

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI**

**İZMİR'DEKİ YEREL MARKET VE RESTORANLARDA
SATIŞA SUNULAN KURU OLGUNLAŞTIRILMIŞ ETLERİN
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Betül UYANIK

**Danışman
Prof. Dr. Semra KAYAARDI**



MANİSA-2019

**Betül
UYANIK**

**İZMİR’ DEKİ YEREL MARKET VE RESTORANLARDA SATIŞA SUNULAN
KURU OLGUNLAŞTIRILMIŞ ETLERİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ 2019**

TEZ ONAYI

Betül Uyanık tarafından hazırlanan "**İZMİR'DEKİ YEREL MARKET VE RESTORANLARDA SATIŞA SUNULAN KURU OLGUNLAŞTIRILMIŞ ETLERİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**" adlı tez çalışması 11/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Prof. Dr. Semra KAYAARDI**
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU**
Ege Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğretim Üyesi Seval DAĞBAĞLI**
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Betül UYANIK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLO DİZİNİ	VI
GRAFİK DİZİNİ	VII
TEŞEKKÜR	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Etin tanımı	5
2.2. Etin kalitesini etkileyen faktörler	7
2.2.1. Kesim öncesi stres	7
2.3. Kesimden sonra meydana gelen biyokimyasal değişimler	9
2.3.1. Kasın kasılması	9
2.3.2. Anaerobik Glikoliz	11
2.4. Etin olgunlaşması sırasında kasta meydana gelen biyokimyasal değişimler	13
2.4.1. Rigor Mortis	15
2.5. Kasın ete dönüşümü sırasında değişime uğrayan proteinler	16
2.5.1. Titin	16
2.5.2. Nebulin	16
2.5.3. Troponin	17
2.6. Etin olgunlaşmasında etkili enzimler	19
2.6.1. Kalpain	19
2.6.2. Kalpastatin	19
2.6.3. Katepsin	20
2.7. Etin olgunlaşması	20
2.8. İleri Olgunlaştırma Metodları	23
2.8.1 Yaş Olgunlaştırma	23
2.8.2. Kuru olgunlaştırma	23
2.9. Kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin karşılaştırılması	26
2.10. Kuru olgunlaştırma işlemi görececek etlerin özellikleri	28
2.11. Kuru olgunlaştırma parametreleri	29
2.12. Et kalitesi ve olgunlaştırma	30
2.13. İleri olgunlaştırılmış etlerdeki fizikokimyasal ve duyusal kalite parametreleri	31
2.13.1. Olgunlaştırmanın gevreklik üzerine etkisi	31
2.13.2. Olgunlaştırmanın lezzet üzerine etkisi	32
2.13.3. Olgunlaştırmanın renk üzerine etkisi	33
2.13.4. Olgunlaştırmanın su tutma kapasitesine etkisi	34
2.13.5. Lipit oksidasyonu ve olgunlaştırmanın yağ ve yağ asitlerine etkisi	34

2.14. Kesim Sonrası Mikrobiyal Değişimler	34
2.14.1. Mikroorganizma sanitasyon ilişkisi	37
2.14.2. Mikroorganizma çoğalma aşamaları-gelişmesini etkileyen faktörler	38
2.15. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar	40
2.16. Kuru olgunlaştırılmış etlerde mikroorganizma yükü ve gıda enfeksiyonu etkileri	42
2.16.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	43
2.16.2. Maya ve küf	44
2.16.3. Koagülaz pozitif stafilocok ve stafilocokal gıda zehirlenmesi	45
2.16.4. <i>Salmonella spp</i> ve <i>Salmonellosis</i>	47
2.16.5. <i>E.coli O157:H7</i>	49
2.16.6. <i>Listeria monocytogenes</i>	50
2.17. Gıdalarda kalitenin korunması ve mikroorganizma inaktivasyonu	52
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	54
3.1. Materyal	54
3.2. Metot	54
3.2.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı	54
3.2.2. Maya ve Küf Sayımı	55
3.2.3. Koagülaz pozitif stafilocok aranması	55
3.2.4. <i>Salmonella spp.</i> aranması	56
3.2.5. <i>E.coli O157:H7</i> aranması	57
3.2.6. <i>Listeria monocytogenes</i> aranması	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	59
4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	59
4.2. Maya-küf	62
4.3. Koagülaz pozitif stafilocok	64
4.4. <i>Salmonella spp.</i>	64
4.5. <i>E.coli O157:H7</i>	65
4.6. <i>Listeria monocytogenes</i>	66
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	santigrat derece
µg	mikrogram
µl	mikrolitre
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ALOA	Agar Listeria Ottaviani and Agosti Agar
AOAC	The Association of Analytical Chemists (Analitik Kimyagerler Topluluğu)
ATP	Adenozin trifosfat
BPA	Buffered pepton water
BSA	Bismuth sulphite agar
RVS	Rappaport Vassiliadis Medium
Ca	Kalsiyum
CDC	Centers for Disease Control (Hastalık Kontrol Merkezi)
c	m ile M arasındaki sayıda mikroorganizma ihtiva eden kabul edilebilir en fazla analize alınacak numune sayısı
cm	santimetre
cm ²	santimetre kare
d	İlk seyreltiye karşılık gelen seyreltme faktörü
DG18	dichloran %18 glycerol agar
Dry aged	Kuru olgunlaştırılmış
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
Fe	Demir
g	gram
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
kg	kilogram
kob/g	gramda koloni oluşturan birim
m	(n-c) sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı
M	c sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı

Mg	Magnezyum
MKTT	Muller Kauffman Tetrasyonat Novobiyosin Broth
ml	mililitre
TSB	Tryptic Soy Broth
n₁	İlk seyreltiden alınan kapların sayısı, adet
n₂	İkinci seyreltiden alınan kapların sayısı, adet
P	fosfor
PCA	Plate Count Agar
ΣC	Her birinde en az 15 koloni içeren ve ardışık iki seyreltiden elde edilen tüm petri kaplarından elde edilen koloni sayılarının toplamı
SMAC	Sorbitol MacConkey Agar
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TCA	trikarboksilik asit
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TSYEA	Tripton soya yeast ekstrakt agar
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
V	Her petriye yapılan ekimin hacmi
WBSF	Warner-Bratzler shear force (Warner-Bratzler kesme kuvveti)
XLD	Xylose Lysine Deoxyholate

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kesimlik hayvanların işlenmesi.....	6
Şekil 2.2. Kasın yapısı.....	10
Şekil 2.3. Anaerobik glikoliz metabolizması sonucu glikozdan laktik asit Oluşumu.....	12
Şekil 2.4. Kasın kasılması ve gevşemesi.....	15
Şekil 2.5. Kasın yapısında titin-nebulin-troponinin yeri.....	18
Şekil 2.6. Kasaplık hayvanlarda kesimden ete dönüşene kadar meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal faaliyetler.....	22
Şekil 2.7. Kuru olgunlaştırılmış et örnekleri.....	24
Şekil 2.8. Kuru olgunlaştırılmış et örnekleri.....	25
Şekil 2.9. Sağda kuru olgunlaştırılmış et örneği solda taze et örneği.....	26
Şekil 2.10. Dilim şeklinde ve karkas şeklinde kuru olgunlaştırma uygulaması ...	28
Şekil 2.11. 21 gün ve 120 gün arası kuru olgunlaştırılmış et örnekleri.....	29
Şekil 2.12. Karkas ve parça et olarak kuru olgunlaştırılmış et örnekleri.....	30
Şekil 2.13. Kırmızı et döngüsü.....	32
Şekil 2.14. Et ve et ürünlerinin saklama ve pişirme sıcaklıkları	35
Şekil 2.15. Mikroorganizmaların çoğalma aşamaları.....	38
Şekli 2.16. Gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarının etkileri.....	40
Şekil 2.17. Salmonellosis belirtileri.....	48

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyon etkenleri.....	42
Tablo 4.1. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin TAMB değerleri.....	59
Tablo 4.2. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin maya-küf değerleri.....	62
Tablo 4.3. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin koagülaz pozitif stafilokok değerleri.....	64
Tablo 4.4. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin <i>Salmonella</i> spp. değerleri.....	65
Tablo 4.5. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin <i>E.coli</i> O157:H7 değerleri.....	65
Tablo 4.6. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin <i>Listeria monocytogenes</i> değerleri	66

GRAFİK DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 1.1.Yıllara göre sığır eti üretim istatistikleri.....	2
Grafik 4.1.Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin firmalara göre mikrobiyal yükündeki değişim.....	60
Grafik 4.2. Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin maya-küf değerleri değişimi ...	63



TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, sonsuz sabrıyla her zaman desteğini ve ilgisini hissettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Semra KAYAARDI'na, analiz sonuçlarımı değerlendirmem konusunda her türlü yardımı gösteren Sayın Dr. Müge UYARCAN'a, tez yazım aşamasında gerekli manevi desteği ve sabrı gösteren, çok değerli iş arkadaşlarım ve kurum müdürüm Sayın Mustafa AKARCA'ya, beni her zaman yüreklendirip yaptığım çalışmalarda manevi desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Celalettin Kozanoğlu'na, bilgi ve tecrübesi ile öğrenim hayatım boyunca maddi manevi emeklerini eksik etmeyen ve hep yanımda olan sevgili aileme yürekten teşekkür ederim.

Betül UYANIK
Manisa, 2019



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İZMİR'DEKİ YEREL MARKET VE RESTORANLARDA SATIŞA SUNULAN KURU OLGUNLAŞTIRILMIŞ ETLERİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Betül UYANIK

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Semra KAYAARDI

Bu çalışmanın amacı, İzmir'deki yerel restoran ve marketlerde 'dry aged' adıyla satışa sunulan, kuru olgunlaştırılmış et ürünlerinin mikrobiyolojik kalitesini belirlemektir. Materyal olarak, İzmir ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren, kuru olgunlaştırılmış et satışı yapan işletmelerden 15'er gün aralıklarla, depolamalarının çeşitli günlerinde bulunan çiğ örneklerden numune toplanarak mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

Çalışmada, farklı firmalar tarafından üretilmiş olan kuru olgunlaştırılmış et örneklerine Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı, maya ve küf sayımı, Koagulaz pozitif stafilokok, *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes* analizleri uygulanmıştır. Örneklerde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri ve maya-küf ile ilgili mevzuat kapsamında değerlendirme yapılamamış olmakla birlikte yapılan akademik çalışmalardan yararlanılmıştır. Mikrobiyolojik olarak anlamlı seviyede koagulaz pozitif stafilokok gözlemlenmemiş olup, *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes*'e rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, tarihte kasapların sığır etini korumak ve yumuşatmak için kullandığı kuru olgunlaştırma yöntemi, günümüzde de eşsiz aromalı ve katma değeri yüksek et eldesinde kullanılan bir yöntem olmakla beraber son üründe uygun aroma ve tekstüre ulaşmak için kat edilmesi gereken yol maliyetli ve son derece zahmetlidir. Bu alanla ilgili çok fazla araştırma yapılmamakta ve pek çok soru cevapsız kalmaktadır. Ayrıca kuru olgunlaştırılmış etin olgunlaştırma parametreleri ve mikrobiyolojik kalitesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok fazla erişilebilir kaynak ve standart bulunmamaktadır. Tüketicilerin kuru olgunlaştırılmış et ürünlerine olan talepleri göz önüne alındığında, bu alanda çalışan ve çalışmak isteyen üreticilere yardımcı olması amacıyla kuru olgunlaştırma proseslerine ilişkin standartların oluşturulması, kılavuzların hazırlanması ve bu işleme yönelik hedeflere ilişkin çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: kuru olgunlaştırma, sığır eti kalitesi, mikrobiyolojik kalite

2019, 83 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DRY-AGED BEEF PRESENTED FOR SALE IN LOCAL MARKET AND RESTAURANTS IN IZMIR PROVINCE

Betül UYANIK

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Semra KAYAARDI

In this research, it was aimed to determine microbiological quality of dry aged meat products that are sold in local restaurants and markets in Izmir province. As a material, microbiological analyzes were carried out by collecting samples from raw materials in various days of storage at 15 day intervals.

In this study, total aerobic mesophilic bacteria count, yeast and mold count, coagulas positive staphylococcus, *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes* analyzes were applied to dry aged meat samples produced by different companies. In the samples, no assessment was made within the scope of the legislation on total aerobic mesophilic bacteria and yeast and mold values academic studies were made. No microbiologically significant coagulas positive staphylococcus was observed and *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes* were not detected.

As a result, the dry age method used by butchers to preserve and soften beef in histories still a method used to obtain meat with unique flavor and texture in the final product is expensive and extremely laborious. There is not much research in this field and many questions remain unanswered. In addition, there are not many accessible sources and standarts that reveal the relationship between the aging parameters and microbiological quality of dry aged meat. When consumers' demands for dry aged meat products are taken into consideration, it is necessary to establish standarts for dry aging processes to prepare guidelines and to work on targets related to this process in order to help producers working and want to work in this field.

Keywords: dry aged, beef quality, microbiological quality

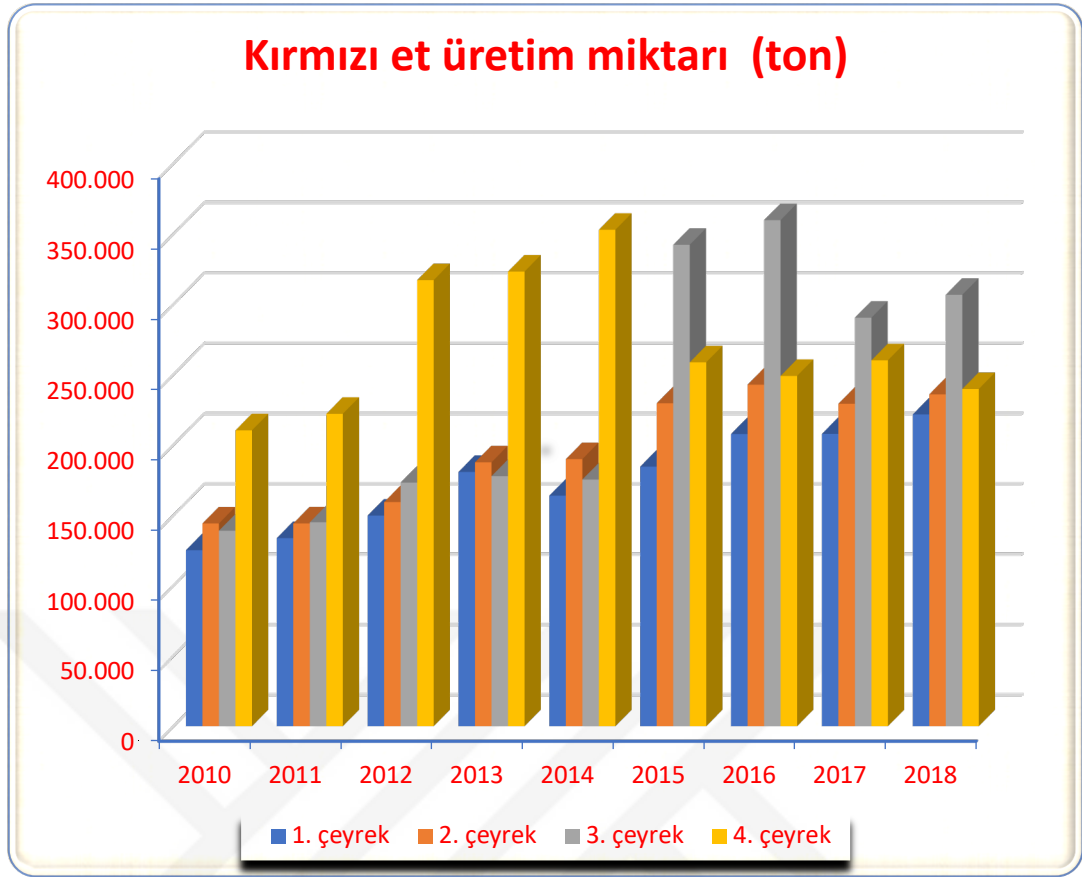
2019, 83 page

1.GİRİŞ

Et, insan beslenmesinde gerek besin değeri bakımından gerekse kendine has tat ve kokusu ile önemli bir gıda maddesidir. [1]

Et, protein miktarı ve kalitesi, yağ ve diğer besin unsurları bakımından yeterli ve dengeli beslenmede oldukça önemli bir yere sahiptir. Hayvansal kaynaklı proteinler, özellikle et proteinleri, insan beslenmesi için elzem olan esansiyel amino asitleri dengeli ve yeterli bir biçimde içermektedir. Sindirim sistemi tarafından bu proteinlerin hazmedilebilmesi ve bünyede kullanılabilirlikleri de bitkisel proteinlerden daha üstün, biyolojik değerleri de daha yüksektir.

Türkiye’de kırmızı et sektörü hem tüketim alışkanlıkları hem de coğrafi özellikleri bakımından elverişli üretim alanına sahip olması nedeniyle ulusal ekonomide önem teşkil etmektedir. Ancak günümüzde kırmızı et sektöründe hayvan varlığının dolayısıyla verimliliğin azalmasına bağlı olarak sığır eti üretim miktarının düştüğü rapor edilmiştir [2] Grafik 1.1’de 2010-2018 yılları arasında sığır eti üretim miktarlarındaki değişimler yer almaktadır.



Grafik 1.1: Sığır eti üretim istatistikleri (2010-2018 dönemi)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2018 yılında Türkiye’de 1.000.859 ton sığır eti üretimi gerçekleşmiştir. Bu durumda 2018 yılı için yıllık kişi başı kırmızı et tüketimi 12,2 kg düzeyindedir. [3, 4]

Türkiye’de kırmızı et tüketiminin düşük olmasının sebeplerinin birim fiyatının yüksek oluşunun, gıda ve sağlık güvencesiyle ilgili endişeler, nüfus artışı vb. gibi birçok faktörle ilişkili olduğu ve bunun sonucunda ekonomik gelişmişlik düzeyinin yetersizliğinden bitkisel kaynaklı protein tüketiminin hayvansal kaynaklı tüketime göre fazla olduğu ifade edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, Türkiye’de kırmızı et üretim ve tüketimi ile ilgili verilerin endişe verici olduğu dikkat çekmekte ve bu konuda çalışmaların artırılması, hayvansal protein kaynaklarına daha fazla önem verilmesi, sürdürülebilir ve pratik stratejiler oluşturulması gereksinimi ortaya çıkmaktadır [5]

Son dönemlerde modern mezbahalarda kesilmiş sığırlardan elde edilen ve endüstriyel üretim aşamalarından geçen etlerin, insan tüketimindeki payı zaman geçtikçe artmaktadır. Bunun yanında, zengin protein kaynağı olarak et ürünleri, yeterli ve dengeli beslenmede ayrı bir öneme sahiptir. Kişi başına tüketilen et miktarının, ülkelerin gelişmişlik seviyesini belirleyen önemli bir kriter olmasından dolayı pek çok gelişmiş ülke et sektörünü önemli sektörler kapsamında değerlendirerek, bu konudaki ekonomik genişleme hedeflerini gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar. Et endüstrisindeki bu gelişmelerin yanında özellikle gelişmiş ülkelerde, işlenmiş et üretimi de artmakta hatta toplam üretimin yarısından fazlası işlenmiş olarak piyasaya sürülmektedir. [6]

Etin arzu edilen uygun aroma, lezzet ve tekstüre sahip olabilmesi için uygun depolama koşullarında en az 24 saat olgunlaştırma gereklidir. Optimum aroma ve tekstüre sahip yüksek kaliteli taze et eldesi ve mükemmel eti servis etmek için de yoğun çaba harcamayı gerektirir [7]. Yapılan çalışmalar, tüketiciler için en önemli kalite unsurunun etin gevrekliği olduğunu ortaya koymuştur. Schoreder [8] tüketicilerin yüksek kalite, hazırlamaya uygunluk, sağlık ve güvenilirliği, besin değeri ve uygun fiyatla birlikte sığır etinden öncelikli beklentisinin gevreklik olduğunu belirtmiştir. Devamlı yüksek kaliteli et ürünlerini talep eden tüketicilerin en çok önem verdiği kriterlerin duyuşal özellikler, özellikle de gevreklik ve lezzet olduğu bilinmektedir. Bununla beraber tüketicilerin daha gevrek ve kaliteli et için daha fazla para harcama eğiliminde oldukları da görülmüştür. Ancak etin dayanıklılığı ve gevreklikteki çeşitlilik et endüstrisinin teknoloji kullanarak çözmesi gereken problemlerdendir [9].

Son yıllarda Türkiye’de gelir seviyesi yüksek şehirlerde bulunan seçici müşteriler tarafından aroma, lezzet ve tekstür açısından geliştirilmiş et ve et ürünleri talebi artmış; bunun sonucunda da taze etin olgunlaştırılması, tüketicilerin beklendikleri ve talep ettikleri yeme kalitesini karşılamak için kaçınılmaz olmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarla olgunlaştırma işlemi standardize edilememiş, uygulamanın şekli ve etkileri ile ilgili genel bir sonuca varılamamıştır. Bu çalışmada İzmir’de yerel marketlerde satılan veya yerel lokantalarda servis edilen, kuru olgunlaştırma yöntemiyle dinlendirilmiş et örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece tüketici beklentilerine yönelik farklı ve yüksek

zellikler kazandırılmış ürünleri elde etmek amacıyla uygulanan kuru olgunlaştırma işleminin son ürünün mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri belirlenerek, endüstriyel anlamda işlem standardizasyonu ile birlikte mevzuat çalışmalarına katkıda bulunulması hedeflenmiştir.



2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1.Etin Tanımı

Et için pek çok farklı tanım geliştirilmiş olmakla beraber, en çok rastlanana “et, kasaplık hayvanların iskelet kaslarından elde edilen bir gıda maddesidir” tanımıdır. Bu tanımın geçerli olabilmesi için de öncelikle etin olgunlaşmasının tamamlanması gereklidir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’ne (2012/74) [10] göre çiğ kırmızı et “vakum ambalaj ile veya kontrollü ortamda ambalajlanmış, kırmızı et dahil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmada başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan kırmızı et” olarak tanımlanmaktadır.

Kesim sonrası meydana gelen biyokimyasal değişiklikler et kalitesini önemli derecede etkileyen faktörlerdendir. Kesimin ardından kan dolaşımının durması ve buna bağlı olarak yeterli oksijenin bulunamaması nedeni ile enerji döngüsünde önemli değişimler meydana gelmekte, bu değişimlerin etkisi ile kaslarda geri dönüşümü olmayan kasılma olayı gerçekleşmekte ve kasta uzun süreli sertleşmeye neden olmaktadır. Meydana gelen bu biyokimyasal tepkimeler sırasında ise pH düşmekte ve pH’ın düşmesi ile glikolitik enzimler inaktive olmakta, proteolitik enzimler ise aktive olmaktadır. Bu enzimatik faaliyetler sonucunda ise kas belli seviyede bir gevreklik kazanmaktadır. Kasın ete dönüşmesi esnasında meydana gelen bu tepkimeler sonucunda etin renginde ve diğer duyuşsal özelliklerinde de arzu edilebilir değişimler meydana gelmektedir [11]. Kasaplık hayvanın kesimi ardından da devam eden yaşam, ortaya çıkan ölüm sertliği ile sona ermiş sayılabilir. Ancak etin sofraya getirilmeye uygun olgunluğa gelebilmesi için hijyenik koşullara sahip soğutulmuş ortamda olgunlaştırılması (dinlendirilmesi) gerekmektedir. Etin olgunlaşma süreci ölüm sertliğinin ortaya çıkmasının ardından başlar. Olgunlaşma esnasında önce etin saydam yapısı bozulur ve renk kırmızı-kahverengiye dönüşür. Ardından renk açılır ve saydamlık geri gelir. Bu arada da olgunlaşmış et aroması ortaya çıkar [12]. Şekil 2.1’de kesimlik hayvanların işlenmesi ile ilgili akış şeması görülmektedir.



Şekil 2.1. Kesimlik hayvanların işlenmesi [13]

Sığır etinde kesim sonrası meydana gelen değişimler birçok faktöre bağlı olmakla birlikte, kesim öncesi hayvan üzerinde etkili olan çeşitli faktörlerle de ilişkilidir. Aşırı yorgunluk ve açlık gibi faktörler hayvanlarda strese yol açmakta ve böylece solunum, kan basıncı, vücut sıcaklığı değişmekte ve aktif olmayan epinefrin gibi bazı hormonlar aktif hale gelmektedir. Bu hormonların bazıları glikojenin parçalanmasına ve dolayısıyla enerji metabolizmasında önemli değişimlere neden olmaktadır. [14] Kesim öncesindeki bu durum, kesim sonrasındaki biyokimyasal değişimleri de önemli derecede etkileyerek birçok hayvanın et kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Kesim sonrası veya avlanma sonrası kasın ete dönüşmesi sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimlerin bilinmesi, etin çeşitli ürünlere işlenmesi ve kaliteli et üretimi açısından oldukça önemlidir. Kasın ete dönüşüm aşamaları pre-rigor (sertlik öncesi), rigor mortis (ölüm sertliği) ve post rigor (sertlik sonrası) olmak üzere üç önemli adımda gerçekleşmekte ve bu adımlar esnasında çeşitli fizikokimyasal ve biyokimyasal tepkimeler gerçekleşmektedir. [14]

2.2. Et kalitesini etkileyen faktörler

2.2.1. Kesim öncesi stres

Son birkaç yıl içerisinde AB ülkeleri ve diğer birçok ülkede hayvan refahı oldukça önemli hale gelmiştir. Bütün kasaplık hayvanlar kesimin öncesinde farklı seviyelerde stres yaşamakta ve bu da et kalitesini olumsuz etkilemektedir. Kesim öncesi koşulları, taşıma, mezbahada kesim işlemini bekleme, taşıma esnasında kullanılan araçlar, diğer müdahale işlemleri ve olumsuz hava koşulları gibi çevresel faktörler; hayvanlarda strese, çeşitli davranışsal değişikliklere ve bağışıklık sistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. [15]

Et kalitesini, et proteinlerinin yapısında meydana gelen yapısal değişiklikler doğrudan etkiler. Bu sebeple ette meydana gelen kesim sonrası değişikliklerin bilinmesi, et ve et ürünlerinin kalitesinin kesim öncesi dönemde tatbik edilecek çeşitli uygulamalar ile artırılması bakımından oldukça önemlidir. [16]. Kesimin ardından kaslar işlevini yitirmekte ve kasın ete dönüşüm süreci başlamaktadır. Kasın ete dönüşüm aşamaları kompleks bir yapıya sahip olup, bu süreç zarfında kaslarda çeşitli biyokimyasal ve fiziksel reaksiyonlar meydana gelmektedir. Kasların önemli

bir kısmı biyokimyasal şekerler grubuna dahil olan ve canlı metabolizmasının enerji kaynağı olan glikojenden oluşmaktadır. Kasaplık hayvanın kesiminden sonra glikojen, kası ete dönüştüren laktik aside indirgenmektedir. Kesim öncesinde uzun süre boyunca gergin ortama maruz kalan veya uygun olmayan şartlarda bekletilen kasaplık hayvanlarda meydana gelen yoğun stres, kaslarda mevcut glikojen depolarının kesim öncesinde parçalanmasına sebep olmaktadır. Kasaplık hayvanların, kesimhaneye nakli için araca bindirilmeden önce yakalanması, araçlara bindirilmesi ve nakil esnasında maruz kaldıkları yoğun stres sebebiyle kesildikleri esnada oldukça az miktarda glikojene sahip olacaklarından, bu hayvanların kesiminden elde edilecek etlerin pH değerleri yeteri kadar düşmemektedir. Bu tarz etlerde pH değerleri 6.0-6.2'nin üzerinde hatta 6.8 gibi yüksek değerlerde de kalabilmektedir. Yüksek pH değerleri ette bulunan oksijeni tüketen enzimlerin aktif halde bulunmasına bağlı olarak, redükte deoksimeyoglobin oluşumuna ve dolayısıyla etin koyu bir renk almasına sebep olmaktadır. Bununla beraber ette gevreklik de pH ile ilişkilendirilen önemli parametrelerdendir. pH değeri yüksek etler elastiki bir hale geldikleri ve renklerinde koyulaşma olduğu için istenmemektedirler. Ayrıca yüksek pH mikrobiyal gelişimlere karşı etin koruyucu etkisini kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı etlerin dayanıklılığı azalır, raf ömürleri de kısalmaktadır [17].

Bunun yanında, stres yaşayan kasaplık hayvanlarda glikolizis hızlanmakta ve bu da pH değerinin daha hızlı bir biçimde düşmesine neden olmaktadır. Oluşan stres faktörlerinin etkisi ile de yaklaşık 1-1,5 saat içerisinde pH değeri 5,3'e kadar düşmekte ve asidik karakterli ölüm sertliği oluşmaktadır. pH değerinin hızla düşmesi ve kesim esnasındaki normal kas sıcaklığına bağlı olarak özellikle miyozin ve diğer bazı proteinler denatüre olmaktadır. Bu tip etlerde soluk renk, yumuşak tekstür, sulu yüzey ve düşük su tutma kapasitesi görülmektedir. pH değerinin düşük olmasına rağmen yüksek su aktivitesi nedeniyle mikrobiyal bozulma riski fazladır. [18]

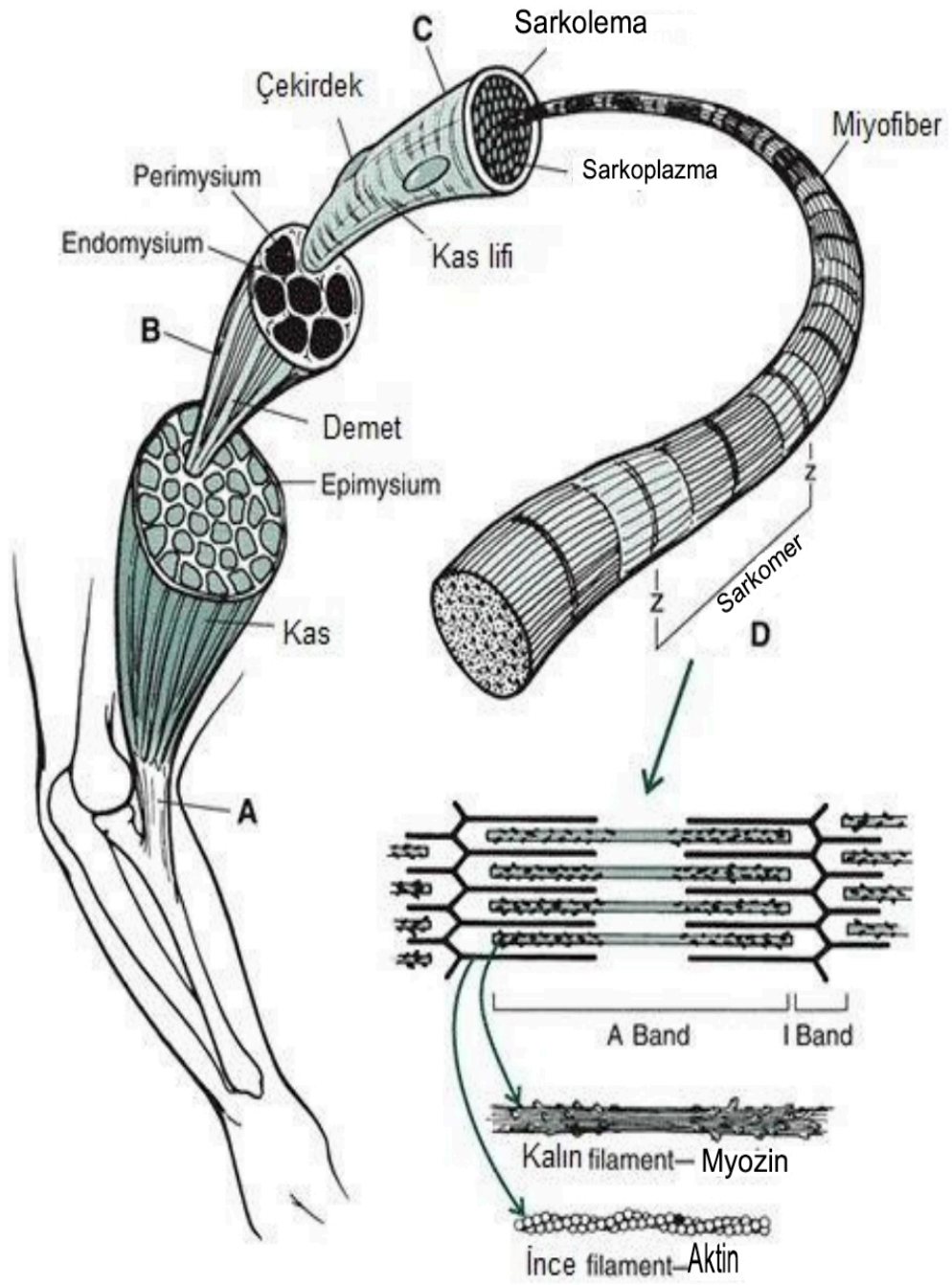
2.3. Kesimden sonra ette meydana gelen biyokimyasal değişimler

2.3.1. Kasın Kasılması

Kasın kasılma faaliyeti aktin, miyozin, tropomiyozin ve troponin gibi myofibriler proteinler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Aktin ve miyozin kasılma özelliği gösteren proteinlerdir.

Dinlenme esnasında sarkoplazma sıvısında bulunan iyonik kalsiyum miktarı çok düşüktür. Yine dinlenme halindeki kasta ATP miktarı oldukça yüksektir ve çoğu ATP, Mg^{+2} iyonuna bağlanmış kompleksler halindedir. Mg-ATP kompleksi, aktin ve myozin interaksiyonunu önleyici bir faktördür. Sarkoplazmada kalsiyum konsantrasyonunun düşük, magnezyumun ise yüksek olması halinde troponin ve tropomyozin, aktin ve myozin arasındaki karşı bağlama olayını engelleyici görev yapar.

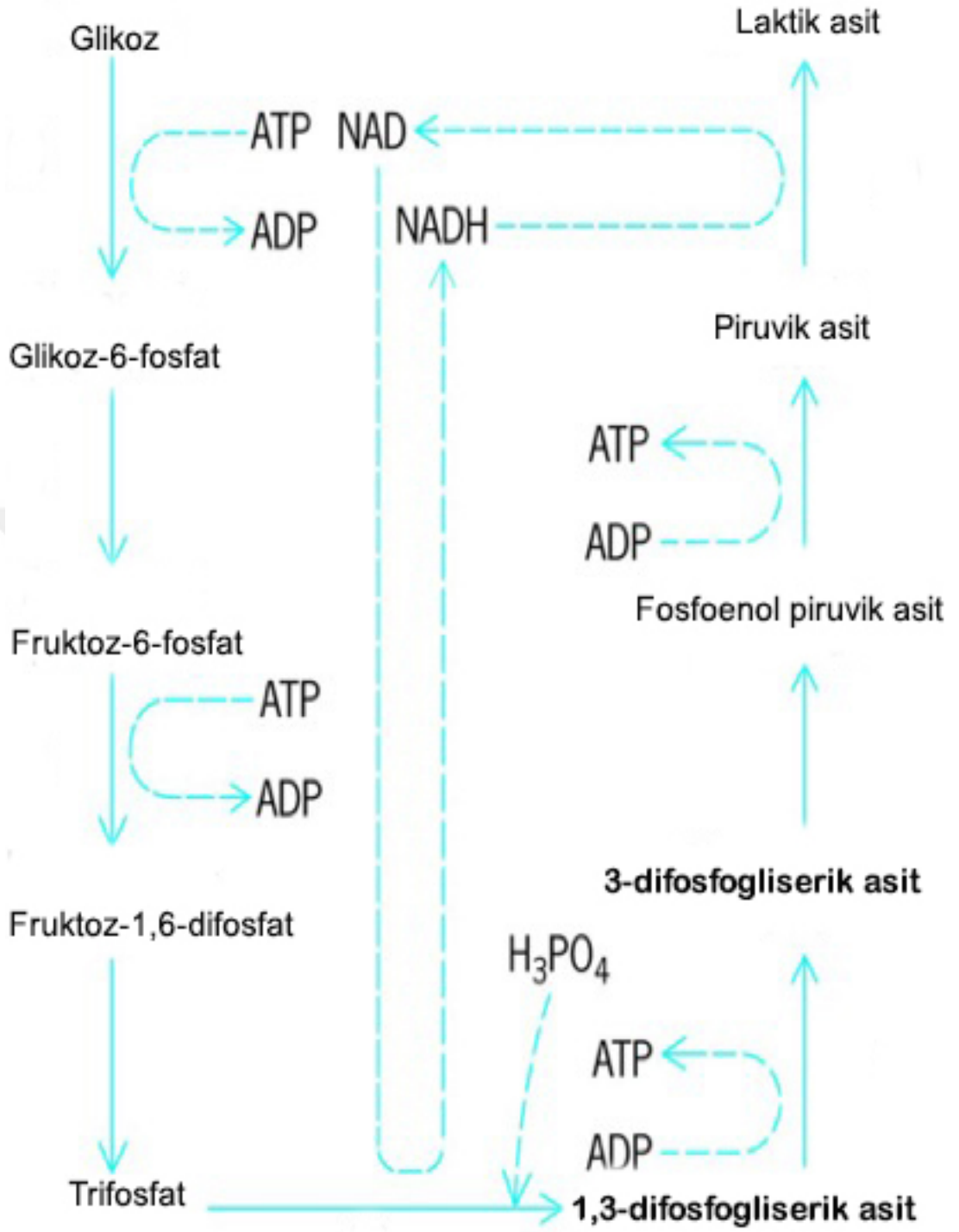
Kasılma esnasında sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum iyonları salgılanmakta ve sarkoplazmadaki kalsiyum iyonlarının seviyesi yükselmektedir. Sarkoplazmaya yeni gelen kalsiyum troponine bağlanmakta, troponin ve tropomyozinin inhibitör etkisini ortadan kaldırmaktadır. Aktinlerin birbirine yaklaşması ve Z-hatlarının sıkışması ile I-bantları ortadan kalkmakta, aktin ve myozin karşı bağlama ile aktomyozini oluşturmaktadır. Kasın farklı fonksiyonlarında A-bandının uzunluğu değişmezken, H-bölgesi ve I-bandı gerilme halinde uzamakta, kasılma halinde ise kaybolmaktadır. Kesimin ardından aktomyozin köprücüklerinin birbirinden ayrılamaması neticesinde kaslarda rigor mortis (ölüm sertliği) oluşmaktadır. [19]



Şekil 2.2. Kasın yapısı [20]

2.3.2. Anaerobik Glikoliz

Kesimden önce kaslarda bulunan ATP ve karbonhidrat düzeyi, ölüm sonrası kas metabolizmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Yapısal ve enzimatik değişimler neticesinde etin, pH değerinde, su tutma kapasitesinde ve renginde önemli değişimler meydana gelir [21]. Kasların kasılması için gerekli olan enerji, başta karbonhidratlar olmak üzere, yağ asitleri ve aminoasitlerden elde edilir. Bununla beraber glikojenin anaerobik kullanımı sonucunda glikoz ile de enerji üretimi sağlanır [22]. Kesimden sonra dolaşımın durması ve yeterli oksijenin bulunamaması sebebiyle trikarboksilik asit (TCA) siklusu durur. Bu sebeple enerji anaerobik glikolizis yoluyla üretilerek elde edilmektedir. Glikojen rezervleri tükenene kadar glikolizis devam eder ve oluşan piruvik asit laktik aside dönüşerek kaslarda birikir. Laktik asidin kaslarda birikmesine bağlı olarak başlangıçta 7,2-7,4 düzeyinde bulunan pH değeri, 5,3-5,4'e kadar düşer. Bu düşüşün nedeni sadece glikojenin tükenmesi değil, pH değerinin düşmesine bağlı olarak bazı glikolitik enzimlerin inaktif hale gelmesi sonucu da meydana gelebilir. Kasın kasılması için sentezlenen ATP, kesimden sonra kasın gevşemesini sağlayacak düzeyde değildir. Sonuçta, oluşan aktomyozin köprücükleri birbirinden ayrılamaz ve kaslarda ölüm sertliği oluşur [23]. Anaerobik glikoliz metabolizması sonucu glikozdan laktik asit oluşumu Şekil 2.3'deki gibidir.



Şekil 2.3. Anaerobik glikoliz metabolizması sonucu glikozdan laktik asit oluşumu [24]

2.4. Etin olgunlaşması sırasında kasta meydana gelen biyokimyasal değişimler

İskelet kasları hareket işlevini yerine getirmek için tasarlanmış son derece karışık ve dinamik dokulardır. Bu yüzden kasın ete dönüşümü sırasında yoğun biyokimyasal mekanizmalar gerçekleşir [25].

Kesimden hemen sonra, kasta meydana gelen önemli biyokimyasal değişiklikler dört fazda toplanır:

Sıcak et fazı (İntra mortem)

Ölüm sertliği fazı (Rigor mortis)

En yüksek asitlik fazı (Post mortem)

Tam olgunluk fazı (Post mortem)

Bu fazların özelliklerinin oluşmasında kasaplık hayvanların kesim öncesindeki durumları önemli seviyede etkilidir. Buna göre iyi bir netice elde etmek için sadece sağlıklı hayvanlar kesilmeli, kesimi yapılan hayvanların besi durumu iyi olmalı, hayvan kesim öncesinde var olan stres sonuçlanana kadar mutlaka dinlendirilmeli, kesimin ardından elde edilen karkas hızla soğutulmalıdır.

Ancak bu şartlarda kasta glikojen normal seviyede kalır. Kesim sonrası glikoliz ile beraber sitrat döngüsü yerine laktik asit döngüsü başlamaktadır. Etin bu fazına Sıcak et fazı denilmektedir. Canlı hayvanda pH 7.0'nin biraz üstünde, genellikle pH 7.3 civarındadır. pH değeri kesimle birlikte pH 7.0, sıcak et fazında ise pH 6.4-6.8 değerine inmiştir. Glikojen ve ATP miktarı en yüksek düzeydedir. Bu durumda etin su tutma kapasitesi çok yüksek olup, et haşlanmış ürünlerin gerektirdiği teknolojik özelliklere sahiptir. Kesimin ardından ATP parçalanması ve glikoliz olayının başlaması ile sıcak et fazının sona ermesi arasında geçen zaman genellikle 4-6 saattir. Ölüm sertliği fazı (rigor mortis) normal olarak kesimden 6 saat sonra kendiliğinden başlar ve sıcak et fazını normal şartlarda tamamlamış olan etlerde 6-10 saat kadar devam eder. Bu fazda kas elastikiyetini yitirir, önce boyun, ön kol ve but eklemleri hareketsiz hale gelir ve kaslardaki sertleşme giderek bütün vücuda yayılır. Rigor mortisi belirleyen bu fiziksel tanımın yanında bazı önemli kimyasal tanımlar da söz konusudur.

- Kas glikojeni, laktik asite kadar parçalanır
- ATP alt ürünlere parçalanır
- pH düşer
- Aktin ve miyosin aktomiyosini meydana getirir.

Sığır etleri, ister taze olarak isterse çiğ ürünlere işlenerek tüketilecek olsun kimyasal ve biyokimyasal faaliyetler yavaş oluşmalı, pH kesimden en az 2-3 saat sonra düşmeye başlamalı, rigor mortis ise kesimin 6.-20. saatleri arasında görülmelidir. Soğutulan ette kesimden 20-24 saat sonra ölüm sonrası faaliyetler başlar. [26]

Kasın ete dönüşmesi esnasında, kaslarda bulunan enerji, aşamalı olarak tükenir. Anaerobik ve aerobik metabolizma sonucunda kaslarda birikmiş laktik asit ile pH değeri 5,4-5,8'e kadar düşer. İyonik (kalsiyum, sodyum, potasyum) ve enzimatik reaksiyonlar meydana gelir [27].

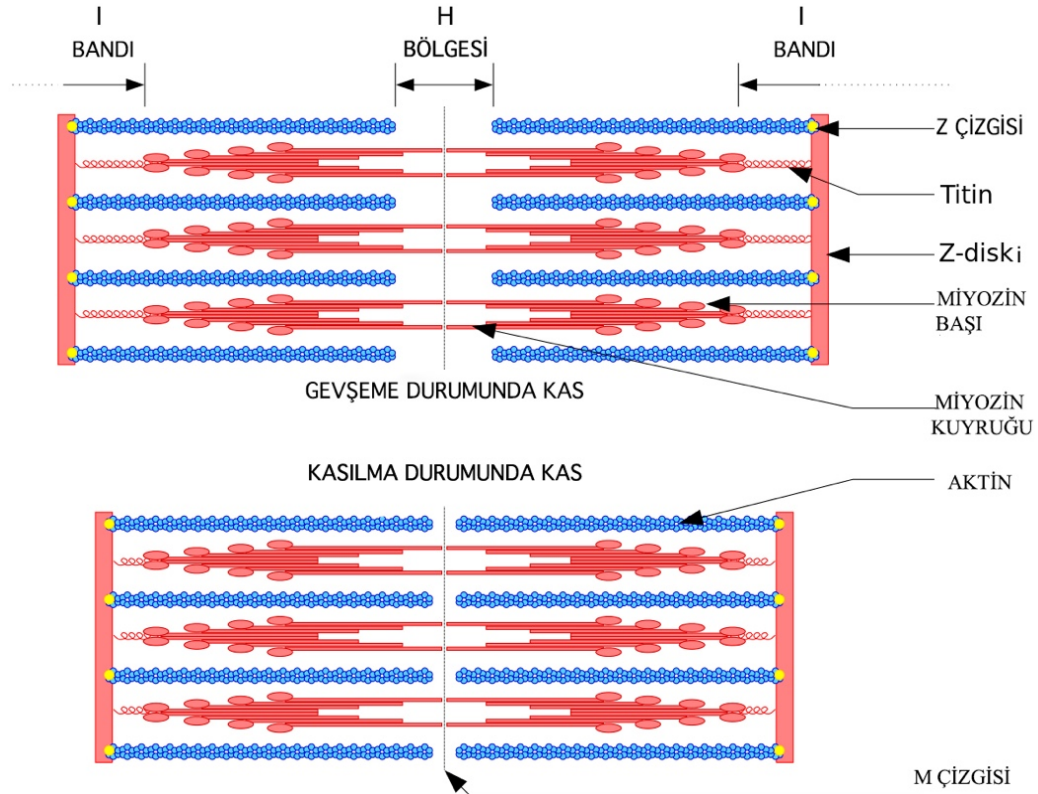
Ette gevrekliğin meydana gelmesi, miyofibriler proteinlerde gerçekleşen değişimler ile yakından ilgilidir. Bu değişimlerin çoğunluğu da proteolitik enzimler tarafından gerçekleştirilmektedir [28]. Kaslarda bulunan proteolitik enzimlerden katepsinler lizozomlarda, kalpainler ise sarkoplazmada inaktif haldedir. Kesimin ardından kaslarda oluşan pH değeri düşmesi ile bu enzimler aktive olur ve miyofibriler proteinlerin yapısında değişimlere sebep olup, etin olgunlaşmasını sağlarlar.

Kalpain enzim sistemi, kesim sonrası şartlarda kas proteinlerinin proteolizinde etkili olan önemli bir sistemdir. Kalpain sistemi, kalsiyuma bağlı sistein proteazları ve bunun inhibitörü kalpastatinden meydana gelir. Kalpain aktivitesi hücre içi şartlardan, kalsiyum yoğunluğundan, pH değerinden, iyonik kuvvetten ve kalpastatin varlığından etkilenir [29].

2.4.1. Ölüm Sertliği (Rigor Mortis)

Kesimin ardından kaslarda oluşan sertliği açıklamak için kullanılan bir terimdir. Tamamlanma süresi, kas türüne ve kaslarda bulunan enerji seviyesine göre değişmektedir [30]. Rigor mortisin başlaması ile beraber aktomyozin köprücükleri oluşur. Hücre içinde, yaşayan kaslarda olduğu gibi yeterli enerji bulunmadığı için aktomyozin tekrar aktin ve miyozine dönüşemez. Rigor mortis esnasında kasta fiziksel değişiklikler de oluşmaktadır. Kas, esnekliğini ve gerilme özelliğini yitirir ve kasılmaya başlar. Bütün eklemler hareket kabiliyetini yitirir ve kaslar sertleşir. Kastaki glikojen deposunun tükenmesi ile mevcut kreatinfosfataz, ATP parçalanmasını başlatır. Ette mevcut olan diğer enzimler de ATP parçalanmasına yardımcı olur. Şekil 2.4'de gevşeme ve kasılma durumunda kas görülmektedir.

Kas hücresinde proteolitik enzimlerden kalpain sarkoplazmada, katapsin ise lizozomlarda aktif olmayan haldedir. pH'nın düşmesiyle birlikte kalpain (I ve II) aktif hale gelirken, katapsin de (B, L, D) serbest kalır ve etkisini göstermeye başlar. [31].



Şekil 2.4. Kasın kasılması ve gevşemesi [32]

2.5. Kasın ete dönüşümü sırasında değişime uğrayan proteinler

2.5.1. Titin

Miyofibriller proteinlerin %10 unu oluşturan ve en çok bilinen miyofibriller proteinlerden olan titin, kasın gerginliğini sağladığı düşünülen protein yapılarının başında gelmektedir. Çizgili kasta titin, sarkomerin merkezinde sınırlandırılmış olan M çizgisinde sonlanan C kutbu ve Z çizgisinin integral kısmını oluşturan N kutbu ile sarkomerin yarısına kadar uzanır. Fizyolojik duruma bakılmaksızın elastik bir yapıya sahiptir. Kendi içinde tekrarlanan bir yapısı olduğundan kırmızı, çizgili bir görüntüsü vardır ve Z bandının baş kısmında bulunan büyük bir proteindir. Diğer kas moleküllerine sıkıca yapışarak dinlenme durumunda kas yapısını korumaya yardımcı olur. Ancak bu proteinin yapısı denatürasyona çok uygundur [33]

Canlı hücrelerde titin, sarkomerde bulunan elastik bir proteindir. Bir tarafından Z çizgisine tutunurken, diğer taraftan miyozin kuyruklarının birleştiği M çizgisine bağlanır. Elastik yapısından dolayı da sarkomerin aşırı gerilmesini engeller. Z çizgisinin arasındaki kalın filamentleri koruyarak Z çizgisi ile kalın filamentleri birleştirir. Titinin ayrıca iskelet kası hücrelerinde bulunan pasif gerilimin bir kısmının oluşumunda rol oynadığı varsayılır. Myofibrilin gelişimi boyunca titin en erken açığa çıkan proteinlerden biridir ve myofibrilin gelişimi için bir yapı iskelesi veya model oluşturması ile moleküler yönetici olarak rol oynadığı düşünülmektedir. [34]

2.5.2. Nebulin

Nebulin sarkomerdeki diğer megaproteindir. Bu protein Z çizgisinden ince filamentin keskin uçlarına kadar uzanır. Nebulinin sonlandığı C kutbu Z çizgisi içinde bütünleşmiştir. Nebulinin ince filamentle olan yakın ilişkisi aracılığıyla nebulin/ince filament bileşim kısmını oluşturduğu ve ince filamentin Z çizgisine bağlanmasına yardımcı olduğu varsayılır. Nebulinin kesim sonrası yıkımında Z çizgisinde zayıf filament bağlarının ve/veya I bandı bölgesi yakınında ince filamentleri ve bu yüzden de kas hücresinin yapısını zayıflattığı düşünülmektedir. Nebulinin ayrıca aktin ve miyozini bağlama yeteneğine sahip iskelet kası kasılmasında

düzenleyici bir fonksiyonu olduğu varsayılmaktadır. A-1 bandı bağlantı noktasına uzanan nebulin kısımları aktin, myozin ve kalmomodulini bağlama yeteneğine sahiptir. Nebulinin bu kısmının aktomyozin ATPaz aktivitesini durdurduğu belirtilmektedir. Nebulinin bu bölgesi ayrıca aktin filamentlerinin myozin üzerine kayma hızlarını engellediği belirlenmiştir. Ayrıca nebulinin kesim sonrası yıkımın kesim sonrası kas parçalandığında kalın ve ince filamentlerin etkileşimi ve gruplaşması şeklinde bir yolla aktin-myozin etkileşimini değiştirebilmesi mümkündür. Bu kesim sonrası gevrekliğin oldukça artmasına neden olabilir. Nebulinin denaturasyonunun etin gevrekleşmesi üzerine etkisi tam sebep ve etki ilişkisi kanıtlanmamış olmasına rağmen, nebulinin degradasyonu ile kesim sonrası gevrekleşme bağlantılı görünmektedir [35]. Bununla birlikte, post-mortem süreçte 3-48 saat arasında ve titinden daha önce denatüre olduğu bilinmektedir [36].

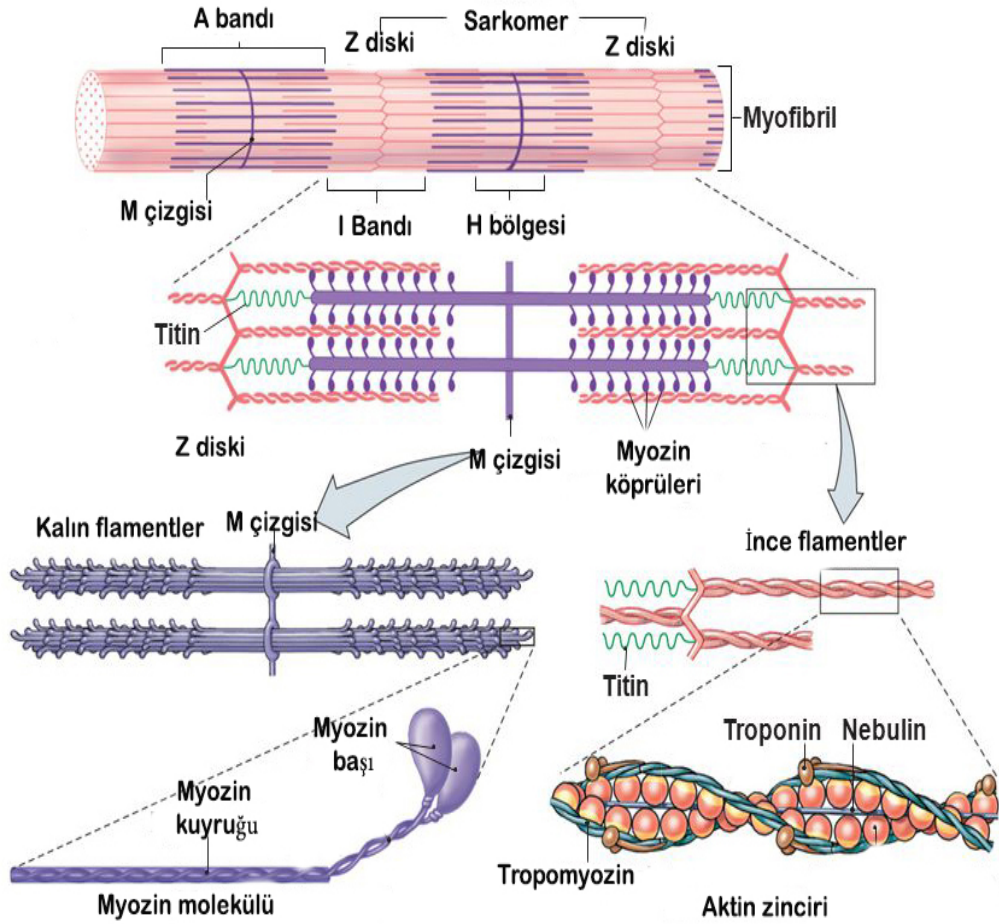
2.5.3. Troponin

Troponin, zayıf bağlı 3 protein alt biriminden oluşan kompleks bir yapıya sahiptir. Bu alt birimler, troponin I (aktin için), troponin T (tropomyozin için), troponin C (Ca^{++} iyonları için) kuvvetli ilgiye sahiptir. Bu kompleks yapının, tropomyozini aktine bağladığı düşünülmektedir. Tropomyozinin, kasın dinlenmesi durumunda aktin ipliklerinin aktif olan bölgelerini kapatarak, aktin ile miyozin arasındaki çekimi engellediği düşünülmektedir. Kesim sonrası olgunlaşma boyunca kesim sonrası sığır kasında myofibriller I bandı bölgesinde parçalanır.

Troponin –T, aktin-myozin interaksiyonunu yöneten düzenleyici kompleksin bir parçası olduğundan dolayı, kesim sonrası degradasyonun kalın ve ince filamentlerin interaksiyonlarını içeren değişimlere sebep olması ayrıca muhtemeldir. Troponin–T'nin I bandında ince filamentlerin parçalanmasına yardım ettiği, kalın ve ince filamentlerin interaksiyonunu değiştirdiği veya kısaca tüm protein degradasyonunu etkilediği, polipeptidlerin degradasyonu ve sığır eti gevrekliğinde önemli bir indikatör görevi gördüğü bilinmektedir.

Troponin C kasılmadaki Ca^{++} bağlayıcı bölgeler içerir. Kas lifleri zarla çevrilidir. Vesiküller tübüller içerirler. Yapıları sarkotübüller sistemi biçimindedir.

Sarkotübüler sistem, T sistem ve sarkoplazmik retikulumdan oluşmuştur. Transfersal tübüllerin T sistemi kas liflerinin zarıyla devam eder. 2 T sistemi arasındaki bölgede bulunan sarkoplazmik retikulum ise fibrillerin her birinin çevresinde düzensizce bulunur ve A-I bantları arasındaki bağlantılarda T sistemiyle kapalı kontak durumunda, oldukça büyük terminal sistemlerdir. [37]



Şekil 2.5. Kasın yapısında titin-nebulin-troponinin yeri [38]

2.6. Etin olgunlaşmasında etkili enzimler

2.6.1 Kalpain

Kesim sonrası kasta etkili olan proteaz sınıfına ait kalpain genel olarak etin yumuşatılmasında birinci olarak sorumlu tutulur. Canlı hayvanlarda kalpainler, hücrelerde protein çevrimi için gerekli olan proteolitik sistemlerden birisidir. Etin yumuşatılması işlemi açısından bakıldığında üç kalpain sistemi bileşenleri önemlidir. Kalpastatin, kalpainlerin bir inhibitörü olmasına rağmen, M- ve m- kalpainler proteolitikdir. Kalsiyuma bağlı aktivite gösteren ve nötral proteinazlar olarak bilinen kalpainlerin etin gevrekleşmesinde oldukça önemli etkileri vardır [39]. Kalpainlerden, kalpain 1 ve 2'nin gevrekleşme üzerine etkileri tespit edilmesine rağmen, diğer kalpainlerin etkileri tam olarak belirlenmemiştir [40]. Kalpainler desmini denatüre etmekte ve α -aktin'in Z-hattıyla olan bağlantısını zayıflatarak etin tekstürü üzerinde etkili olmaktadır [41]. Kaslarda gevrekleşme etkisi normal olarak kesimden yaklaşık 6 saat sonra veya pH yaklaşık olarak 6,3'e düştüğünde kalpain 1'in aktif hale gelmesi ile başlamakta ve kalpain 1'in aktivitesinin artmasıyla birlikte artmaktadır. Kalpain 2 ise yaklaşık olarak 16 saatte aktif hale gelmekte, ancak kısmi aktivite göstererek büyük bir kısmı ette inaktif halde kalmaktadır [42].

2.6.2 Kalpastatin

Kalpain enziminin antogonisti olarak çalışmaktadır. Canlı hayvanlarda kalpastatin, kalpain aktivitesini hafifletmektedir. Eğer kalpastatin aktivitesi, üretim veya işlemenin sonucunda M- ve m- kalpain aktivitelerinden daha baskın olursa; sertlik muhafaza edilebilir. Diğer yapısal bileşenlerin yol açtığı sertliğin aksine, kollojenin oluşturduğu sertlik, soğuk depolama esnasında önemli bir azalma göstermez. Hücre içerisinde kalpainin proteoliz işlevini düzenlemeye yarar. Kalpain sitoplazma içinde kalsiyum miktarıyla doğru orantılı olarak çalışır. Bu enzimlerin aktiviteleri geri dönüşümlüdür. Bazı vakalarda sitosol içerisinde kalpastatinin bağlanması için gerekenden daha fazla kalsiyum olduğu görülür [43].

2.6.3. Katepsin

Proteinaz enzimlerinden olan kalpain ve katepsinin, kesim sonrası dönemde ette gevreklik oluşumu üzerine önemli role sahip olduğu bilinmektedir. Lizozomal enzimler olan katepsinler asidik pH'da optimum aktivite göstererek kas proteinleri üzerinde proteolitik etki göstermektedir. Katepsin B1 pH 3,5-6,0, katepsin H pH 6,0, katepsin L pH 5,0 ve katepsin D ise pH 2,0-5,0 değerlerinde optimum aktivite göstermektedir. Sarkoplazmik proteinlerin degradasyonunda rol alarak serbest amino asitlerin oluşumunu sağlar. Katepsin A ve B'nin kimostatin yıkımlanmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir [44]

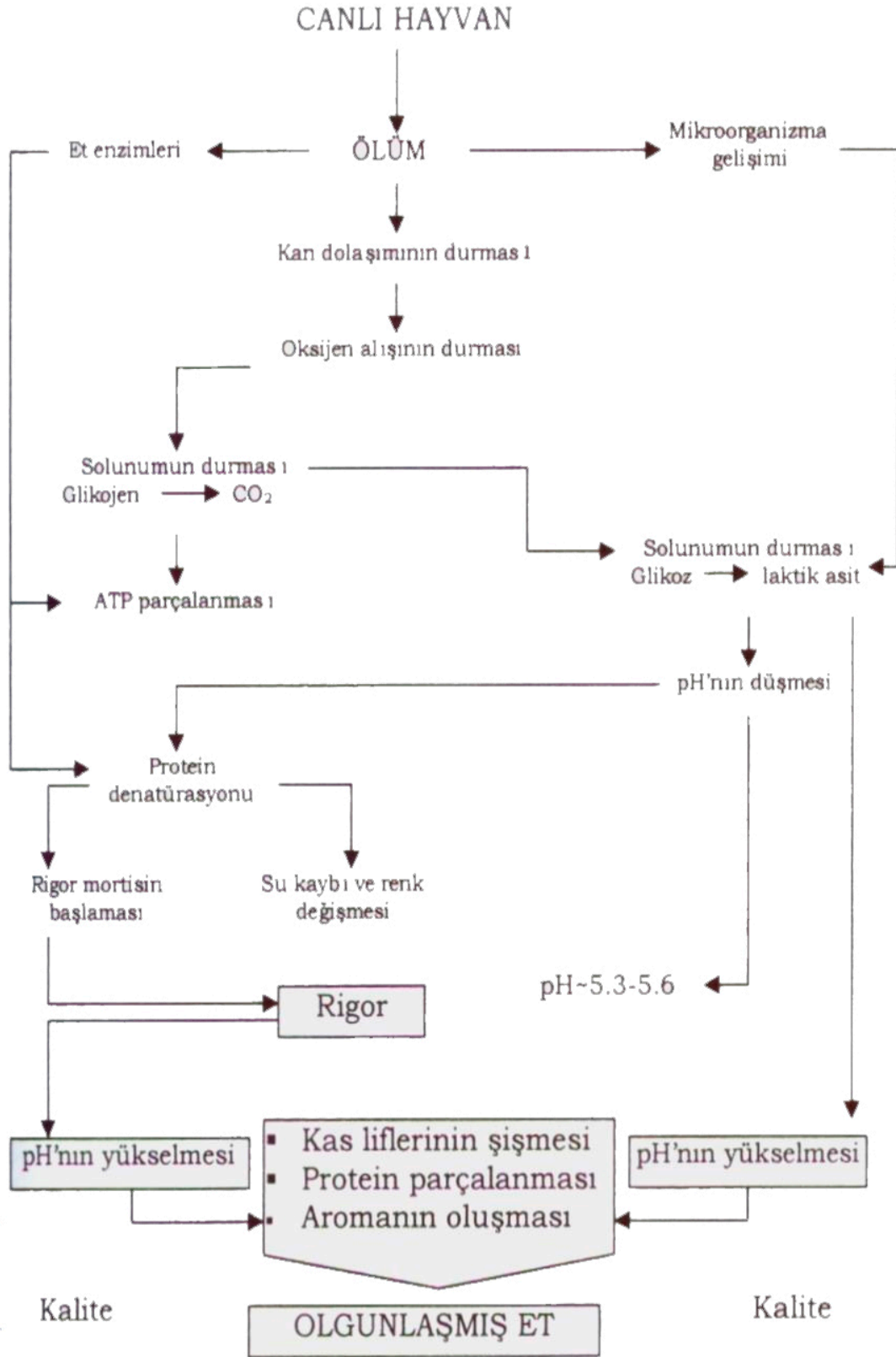
2.7. Etin olgunlaşması

Etin "olgunlaşma" veya "şartlandırma" olarak da bilinen yaşlanması doğal bir işlemdir ve lezzetini arttırmada kullanılır. Ticari olarak olgunlaştırma işlemi genellikle etin, gevreklik ve lezzet gibi tüketici memnuniyetini etkileyen birkaç sığır eti özelliğini iyileştirmek için, kontrol edilen şartlarda bekletilmesiyle gerçekleştirilir. Etin gevrekliği, olgunlaşma süresi arttıkça artar ve gevrekliği artmış bir ürün elde etmek için gereken iki önemli faktör süre ve sıcaklıktır. Olgunlaşmış etin gevrekliği kas tipi ve mevcut bağ dokusu miktarına göre değişir. Bunun nedeni, farklı kasların, tüketicinin beklentilerine uygun gevrekliği sağlamak için değişken olgunlaşma süreleri gerektirmesidir. [45]

Etin tüketiciler arasında tercih edilmesinde en önemli faktör etin duyuşal kalitesidir. Duyuşal kalite özelliklerini de gevrek ve sulu olması ile yoğun aromatik tat oluşturur. [46]. Etin gevrekliği, esas olarak kas liflerinin bileşimi ve kasılma durumu, bağ dokusunun miktarı ve çözünürlüğü ile post mortem proteolizin uzunluğundan etkilenir. [47]. Bununla birlikte, etin gevrekliği, aynı karkastan değişik kaslarda önemli farklılıklar gösteren kaslara özgü bir özelliktir. Genel olarak, yuvarlak ve hareketli kaslar harekete yoğun bir şekilde katılıp daha sert yapıda olurken, bel ve kaburga gibi daha az hareket eden kaslar daha gevrek olurlar. [48] Bu nedenle duyuşal kalite özelliklerini geliştirmek için de uzun yıllardan beri olgunlaştırma işlemi kullanılmaktadır [49].

Kesimden hemen sonra, etin soğuk ortamda belli bir süre dinlendirilmesine olgunlaştırma denir [50]. Postmortem olgunlaştırma, sığır eti gevrekliği ve lezzetini geliştirmek için uygulanan yaygın bir endüstri uygulamasıdır. Ulusal sığır eti gevrekliği anketi, et endüstrisi alt sektörlerinin perakende işletmelerinde ortalama 20 gün süreyle olgunlaştırılmak amacıyla saklandığını bildirmektedir. [51] Etin olgunlaştırılması, mutfak hazırlığını takiben etin lezzetine etkisi açısından da tercih edilmektedir. [52].

Et kalitesini artırmak ve lezzet gelişimine yardımcı olmak için ileri olgunlaştırma yöntemleri geliştirilmiştir. Son dönemlerde et endüstrisi, müşterilerden gelen yoğun talepler doğrultusunda, yüksek maliyetine rağmen kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma olarak bilinen iki ileri olgunlaştırma işlemi üzerinde yoğunlaşmıştır.



Şekil 2.6. Kasaplık hayvanlarda kesimden ete dönüşene kadar meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal faaliyetler [53]

2.8. İleri Olgunlaştırma Metotları

2.8.1 Yaş Olgunlaştırma

Yaş olgunlaştırma, et endüstrisinde daha yaygın olan ve kapalı bir bariyer paketinde soğuk koşullarda belli bir süre olgunlaştırılmış eti ifade eder. Vakum paketlenmiş olarak yaş olgunlaştırılmış sığır eti piyasaya sürüldüğünden beri, artan kullanım kolaylığı ve depolama esnekliği nedeniyle en yaygın kullanılan endüstriyel olgunlaştırma yöntemi olmaya devam etmiştir. [54] 1960'ların sonlarına doğru ticari vakum paketlenme teknolojisinin gelişmesiyle, kolaylık ve saklama koşullarının esnekliği sayesinde yaş olgunlaştırma bir endüstri standardı haline gelmiştir. [55] Bu yöntemde, ortam sıcaklığı öncelikli parametredir. Hava akışı veya ortam neminin yaş olgunlaştırma yönteminde herhangi bir rolü bulunmaz. [56]

2.8.2. Kuru olgunlaştırma

Yüzyıllar boyunca, kuru olgunlaştırma işlemi kasapların sığır etini korumak ve gevrekletmek için kullandığı yaygın bir yöntemdi. 50 yıl öncesine kadar kuru olgunlaşmış sığır eti önemli bir kalite normuyken, işleme ve nakliyede kolaylık sağlayan vakum paketlenme yönteminin yaygınlaşmasıyla beraber kuru olgunlaştırma işlemi önemini kaybetmiştir. Ancak son zamanlarda kuru olgunlaştırılmış et ürünlerine üretimin artması, saklama ve nakliye koşullarının iyileştirilmesiyle ABD'den Avustralya'ya kadar geniş bir yelpazedeki üretici ve satıcılar tarafından yoğun ilgi gösterilmektedir. [57] Müşterilerin kendine has aroması ve gevrekliği olan bu ürüne olan talepleri ve daha fazla ödemeye olan istekleri de, üreticiler ve satıcıları bu ürünün geliştirilmesine ve arzının arttırılmasına teşvik etmiştir.



Şekil 2.7. Kuru olgunlaştırılmış et örnekleri [58]

Kuru olgunlaştırma, kalitesi yüksek etin, sıcaklık, bağıl nem, hava akışı kritik şekilde kontrol edilen ortam şartlarında olgunlaştırılması işlemidir. Gelişmiş aroma ve gevrekliğe sahip, mükemmel duyu kaliteli eti elde etmek, mikrobiyal gelişimi kısıtlamak ve ağırlık kayıplarını minimize etmek için bu parametreler dikkatlice ayarlanır ve sıklıkla kontrol edilir [59]. Bu olgunlaştırma yönteminde et paketlenmemiştir ve çevresel koşullara açıktır. Yüksek ürün kalitesi ve eşsiz aromasıyla karakterizedir. Bununla birlikte olgunlaşma firesi, trimleme-traşlama kaybı, kontaminasyon riski, geniş depolama alanı ihtiyacı ve çeşitli olgunlaştırma koşullarına ihtiyacı nedeniyle yüksek maliyetlidir. [60]



Şekil 2.8. Kuru olgunlaştırılmış et örnekleri [61]

Kuru olgunlaştırma sırasında, tat ve aroma üzerinde olumlu etkisi olan aromatik maddeler oluşur. Bu maddelerin gelişimi, etin olgunlaştırılmasıyla doğru orantılıdır.

Diğer yandan, etin depolanmasını uzatmak, soğutma sıcaklıklarında psikrotrofik mikrofloranın çoğalması için uygun şartların oluşmasına neden olur. Bu nedenle, sıcaklığın kontrol edilmesine ek olarak et yüzeyinin kuruyup su aktivitesinin azalması sonucu bakterilerin gelişimini kısıtlamak için, soğutucu deponun nisbi nemini sıklıkla kontrol etmek gereklidir. Bununla birlikte, havadaki nemin çok düşük olması durumunda, nem miktarının azalmasından kaynaklı et üzerinde kalın bir yüzey kabuğu oluşmasından dolayı daha fazla ağırlık kaybı riski vardır. Bu da yüksek ekonomik kayıplar anlamına gelir. [62]



Şekil 2.9. Sağda kuru olgunlaştırılmış et örneği solda taze et örneği [63]

2.9. Kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin karşılaştırılması

Yaş ve kuru olgunlaştırma yöntemleri arasındaki tek fark ambalaj uygulaması değildir. Yaş olgunlaştırma yöntemi daha çok et dilimlerine uygulanabilirken, kuru olgunlaştırma yöntemi hem karkasa hem et dilimlerine uygulanabilmektedir. Birçok araştırmacı tarafından, kuru olgunlaştırma yapılacak ortamın bağıl nemi ve hava sirkülasyonunun önemli olduğu belirtilmiştir. Kuru olgunlaştırma prosedürü için Ahnström ve ark. (2006), [64] depo sıcaklığını 2,5-2,6°C, Parrish ve ark. (1991), [65] 0-1°C, Warren ve Kastner (1992) [66] 3,1-3,6°C olarak belirtmişlerdir. Oreskovich ve ark. (1988), [67] çalışma örneklerini 2°C de depolarken, Miller ve ark. (1985), [68] 1-3°C, Smith (2007) 1°C, Laster (2007) [69] ise -0,6°C'de depolama yapmışlardır. Bu durum olgunlaştırma için gerekli olan ortam sıcaklığının, et ve ürünlerinin kalitesini ve raf ömrünü kontrol altında tutmak için kullanılan genel sıcaklık değerlerinden farklı olmadığını göstermektedir.

Kuru olgunlaştırma prosesinde bir diğer önemli parametre değeri ise, depolama yapılan bölgenin bağıl nemidir. Campbell ve ark. (2000), [70]

çalışmasında ortam bağıl nemini %75 olarak belirlemiştir. Parrish ve ark. (1991), [71] %80-85 aralığında bir skala kullanmış, Warren ve Kastner (1992) [72] %78±3 bağıl nemli ortamda depolama yapmıştır. Ahnström ve ark. (2006), [73] ise daha soğuk ve %87±2,6 bağıl nemli bir depo kullanmıştır. Bu değerler bu işlem için ideal bağıl nem değerinin %80 civarında olduğunu göstermektedir. Ticari düzeyde hazırlanan kuru olgunlaştırma işleminin lezzeti önemli oranda iyileştirdiği, ürünün kalitesinden dolayı fiyatının arttığı, kesim sırasında oluşan mikrobiyal yükü ve bundan kaynaklanan kötü koku ve tat oluşumunu azalttığı belirtilmektedir. [74]. Depolama, fire ve traşlama gibi dezavantajları sebebiyle az sayıda lokanta ve ticari marketin kuru olgunlaştırma işlemini kullanmasına rağmen tüketici tercihinin de kuru olgunlaştırılmış etten yana olduğu bilinmektedir. Kuru olgunlaştırmanın uzun sürmesi, nem kaybı ve traşlama nedeniyle oluşan yüksek fireden dolayı maliyeti yükseltmesi, yaş olgunlaştırma işlemine kıyasla verimi düşük bir işlem gibi görünmekle birlikte son üründe gelişmiş lezzet kriterleri nedeniyle tercih sebebidir. Parrish ve ark. (1995) [75] tarafından yapılan çalışmada kuru olgunlaştırılan et örneklerindeki fire açıkça görülmekte iken yaş olgunlaştırılıp vakum paketlenen örneklerde benzer bir kayıp görülmemiş, ya da çok az düzeyde görülmüştür. Çalışmada 14 gün süreyle yaş olgunlaştırılan örneklerde fire kaybının %3,31-%4,74, 21 gün kuru olgunlaştırılan örneklerde ise %4,54-%6,53 arasında değiştiği belirtilmiştir. Buna ilaveten kuru olgunlaştırılan etlerdeki trim kaybının %5,06-%6,55 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde Warren ve Kastner [76] kuru olgunlaştırılan örneklerdeki fire değerleri ile yaş olgunlaştırılan örneklerdeki fire değerleri arasında belirgin farklılık gözlemiştir. Oreskovich ve ark. (1988) [77] kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri arasındaki fire kaybı farklılıkları üzerine yaptıkları çalışmada 7 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan örneklerin fire kayıplarını sırasıyla %4,62 ve %2,93 olarak belirlemiş, örnekler arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Bu durum kuru olgunlaşmış ürün özelliklerinin fiyatını yükseltmekte sığır eti kalitesini artırmaya yönelik yapılan ticari çalışmaların kapsamını genişletmektedir. Tüketici beklentileri ve seçiciliğinin artması, ticari firmaların ürünlerinde farklılık yaratma çalışmaları, et lezzetini arttırmaya yönelik yeni arayışlarla birlikte kuru olgunlaştırma prosesi tercih edilmeye başlanmıştır. [78]

2.10. Kuru olgunlaştırma işlemi uygulanacak etlerin özellikleri

Kuru olgunlaştırma tekniği hakkında çeşitli görüşler vardır ve bu ürünlerin üreticileri kendi işlem basamaklarına tutkuyla bağlıdır. Pek çok üretici kuru olgunlaştırma için hazırlanan karkasları veya dilimleri arzu edilen aromaya bağlı olarak en az 21 gün veya daha uzun dinlendirme eğilimindedir. Genellikle kesimden ve temizlikten sonra, karkas ikiye bölünür ve 2°C'lik soğuk depolarda 21 gün bekletilir. 21 günün sonunda her iki karkas dilimlere ayrılır. Kesilen bu dilimler tekrar asılarak 7 ile 21 gün arasında tekrar dinlendirilir. Bu sürenin sonunda T-bone biftek, bonfile veya kaburga rostosu olarak paketlenir ve satışa sunulur. Bunların içinde en gevrek ve en pahalı ürün bel bölgesinden elde edilen bonfiledir. Bu yöntemle ilgili dikkat çeken noktalardan biri de hem bütün karkasın hem de değişik boyutlarda hazırlanan karkas dilimlerinin proses için uygun olmasıdır. [79]



Şekil 2.10. Sağda dilim şeklinde, solda karkas şeklinde kuru olgunlaştırma uygulaması

Kuru olgunlaştırma prosesi tipik olarak, tutarlı lezzet ve sulu olan ürünlerin temin edilmesine yardımcı olmak için bol miktarda ve eşit dağılımda mermerleşmiş sığır eti gerektirir. Birinci sınıf kuru olgunlaştırılmış sığır eti ürünleri, genellikle et içindeki bol ve yoğun mermerleşme özelliğinden dolayı tahıl ile beslenen sığırlardan

elde edilir. Düzgün dağılımlı mermerleşme özelliği etin kalitesini değerlendirmek için kullanılan ana kriterlerden biridir. [79]

2.11. Kuru olgunlaştırma parametreleri

Kuru olgunlaştırma parametrelerini geliştirirken göz önünde bulundurulması gereken başlıca faktörler; olgunlaştırma süresi, depolama sıcaklığı, bağıl nem ve hava akış hızıdır. Tüm bu faktörler, optimum gevreklik ve lezzete sahip üstün bir ürün elde etmek için yakından izlenmeli ve kayıtları tutulmalıdır.



Şekil 2.11. 21 gün ve 120 gün arası kuru olgunlaştırılmış et örnekleri [80]



Şekil 2.12. Karkas ve parça et olarak kuru olgunlaştırılmış et örnekleri [81]

2.12. Et kalitesi ve olgunlaştırma

Et tekstürü, etin kalitesini ve tüketici kabulünü etkileyen en önemli özelliklerden biridir [82]. Tüketiciler ise et tedarik zincirindeki son adımdır ve tüketicilerin beklentilerini karşılamak, memnuniyetlerini ve dolayısıyla et endüstrisinin uzun vadede sürdürülebilirliğinin önemli bir parçasıdır. Tüketici deneyimi, algı ve çiğneme istekliliği, ‘doku, sululuk ve aroma verici’ özelliklerden kaynaklanır ve bu özellikler genel olarak kalite ve satın alma istekliliği ile ilişkilidir. Bu nedenle yerleşik kalite güvence sistemlerine sahip bazı ülkelerde üretici, işletme

veya satıcı, örneğin sığır eti için, 'Meat Standarts Australia' derecelendirme sistemi benzeri uygulamalara daha fazla para ödemektedir.

Et kalitesi özellikleri, özellikle gevreklik, iç ve dış etkenlere bağlıdır. İç etkenler; tür, genotip, beslenme, hayvanın yaşı, kesim öncesi stres vb olarak sınıflandırılırken, dış etkenler; elektriksel stimülasyon, karkasın asılması, etin olgunlaştırılması, depolama sırasındaki koşullar, ambalajlama vb olarak sınıflandırılabilir [83].

Et kalitesinin geliştirilmesi ve standartlaştırılması amacıyla birçok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntem ortaya konmuştur. Bu yöntemlerden birisi de olgunlaştırmadır. Olgunlaştırmanın başta tekstürel özellikler olmak üzere gevreklik, lezzet, renk ve su tutma kapasitesi gibi birçok kalite kriterine olumlu etkisi olduğu bilinmektedir [84].

2.13. İleri olgunlaştırılmış etlerdeki fizikokimyasal ve duyuşsal kalite parametreleri

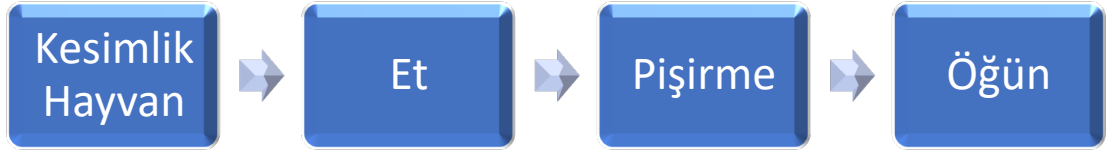
2.13.1. Olgunlaştırmanın gevreklik üzerine etkisi

Tekstür, etin çiğnenmesi neticesinde ağızda kalan gevreklik hissi demektir. Bu süreçte, sığır eti içindeki doğal enzimler daha gevrek et parçası üretmek için çalışır. Bununla ilişkili olarak yapılan bir çalışmada [85], 11 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırılmış örneklerin olgunlaştırılmamış örneklere göre gevreklik skorunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süresinin uzaması Warner-Bratzler kesme kuvveti (Warner-Bratzler shear force -WBSF) değerlerini etkilemiştir. Olgunlaştırma süresi arttıkça sığır filetosu ve kaburga bölgesi için WBSF değerleri azalmıştır. 14 gün kuru olgunlaştırılmış biftekler, 7 gün olgunlaştırılanlara göre sensörel gevreklikte önemli ölçüde iyileşirken; panelistler 28 gün kuru olgunlaştırılmış bifteklerin daha gevrek olduğu sonucuna varmışlardır.

2.13.2. Olgunlaştırmanın lezzet üzerine etkisi

Tüketicilerin et satın alma kararı kaliteden etkilenmektedir ve tüketiciler doğal tat ve lezzete sahip et ve et ürünlerini almaya eğilimlidirler. Lezzet, tat ve koku tomurcukları tarafından algılanan bir duygudur. Gevrekliği takiben lezzet tüketicinin satın alma kararını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Et aroması, tat ve kokunun birleşimi olmasına rağmen, etin damakta bıraktığı his ve etin sulu olması da bireysel lezzet algısının etkiler [86].

Et aroması, dil üzerinde bulunan tat bileşikleri ile burun içindeki koku epitelyumuna doğru retrozonal yollardan geçen uçucu bileşiklerin bileşiminden oluşan karmaşık bir özelliktir. Her ne kadar et aromasının temeli, esas üretim aşamasında cins ve yem seçimi yoluyla kurulsun da, kesim ve kesimden sonra karkasın geçirdiği işlemlerden de etkilenmektedir. Şekil 2.12’de kırmızı et döngüsü görülmektedir.



Şekil 2.13. Kırmızı et döngüsü [87]

Sığır eti ürünlerinde kesim sonrası olgunlaştırmanın gevreklik ve aroma ile birleşmiş lezzet özelliklerini arttırdığı, olgunlaşmış et aroması, sığır eti aroması, koyu kahverengi / kavrulmuş lezzet yoğunluğu, gevreklik ve sululuk özelliklerinin kuru olgunlaştırma özelliklerinden etkilendiği yapılan araştırmalarla desteklenmektedir [88].

Smith ve ark.'nın [89] kuru ve yaş olgunlaştırma üzerine yaptıkları çalışmada olgunlaştırma süresinin sığır eti sululuk düzeyi ve aroması üzerine önemli etkileri olduğu kanısına varmıştır. Çalışmada 21 gün olgunlaştırılan et örneklerinin diğerleri ile karşılaştırıldığında en yüksek lezzet değerine sahip olduğu görülmüştür.

Eğitilmiş bir panel grubuyla birlikte, Parish ve ark., 1991 yılında yaptıkları çalışmada 21 gün süreyle olgunlaştırılmış nuar ve antrikot örneklerinin genel beğeni, gevreklik, lezzet yoğunluğu ve çekiciliği, sululuk kriterleri üzerine değerlendirme yapmış ve olgunlaştırma işleminin lezzet üzerine etkisinin önemsenmeyecek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir [90].

2.13.3. Olgunlaştırmanın renk üzerine etkisi

Renk değerlendirmesi, sığır eti kalitesi ve değerini anlamak için önemlidir. Ancak tüketicinin kalite algısı evrensel değil demografik gruplar arasında farklılık gösteren içsel ve dışsal faktörlerin bir işlevidir [91]. Bu nedenle tüketici üzerinde ilk dikkati çeken özellik, etin rengidir. Çoğu tüketici de et ve et ürünlerini yalnızca renk ve renk beğenisi neticesinde seçmektedir [92].

Proteoliz ve lipoliz sonucu oluşan ürünler aroma, tat, tekstür gibi duyu özelliklerinin yanı sıra diğer bir duyu özellik olan etin rengi üzerinde de etkili olabilmektedir.

Taze ette renk methmyoglobin, myoglobin, oksimiyoglobin miktarına bağlı olarak değişmekte, oksidasyonun ilerlemesi ile methmyoglobin artmakta ve sülfidler gibi değişik faktörlerin etkisiyle de et rengi yeşil-kahverengi ve sarıya dönüşebilmektedir. Sonuçta renksiz porfirin halkaları açığa çıkmakta ve bu durum et rengi üzerinde etkili olmaktadır. Olgunlaşma süresince devam eden enzimatik reaksiyonlar da et rengi üzerinde etkilidir. 5°C'de 10-12 gün süreyle olgunlaştırılan örneklerde b değeri hariç diğer renk değerlerinde değişim gözlenmiş, bu değişimin sitokrom C-oksidadın spesifik aktivitesinden ve tüketilen oksijen miktarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür [93].

2.13.4. Olgunlaştırmanın su tutma kapasitesine etkisi

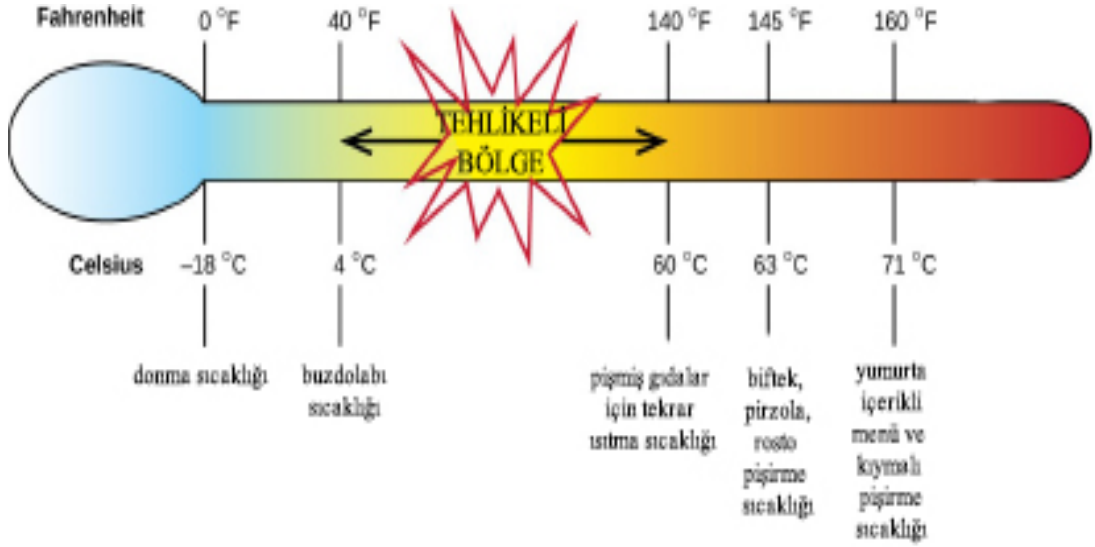
Su tutma kapasitesi; etin kısmen parçalanması, kıyma haline getirilmesi ve basınç uygulanması gibi çeşitli işlemler neticesinde suyunu muhafaza edebilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Kesim sonrası fazda ATP parçalaması, pH düşüş oranı, ölüm sertliğinin başlaması ve gelişmesi gibi hücrel faktörler su tutma kapasitesini etkilemektedir. Ayrıca proteolitik enzim aktivitesine bağlı olarak hücre yapısında olan değişimler de etkili olmaktadır [94].

2.13.5. Lipit oksidasyonu ve olgunlaştırmanın yağ ve yağ asitlerine etkisi

Lipid oksidasyonu, ette ransit tat oluşumu, aroma, tat, renk ve tekstürel özelliklerde istenmeyen değişimler ile sonuçlanan bir kalite bozulmasıdır. Kas dokuda lipit oksidasyonunun, hücre membranındaki yüksek doymamış fosfolipid fraksiyonunda başladığına inanılmaktadır. Kesim öncesi ve kesim sonrası erken dönemde, yüksek oranda doymamış fosfolipid fazındaki oksidasyon artık daha fazla kontrol edilemez ve antioksidan kapasite yerini oksidasyona bırakır [95].

2.14. Kesim Sonrası Mikrobiyal Değişimler

Gıda ürünü olarak işlenmeden veya işlendikten sonra tüketilen et; kimyasal yapısı ve içeriği açısından hayvansal ürünler içerisinde oldukça karmaşık ve kompleks bir yapıya sahiptir. Et ve et ürünleri üretiminin kolay olması, etin biyolojik değerliliğinin yüksek olması yanında; lezzetli yapısıyla beraber içerdiği B grubu vitaminler, çeşitli mineral maddeler (Fe, P, Ca vb.), aminoasitler ve kolajen gibi besin öğelerini dengeli ve yeterli oranda içeriyor olması sebebiyle, insan beslenmesinde elzem gıda olması özelliğini her zaman taşımaktadır.



Şekil 2.14. Et ve et ürünlerinin saklama ve pişirme sıcaklıkları [96]

Sağlıklı kasaplık hayvanların iskelet kasları, steril olarak kabul edilmektedir. Canlı hayvandaki lenf bezlerinde bölgesel olarak bulunan mikroorganizmalar, kesimin ardından iç dokularda gerçekleşen mikrobiyal bozulmalarda önemli rol oynamaktadır. Kesilmiş hayvanlarda, mikrobiyal bozulmalara karşı koruma mekanizması azalmakta ve en sonunda da durmaktadır. Bu durumda da mikroorganizmaların dokulara yayılması kaçınılmaz olmaktadır. Kesim işlemleri sırasında karkas; dışkı, deri, toprak, kirli kesim malzemeleri, işçilerin elleri, su, hava ve giysileriyle kontamine olabilmektedir. Mezbahadaki kesim prosesi esnasında başlayan bu mikrobiyal bulaşmalar, parçalama ve kıymaya dönüştürülme işlemi esnasında da sürmektedir [97]. Sanitasyon kurallarına uyulmadan hazırlanan ve tüketime sunulan et ve et ürünleri, öncelikle halk sağlığı sonrasında ise ekonomik kayıplar bakımından da önem arz etmektedir. Halk sağlığı problemlerinin ortaya çıkmasını önlemek amacıyla, et üretim aşamalarında (kesim, depolama, parçalama, taşıma ve dağıtım) gerekli hijyen şartlarının oluşturulması ve uygun şartlarda muhafazasının sağlanması gerekir [98].

Etin kalitesi ve dayanıklılık süresi, karkasta bulunan yüzeysel mikroorganizma sayısı ile bağlantılıdır. Örneğin başlangıç mikrobiyal yükü 10^3 adet/cm² olan karkaslarda, yaklaşık 10-11 günde bozulma oluşmaktadır. Parçalanmış etlerde bulunan mikroorganizma yükü ise karkastaki ile benzerlik taşımaktadır.

Ancak et parçasının büyüklüğü, parçalama, temas edilen yüzeyler ve satış koşulları son yükü önemli derecede etkilemektedir. Yapılan bazı çalışmalarda ise hazırlandıktan sonra 10-15°C’de saklanan kıyma ve kuşbaşı etlerde 4-5 günde kötü koku, 7. günde ise et yüzeyinde yapışkanimsi bir tabaka ve sümüksü bir bozulma meydana geldiği ileri sürülmektedirler. Hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulan kesimhanelerde sığır etlerinde toplam aerobik bakteri sayısı; 10^3 - 10^5 adet/cm²; psikrotrof bakteri sayısı; 10^2 adet/ cm² ve koliform sayısı ise 10 - 10^2 adet/ cm² aralığında bulunmaktadır. Koyun etlerinde ise toplam aerobik bakteri sayısı; 10^3 - 10^6 adet/cm²; psikrotrof bakteri sayısı; 10^2 - 10^3 adet/cm² arasında değişmektedir. Koliform yükünün, koyun etlerinde daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. Hijyen kurallarına uygun olarak elde edilen etlerde ise patojen sayısı düşük olup, mikroorganizma yükü çoğunlukla saprofit mikroorganizmalardan meydana gelmektedir. Mikroorganizmaların, soğutulmuş olan et parçalarında bozulmaya neden olması için, 1×10^7 - 3×10^7 adet/g arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Mikroorganizma sayısının 10^9 adet/cm² sayısına erişmesi durumunda ise; et yüzeyinin, kalın bir yapışkan bir tabaka ile kaplandığı, ileri derecede lezzet ve koku değişikliği olduğu ve bu haldeki etlerin tüketilemeyecek seviyede bozulduğu ileri sürülmektedir [99].

Çeşitli aşamalarda et ürünlerine bulaşmış olan mikroorganizmalar, optimum şartlarda üreyerek üründe bozulmaya sebep olduğu gibi, insan sağlığını da tehdit etmektedir. Kesimden sonra ete bulaşmış olan mikroorganizmalar üç grup altında incelenmektedir. Bunlar; patojenler, indikatör ve saprofit bakterilerdir.

Dışkı, patojen mikroorganizmaların en önemli kaynaklarından biridir. Deri ve gastrointestinal sistem çıkarımı esnasında, tavuk eti ve kırmızı ete dışkı kökenli mikroorganizmalar bulaşmaktadır [100]. Dışkı kaynaklı *E. coli* O157:H7 suşunun deri ve dışkıda bulunması nedeniyle karkas bulaşması arasında çok önemli bir korelasyon olduğu bildirilmektedir [101]. Hemorojik kolitise yol açan *E. coli* O157:H7 suşu ile bulaşmış olan etler ile beslenmiş insanlarda, böbrek yetmezliği ve ölüm gibi ağır klinik durumlar görülmektedir. 1996’da İskoçya’da meydana gelen *E.coli* O157:H7 kaynaklı enfeksiyon vakasında, 20 kişinin hastalanarak öldüğü bildirilmektedir [102].

Ette, indikatör olarak genellikle toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam koliform, *Enterobacteriaceae*, *E.coli*, fekal koliform sayıları önemli kabul edilmektedir. Karkaslarda ve parçalanmış etlerdeki TAMB, genellikle kesim ve kesim sonrası işlemler esnasındaki hijyen-sanitasyon uygulamalarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Toplam koliform, *Enterobacteriaceae*, *E.coli*, fekal koliform ise genellikle dışkı kaynaklı bulaşma düzeyini göstermekle beraber, bu mikroskopik canlıların hayvan derisinde de bulunmaları ve bazılarının ise (örn. fekal olmayan koliform bakteriler ve *Enterobacteriaceae* türleri) doğada serbest halde yaşayabilmeleri sebebiyle, kıl, deri gibi yapıların kontaminasyonunu da ifade etmektedir. Etin, kıyma haline getirilmesi esnasında mikroorganizmaların tüm dokulara yayıldığı kabul edilmektedir [103].

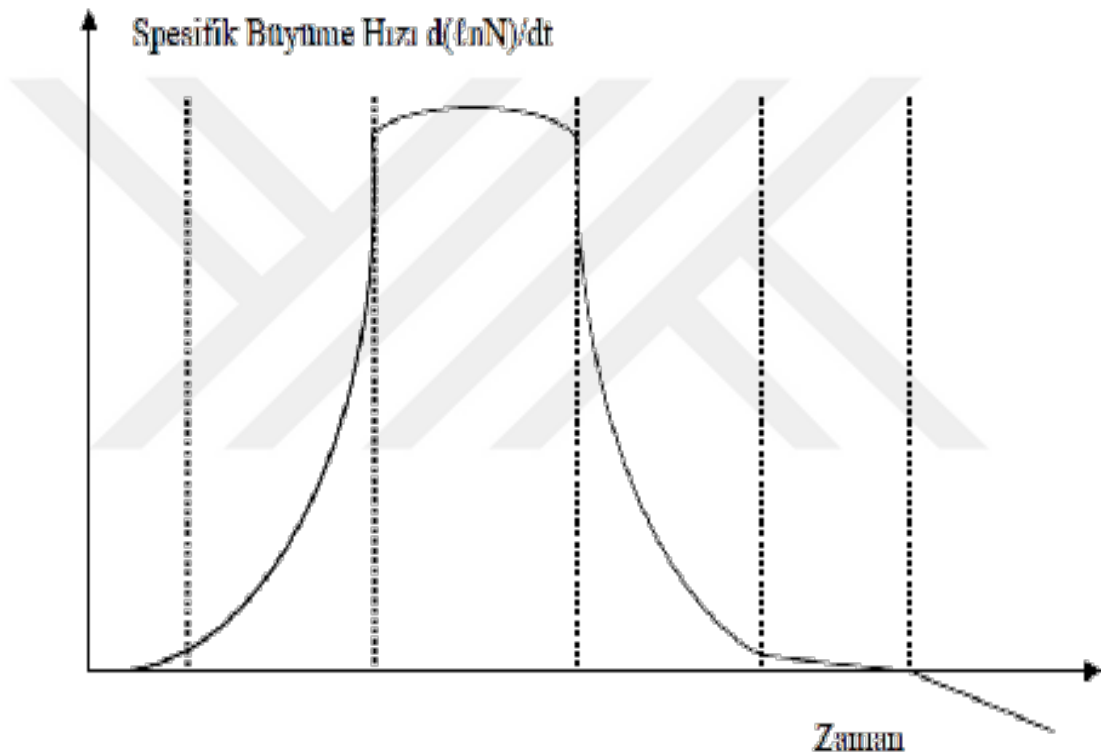
Taze etlerde bozulma, yüzeyde veya etin iç kısımlarında mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaşması sonucu gerçekleşir. Parça etlerde, mikrobiyolojik bozulma öncelikle yüzeyde görülür. Genellikle etlerde mikroorganizma düzeyi, 10^7 - 10^8 kob/g (cm^2) ye ulaştığında başta koku, tat ve renk olmak üzere organoleptik niteliklerdeki bozulmalarla karakterize kokuşmanın oluştuğu görülür [104].

2.14.1. Mikroorganizma sanitasyon ilişkisi

Gıdaların bozulması ve gıda kaynaklı hastalıkların meydana gelmesinde en önemli faktör doğada yaygın olarak bulunan mikroorganizmalardır. Hammaddeden son ürün elde edilinceye kadar her türlü alet ekipmandan, çevresel koşullardan, personelden gıda ürününe kolaylıkla mikroorganizma bulaşması gerçekleşebilir. Bu bulaşma sonucunda mikroorganizmalar uygun ortam bulduklarında hızla çoğalarak üründe tat, koku ve yapıyı değiştirerek ürünün dayanıklılığını azaltıp, raf ömrünü kısaltırlar. Ayrıca ürüne uygulanacak üretim proseslerini güçleştirip, verimliliğin düşmesine dolayısıyla ekonomik kayıplara yol açarlar. Erken fark edilmeyen bulaşmalar, son ürünün ulaştığı tüketicide besin zehirlenmelerine hatta ölümlere bile yol açabilmektedir. Bu nedenle işletme içerisinde sanitasyon uygulamalarına önem verilmeli, gıdada kontaminasyona yol açabilecek kaynakların kontrol altına alınması için gerekli tedbirler alınmalıdır [105].

2.14.2. Mikroorganizma çoğalma aşamaları ve gelişmesini etkileyen faktörler

Mikroorganizmalar en basit tanımıyla mikroskobik canlılardır. Gıda hijyeni ve sanitasyonu açısından baktığımız zaman ise hedef mikroorganizma grubumuzu bakteriler, küfler, mayalar ve virüsler olarak belirleyebiliriz. Bu gruba ait mikroorganizmalar gıdaların bozulmasına neden olabileceği gibi, bu gıdaları tüketen insanlarda da gıda kaynaklı enfeksiyonlar gelişmesine yol açabilir. Eğer hedef mikroorganizmaların hayat döngülerini ve çoğalma aşamalarını bilirsek, sanitasyon yöntemlerini belirlemek kolaylaşır.



Şekil 2.15. Mikroorganizmaların çoğalma aşamaları [106]

1.aşama (adaptasyon dönemi, lag fazı): Lag fazın süresi bakterinin fizyolojik durumuna ve inoküle edildiği besiyerinin doğasına bağlı olarak değişir. Mikroorganizmanın yaşı, hasarlı olup olmaması, daha önce geliştirildiği ortam ve muhafaza edildiği sıcaklık lag faz süresine etki eden faktörlerdir. Lag aşamasında bakteri bir anlamda çoğalma için kendini hazırlar, gerekli enzimlerini sentezler. Bakteri bu ortama aşılardan önce aktif durumda ise ve besiyeri basit bileşenlerden oluşuyorsa lag süresi kısa olur. Burada başlangıç bakteri sayısı çok önemlidir.

2.aşama (Hızlı üreme dönemi): Bu evrede mikroorganizmanın canlı, genç ve dinç olduğu kabul edilir. Hücreler en yüksek hızla bölünme yeteneğindedir. Ortamda besin fazla olup, gelişmeyi engelleyici maddeler yoktur. Bu aşamada doğru sanitasyon programı uygulandığı takdirde mikrobiyal çoğalma azaltılabilir.

3.aşama (Sabit üreme dönemi): Mikroorganizmalar hızla çoğalarak en yüksek sayıya ulaştıklarından, kültür ortamında besinler giderek azalmaktadır. Aynı zamanda ortamda toksik etkenler olarak metabolik ürünler birikmektedir. Sonuç olarak, çevre koşulları mikroorganizma aleyhine değişmektedir. Hücre popülasyonu hâlâ artmaktadır (çoğalma hızı > ölüm hızı), fakat özgül gelişme hızı giderek küçülmekte, gelişme gerçekten yavaşlamaktadır. Bu evrede, hücrelerin biyokimyasal ve morfolojik yapıları farklılaşmaktadır. Yeni hücrelerin oluşumu azalır ve durur. Besinlerin çoğu kullanıldıktan sonra, gittikçe kısıtlanan koşullar ile gelişme daha fazla süremez. Hücreler bölünmeyi durdurur ve canlı hücreler ölü hücrelerle dengeye ulaşırlar (gelişme hızı= ölüm hızı). Mikroorganizmanın durma evresi, gelişme eğrisinde, oldukça düz seyreden yatay bir çizgi şeklindedir. Net gelişme hızı durmuş olsa da ortamda veya hücrede metabolizma faaliyetleri sürmektedir.

4.aşama (Hızlandırılmış ölüm dönemi): Mikroorganizmaların ölüm hızları arttığı için zamanla konsantrasyonlarında bir azalma görülür. Otoliz ürünleri ortamda birikmektedir. Özgül gelişme hızı negatif olup ($\mu < 0$), tüm hücreler öldükten sonra sıfır olur. Çok uzun süre inkübasyonda kalmış kültürlerde bu nedenle canlı hücre alınamaz ve bu durum otosterilizasyon olarak tanımlanır [107].

5. aşama (Azaltılmış ölüm dönemi): Adaptasyon döneminin tam zıddı olan bu dönemden sonra sterilizasyon sağlanır.

2.15. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar

Gıdalarda çeşitli mikroorganizma gruplarının yaşayabileceği kabul edilmektedir. Bu gruplardan bazıları gıdalarda normal yaşam faaliyetlerini sürdürürken, bazıları gıda üretim aşamalarında kullanılmakta (örneğin fermente gıdalar), bir kısmı ise gıdaların bozulmasına ya da gıda kaynaklı hastalıklara neden olmaktadır [108]. Gıda kaynaklı hastalıklar, genel olarak patojen mikroorganizmalar ya da mikroorganizma kaynaklı toksinler ile kontamine olmuş gıdaların tüketilmesi ile oluşan ve daha çok sindirim sistemi ile ilgili hastalıklara sebep olurlar [109]. Gıdaların neden olduğu bu hastalıklar; hastalık etkeni mikroorganizmanın kendisi olduğu takdirde gıda kaynaklı enfeksiyonlar veya gıda ile birlikte etkenin salgıladığı toksinin vücuda alınmasıyla gıda kaynaklı entoksikasyonlar şeklinde ortaya çıkabilmekte, bunlar arasında ise Campylobacter ve Salmonella türlerinin sebep olduğu hastalıklar üst sıralarda yer almaktadır [110].



Şekli 2.16. Gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarının etkileri

Gıda kaynaklı hastalıklar herhangi bir kişiyi ciddi şekilde etkileyebilir ancak bu hastalıklar yaşlılar, hamile kadınlar, küçük çocukları daha fazla etkileyebilir hatta onlar için ölümcül olabilir. ABD’de federal hükümetin yaptığı araştırmalara göre, her

yıl 48 milyon gıda kaynaklı hastalık vakası kaydediliyor. Bu değer her 6 Amerikalıdan birinin kontamine gıdadan hastalandığı anlamına geliyor ve bu durum 128000 kişinin hastaneye yatması, 3000 kişinin ölümüyle sonuçlanıyor. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar, kontamine gıdanın yenilmesi ve içilmesi ile meydana gelir. Zayıflamış bir bağışıklık sistemi ve yaş dahil olmak üzere, gıda zehirlenmesinin semptomlarına ve ciddiyetine katkıda bulunabilecek çeşitli faktörler vardır. [111]

Gıda zehirlenmeleri, bazı mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri ve çoğalmaları esnasında açığa çıkardıkları toksik maddelerin sindirim sistemi tarafından emilmesi ile ishal, karın ağrısı, bazı durumlarda kusmayla seyreden rahatsızlıklara neden olur. Gıda zehirlenmelerinde semptomlar gıdanın tüketilmesinden hemen sonra görülebileceği gibi 48 saatten fazla bir süre içinde de ortaya çıkabilmektedir. İyileşme süresi genellikle 1-3 gün olmakla birlikte bu süre mikroorganizma veya toksinin etkisine göre uzayabilir. [112]

Gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyon etkenlerinden bazıları şunlardır:

Tablo 2.1. Gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyon etkenleri [113]

Gıda enfeksiyonu etkenleri	Gıda intoksikasyonu etkenleri
<i>Salmonella typhi</i> (tifo etkeni)	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Vibrio cholera</i>	<i>Clostridium botulinum</i>
Brusella etkenleri	Mikotoksijenik küfler
<i>Coxiella burnetti</i> (Q humması)	<i>Aspergillus flavus</i>
Hepatit A virüsü	Penicilliumun bazı türleri
Polio virüs (Çocuk felci virüsü)	
Tuberkuloz etkenleri	
<i>E.coli</i>	
<i>Listeria monocytogenes</i>	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	
<i>Clostridium perfringes</i>	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	
Salmonella etkenleri	

2.16. Kuru olgunlaştırılmış etlerde mikroorganizma yükü ve gıda enfeksiyonu etkileri

Günümüzde tüketilen gıda maddelerinin besin değeri yanında ürünlerde sağlığa zararlı bileşenlerin ve mikrobiyal gelişimin bulunup bulunmadığı da son derece önem kazanmıştır. Çünkü ürünlerin bileşiminde bulunabilecek herhangi bir zararlı bileşen veya mikroorganizma halk sağlığını doğrudan etkilemektedir.

Kuru olgunlaştırılmış et de dahil olmak üzere, et ürünleri yüksek protein, su aktivitesi ve nem içeriği sebebiyle, patojenler ve bozulmaya neden olabilecek diğer mikroorganizmaların kontaminasyonu ile kolaylıkla bozulabilecek bir yapıya sahiptir. Mikroorganizma aktivitesi sonucunda et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik

kalite kriterleri değişmekte, ekonomik kayıplar artmakta ve bu ürünlerin tüketilmesi sonucunda insanlarda çeşitli enfeksiyonlar ve gıda zehirlenmeleri riski artmaktadır.

2.16.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

Gıdalarda mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesinde, Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısının tespiti en yaygın olarak başvurulan mikrobiyolojik yöntemlerdendir. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısı, gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile beraber gıdanın işlenmesi, depolanması, taşınması esnasında uygun sıcaklıklarda tutulmadığının bir belirtisi olması bakımından önem taşımaktadır. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısı, soğutmanın yetersizliği, gıdanın muhtemel raf ömrü, gıdada bozulmanın başlangıcı, işlem basamakları sırasındaki bulaşma ve bulaşma düzeyi konularında bilgi vererek gerekli önlemlerin alınmasında yardımcı olur. Gıda güvenliği ve sanitasyon indikatörü olarak çoğunlukla aerobik mezofilik bakteri sayımları kullanılmaktadır. [114]

İnsanlarda hastalığa neden olan patojenlerin çoğu, vücut sıcaklığına adapte olmuş mezofilik bakterilerdir. Bu nedenle gıda ürünlerinde mevcut TAMB sayısının hijyen sanitasyon indikatörü olması haricinde, TAMB sayısının yüksek çıkması bu popülasyon içerisinde mezofilik patojen bakterilerin de bulunma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. [115]

Kuru olgunlaştırılmış et ürünlerinde TAMB sayısı ile ilgili Hulankova ve ark. (2018) tarafından yapılan araştırmada TAMB sayısı 2,17 log kob/g (cm²) olarak tespit edilmiştir. Bu değerin EU Regulation No:2073/2005'te belirtilen 5 log kob/g (cm²) değerinin oldukça altında olduğunu belirtmişlerdir. [116]

DeGeer ve ark. (2009) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise başlangıç TAMB değeri 2,92 log kob/g (cm²) olarak; 21. gün için ise 3,51 log kob/g (cm²) olarak tespit edilmiştir. [117]

Li ve ark. (2014) tarafından başlangıç TAMB değerleri, kabuk kısmı için 2,87 log kob/g (cm²) ve iç kısım için 2,57 log kob/g (cm²) olan kuru olgunlaştırılmış et

örneklerinin yağlı kabuk kısmındaki TAMB değeri 8. günde 5,22 log kob/g (cm²), 19. günde ise 6,39 log kob/g (cm²) olarak tespit edilmiştir. İç yüzeyde ise 8. günde 6,39 log kob/g (cm²), 19. günde ise 8,75 log kob/g (cm²) olarak tespit edilmiştir. TAMB değerlerinin olgunlaştırma süresine bağlı olarak arttığı açıkça görülmektedir. [118]

Eastwood ve ark. (2016) tarafından kuru olgunlaştırmanın 7. gününde T-bone ve biftek yüzeyinden swap ile alınan örneklerde, TAMB sayıları sırasıyla 1,9 log kob/g (cm²) ve 2,2 log kob/g (cm²) olarak elde edilmiştir. [119]

Kim ve ark. (2018) yazdıkları inceleme makalesinde, ticari kuru olgunlaştırma işleminin, et üzerinde kabuk olarak adlandırılabilir ve düşük su aktivitesine sahip bir koruma tabakası oluşturduğunu; düşük su aktivitesinin de TAMB sayısının artmasını engelleyen bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir. [120]

2.16.2. Maya ve küf

Maya ve küf sayıları, gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile gıdanın işlenmesi, taşınması ve depolanması sırasında uygun sıcaklıklarda muhafaza edilmediğinin bir belirtisi olması açısından önem taşımaktadır. Yüksek sayıda küf bulunan gıdada mikotoksin bulunma riski ile beraber sağlık riski de artar. Bununla beraber maya ve küfler, asitliği pH 5'in altında olan ve düşük su aktivitesine sahip gıdalarda daha hızlı üreyerek bozulmaya neden olur. [121]

Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinde maya-küf sayısı ile ilgili olarak DeGeer ve ark. (2009) tarafından bel bölgesinden elde edilmiş etler üzerinde yapılan çalışmada mikrobiyolojik olarak anlamlı düzeyde maya-küf sayısına rastlanmamıştır. [122]

Li ve ark. (2014) tarafından olgunlaştırma işleminin 8. ve 19. günlerinde yapılmış olan çalışmada, kabuk kısmı ve et kısmı için maya sayısında istatistiksel olarak zamana bağlı anlamlı bir artış tespit edilmişken, aynı kriterlerde küf sayısında anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir. [123]

Kim ve ark. (2018) yazdıkları inceleme makalesinde, et ürünlerinde kuru olgunlaştırma işleminden sonra maya-küf değerlerinde bir miktar artış gözlemlendiğini ancak bu artışın maya-küf için kabul edilebilir mikrobiyolojik kalite değerinin (5 log kob/g (cm²)) altında olduğunu ifade etmişlerdir. [124]

2.16.3. Koagulaz pozitif stafilokok ve stafilokokal gıda zehirlenmesi

Etkeni genellikle *Staphylococcus aureus* veya diğer stafilokokal suşları olup, bu türler Micrococcaceae familyasına mensuplardır. *Staphylococcus aureus* yuvarlak, gram pozitif, hareketsiz, sporsuz, koagulaz pozitif, katalaz pozitif bir bakteridir.

Staphylococcus aureus, öncelikle ısıl işlem olmak üzere mikrobiyal indirgenmeye yönelik yapılan uygulamalara karşı yüksek bir direnç göstermesine rağmen; insanlarda, özellikle gıda zehirlenmelerine sebep olan ve yüksek sıcaklığa dayanıklı enterotoksinler üretmektedir. *Staphylococcus aureus* enterotoksinleri, ısıya dayanıklı, tuz ve suda çözünebilen ve bazıları uzun yıllar boyunca stafilokokal gıda zehirlenmelerinden sorumlu tutulan, antijenik yapıda proteinlerdir [125].

Stafilokoklar, fırsatçı patojenlerdir. Ağırlıklı olarak ağız, burun, kulak içinde, deri ve deri mukozasında, el-ayak derisinde, saç ve bıyık gibi kıl diplerine yerleşirler. Normal bağışıklığa sahip bir kişide herhangi bir rahatsızlığa sebep olmazlar. Vücut direnci düştüğünde, vücuttaki bakteri sayısı çok fazla arttığında veya enterotoksin oluşması durumlarında ciddi problemlere neden olabilirler. Son yapılan çalışmaların öncesinde stafilokokal kaynaklı tüm gıda zehirlenmelerinden *Staphylococcus aureus* sorumlu tutulurken, yeni araştırmalarla farklı sonuçlar elde edilmiştir. *Staphylococcus aureus* bakteriyel enfeksiyon oluşturmakla beraber, enterotoksinleri sayesinde de gıda zehirlenmelerine yol açmaktadır. Araştırmalar sonucunda, koagulaz pozitif özellik gösteren üç stafilokok türünün daha bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bu türler:

-*Staphylococcus intermedius*

-*Staphylococcus delphini*

-*Staphylococcus hyicus*'tur.

Yapılan son çalışmalar neticesinde, bazı koagulaz negatif stafilokok türlerinin de enterotoksin oluşturabildiği, bununla beraber tüm koagulaz pozitif türlerin enterotoksin meydana getirmedikleri de ortaya çıkarılmıştır. Bu da, bugüne kadar yapılmış olan analizlerde herhangi bir değişiklik söz konusu olmadığı; zaten *Staphylococcus aureus* sayılmış kolonilerin, koagulaz pozitif stafilokok olarak sayılacağı anlamına gelir.

Staphylococcus aureus, insanlarda cilt enfeksiyonları, endokardit, menenjit, sepsis gibi hastalıklara; en çokta gıda zehirlenmelerine sebep olmaktadır. Yine stafilokokal enterotoksinler de haşlanmış deri sendromu, toksik şok sendromu ve besin zehirlenmesi gibi ciddi hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır.

Staphylococcus aureus öncelikle ısı işlem olmak üzere mikrobiyal indirgenmeye yönelik yapılan uygulamalara karşı yüksek bir direnç göstermektedir. Bu nedenle, gıda ürünlerinde ve üretim araç gereçlerinde stafilokok tespit edilmesi, düşük sanitasyonun bir göstergesidir.

Staphylococcus aureus intoksikasyonunun görülebilmesi için optimum şartlardaki *Staphylococcus aureus*'un artması ve enterotoksin üretmesi, bu enterotoksinin de en az 1 mg'ının gıda ürünleriyle beraber tüketilmesi gerekmektedir. Gıda kaynaklı intoksikasyonlarda *Staphylococcus aureus* 'un gıdaya bulaşmasındaki en önemli faktörün insan olduğu belirlenmiştir. İnsanlar, taşıyıcı olarak bu bakteriyi diğer insanlara ve gıdalara bulaştırırlar. Bu mikroorganizmanın toz, hava, su ve lağımdan kolaylıkla izole olması nedeniyle gıdaların kontaminasyonu için çok sayıda kaynağın bulunduğunu göstermektedir. Bu sebeple, stafikokal hastalıklar daha çok işlem görmüş ürünlerin, işletme personeli veya ekipmanlar ile temasından dolayı kontamine olmasından kaynaklanmaktadır. Enfeksiyona sebep olan gıdaların ortak özelliği; genellikle pişmiş, el ile hazırlanmış ve tüketime kadar buzdolabında bekletilmiş olmalarıdır.

Tüketime hazır hale getirilen et ve et ürünleri, tavuk vb ürünler, jambon benzeri ısı işlem görmüş veya tütülenen et ürünleri, süt ve süt ürünleri, mastitisli

hayvan sütlerinden çiğ olarak yapılan peynirler, pişirilmiş yumurta ve yumurtayla hazırlanan ürünler, mayonez ilaveli salatalar, pastacılık kremaları, dondurma ve ezme haline getirilen ürünler Stafilokokal intoksikasyonlara da neden olabilmektedirler.

Staphylococcus aureus 'un enterotoksinlerinin neden olduğu belirtilen hastalık, gıdanın tüketilmesinden sonraki 1-7 saat içerisinde bulantı, kusma, mide krampları ve ishal şeklinde ortaya çıkmaktadır [126].

2.16.4. *Salmonella spp* ve *Salmonellosis*

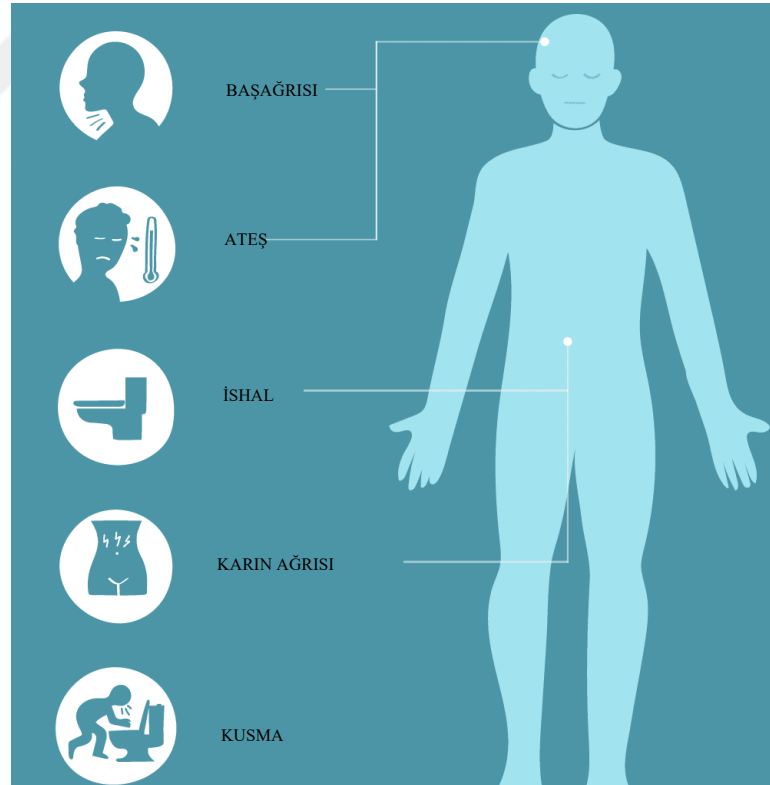
Enterobacteriaceae familyasına dahil olan *Salmonella spp.*; fakültatif patojen bir bakteri olup, dendritik, makrofajlara ve epitelyal hücrelere invaze olabilmekte ve bütün *Salmonella spp.* patojen olarak kabul edilmektedir. *Salmonella* türleri; paratifo hastalıkları ile bakteriyemi, tifo (enterik ateş), kan zehirlenmesi gibi ciddi hastalıklara neden olup, bu hastalıklar sonucunda da yüksek oranda kalıcı hasar ve ölüme sebebiyet vermektedir. *Salmonella spp.* ile kontamine gıda ürünlerinin tüketilmesi neticesinde hafif veya şiddetli gıda zehirlenmelerine de sebep olabilmektedir.

Salmonella spp., hayvanlarda herhangi bir hastalığa sebep olmamakla beraber, hayvanlar bu mikroorganizmaların taşıyıcısı konumundadır. Bu nedenle gıda vasfı taşıyan hayvanlar, *Salmonella* etkeninin insanlara naklinde en önemli kaynağı oluştururlar. Diğer hayvanlarla beraber sığırlar da en önemli *Salmonella* kaynaklarından biri olarak bilinmektedirler.

Son yıllarda milyonlarca insanın gıda kaynaklı hastalıklardan öldüğü tespit edilmiştir. Dünyada 93,8 milyon insanda *Salmonella* enfeksiyonu görüldüğü ve bunlardan 155.000'inin ölümlerle sonuçlandığı bildirilmiştir. Her yıl ABD'de 1,2 milyon insanın salmonellozis sebebiyle hastalandığı, bu hastaların 23.000'inin yatarak tedavi gördüğü ve 450 vakanın ölümlerle sonuçlandığı rapor edilmiştir. *Salmonella* kaynaklı gıda zehirlenmeleri bakımından değerlendirme yapıldığında; ABD Hastalık Kontrol Merkezi (CDC) 2006-2013 tarihleri arasında gıda kaynaklı *Salmonella* olgusunun yüz binde 15,19 kişide görüldüğünü, bu olguların %28'inin

yatarak tedavi edildiğini ve bunların da %0,4'ünün de ölümlerle sonuçlandığını bildirmiştir.

Ülkemizde ise salmonellozis ile ilgili gerekli ve yeterli kayıt tutulmadığı, için ne kadar kayıp olduğu hususunda yeterli veri bulunmamaktadır. Bunun yanında, salmonellozis vakalarında sonucunda çıkan iş gücü kaybı ve tedavi masrafları da ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. ABD'de Salmonella kaynaklı gıda enfeksiyonlarına bağlı gıda kaybı, işgücü, tedavi ve kontrol masraflarına ilişkin ekonomik kayıpların yıllık yaklaşık 3,4 milyar dolar, Kanada'da ise 1 milyar dolar olduğu bildirilmektedir. Bu sebeple, *Salmonella spp.* kontrolü global yayılımı önlemek ve salmonellozisin ekonomik kayıplarını minimuma indirmek her ülke için önemlidir. Yapılan araştırmalarda; çiğ kıyma ve hazır köfte örneklerinde Salmonella spp. ile bulaşma oranlarının %0 ila %26,7 arasında, Türkiye'de ise bu oranın %0 ila %18 arasında değiştiği görülmektedir [127]



Şekil 2.17. Salmonellosis belirtileri [128]

Salmonella enfeksiyonlarından korunmak amacıyla, kontaminasyon yoluna ve kaynağına göre farklı kontrol yöntemleri mevcuttur. Bunlardan bazıları; suların dezenfekte edilmesi, özellikle kasaplık hayvanlarda Salmonella taşıyıcılığının azaltılmasına yönelik tedbirler, hayvanlara Salmonella içermeyen besinlerin verilmesi, mezbahalarda sanitasyon kurallarının uygulanarak çapraz kontaminasyonun önlenmesi, gıda üretimi esnasında çapraz kontaminasyonun önlenmesi, gıda ürünlerinin en uygun sıcaklıklarda pişirilmesi ve soğutulması kirli ve kırık yumurta kullanımının önlenmesi, çalışan personelin portör muayenelerinin düzenli yapılması, işletmede haşere kontrol uygulamalarının yapılmasıdır [129].

2.16.5. *E.coli O157:H7*

Enterobacteriaceae familyasında yer alan en önemli türlerden birisi olan *E.coli O157:H7*, mezofilik bir bakteri olup 4°C ile 45°C arasında üreme gösterir. [130]

Enterohemorajik *E.coli* (EHEC) grubunda yer alan *E.coli O157:H7*, insanlarda çoğunlukla tehlikeli hatta ölümcül enfeksiyonlara neden olabilmekte, bu nedenle gelişmiş ülkelerin çoğunluğunda, gıdalar ile bulaşan patojenler arasında insan sağlığı açısından en tehlikelilerden biri olarak kabul edilmektedir. [131]

Bu bakterinin temel yaşam ortamı insan ve sıcak kanlı hayvanların bağırsak sistemidir. Dışkı orjinli olması sebebiyle, genellikle gıdaya direkt veya indirekt yolla bir dışkı bulaşmasının olduğuna işaret eder. Yüksek düzeyde *E.coli* bulunması gıda ürününün uygunsuz veya yetersiz hijyen-sanitasyon şartlarında üretilip muhafaza edildiği hususunda fikir verir [132].

Yapılan araştırmalarda, özellikle sağlıklı sığırlar, dışkılarında yoğun ölçüde patojeni bulundurmalarından dolayı *E.coli O157:H7* enfeksiyonları için birincil kaynaklar olarak görülmektedirler. [133] Bu sebeple de, sığır dışkısı bulaşan bütün gıdalar *E.coli O157:H7* enfeksiyonları için potansiyel tehlike arz etmektedirler. İnsanlarda görülen enfeksiyonlara genellikle yetersiz pişirilmiş etler ve pastörize edilmemiş çiğ sütler olmak üzere sığır kaynaklı gıdalar neden olmuştur. Diğer kontaminasyon kaynakları ise; fekal kontamine meyve, sebze, içme/kullanma suları,

meyve suları, çiğ süt, yoğurt, domuz eti, kuzu eti, kanatlı eti ve deniz ürünleri olarak bilinmektedir [134].

Enfeksiyonlardan korunmak için en önemli kural genel ve kişisel hijyen kurallarına uyulmasıdır. Bu amaçla özellikle kesimhaneler olmak üzere bütün gıda üretimi ve işlenmesi ile ilgili işletmelerin, dışkı kaynaklı bulaşma ve çapraz bulaşma riskinin minimize edilmesi amacıyla sanitasyon koşullarının sağlanması önerilmektedir. Kesimden sonra karkasların su ya da uygun dezenfektan karışımlarla yıkanmasının da fekal bulaşmanın engellenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. [135].

Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinde Hulankova ve ark. (2018); DeGeer ve ark. (2009) tarafından *E.coli* /coliform üzerine yapılan ve Demircioğlu (2011) tarafından *E. coli* O157:H7 suşu üzerine yapılan çalışmalarda; bahsi geçen mikroorganizmalar, mikrobiyolojik olarak anlamlı seviyede tespit edilememişlerdir. [136, 137, 138]

2.16.6. *Listeria monocytogenes*

Listeriaceae familyasında bulunan *Listeria* türleri içerisinde en patojen tür, *Listeria monocytogenes* olarak bilinmektedir. Gram pozitif, fakültatif anaerofilik, katalaz pozitif, sporsuz, kısa kokobasil şekilli ve oksidaz negatif bir bakteridir. En uygun çoğalma sıcaklığı 37°C olmakla beraber, 0-48°C gibi geniş sıcaklık aralıklarında da yaşamlarını sürdürebilirler. Doğada yaygın olarak bulunurlar. Tatlı ve tuzlu sularda, lağım sularında, çürük veya canlı bitkilerde, taşıyıcı insanlarda, sığır, koyun, ördek ve tavuk dışkılarında, deniz ürünlerinde, böcek ve sinek larvalarında bulunabilirler.

L. monocytogenes bakımından en riskli gıdalar; tüketilmeye hazır olarak ve buzdolabında bekletilmiş, dolayısı ile *L. monocytogenes* gelişme ihtimali yüksek olan gıdalardır. Buzdolabı sıcaklığında da çoğalabilmesi ve gıda ürünlerinde kullanılan pek çok koruyucu katkı maddesinden etkilenmemesi sebebiyle salgın vakaları görülebilmektedir. *Listeria* enfeksiyonlarına en çok fermente et ürünleri, çiğ veya tütsülenmiş balık, kıyma ve kümes hayvanları, çiğ ve pastörize süt, dondurma kreması, peynir, pişmemiş meyve ve sebzeler, salatalar, kabuklu deniz ürünleri,

tüketime hazır yiyecekler neden olmaktadır. İnkubasyon aralığı genellikle 11-70 gün arasında olmakta ve etkilenen hastalarda grip, konjunktivitis, menenjit ve solunum yolu enfeksiyonlarına kadar değişen bir seyir göstermektedir. [139]

Kontaminasyona uğramış gıdalarda minimum düzeyde bulunan *L. monocytogenes*, depolama sırasında soğuk ortamda gelişip çoğalabilmektedir. ABD’de listeriyoz vakalarının %11’i bu şekildeki kontaminasyonla oluşan vakalardır. Ayrıca yapılan çalışmalarda, sağlıklı bireylerde düşük seviyede olduğu, bağışıklığı düşük olan çocukların, yaşlıların, alkoliklerin ve hamile kadınların yüksek risk taşıdığı saptanmıştır.

L. monocytogenes enfeksiyonlarının kontrolünde; hammadde ve paketlenme, gıda üretimi, taşıma ve depolama esnasında hijyen sanitasyon kurallarına uyulmalı, pH, sıcaklık gibi koşullar sıklıkla kontrol edilmelidir. Tesislerde temiz ve kirli alanlar ayrılmalı, çapraz kontaminasyon riski minimize edilmelidir. Gıda ürünlerinin pişirilmesinde iç sıcaklığın minimum 72°C olduğundan emin olunmalıdır. Gıda ürünleri soğuk depolarda muhafaza edilmeli, tesislerdeki sanitasyon planları düzenli şekilde uygulanmalıdır [140].

Listeria cinsinde *Listeria monocytogenes* dışında, *L.ivanovii*, *L.innocua*, *L.welchimeri*, *L.seeligeri*, *L.grayi*, *L.denitrifikans* ve *L.murrayi* türleri de bulunmakta; et ve et ürünlerinin tüm Listeria türleri tarafından değişik oranlarda kontamine edildiği bilimektedir [141].

Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinde Hulankova ve ark. (2018) tarafından *Listeria spp*, üzerine yapılan ve Demircioğlu (2011) tarafından *Listeria monocytogenes* üzerine yapılan çalışmalarda; bahsi geçen mikroorganizmalar, mikrobiyolojik olarak anlamlı seviyede tespit edilememişlerdir. [142, 143]

2.17. Gıdalarda kalitenin korunması ve mikroorganizma inaktivasyonu

Gıda endüstrisinde, enfeksiyona sebep olan ve kontamine olmuş gıdaların tüketiminin önlenmesi ve son yıllarda bilinçli tüketici sayısındaki artış, gıda güvenliği yöntemlerinin uygulanmasını zorunluluk haline getirmiştir. Gıda mikrobiyolojisi, gıda üretimi, taşınma ve depolanma sırasında eksik ve/veya hatalı uygulamalar sonunda gıdaları bozan, halk sağlığını tehdit eden mikroorganizmalarla ilgilenmektedir. Bu sebeple, patojen mikroorganizmaların tespiti, halk sağlığı açısından tehlikelerin tanımlanması ve önlenmesi için bir çözüm yolu oluşturmaktadır. Böylece bu tekniklerle muhafaza edilmiş olan gıda ürünlerinin raf ömrü uzatılabilecek, patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu ile de gıda güvenliği sağlanarak aynı zamanda uygulanan bu işlemlerle besin değeri kayıplarının en aza indirilmesi mümkün olacaktır. Mikrobiyal inaktivasyon gıdanın güvenliğini ve tazeliğini muhafaza etmeye yönelik bir uygulama olarak gıda koruma yöntemleri içinde yer almaktadır [144].

Gıdaların korunmasında mikrobiyolojik gelişmeyi sınırlayıcı etkenlerin gıda ürününe göre uyarlanması veya uygun koruma kombinasyonları planlanması gerekir. Duyusal, besleyici, toksikolojik ve ekonomik kalitenin belirlenmesindeki temel fonksiyon üründe mikrobiyolojik kararlılığın sağlanmasıyla gerçekleşir. Tüketici sağlığı ve ekonomisi bu yolla koruma altına alınmış olur.

Gıdaların kalitesinin korunması amacıyla uygulanan teknolojik işlemlere koruma yöntemleri denmektedir. Bunlar;

- Isı uygulaması (pastörizasyon ve sterilizasyon)
- Soğutma ve soğukta depolama
- Dondurarak ve dondurarak depolama
- Kurutma
- Tuzlama
- Tütsüleme, fermentasyon, olgunlaştırma
- Koruyucu katkı maddelerinin kullanımı
- Radyasyon, ses dalgaları ve elektrik akımının kullanılmasıdır.

Gıda işleme ve koruma yöntemleri, hammadde ve son ürünün işlem basamaklarındaki bulaşma kaynakları ve bulaşma düzeyine ilişkin olasılıklar göz önüne alınarak belirlenir. Yine gıda mikroflorasındaki baskın mikroorganizmaların sayısal yükü veya cins-türleri, spor ya da vejetatif formda olmaları, uygulanacak gıda işleme ve koruma yöntemini belirlemede temel yaklaşımlardır.

Temel gıda güvenliği yöntemlerindeki esas amaç; bozulma etkenlerini mikrobiyal çoğalma için engel parametreler olarak tanımlayıp, hedef gıda ürünü için gerekli tedbirleri almaktır. Bu parametrelerin tek tek veya kombineli olarak kontrol altında tutulması, gıdaların korunması prensiplerini oluşturmaktadır [145]



3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak, İzmir'deki yerel market ve restoranlarda 'dry aged' adıyla satış yapan işletmelerden, 15'er gün aralıklarla, depolamalarının çeşitli günlerinde bulunan ve farklı karkaslardan elde edilmiş kuru olgunlaştırılmış çiğ et ürünlerinden 250 g ağırlığında alınan numuneler kullanılmıştır. Örnekler aşağıda belirtilen mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Örneklerin bu analizlere tabi tutulmasının nedeni, ürünün özellikle patojenik olarak mikrobiyolojik kalitesini belirleyebilmektir.

3.2. Metot

Bu araştırmada kullanılan et mamullerine ait örnekler +4°C'de, steril poşetler içerisinde laboratuvar ortamına transfer edilmiştir. Temin edilen örneklerin, müşteriye sunulduğu şekile uygun olarak, dış yüzeyinden traşlanmak suretiyle orta kısımları analize alınmıştır. Örneklerle toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, maya ve küf sayımı, *E.coli O157:H7*, *Koagulaz pozitif stafilokok*, *Salmonella Spp.*, *Listeria monocytogenes* analizleri uygulanmıştır.

3.2.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

Steril ortamda alınan 25 g örnek stomacherda 225 ml, %0,1'lik steril peptonlu su ile homojenize edilmiştir. Böylece ilk dilüsyon (10^{-1}) elde edilmiş ve daha sonra homojenizat kullanılarak (10^{-7}) basamağına kadar bir seri dilüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden, aseptik koşullarda, 1 ml steril petri kaplarına aktarılmış, Plate Count Agar (PCA) besiyerinden 15-20 ml eklenerek karıştırıldıktan sonra yatay yüzeyde katılaşmaya bırakılmıştır. Besiyerinin katı hale gelmesiyle petri ters çevrilmiş halde 30°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda oluşan kolonilerin tamamı TAMB olarak sayılmıştır. Numunenin gramı başına, toplam mikroorganizmaların koloni oluşturan birim (kob) sayısı (N), aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır. [146]

$$N = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1n_2)d}$$

ΣC =Her birinde en az 15 koloni içeren ve ardışık iki seyreltiden elde edilen tüm petri kaplarından elde edilen koloni sayılarının toplamı

n_1 = İlk seyreltiden alınan kapların sayısı

n_2 = İkinci seyreltiden alınan kapların sayısı

d: İlk seyreltiye karşılık gelen seyreltme faktörü

3.2.2. Maya ve Küf Sayımı

Steril ortamda alınan 25 g örnek stomacherda 225 ml, % 0,1'lik steril peptonlu su ile homojenize edilmiştir. Böylece ilk dilüsyon (10^{-1}) elde edilmiş ve daha sonra homojenizat kullanılarak (10^{-7}) basamağına kadar bir seri dilüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden, aseptik koşullarda, 1 ml steril petri kaplarına aktarılmış, dichloran %18 glycerol agar (DG18) besiyerinden 20-25 ml eklenerek karıştırıldıktan sonra yatay yüzeyde katılaşmaya bırakılmıştır. Besiyerinin katı hale gelmesiyle petri ters çevrilmiş halde 25°C 'de 5-7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 10-150 koloni içeren plaklar sayılmış ve kob/g cinsinden sonuçlar elde edilmiştir. [147]

3.2.3. Koagulaz pozitif stafilokok aranması

Steril ortamda alınan 25 g örnek stomacherda 225 ml, % 0,1'lik steril peptonlu su ile homojenize edilmiştir. Böylece ilk dilüsyon (10^{-1}) elde edilmiş ve daha sonra homojenizat kullanılarak (10^{-7}) basamağına kadar bir seri dilüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden 1'er ml, aseptik koşullarda, daha önceden steril petri kaplarına dökülerek dondurulmuş ve yüzeyi kurutulmuş Baird Parker Agar (BPA) besiyeri üzerine transfer edilmiştir. Her bir petri kutusunun içine taze olarak hazırlanmış tavşan plazma fibrinojen agar yaklaşık 3 mm derinlikte dökülmüş ve dikkatlice karıştırıldıktan sonra petri kutuları yatay zeminde katılaşmaya bırakılmıştır. Katılaşma tamamlandıktan sonra petri 37°C'de 18-24

saat inkübasyona bırakılmıştır. En az 15 tipik koloni ihtiva eden petrilere sayım yapılmıştır. [148]

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1+0,1n_2)d}$$

ΣC =Her birinde en az 15 koloni içeren ve ardışık iki seyreltiden elde edilen tüm petri kaplarından elde edilen koloni sayılarının toplamı

V= Her petriye yapılan ekimin hacmi, ml

n_1 = İlk seyreltiden alınan kapların sayısı, adet

n_2 = İkinci seyreltiden alınan kapların sayısı, adet

d = İlk seyreltiye karşılık gelen seyreltme faktörü

3.2.4. *Salmonella* spp. aranması

Steril ortamda alınan 25 g örnek 225 ml Buffered Pepton Water (BPA) ile homojenize edildikten sonra ön zenginleştirme amacıyla, 37°C'de 18-20 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Öz zenginleştirme işleminden sonra seçici zenginleştirme amacıyla, içerisinde 10'ar ml Rappaport Vassiliadis Medium (RVS) ve Muller Kauffman Tetrasyonat Novobiyosin Broth (MKTTn) bulunan tüplere ön zenginleştirme kültüründen 0,1'er ml transfer edilmiştir. RVS tüpleri 41,5°C'de, MKTTn tüpleri 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyon sonucu, seçici-ayırıcı besiyerine ekim amacıyla, tüplerden alınan örneklerden Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar ve Bismuth Sulphite Agar (BSA) içeren steril petri kaplarına bir öze dolusu kültür transfer edilmiş ve tek koloni düşecek şekilde çizim yapılmıştır. Petriler 37°C'de 24-27 saat inkübe edilmiştir. XLD besiyerindeki etrafı pembe-kırmızı zonla çevrili siyah merkezli koloniler ve BSA besiyerindeki kahverengi-siyah zonla çevrili koloniler şüpheli olarak kabul edilmiştir. [149] *Salmonella* spp. cinsinin ve türlerinin doğrulanması için *Salmonella* test kiti (Microgen products, Surrey,UK) kullanılarak identifikasyon testleri yapılmıştır. [150]

3.2.5. *E.coli* O157:H7 aranması

25 g gıda maddesi ön zenginleştirme amacıyla, 225 ml novobiyosinle modifiye edilmiş Tryptic Soy Broth (mTSB) sıvı besiyerinde homojenize edilmiş ve 41,5°C'de önce 6 saat sonrasında 18 saat olmak üzere toplam 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 6 saatin sonunda rekabetçi mikrobiyal florayı ekarte etmek amacıyla immünolojik yakalama yöntemi kullanılmıştır. Toplam inkübasyon süresi sonunda yıkanmış ve süspansiyon haline getirilmiş, 50 µl süspansiyon Sorbitol MacConkey Agar (SMAC) plağına aktarılmış, örnekler bu besiyerinde 37°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. SMAC agar üzerinde tipik koloniler, şeffaf, açık sarımsı-kahverengi görünüşlü ve yaklaşık 1 mm çapında gözlenebilir.

Doğrulama amacıyla; plaklar 5'ten az koloni içerdiği için her plaktaki tüm koloniler incelenmiştir. Her koloni nutrient agar üzerine yayılıp, 37°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. İndol testi için; Nutrient agar üzerindeki saf kültürden alınan bir koloni triptofan besiyerine ekilmiştir. Besiyeri 37°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. 1 ml Kovacs reaktifi eklendikten sonra oda sıcaklığında 10 dk bekletilmiştir. Kırmızı rengin oluşumu pozitif bir reaksiyonu, sarı-kahverengi renk oluşumu negatif bir reaksiyonu göstermektedir. 10 dk sonunda sarımsı renk oluşumu gözlemlenmiştir. [151]

3.2.6. *Listeria monocytogenes* aranması

Aseptik şekilde tartılan 25 g gıda örneği, ön zenginleştirme amacıyla 225 ml Half Fraser Broth içeren stomacher torbasında homojenize edilmiş ve 30°C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

Ön zenginleştirmenin inkübasyon süresi sonunda 0,1 ml süspansiyon 10 ml'lik Fraser Broth'a ilave edilip ve ikinci zenginleştirme amacıyla 35-37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Ön zenginleştirme kültüründen Agar *Listeria* Ottaviani and Agosti Agar (ALOA) besiyeri yüzeyine tek koloni düşecek şekilde ekim yapılmıştır. Aynı ekim metoduyla ikinci seçici besiyeri olan Oxford Agar'a da çizim yapılmıştır.

35-37°C’de 48 saat inkübasyona bırakılan ikinci zenginleştirme kültürleri için de aynı ekim yöntemleri aynı besi ortamları ile tekrar edilmiştir.

Ekim işlemleri tamamlanan bütün petriler ters çevrilerek 37°C’de 24-27 saat inkübe edilmiştir.

Doğrulama için; her plaktan 5 şüpheli koloni alınarak, Tripton soya yeast ekstrakt agar (TSYEA) yüzeyine tek koloni düşecek şekilde çizim yapılmış ve 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. TSYEA’da gelişen 24 saatlik kolonilere Gram boyama yapılmıştır. *Listeria* cinsi bakteriler gram pozitif, ince, çubuk şeklindedir.

[152]

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, İzmir'deki yerel market ve restoranlarda 'dry aged' adıyla satış yapan işletmelerden, 15'er gün aralıklarla, depolamalarının çeşitli günlerinde bulunan ve farklı karkaslardan elde edilmiş kuru olgunlaştırılmış çiğ et ürünlerinden numune toplanmış, bu örnekler Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı, Maya ve Küf Sayımı, Koagülaz pozitif stafilokok, *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes* analizleri uygulanmıştır. Çalışmada örneklerden elde edilen mikrobiyolojik analiz bulgularının ortalama değerleri tabloda ve grafiklerde gösterilmektedir.

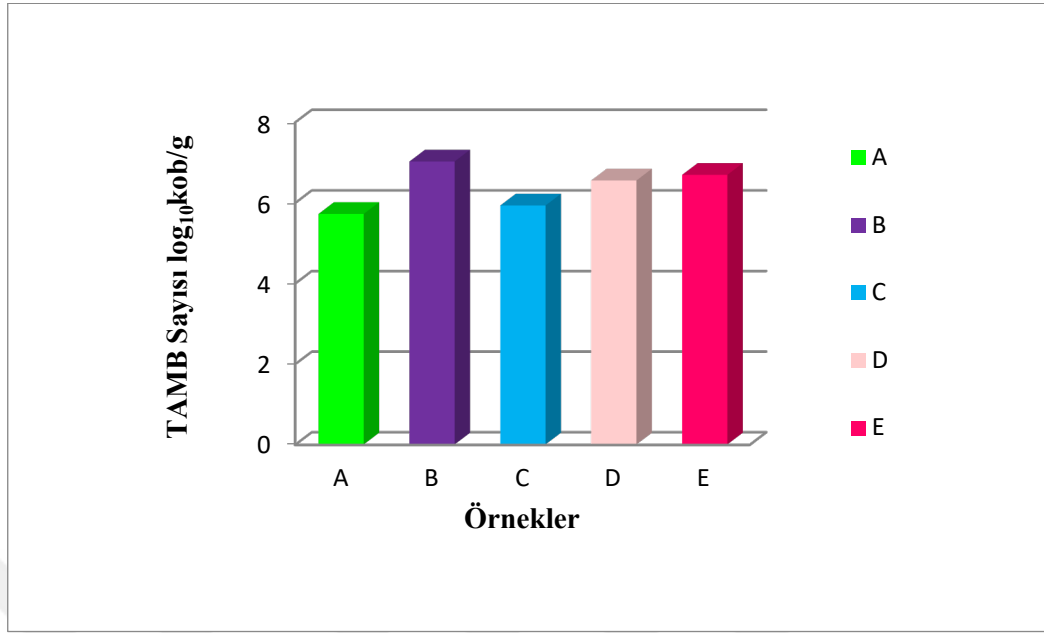
4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

Gıdalarda TAMB Sayımı, mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde yaygın olarak başvurulan yöntemlerdendir. Toplam canlı bakteri sayısı, gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile gıdanın işleme tabi tutulması, taşınma ve depolanması sırasında uygun sıcaklıklarda bekletilip bekletilmediğinin bir göstergesi olması açısından önem taşımaktadır. Toplam canlı bakteri sayımı, gıdada bozulmanın başlangıcı, gıdanın olası raf ömrü, soğutmanın yetersizliği, işlem basamakları sırasındaki bulaşma ve bulaşma düzeyi konularında bilgi vererek gerekli önlemlerin alınmasında yardımcı olur. Gıda güvenliği ve hijyen-sanitasyon indikatörü olarak çoğunlukla toplam aerobik mezofilik bakteri sayımları kullanılmaktadır. Tablo 4.1' de kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin ortalama TAMB değerleri görülmektedir.

Tablo 4.1. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin TAMB değerleri

Örnekler	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür	TAMB (log ₁₀ kob/g)
A	5,34	4,61	7,20	5,72±1,34 ^a
B	6,81	7,46	6,79	7,02±0,38 ^a
C	5,90	4,72	7,18	5,93±1,23 ^a
D	6,43	6,04	7,18	6,55±0,58 ^a
E	5,89	7,00	7,18	6,69±0,70 ^a

* Sonuçlar ortalama (±SD) olarak değerlendirilmiştir. (SD: Standart sapma)



Grafik 4.1. Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin firmalara göre mikrobiyal yükündeki değişim

Genellikle et ürünlerinde mikroorganizma düzeyi, 7-8 log kob/g'a ulaştığında başta koku, tat ve renk gibi organoleptik nitelikler olmak üzere tüm özelliklerde bozulmalar meydana gelmektedir. [153] Araştırmada analizi yapılan örneklerden yalnızca bir tanesi bu araştırma sınırına ulaşmıştır.

Li ve ark. (2014) tarafından kuru olgunlaştırılmış ürünlerin et kalitesi, mikrobiyolojik yük ve tüketici tercihleri üzerine yapılan araştırmada ise et ürünlerinin 8. ve 19. gündeki kuru olgunlaştırma işlemi sonunda örneklerin kabuk kısımları ile beraber yapılmış olan koku karşılaştırma değerlendirmesinde, 1-5 arasındaki koku karşılaştırma puanları 8. gün için 1.0, TAMB sayısı 5,34 log kob/g (cm²); 19. gün için ise 4.0, TAMB sayısı 8.75 log kob/g (cm²) olarak elde edilmiştir. Yine aynı araştırmada temel tat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin gözlemlenmediği rapor edilmiştir. [154] Bu araştırmada analizi yapılan örneklerle ilgili herhangi bir koku skor değerlendirmesi yapılmamış olmakla birlikte örnek alma sırasında işletmelerde kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin bekletildiği soğutucu dolapların açılması ile taze et kokusundan farklı olarak bozulmaya başlamış et kokusuna benzeyen rahatsız edici bir koku varlığı gözlemlenmiştir. Yapılan analizler

sonucunda elde edilen minimum ortalama TAMB deęerinin 5,72 log kob/g olduęu dūřunūldūęünde kōtū koku ve yūksək TAMB deęeri arasında bir iliřki olduęu var sayılabilir.

Tūrk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yōnetmelięi (2011) EK-1’de (Gıda Gūvenilirlięi Kriterleri) TAMB sayısı iēin herhangi bir sınır deęer verilmezken; EK-2 (Ūretim hijyeni kriterleri)’nde maksimum sınır $1,0 \times 10^5$ kob/cm²=5 log kob/cm² olarak belirtilmiřtir. Ancak arařtırmada analizi yapılan bŪtŪn ōrneklerin dıř yŪzeyleri trařlanmak suretiyle orta kısımları analize alındıęından; TAMB deęerleri bakımından Tūrk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yōnetmelięi (2011) EK-1’e (Gıda Gūvenilirlięi Kriterleri) gōre deęerlendirme yapılamamıřtır. [155]

Hulankova ve ark. (2018) tarafından yapılan bir ēalıřmada, bařlangıē TAMB değeri 2,17 log kob/g olan kuru olgunlaştırılmış et ōrneklerinin 14. GŪn TAMB değeri 4,72 log kob/g olarak saptanmıştır. [156]

Demircioęlu (2011) tarafından yapılan ēalıřmada ise bařlangıē TAMB deęeri 3,31 log kob/g olan ūrŪnŪn, 14. gŪnde 4,93 log kob/g, 21. gŪnde ise 7,92 log kob/g olarak deęiřtięi gōrŪlmŪřtŪr. [157]

Bununla beraber, karkas yŪzeyi veya parēa et yŪzeylerinden ōrneklemeye yoluyla yapılan ēalıřmalardan, DeGeer ve ark. (2009) tarafından yapılan ēalıřmada kuru olgunlaştırılmış et ōrneklerinin bařlangıē TAMB değeri ile 21-28 gŪn aralığındaki TAMB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak sōz konusu ēalıřmada 21-28 gŪn aralığındaki kuru olgunlaştırılmış et ōrneklerinin ortalama TAMB değerleri 3,51 log kob/cm² olarak elde edilmiştir. [158] Eastwood ve ark. (2016) tarafından yapılan ēalıřmada ise kuru olgunlaştırılmış biftek ōrneklerinin ortalama bařlangıē TAMB değerleri 2,2 log kob/cm² iken 7 gŪnŪn sonunda 4,7 log kob/cm² olarak saptanmıştır. [159] Ahnstrom ve ark. (2006) tarafından yapılan bir diğer ēalıřmada, bařlangıē TAMB değeri kabuk ve iē kısım iēin ayrı ayrı 2,5 log kob/cm² olan kuru olgunlaştırılmış biftek ōrneklerinin 14. GŪn TAMB değeri kabuk kısmı iēin 4,3 log kob/cm² iken iē kısım iēin 5,1 log kob/cm² olarak saptanmıştır. Aynı ōrnekler iēin 21. GŪn TAMB değeri

kabuk kısmı için 4,7 log kob/cm² iken iç kısım için 4,3 log kob/cm² olarak saptanmıştır. [160]

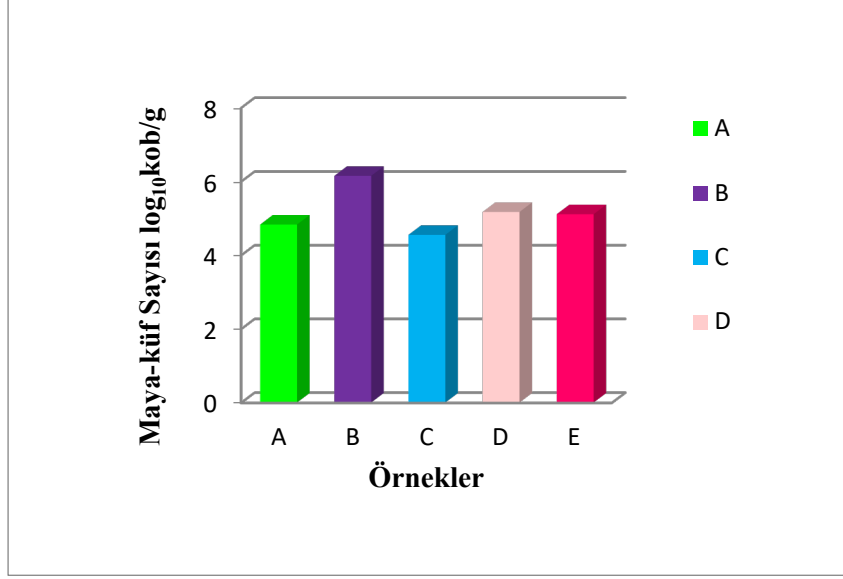
Çeşitli işletmelerden elde ettiğimiz örneklerin ortalama TAMB sayısının, yapılan literatür çalışmalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum başlangıç mikroorganizma yükünün yüksek olabileceğini veya işletme içerisinde yeterli hijyen-sanitasyon koşullarının sağlanamadığını göstermektedir.

4.2. Maya-küf

Gıdalarda bulunan maya-küf sayıları, gıda işletmelerindeki hijyen sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile birlikte söz konusu gıdanın işlenmesi, saklanması ve sevkiyatı sırasında uygun sıcaklıklarda tutulmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. Gıdada yüksek oranda küf bulunması, gıdanın mikotoksin içerme olasılığını artırır. Bunun yanında yapılan çalışmalara göre kuru olgunlaştırılmış et ürünlerinde maya-küf popülasyonunun hafifçe artması gözlemlenebilir. [161, 162, 163, 164, 165] Tablo 4.2' de kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin ortalama maya-küf değerleri görülmektedir.

Tablo 4.2. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin maya-küf değerleri

Örnekler	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür	Maya-küf (log ₁₀ kob/g)
A	4,28	4,04	6,18	4,83±1,17 ^a
B	5,54	7,20	5,72	6,15±0,91 ^a
C	4,95	2,90	5,79	4,55±0,86 ^a
D	5,08	5,08	5,34	5,17±0,09 ^a
E	4,59	5,32	5,41	5,11±0,26 ^a



Grafik 4.2. Kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin maya-küf değerleri değişimi

Araştırmada analizi yapılan bütün örneklerde maya küf gelişimi gözlenmiştir. Ancak Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011) EK-1 ve EK-2’de bulunan gıda güvenilirliği kriterleri ve üretim hijyeni kriterleri tablolarında karkas ürünler ve et ürünlerinde maya-küf ile ilgili herhangi bir sınır değer belirtilmemiştir. Ancak DeGeer ve ark. (2009) [166] tarafından yapılan çalışmada kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin başlangıç maya-küf değeri ile 21-28 gün aralığındaki maya-küf değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ve mikrobiyolojik olarak anlamlı maya küf seviyelerine rastlanmamıştır.

Lee ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada kuru olgunlaştırılmış et örneklerinde, başlangıç aşamasından 14. güne kadar, kabuk kısmında maya-küf gelişimi tespit edilememiştir. Değişik hava akımlarında 28 gün örneklerde gelişen gelişen maya-küf türleri tanımlanmış; farklı günlerde farklı maya-küf türlerinin yüzdesinin artarak baskın hale geldiği görülmüştür. Tanımlanan türler sırasıyla; *Candida*, *Debaryomyces hansenii*, *Pilaira anomala* ve *Rhodotorula*’dır. Çalışmada tanımlanan *Candida* ve *Debaryomyces hansenii* türü mayaların insanlarda kandida enfeksiyonuna neden olduğu bilinmektedir. *Pilaira anomala* türü mayaya kuru olgunlaştırılmış et örneklerinde ilk kez rastlanmıştır. *Rhodotorula* türü maya ise et ve süt ürünlerinde renk değişimine neden olmaktadır. [167]

4.3. Koagülaz pozitif stafilokok

Çalışma örneklerinde yapılan analizlerde hiçbir örnekte mikrobiyolojik olarak anlamlı seviyede koagülaz pozitif stafilokok türüne rastlanmamıştır. Kuru olgunlaştırılmış et ve koagülaz pozitif stafilokok ilişkisi ile ilgili yeterli literatür çalışma bulunmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo 4.3. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin koagülaz pozitif stafilokok değerleri

Örnekler	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür	Koagülaz pozitif stafilokok (\log_{10} kob/g)
A	<10	<10	<10	<10
B	<10	<10	<10	<10
C	<10	<10	<10	<10
D	<10	<10	<10	<10
E	<10	<10	<10	<10

4.4. *Salmonella* spp.

Çalışma örneklerinde yapılan analizlerde hiçbir örnekte *Salmonella* spp suşuna rastlanmamıştır. Kuru olgunlaştırılmış et ve *Salmonella* spp. ilişkisi ile ilgili yeterli literatür çalışma bulunmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo 4.4. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin *Salmonella* spp. değerleri

	<i>Salmonella</i> spp.		
Örnekler	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür
A	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
B	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
D	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
E	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

4.5. *E.coli* O157:H7

Çalışma örneklerinde yapılan analizlerde hiçbir örnekte *E.coli* O157:H7'ye rastlanmamıştır. Kuru olgunlaştırılmış et ve *E.coli* O157:H7 ilişkisi ile ilgili yeterli literatür çalışma bulunmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo 4.5. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin *E.coli* O157:H7 değerleri

	<i>E.coli</i> O157:H7		
Örnekler	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür
A	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
B	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
D	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
E	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

4.6. *Listeria monocytogenes*

Çalışma örneklerinde yapılan analizlerde hiçbir örnekte *Listeria monocytogenes*'e rastlanmamıştır. Kuru olgunlaştırılmış et ve *Listeria monocytogenes* ilişkisi ile ilgili yeterli literatür çalışma bulunmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo 4.6. Farklı zamanlarda yerel işletmelerden temin edilen kuru olgunlaştırılmış et örneklerinin *Listeria monocytogenes* değerleri

Örnekler	<i>Listeria monocytogenes</i>		
	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür
A	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
B	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
D	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
E	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı kuru olgunlaştırma sürelerinin taze kırmızı etin mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla kuru olgunlaştırılmış et ürünlerine toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, maya ve küf Sayımı, koagulaz pozitif stafilokok, *Salmonella spp*, *E.coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes* analizleri uygulanmış, elde edilen sonuçlar araştırma bulguları ve tartışma kısmında gösterilmiştir.

Araştırma bulguları ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011) EK-1’de (Gıda Güvenilirliği Kriterleri) TAMB değerleri ile ilgili sınır belirtilmediğinden mevzuat kapsamında değerlendirme yapılamamıştır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen değerlerin, yapılan literatür çalışmalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum başlangıç mikroorganizma yükünün yüksek olduğunu veya işletme içerisinde yeterli hijyen-sanitasyon koşullarının sağlanamadığını göstermektedir. Bu kriterler dikkate alındığında, her ne kadar tüketicinin tabağına pişmiş ürün servisi yapılırsa da, bu ürün grubunda az pişmiş et tercihinin yüksek olmasından dolayı halk sağlığı açısından bu ürünlerin riskli gıdalar grubunda sayılabileceği görülmüştür.
2. Ayrıca ette bozulmanın önemli bir habercisi olan maya küf sayımı ile ilgili herhangi bir standardın olmayışı nedeniyle değerlendirme yapılamamış olması, insan sağlığı açısından bu ürünlerin riskli sayılıp sayılmayacağı ile ilgili soru işaretlerini ortaya çıkartmaktadır. Her ne kadar yapılan çalışmalar ışığında kuru olgunlaştırma işleminin ette maya küf sayısında ufak bir artışa neden olduğu görülmüş olsada, bu çalışmada elde edilen maya küf değerlerinin yüksekliği yetersiz sanitasyon uygulamalarının habercisi olarak değerlendirilebilir.
3. Araştırma bulgularına göre, mikrobiyolojik olarak anlamlı seviyede koagulaz pozitif stafilokok gözlemlenmemiş olmakla birlikte, yetersiz

sanitasyon ve ürüne çeşitli şekillerde çapraz bulaşma olması durumunda bu ürünlerin uzun depolama süresine sahip olması, sağlık açısından potansiyel bir tehlike göstergesi sayılmaktadır.

4. Çalışmada depolanarak kuru olgunlaştırılmış hiçbir örnekte *Salmonella* spp, *E.coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* bakterilerine rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, kuru olgunlaştırma yöntemi eşsiz aromalı ve katma değeri yüksek et eldesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, mermerleşme oranı fazla olan yüksek kaliteli et gerektirmesinin yanında son üründe uygun aroma ve tekstüre ulaşmak için kat edilmesi gereken yol maliyetli ve son derece zahmetlidir. Bununla beraber, bu yüksek kaliteli ürüne para harcamaya istekli bir tüketici kitlesinin bulunması da göz ardı edilemez. Ancak ülkemizde kuru olgunlaştırılmış etin olgunlaştırma parametreleri ve mikrobiyolojik kalitesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok fazla erişilebilir kaynak ve standart bulunmamaktadır. Bu alanla ilgili çok fazla araştırma yapılmamakta ve pek çok soru cevapsız kalmaktadır. Kuru olgunlaştırılmış et ürünlerine olan artan talep göz önüne alındığında, bu alanda çalışan ve çalışmak isteyen üreticilere yardımcı olması amacıyla kuru olgunlaştırma proseslerine ilişkin standartların oluşturulması, kılavuzların hazırlanması ve bu işleme yönelik hedeflere ilişkin çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca denetime yetkili birimlerin ivedilikle bu konu üzerine eğilerek gerekli mevzuat çalışmalarına başlamaları ve oluşturulan mevzuatlar kapsamında denetimlerin sıklaştırılarak insan sağlığının korunması yönünde tedbirlerin alınması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- 1 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 2 Uyarcan, M., Yüksek basınç ve biberiye ekstraktı uygulamasının taze kırmızı et kalitesine etkisi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Bilim Dalı, Manisa, 2018, 202 s, (Doktora tezi)
- 3 Türkiye İstatistik Kurumu www.tuik.gov.tr (erişim tarihi: 18.07.2019)
- 4 Türkiye İstatistik Kurumu <https://biruni.tuik.gov.tr> (erişim tarihi: 18.07.2019)
- 5 Uyarcan, M., Yüksek basınç ve biberiye ekstraktı uygulamasının taze kırmızı et kalitesine etkisi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Bilim Dalı, Manisa, 2018, 202 s, (Doktora tezi)
- 6 Balpetek, D., Bazı et ürünlerinde E. Coli O157:H7 varlığının araştırılması, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya, 2009, 48 s, (Yüksek Lisans tezi)
- 7 Perry., N., Dry aging beef, International journal of gastronomy and food science, 1, 2002, 78-80
- 8 Schroeder T., C., Mark, D. R., How can the beef industry recapture lost consumer demand, Journal of Animal Science, 2000; 77:1-13.
- 9 Hou, X., Rangrang, L., Mao, Y., Zhang, Y., Niu, L., Wang, R., Liu, C., Liu, Y., Luo, X., Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle M. Longissimus dorsi, Meat Science, 2014, 96, 640-645
- 10 Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Resmi Gazete, 28488, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 2012
- 11 Kurt, Ş., Küçüköner, E., Zorba, Ö., Kesim sonrası sığır etinde meydana gelen değişimler, Türkiye 8. Gıda Kongresi, 2005
- 12 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.

- 13 <http://www.ilocis.org/documents/images/foo02fe.gif> (erişim tarihi:08.12.2018)
- 14 Kurt, Ş., Küçüköner, E., Zorba, Ö., Kesim sonrası sığır etinde meydana gelen değişimler, Türkiye 8. Gıda Kongresi, 2005
- 15 Yıbar, A., Çetin, E., Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri, Uludağ Üniversitesi, 2013, 32, 2:31-37
- 16 Kamp, C. M., Sensky, P. L., Bardsley, R. G. Buttery, P. J., Porr, T., Tenderness- An enzymatic view, Meat Science, 2010, 84:248-256
- 17 Yıbar, A., Çetin, E., Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri, Uludağ Üniversitesi, 2013, 32, 2:31-37
- 18 Keyvan, E., Sığır eti karkaslarında post mortem değişiklikler, Veteriner Hekimler Dergisi, 81, (2): 43-46, 2010
- 19 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 20 Eldoğan, O., Serbest, K., İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği, Apjes 2-3, 2014 (Erişim tarihi: 19.01.2019)
- 21 Poso, A. R., Puolanne, E., Karbonhydrate metabolism in meat animals, Meat Science, 2005,70:423-434
- 22 Vetharaniem, I., Thomson, R. A., Divine, C. E., Ooly, C. C., Modelling muscle energy- Metabolism in anaerobic muscle, Meat Science, 2010, 85:134-148
- 23 Keyvan, E., Sığır karkaslarında post mortem değişiklikler, Veteriner Hekimler Dergisi, 2010, 8(2):43-46
- 24 <http://img.tfd.com/mgh/ceb/Glycolysis-in-lactic-acid-fermentation.jpg> (erişim tarihi:15.06.2019)
- 25 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 26 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 27 Lonergan, E. H., Lonergan, S.M., Mechanisms of water holding capacity of meat: The role of postmortem, biochemical, and structural changes, Meat Science, 2005, 71:194-204

- 28 Sentondreu, M.A., Coulis, G., Ouali, A., Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness, Trends food science technology, 2002, 13:400-421
- 29 Keyvan, E., Sığır karkaslarında post mortem değişiklikler, Veteriner Hekimler Dergisi, 2010, 8(2):43-46
- 30 Greaser, M. L., Pearson, A. M., Fresh foods and their analogies, in:AJ Rosenthal, Food texture, Aspen Publisers, England, 1999, 228-251,
- 31 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 32 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Sarcomere.svg/1200px-Sarcomere.svg.png> (erişim tarihi: 08.12.2018)
- 33 Hui Y.H., Handbook of Frozen Foods. CRC Press Publisher. New York, United States of America, 2004.
- 34 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 35 Koohmaraie, M.,Ovine skeletal muscle multicatalytic proteinase compleA (proteasome): purification, characterization, and comparison of its effects on myofibrils with μ -calpains, Journal of Animal Science, 1992, 70:3697-3708
- 36 Fritz J.C., Greaser M.L., Changes in titin and nebulin in Kesim sonrası bovine muscle revealed by gel electrophoresis, western blotting and immunofluorescence microscopy, Journal of Food Science, 1991, 56, 607-610
- 37 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 38 (<https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj5oKmsIvgAhUPUIAKHQHmAWEQjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fslideplayer.cm%2Fslide%2F4452656%2F&psig=AOvVaw2RrPJC N3uyUsRH1INakb4B&ust=1589573510419> Erişim tarihi:26.01.2019)

- 39 Lawrie, R.A., Lorengan, E. H. , Lorengan S. M. Postmortem mechanism of meat tenderization, *Meat Science*, 1999; 229-246
- 40 Ilian, M. A., Bekhit, A.E.D., Bickerstaffe, R. The relationship between meat tenderization, myofibril fragmentation and autolysis of calpain 3 during post-mortem aging. *Meat Science*, 2004, 66, 387-397
- 41 Lawrie, R.A. Chemical and Biochemical Constitution of Muscle. *Meat Science*, 1998, 58-1187
- 42 Dransfield, E., Optimization of tenderisation, aging and tenderness. *Meat Science*, 1994, 36:105-121
- 43 Etherington, D.J. Collagen and meat quality: effects of conditioning and grow rate. 1987, In: A.M. 351-360, van Nostrand Reinhold, New York
- 44 Kubo, T., Gerelt, B., Han, G.D., Sugiyama, T., Nishiumi, T. and Suzuki, A., Changes in immunoelectron microscopic localization of cathepsin D in muscle induced by conditioning or high-pressure treatment. *Meat Science*, 2002, 61, 415–418
- 45 Khan, M. Jung, S., Nam, K.C., Jo, C., Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging, *Korean society for food science of animal resources*, 2016, Vol 36, No:2, pp.159-169
- 46 Aaslyng, M. D., Meinert, L., Meat flavour in pork and beef- from animal to meal, *Meat Science*, 2017, 132, 112-117,
- 47 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 48 Nair, N.M., Canto, A., Rentfrow, G., Suman, S.P., Muscle-specific effect of aging on beef tenderness, *Food Science and Technology*, 100, 2019, 250-252
- 49 Mattram, D. S., The chemistry of meat flavour, in *flavour of meat, Meat products and seafood*, Ed by F. Shadidi, 2nd edition, Blackie And Professional, s429, London
- 50 Quali, A., Meat tenderization; possible causes and mechanisms, A review, *Journal of muscle foods*, 2207, 1, 129-165

- 51 Nair, N.M., Canto, A., Rentfrow, G., Suman, S.P., Muscle-specific effect of aging on beef tenderness, *Food Science and Technology*, 2019, 100, 250-252
- 52 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 53 Öztan, A., *Et bilimi ve teknolojisi*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 54 Smith, A.M., Harris, K.B., Griffin, D.B., Miller, R.K., Kerth, C.R., Savell, J.W., Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively, *Meat Science*, 2014, 97, 21-26
- 55 Schroeder, T.C., Mark, D.R., How can the beef industry recapture lost consumer demand, *Journal of Animal Science*. 2000; 77:1-13
- 56 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 57 Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I., Dry aging of beef; review, *Journal of animal science and technology*, 2016, 58:20
- 58 https://dailygazette.com/sites/default/files/styles/gallery_image/public/media/img/photos/2016/01/19/FredTheButcher03.jpg?itok=D-wuozOW (erişim tarihi: 08.12.2018)
- 59 Kim, Y. H. B., Kemp, R., Samuelsson, L., Effects of dryaging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins, *Meat Science*, 2016, 111, 168-176
- 60 Li, X., Babol, J., Wallby, A., Lundström, K., Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry aging bag or vacuum, *Meat Science*, 2013, 95, 229-234
- 61 http://deliciousfoodandwine.com/wpcontent/uploads/2015/06/482963855_1d310a07f7_z.jpg (erişim tarihi: 08.12.2018)
- 62 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological

- parameters of organic beef loin muscle, Food Science and Technology, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 63 (https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2hUKEwiwhcbY0YvgAhVQ_qQKHbsNDZYQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2Fwww.artofmanliness.com%2Farticles%2Fa-guide-to-dry-aged-beef%2F&psig=AOvVaw1NMHr6rb5w_h6XaWZNTGI7&ust=1548598648923552 Erişim tarihi: 26.01.2019)
- 64 Ahnström, M. L., Seyfert, M., Hunt, M. C., Johnson, D. E. A Novel Method To Dry Age Beef By Using Vacuum Packaging, 2006, 173
- 65 Parrish, F. C., Boles, J. A., Rust, R. E. and Olson D.G., Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. Journal of Food Science, 1991; 56:601-603
- 66 Warren, K. E., and Kastner, C. L., A comparison of dry-aged and vacuum – aged beef strip loins. Journal of Muscle Foods, 1992, 3:151-157
- 67 Oreskovich, D. C., McKeith, F. K., Carr, T. R., Novakofski, J., Bechtel, P. J., Effects of different aging procedures on the palatability of beef. Journal of Food Quality, 1988, 11, 151-158
- 68 Miller, M. F., Davis, G. W., Ramsey, C. B., Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail caselife of loin steaks from lean beef. Journal of Food Science, 1985, 50, 1544-1546
- 69 Laster, M. A. Tenderness, flavor, and yield assessments of dry aged beef. Texas A&M University, College Station, 2007, (Yüksek lisans tezi)
- 70 Campbell, J.R., Hlavka, D.L., Spinhirre, J.D., Turner, D.D., Automated aerosol retrieval algorithms for ARM micro pulse lidars, inpreprints of symposium on lidar atmospheric monitoring, American Meteorol Soc Boston. Mass. 2000, pp. 71-74,
- 71 Parrish, F. C., Boles, J. A., Rust, R. E. and Olson D.G., Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. Journal of Food Science, 1991; 56:601-603
- 72 Warren, K. E., and Kastner, C. L., A comparison of dry-aged and vacuum – aged beef strip loins. Journal of Muscle Foods, 1992, 3:151-157
- 73 Ahnström, M. L., Seyfert, M., Hunt, M. C., Johnson, D. E. A Novel Method To Dry Age Beef By Using Vacuum Packaging, 2006, 173

- 74 Miller, M. F., Davis, G. W., & Ramsey, C. B., Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail caselife of loin steaks from lean beef. *Journal of Food Science*, 1985, 50, 1544-1546
- 75 Parrish, F.C., Boles, J.A., Rust, R.E., Olson, D.G., Dry and wet ageing effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades, *Food science*, 1991, 56:601-603.
- 76 Warren, K. E., and Kastner, C. L, A comparison of dry-aged and vacuum – aged beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*, 1992, 3:151-157
- 77 Oreskovich, D. C., McKeith, F. K., Carr, T. R., Novakofski, J., & Bechtel, P. J., Effects of different aging procedures on the palatability of beef. *Journal of Food Quality*, 1988, 11, 151-158
- 78 Campbell, R.E., Hunt, M.C., Levis, P, Chambers, E., Dry-Aging Effects On Palatability Of Beef Longissimus Muscle, *Journal Of Food Science*, 2001, Vol. 66, No. 2
- 79 Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I., Dry aging of beef; *Journal of animal science and technology*, 2016, 58:20
- 80 https://www.researchgate.net/publication/301667697/figure/fig1/AS:614002354843660@1523400977462/Weight-loss-of-strip-loins-through-dry-aging-process_Q320.jpg (erişim tarihi: 08.12.2018)
- 81 <http://www.thebutcherofbrogdale.co.uk/wpimages/dry-aged-meat-1.jpg> (erişim tarihi: 08.12.2018)
- 82 Barthowiak, M. K., Rezler, R., Szczerbol, G.H., The influence of meat muscle structural properties on mechanical and texture parameters of canned ham, *Journal of Food Engineering*, July 2016, Vol 181, P. 1-9
- 83 Warner, R.D., McDonell, C.K., Bekhit, A.E.D, Claus, J., Vaskoska, R., Sikes, A., Dunshea, F. R., Ha, M., Systematic review of emerging and innovative technologies for meat tenderisation, *Meat Science*, October 2017, Vol 132, p.72-89
- 84 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 85 Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I., Dry aging of beef; review, *Journal of animal science and technology*, 2016, 58:20

- 86 Khan, I.M., Jo,C., Toriq, R.M., Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors-A systematic review, Meat Science, 2015, 110, 278-284
- 87 Aaslyng, M.D., Meinert, L., Meat flavour, in pork and beef-from animal to meal, Meat Science, October 2017, Vol 132, p.112-117
- 88 Campbell, J.R., Hlavka, D.L., Spinhirre, J.D., Turner, D.D., Automated aerosol retrieval algorithms for ARM micro pulse lidars, inpreprints of symposium on lidar atmospheric monitoring, American Meteorol Soc Boston. Mass. 2000, pp. 71-74,
- 89 Smith, R.D., Dry ageing beef for the retail channel, Texas A&M University, College Station, 2007, (Yüksek lisans tezi)
- 90 Parrish, F.C., Boles, J.A., Rust, R.E., Olson, D.G., Dry and wet ageing effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades, Food science, 1991, 56:601-603
- 91 Holman, B.W.B., Ven, R.J., Mao, Y., Combs, C.E.O., Hopkins, D.L., Using instrumental (CIE and reflectance) measures to predict consumers' acceptance of beef colour, Meat Science, 2017, 127, 57-62
- 92 Öztan, A., Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2003, 526 s.
- 93 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 94 Öztan, A., Vural, H., Sığır etinde su tutma kapasitesi ve serbest su oranı değişimi üzerine bir araştırma, Gıda, 1993, 18 (1) 29-33
- 95 Walsh, H.M., Kerry, J.P. Meat Packaging, University Collage Cork. CRC Press, Ireland, 2002.
- 96 https://s3uswest2.amazonaws.com/coursesimages/wpcontent/uploads/sites/1094/2016/11/03173716/OSC_Microbio_24_03_DangerZone.jpg (erişim tarihi:08.12.2018)
- 97 Balpetek, D., Bazı et ürünlerinde E. Coli O157:H7 varlığının araştırılması, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya, 2009, 48 s, (Yüksek Lisans tezi)

- 98 Başkaya, R., Karaca, T., Çakmak, Ö., Yıldız, A., Yörük, M., İstanbul'da satışa sunulan hazır kıyma ve köftelerin histolojik, mikrobiyolojik, ve serolojik kalitesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2004, 15 (1-2):41-46
- 99 Çon, A.H., Gökalp H.Y., Gıda Mikrobiyolojisi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayın No:007, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, Denizli,1998.
- 100 Buzby, J.C., Crutchfield, S.R., USDA Modernizes Meat and Poultry Inspection, Food Review, 1997; 20 (1): 14-17.)
- 101 Unnevehr, L. Robert T., Improving Food Safety in Meat and Poultry: Will New Regulations Benefit Consumers, Advancing the Consumer Interest, 1997, 9 (2): 13-17.
- 102 Buzby, J.C., Crutchfield, S.R., USDA Modernizes Meat and Poultry Inspection, Food Review, 1997; 20 (1): 14-17
- 103 Ünlütürk, A., Turantaş, F., Gıda mikrobiyolojisi, Mergi Tan Basımevi, İzmir, 1999
- 104 Bağdatlı, A., Farklı paketlenme yöntemlerinin taze etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2008, 99 s. (Yüksek lisans tezi)
- 105 Kayaardı, S., Gıda hijyeni ve sanitasyon, Sidas Yayınları, Manisa, 2005, 213s.
- 106 <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwigqmWkf3fAhUK3aQKHZFKB4oQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fk.ogrensen.com%2Fkimya%2F2255%2Findex.html&psig=AOvVaw1t1TxlC5cIuEfKyH9SQiN&ust=1548100254105892>
erişim tarihi:20.01.2019
- 107 https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/49253/mod_resource/content/0/M%C4%B0KROORGAN%C4%B0ZMA%20GEL%C4%B0%C5%9E%20MES%C4%B0%20%20I.pdf
- 108 Schlundt, J., Toyofuku, H., Jansen, J., Herbst, S.A., Emerging food-borne zoonoses. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties, 2004; 23: 513-533

- 109 Carrique-Mas, J.J., Bryant, J.E., A review of foodborne bacterial and parasitic zoonoses in Vietnam. *Eco Health*. 2013; 10: 465-489
- 110 Sağlam, D., Şeker, E., Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler, *Kocatepe Veterinary Journal*, 2016, 9-2:105-113
- 111 <https://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Pathogens/default.htm>
- 112 Kayaardı, S., Gıda hijyeni ve sanitasyon, Sidas Yayınları, Manisa, 2005, 213s.
- 113 Kayaardı, S., Gıda hijyeni ve sanitasyon, Sidas Yayınları, Manisa, 2005, 213s.
- 114 Unlütürk, A., Turantaş, F., Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. *Gıda Mikrobiyolojisi*, Ege Üniversitesi, İzmir, 1999
- 115 Unlütürk, A., Turantaş, F., Gıdaların mikrobiyolojik analizi, Meta Basım, İzmir, 2002, 186 s
- 116 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 117 DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F., Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loin using two aging processes for two aging times, *Meat Science*, 2009, 83,768-774
- 118 Li, X., Babol, J., Bredie, W., Nielsen, B., Tomankava, J., Lundström, K., A comparative study of beef quality after aging longissimus muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging, *Meat Science*, 2014, 97, 433-442
- 119 Eastwood, L.C., Arnold, A.N., Miller, R.K., Gehring, K.B., Savell, J.W., Novel approach to aging beef: Vacuum packaged foodservice steaks versus vacuum-packaged subprimals, *Meat Science*, 2016, 116, 230-235
- 120 Kim, Y. H. B., Ma, D., Setyabrata, D., Farouk, M. M., Lonergan, S.M., Lonergan, E.H., Hunt, M.C., Understanding postmortem biochemical processes and post harvest aging factors to develop novel smart aging strategies, *Meat Science*, 2018, 144, 74-90

- 121 Ünlütürk, A., Turantaş, F., Gıdaların mikrobiyolojik analizi, Meta Basım, İzmir, 2002, 186 s
- 122 DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F., Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loin using two aging processes for two aging times, Meat Science, 2009, 83,768-774
- 123 Li, X., Babol, J., Bredie, W., Nielsen, B., Tomankava, J., Lundström, K., A comparative study of beef quality after aging longissimus muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging, Meat Science, 2014, 97, 433-442
- 124 Kim, Y. H. B., Ma, D., Setyabrata, D., Farouk, M. M., Lonergan, S.M., Lonergan, E.H., Hunt, M.C., Understanding postmortem biochemical processes and post harvest aging factors to develop novel smart aging strategies, Meat Science, 2018, 144, 74-90
- 125 Sağlam, D., Şeker, E., Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler, Kocatepe Veterinary Journal, 2016, 9-2:105-113
- 126 Argudin, M.A., Mendoza, M.C., Rodicio, M.R., Food poisoning and Staphylococcus aureus enterotoxins. Toxins. 2010; 2: 1751-1773
- 127 Yıldırım, T., Sırıken, B., Yavuz, C., Sığır kıyma ve köftelerinde *Salmonella spp.* varlığı, Veteriner Hekimler Derneği, 2016, 87(1):11-23,
- 128 <https://www.verywellhealth.com> (Erişim tarihi:26.01.2019)
- 129 Håstein, T., Hjeltne, B., Lillehaug, A., Skare, J.U., Berntssen, M., Food safety hazards that 113 occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties, 2014; 25: 607-625.
- 130 İzgür, M., Enterobakteri İnfeksiyonları (Enterobacteriaceae). In: Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar). İlke Emek Yayınları, Ankara, 2006; pp. 109-127
- 131 Karmali, M.A., Gannon, V., Sargeant, J.M., Verocytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC). Veterinary Microbiology. 2010; 140: 360-370.
- 132 Ünlütürk, A., Turantaş, F., Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi, İzmir, 1999

- 133 Şeker, E., Kuyucuoğlu, Y., Sareyyüpoğlu, B., Yardımcı, H., PCR detection of Shiga toxins, enterohaemolysin and intimin virulence genes of *Escherichia coli* O157:H7 strains isolated from faeces of Anatolian water buffaloes in Turkey. *Zoonoses Public Health*. 2010; 57: e33-e37.
- 134 Dean-Nystrom, E.A., Bosworth, B.T., O'brien, A.D., Moon, H.W., Bovine infection with *Escherichia coli* O157:H7. In: *Escherichia coli* O157 in Farm Animals, Ed; Stewart CS, Flint HJ, CABI Publishing, Wallingford, UK. 1999; pp. 51-58.
- 135 Sağlam, D., Şeker, E., Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler, *Kocatepe Veterinary Journal*, 2016, 9-2:105-113
- 136 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565
- 137 DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F., Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loin using two aging processes for two aging times, *Meat Science*, 2009, 83,768-774
- 138 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 139 Lorber, B., Listeriosis, <https://academic.oup.com> Erişim tarihi: 26.01.2019
- 140 Sağlam, D., Şeker, E., Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler, *Kocatepe Veterinary Journal*, 2016, 9-2:105-113
- 141 Berктаş, M., Bozkurt, E.N., Bozkurt, H., Alişarlı, M., Güdücüoğlu, H., Et ve et ürünlerinden *Listeria Monocytogenes*'in izolasyonu, *Van Tıp Dergisi*, 200613 (2):36-41
- 142 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Barilova, G., The effect of dry ageing on, instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *Food Science and Technology*, March 2018, Vol 89, p. 559-565

- 143 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 144 Yangılar, F., Ođuzhan, P., Gıdalarda mikroorganizma inaktivasyonunun modellenmesi ve uygulaması, Tekirdađ Ziraat Fakóltesi Dergisi, 2013, 10-3
- 145 Kayaardı, S., Gıda hijyeni ve sanitasyon, Sidas Yayınları, Manisa, 2005, 213s.
- 146 TSE EN ISO 4833-1-Toplam Aerobik Mezofilik Canlı Bakteri sayım Yöntemi
- 147 ISO 21527-2-Maya-küf sayım yöntemi
- 148 ISO 6881-1-Koagulaz Pozitif Stafilokok Sayım Yöntemi
- 149 ISO 6579-Salmonella Spp. aranması
- 150 AOAC. Biochemical Identification Kit Method : Salmonella spp, Esherichia coli and other Enterobacteriaceae. AOAC Official Method 989.12, 1999
- 151 TSE EN ISO 16654-E.coli O157:H7 aranması
- 152 ISO 11290-1-Listeria monocytogenes aranması
- 153 Bağdatlı, A., Farklı paketleme yöntemlerinin taze etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2008, (Yüksek Lisans Tezi)
- 154 Li, X., Babol, J., Bredie, W., Nielsen, B., Tomankava, J., Lundström, K., A comparative study of beef quality after aging longissimus muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging, Meat Science, 97, 433-442, 2014
- 155 Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, Resmi Gazete, 28157, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 2011
- 156 Hulankova, R., Kamenik, J., Salakova, A., Zavodsky, D., Borilova, G., Teh effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, LWT, Volume 89, 559-565, 2018
- 157 Demircioğlu, S.K., Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2011, 178 s. (Doktora Tezi)
- 158 DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F., Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loin using two aging processes for two aging times, *Meat Science*, 2009, 83, 768-774
- 159 Eastwood, L.C., Arnold, A.N., Miller, R.K., Gehring, K.B., Savell, J.W., Novel approach to aging beef: Vacuum packaged foodservice steaks versus vacuum-packaged subprimals, *Meat Science*, 2016 116, 230-235
- 160 Ahnström, M. L., Seyfert, M., Hunt, M. C., Johnson, D. E., Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour, *Meat Science*, 2006, 73, 674-679
- 161 Berger, J., Kim, Y. H. B., Legako, J. F., Martini, S., Lee, J., Ebner, P. E., & Zuelly, S. M. S. Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins. *Meat Science (In Revision)* 2018
- 162 Campbell, R. E., Hunt, M. C., Levis, P., Chambers, E., Dry-Aging Effects on Palatability of Beef Longissimus Muscle. *Journal of Food Science*, 2001, 66, 196–199.
- 163 Gudjónsdóttir, M., Gacutan, M. D., Mendes, A. C., Chronakis, I. S., Jespersen, L., & Karlsson, A. H., Effects of electrospun chitosan wrapping for dry-ageing of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis. *Food Chemistry*, 2015, 184, 167–175.
- 164 Hulánková, R., Kameník, J., Saláková, A., Závodský, D., & Borilova, G., The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle. *LWT - Food Science and Technology*, 2018, 89, 559–565.
- 165 Li, X., Babol, J., Bredie, W. L. P., Nielsen, B., Tomankova, J., & Lundstrom, K., A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science*, 2014, 97, 433–442.
- 166 DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F., Effects of dry aging of bone-in and boneless

strip loin using two aging processes for two aging times, Meat Science, 2009, 83,768-774

- 167 Lee, J.H., Yoon, J.W., Kim, M., Oh, H., Yoon, Y., Cheorun, J., Changes in microbial composition the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry aged beef, Meat Science, 2019, 153, 152-158



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Betül UYANIK

Doğum Yeri ve Yılı: İzmir, 1984

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

E-posta: betuluyanik@ogr.cbu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Afyon Kocatepe Anadolu Lisesi, 2002

Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2007

Mesleki Deneyim

Kurum bilgisi: Ankara BB, Halk Ekmek ve Un Fabrikası, 2008-2012

Kurum bilgisi: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2012-.....

Yayınları

Kayaardı, S., Söbeli, C., Uyarcan, M., Uyanık, B., Yenilebilir Ambalajlar, Plastik ve Ambalaj Teknolojisi, 2016, 224:92-95

Çağındı, Ö., Uyanık, B., Türker, B., Beta-glukan Önemi ve Gıda Ürünlerinde Kullanımı, Analiz 35, 2015, no:24, 32-37