketli sığır kıyma ve kuşbaşı örneklerinde *Listeria monocytogenes* ve serotiplerinin belirlenmesi.", Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 3;9-11;20.
- [6] Zorba, N. N., 2011, "Gıda kaynaklı invaziv enfeksiyonlar", Gıda Mikrobiyolojisi, Editör: Erkmek O., *Efil Yayınevi*, Ankara; 131-134.
- [7] Koçer, G, 2017, "Atımlı UV ışık ve gümüş nanopartiküllerinin beyaz şapkallı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) yüzeyinde *Listeria monocytogenes*'in inaktivasyonu üzerine etkileri", Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi enstitüsü eklenecek*, Sivas, 12.
- [8] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2016. "*Listeria*". <https://www.cdc.gov/listeria/>.
- [9] İset, Ş., 2016, "Çeşitli gıda örneklerinden izole edilen *Salmonella* ve *Listeria monocytogenes* suşlarının biyofilm oluşturma yeteneklerinin araştırılması ve elektron mikroskopik tekniklerle değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 12.
- [10] Tepe, A., 2014, "Marmara bölgesinde faaliyet gösteren mezbahalarda *Listeria monocytogenes* varlığı üzerine araştırma", Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3, 69.
- [11] Liu, D.,2008, "Epidemiology", Handbook of *Listeria monocytogenes*, Liu, D., *CRC Press*, Amerika, 27-59.
- [12] Brosch, R., Chen, J., Luchansky J.B., 1994, "Pulsed-Field Fingerprinting of *Listeriae*: Identification of Genomic Divisions for *Listeria monocytogenes* and Their Correlation with Serovar", *Applied and Environmental Microbiology*,60(7): 2584-2592.

- [13] Wiedmann, M., Bruce, J.L., Keating, Johnson, A.E., McDonough, P., Batt, C.A., 1997, "Ribotypes and Virulence Gene Polymorphisms Suggest Three Distinct *Listeria monocytogenes* Lineages with Differences in Pathogenic Potential", *Infection and Immunity*, 65(7):2707-2716.
- [14] Roberts, A., K. Nightingale, G. Jeffers, E. Fortes, J. M. Kongo, and Wiedmann M., 2006, "Genetic and phenotypic characterization of *Listeria monocytogenes* lineage III.", *Microbiology*, 152:685–693.
- [15] Jordan, K., McAuliffe O., 2018, "*Listeria monocytogenes* in foods", *Advances şn Food an Nutrition Research*, 86:181-213.
- [16] Kocaman, N., 2015, "Kuzu etlerinde *Listeria monocytogenes* izolasyonu ve antibiyotik dirençliliklerinin belirlenmesi", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2.
- [17] Friedly, E.C., Crandall, P.G., Ricke, S., O'Bryan, C.A., Martin, E.M., Boyd, L.M. 2008. "Identification of *Listeria monocytogenes* surrogates for *Listeria monocytogenes* in hamburger patties", *Journal of Food Science*, 73(4), M174-178.
- [18] Buchanan, R.L., Gorris, L.G.M., Hayman, M.M., Jackson, T.C., Whiting, R.C., 2017, "A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-perponse, ecology, and risk assesments", *Food Control*, 75:1-13.
- [19] Farber, J.M, Harwig, J, Carter, A, 1991, "Prevention of foodborne listeoris", *Can J Infect Dis* 2(3): 116-120.
- [20] De Noordhout C.M, Devleesschauwer B., Angulo, F.J., Verbeke G., Haagsma J., Kirk M., Havelaar,A., Speybroeck N., 2014, "The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis", *Lancet Infect Dis* 14:1073-82.
- [21] Gillespie IA, Mook P, Little CL, Grant KA, McLauchlin J. 2010, "Human listeriosis in England, 2001–2007: association with neighbourhood deprivation. *Euro Surveill*.2010;15(27).
- [22] Farber, J.M., Peterkin P.L., 1991, "*Listeria monocytogenes* a Food-Borne Pathogen", *Microbiological Reviews*, 55(3): 476-511.
- [23] Wilson, L.G., 1995, "Occurrence of *Listeria* species in ready to eat foods", *Epidemiol Infect*, 115:519-526.
- [24] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2018. "Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)". https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/67/wr/mm6711a3.htm?s_cid=mm6711a3_w
- [25] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2018. "*Listeria* Outbreaks".

- [26] İnternet: WHO (World Health Organization), 2018, “Listeriosis – South Africa”. <http://www.who.int/csr/don/28-march-2018-listeriosis-south-africa/en/>
- [27] İnternet: NICD (National Institute for Communicable Diseases), 2018, “Listeriosis Situation Report”. Güney Afrika http://www.nicd.ac.za/wp-content/uploads/2018/07/Listeriosis-outbreak-situation-report-_26July2018_fordistribution.pdf
- [28] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2011, “Multistate Outbreak of Listeriosis Linked to Whole Cantaloupes from Jensen Farms, Colorado (FINAL UPDATE)” <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/cantaloupes-jensen-farms/index.html>
- [29] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2016, “Listeriosis Linked to Frozen Vegetables” <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/frozen-vegetables-05-16/index.html>
- [30] İnternet: CDC (Centers For Disease Control And Prevention), 2018, “Outbreak of *Listeria* Infections Linked to Deli Ham” <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/countryham-10-18/index.html>
- [31] İnternet: CDC (Centers For Disease And Prevention), 2019, “Outbreak of *Listeria* Infections Linked to Pork Products” <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/porkproducts-11-18/index.html>
- [32] İnternet: CDC (Centers For Disease And Prevention), 2019, “Outbreak of *Listeria* Infections Linked to Deli-Sliced Products” <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/deliproducts-04-19/index.html>
- [33] İnternet: FSA (Food Standards Agency), 2019, *Listeria* cases being investigated <https://www.food.gov.uk/news-alerts/news/listeria-cases-being-investigated>
- [34] İnternet: Türk Gıda Kodeksi, 2019, “Türk Gıda Kodeski Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği” <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.31235&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=t%C3%BCrk%20g%C4%B1da%20kodeksi>
- [35] Carpentier, B., Cerf O., 2011, “Review-Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises”, *International Journal of Food Microbiology*, 145:1-8.
- [36] Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., Stasiewicz, 2014, “*Listeria monocytogenes* Persistence in Food-Associated Environments: Epidemiology, Strain, Characateristics, and Implications for Public Health”, *Journal of Food Protection*, 77(1):150-170.
- [37] Tompkin R.B., 2002, “Control of *Listeria monocytogenes* in the Food-Processing Environment”, *Journal of Food Protection*, 65(4):709-725.
- [38] Kahraman, T., Çetin, O., Dümen, E., Büyükcinal S.K., 2010, “Incidence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* on equipment surfaces and personnel hands in meat plants”, *Revue Med. Vet*, 161(3):108-113.

- [39] Öztürk, C., 2013, "Hamburger köftelerinin mikrobiyolojik özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 2013, 3.
- [40] Özkiraz, A., 2016, "Modifiye atmosfer paketli sığır kıyma ve kuşbaşı örneklerinde *Listeria monocytogenes* ve serotiplerinin belirlenmesi.", Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 3;9-11;20.
- [41] Atasever, M.A., Atasever, M., 2015, "Kıymalarda Bazı Patojenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu", *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 41(1), 60-68.
- [42] 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.
- [43] Çoksöyler, N., Avşaroğlu M.D., 2011, "Gıda Koruma Yöntemleri", *Gıda Mikrobiyolojisi*, Osman Erkmen, Ankara, 207-221.
- [44] İnternet: Türk Gıda Kodeksi, 2018, "Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği" <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.15690&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=t%C3%BCrk%20g%C4%B1da%20kodeksi>
- [45] Lahou, E., Wang, X., De Boeck, E, Verguldt, Geeraerd, A., Devlieghere, Uyttendaele, M., 2014, "Effectiveness of inactivation of foodborne pathogens during simulated home pan fryinh of steak, hamburger or meat strips", *International Journal of Food Microbiology*, 206: 118-129.
- [46] Soyutemiz G.E., Çetinkaya, F., 2005, "Thermal Resistance of *Listeria monocytogenes* in İnegöl Meatballs" *Turk J Vet Anim Sci* 29:319-323.
- [47] İlhak, O.İ., Dikici, A., Can, Ö.P., Şeker, P., Öksüztepe, G., Çalıcıoğlu, M., 2013, "Effect of cooking procedures of kıymalı pide, a traditional Turkish fast-food, on destruction of *Escherichia coli* O157:H7", *Meat Science*, 94, 159-163.
- [48] 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.
- [49] Çalıcıoğlu M., Dikici A., 2009, "Survival and Acid Adaptation Ability of *Salmonella* during Processing and Ripening of Savak tulumu Chese" *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (6): 1124-1130.
- [50] 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.

- [51] Çalıcıoğlu, M., Ateş, G., İlhak, İ., Bozkurt, P., Şeker, P., Dikici, A., 2006, “Kıymalı pide üretim koşullarının *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* O157:H7 patojenlerinin inaktivasyonu üzerine etkisi”, Tübitak, 2006-198.
- [52] TSE 3136, 1978, "Et ve et mamüllerinde pH Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [53] Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. 1993, "Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu", Atatürk Üniversitesi Yayın No:751, Ziraat Fak. Yay. No: 318. Ders Kitapları Serisi No: 69. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. 287s. Erzurum.
- [54] AOAC, 1990, Official Methods of Analysis (15th ed), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- [55] Statistical Analyses System Inst. Inc. Cary. 8. Version, 1999.
- [56] Samelis J ve Sofos JN (2003). Organic acids. In: Roller, S. (Ed.), Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods. CRC Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, pp. 98–132.
- [57] İnternet: FSIS (Food Safety and Inspection Services) <https://www.fsis.usda.gov/safetempchart>
- [58] Pittia, P., Furlanetto, R., Maifreni, M., Tassan Mangina, F. and Dalla Rosa, M., 2008, Safe cooking optimisation by F-value computation in a semi-automatic oven, Food Control, 19:688-697.
- [59] Murphy, R.Y., Beard, B.L., Martin, E.M., Keener, A.E. and 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, 21:493–499.
- [60] Murphy, R.Y., Johnson, E.R., Duncan, L.K. and Davis, M.K., Johnson, M.G. and Marcy, J.A., 2001, “Thermal inactivation of *Salmonella* spp. and *Listeria innocua* in the chicken breast patties processed in a pilot-scale air-convection oven, Journal of Food Science”, 66(5):734-741.
- [61] Shen, C., Geornaras, I, Belk, K.E., Smith, G.C. and 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.
- [62] Bolton D.J., McMahon C.M., Doherty, A.M., Sheridan J.J., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Harrington, 2000, “Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* in minced beef under laboratory conditions and in sous-vide prepared minced and solid beef cooked in a commercial retort”, Journal of Applied Microbiology, 88:626-632.

- [63] Murphy, R.Y., Beard, B.L., Martin, E.M., Duncan, L.K., Marcy, J.A., 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*, 21:493-499.
- [64] Carpenter, S.L., Harrison, M.A.: Survival of *Listeria monocytogenes* on processed poultry. *J. Food Sci.*, 1989; 54:556-557.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KEMAH, Ayşegül
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 24.05.1989 Uşak
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0 507 327 86 24
e-mail : aysegulkemah@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi / Gıda Mühendisliği Bölümü	-
Lisans	Celal Bayar Üniversitesi / Gıda Mühendisliği Bölümü	2013
Lise	Uşak Orhan Deniz Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-2018	Muratbey Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Kalite Sistem Müdürü
2015-2016	Muratbey Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Üretim Mühendisi
2014-2018	Muratbey Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Kalite Sistem Mühendisi
2013-2014	Muratbey Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Ar-Ge Mühendisi
04.2013-11.2013	Muratbey Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Gıda Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Botanikle uğraşmak, origami ile ilgilenmek, müzik dinlemek, seyahat edip yeni yerler keşfetmek ve kitap okumak.