



**TUMBLING İŞLEMİNİN SIĞIR ETİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra DURAK

Danışman

Prof.Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

Bu tez çalışması **16. KARIYER.174** numaralı proje ile Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TUMBLING İŞLEMİNİN SIĞIR ETİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Esra DURAK

Danışman
Prof.Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Esra DENİZ tarafından hazırlanan “Tumbling İşleminin Sığır Etinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 28/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

İmza

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Yahya TÜLEK
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/06/2019

Esra DURAK

E. Durak

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUMBLING İŞLEMİNİN SIĞIR ETİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Esra DURAK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu araştırmada, simmental meleziine ait sığırın ön kol butundan 400'er gram tartılarak sırasıyla 45, 60 ve 120 dk vakum altında tamburlama işlemi uygulanmıştır. Vakum altında tamburlamanın ardından ette meydana gelen tekstürel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özellikleri incelenmiştir. Vakum altında tamburlanmayan örnek kontrol olarak tanımlanmıştır.

45, 60 ve 120 dk boyunca vakum altında tamburlanan etlerde toplam mezofil, koliform, maya-küf ve laktik asit bakterileri tayini yapılmıştır.

45, 60 ve 120 dk boyunca vakum altında tamburlanan etlerin a^* (kırmızılık) değeri en yüksek V45 örneğinde tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla V120 ve V60 örnekleri takip etmiştir. a^* değeriindeki değişimler 3 tekerrürün ortalaması olup, farklar etin kendi doğal yapısından kaynaklanmaktadır.

Etin tekstürel yapısında vakum altında tamburlamanın etkisi ölçülmüştür. Elde edilen neticelerde tamburlama süresi arttıkça etin yapısındaki proteinler çözünerek etin su tutma kapasitesini arttırmış ve ette sululuk parametresini geliştirmiştir. Yine protein yapısının parçalanması ile ette vakum altında tamburlama zamanının artmasına paralel olarak ette çiğnenebilirlik ve gevreklik yapısında artış meydana gelmiştir. Tat ve aroma üzerinde yapılan duyuusal değerlendirmede ise bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak belirli sürelerde vakum altında tamburlanan etlerde vakum altında tamburlama zamanı arttıkça tekstürel yapının geliştiği tespit edilmiştir. Ette gelişen tekstürel yapılar nedeniyle tüketilebilirlik memnuniyeti artmakta, etten istenen tüketilme hazzı alınmaktadır.

2019, xii + 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tamburlama, vakum altında tamburlama, kırmızı et.



ABSTRACT
M.Sc. Thesis

EFFECT OF TUMBLING ON QUALITY CHARACTERISTICS OF BEEF

Esra DURAK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

In this study, Simmental cattle forearm samples (400 g) were tumbled at 45, 60 and 120 min in a vacuum tumbler. After the tumbling process; the texture, chemical, microbiological and sensory properties of the meat were analyzed. A non-tumbled sample was determined as control.

The total mesophilic aerobic bacteria , coliform, yeast-mold and lactic acid bacteria were determined in the vacuum-tumbled meats.

The highest a^* (redness) value was observed as V45 sample (tumbling time 45,60 and 120 min). These were followed by V120 and V60 samples, respectively. The changes in the a^* value are the average of three parallels and the differences are stem from the natural structure of the meat.

The effect of vacuum tumbling on textural structure of the meat was measured. Consequently, as the tumbling time increased, proteins in the structure of the meat were dissolved and the meat has increased the water holding capacity. At the same time, In parallel with the increase in the vacuum tumbling time, chewiness and firmness increased in the meat with the degradation of protein structure. It was determined that there was no significant effect on sensory evaluation on taste and aroma, statistically.

As a result, it was indicated that the textural structure enhanced when the vacuum

tumbling time increased in the meat.

Consumer satisfaction is increased due to developing textural structures in the meat.

2019, xii + 78 pages

Keywords: Tumbling, Vacuum tumbling, red meat.



TEŞEKKÜR

Araştırma konumda bana ilham veren, yıllarca biriktirdiği bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, kapısını her çaldığımda geri çevirmeksizin sıcacık çayı ile sorularımı bıkmadan usanmadan yanıtlayan, tezimi bitirmemde sabırla bana destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e, lisans ve yüksek lisans çalışmalarımda her zaman desteğini gördüğüm bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR'a, mikrobiyoloji alanında engin bilgilere sahip Sayın Dr.Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA ve hocamızın değerli doktora öğrencisi, değerli dostum, yoldaşım Gıda Yük. Müh. Elif BAŞPINAR'a, dostum Gıda Yük. Müh. Ayşe İLİK'e vakumlu tambur makinesinin yapımında emeği geçen EFOR MAKİNA ve çalışanlarına ve hayatımın en değerli parçaları olan, destekleriyle ve güvenleriyle her zaman arkamda duran annem Fatma DURAK, babam Hasan Fahri DURAK'a vefayı, saygı, sevgi ve teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması, Afyon Kocatepe Üniversitesi B.A.P. Fon Müdürlüğü (16. KARIYER.174) tarafından desteklenmiştir. Bu kuruma da teşekkür ederim.

Esra DURAK

AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	5
2.1 Et ve Etin İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi	5
2.2 Kesimden Sonra Ette Meydana Gelen Değişimler.....	6
2.2.1 Rigor Mortis.....	8
2.3 Türkiye’de Et Üretimi ve Tüketimi – İstatiksel Veriler.....	13
2.3.1 Türkiye’de Et Üretimi.....	13
2.3.2 Türkiye’de Et Tüketimi	14
2.3.3 Simmental Irkı	14
2.4 Etin Kimyasal Bileşimi	15
2.4.1 Su	17
2.4.2 Protein	18
2.4.3 Fonksiyonlarına Göre Et Proteinleri	22
2.4.4 Yağ.....	27
2.4.5 Mineral Maddeler	29
2.4.6 Vitaminler	30
2.4.7 Et Karbonhidratları	30
2.4.8 Protein Yapısında Olmayan Nitrojenli Maddeler (NPN)	30
2.4.9 Tat ve Koku Bileşenleri	31
2.5 Etin Olgunlaştırılması	31
2.5.1 Et Teknolojisinde Tumbling ve Massaging Teknolojisi.....	33
2.5.1.1 Tumbling- Tamburlama (Vakum Altında)	33
2.5.2 Tumbling Uygulamasında Dikkat Edilecek Temel Hususlar	35
2.5.3 Et Sanayisinde Tumbling Teknikleri Uygulanmasının Avantajları.....	35
2.5.4 Et Sanayisinde Tumbling Teknikleri Uygulanmasının Dezavantajları	36

2.5.5 Tumbling İşleminde Vakum Uygulamasının Avantajları.....	37
2.5.6 Ülkemiz Et Sanayisinde Tumbling Tekniklerinin Kullanım Alanları	38
2.6 Tumbling Metodu İçin Gerçekleştirilmiş Uluslararası Çalışmalar ve Ulaşılan Sonuçlar.....	39
3. MATERYAL ve METOT	51
3.1 Materyal	51
3.1.1 Et.....	51
3.1.2 Vakum Tumbling Makinesi	51
3.1.3 Kilitli Poşet	51
3.2 Deney Tasarımı	51
3.3 Yöntem.....	52
3.4 Analiz Yöntemleri	53
3.4.1 Kimyasal Analizler	53
3.4.1.1 Kuru Madde Tayini	53
3.4.1.2 pH Tayini.....	53
3.4.1.3 Renk Analizi	53
3.4.1.4 Yağ Analizi.....	53
3.4.1.5 Protein Tayini	54
3.4.2 Mikrobiyolojik Analizler	54
3.4.2.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB).....	54
3.4.2.2 Laktik Asit Bakteri Sayımı (LAB)	54
3.4.2.3 Koliform Grubu Bakteri Sayımı	55
3.4.2.4 Maya-küf Sayımı	55
3.4.2.5 Tekstürel Analizler	55
3.4.2.6 Duyusal Değerlendirme	55
3.4.2.7 İstatistiksel Değerlendirme	56
4. BULGULAR	57
4.1 45, 60 ve 120 Dakika Vakum Altında Tamburlanan Etlerin Bazı Kimyasal Özellikleri.....	57
4.1.1 Kuru Madde İçeriği.....	57
4.1.2 pH Değeri.....	57
4.1.3 Yağ Tayini	58
4.1.4 Protein Tayini	58
4.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	59
4.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayım Sonuçları.....	59
4.2.2 Maya – Küf Sayım Sonuçları.....	59

4.2.3 Laktik Asit Bakterileri (LAB) Sayım Sonuçları	60
4.2.4 Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları	60
4.3 Tekstür Analizi.....	61
4.4 Duyusal Analizler.....	64
4.4.1 Renk Tayini.....	64
4.4.2 Dış Görünüş, renk, tat ve aroma, gevreklik, sululuk ve çiğnenebilirlik sonuçları	65
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	66
5.1 Tartışma.....	66
5.1.1 Örneklerde Kimyasal Analiz Sonuçları	66
5.1.1.1 Kuru Madde İçeriği	66
5.1.1.2 pH Değerleri	66
5.1.1.3 Yağ İçeriği	66
5.1.1.4 Protein Değerleri.....	67
5.1.2 Mikrobiyolojik Sonuçlar	67
5.1.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayısı	67
5.1.2.2 Maya – Küf Değerleri.....	68
5.1.2.3 Laktik Asit Bakteri Değerleri (LAB).....	68
5.1.2.4 Koliform Grubu Değerleri	68
5.1.3 Tekstür Değerleri	68
5.1.4 Duyusal Analiz Değerlendirmesi.....	70
5.1.4.1 Renk Analizi Değerlendirmesi	70
5.1.5 Dış Görünüş, Renk, Tat ve Aroma, Gevreklik, Sululuk ve Çiğnenebilirlik Değerlendirilmesi.....	70
5.2 Sonuç.....	72
6. KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	77

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
kW	Kilowatt
Kg	Kilogram
pH	Ortamin asitlik – bazlık derecesi indeksi
kcal	Kilokalori
Log kob / g	Koloni oluşturan birim/gram
Mg	Miligram
Ppm	Milyonda bir kısım
mL	Mililitre
Rpm	Revolutions per minute/dakikadaki devir sayısı
cm ³	Santimetreküp
µg	Mikrogram
mJ	Milijoule
mmHg	Milimetre civa (basınç birimi)
Tr	Trace (iz değer)

Kısaltmalar

AMP	Adenozinmonofosfat
ADP	Adenozindifosfat
ATP	Adenozintrifosfat
ACE	Anjiyotensin dönüştürücü enzim
SIM	Simmental
Lys	Lizin
NPN	Protein yapısında olmayan nitrojenli maddeler
SFA	Doymuş yağ asitleri
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
IMP	İnosinmonofosfat
V45	45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği
V60	60 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği
V120	120 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği
LAB	Laktik asit bakterileri
LDPE	Düşük yoğunluklu polietilen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TBARS	tiyobarbütirik asit ile reaksiyona geçen maddeler
TMAB	Toplam mezofil aerob bakteri
NAD	Nikotinamid adenin dinükleotit
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
VRB	Violet red bile agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Vakumlu tambur makinasının genel görünüşü.	4
Şekil 2.1 Kasaplık hayvanlarda kesimden, ete dönüşene kadar geçen fiziksel ve biyokimyasal olaylar (Öztan 2010).	9
Şekil 2.2 Kesimi henüz yapılmış büyükbaş hayvanlar.	10
Şekil 2.3 Kesimi henüz yapılmış hayvanlardan kan akıtma işlemi.	10
Şekil 2.4 Kesimden yaklaşık 20 dakika sonra deri yüzme işlemi için bekleyen büyükbaş hayvanlar.	11
Şekil 2.5 Deri yüzme işlemi için kesimi tamamlanmış büyükbaş hayvanlar.	11
Şekil 2.6 Deri yüzme işlemi.	12
Şekil 2.7 Deri yüzme işlemi.	12
Şekil 2.8 2018-2019 yılları arasında kırmızı et tüketimi (TÜİK 2019).	13
Şekil 2.9 2018 yılı Türkiye et tüketim miktarı (İnt. Kyn.1).	14
Şekil 2.10 Miyogloblin, oksimiyogloblin, metmyogloblinin birbirleri ile ilişkileri (Öztan 2011).	24
Şekil 2.11 Miyogloblindeki değişiklikler.	24
Şekil 2.12 Miyogloblin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi (Öztan 2011).	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Yağlı ve yağsız etlerin bileşimi (100 gram için) (Alaejos and Perera 2013)	15
Çizelge 2.2 Yağlı ve yağsız etlerin vitamin ve mineral bileşimi (100 gram için) (Alaejos and Perera 2013)	16
Çizelge 2.3 100 gram etin besinsel bileşenleri (Alaejos and Perera 2013)	16
Çizelge 2.4 Ette ortalama aminoasit içeriği (1 gram protein içerisinde yer alan aminoasitlerin mg cinsinden değeri) (Alaejos and Perera 2013)	27
Çizelge 2.5 Tamburlama (tumbling) ve masajlama (massaging) işleminin kısaca karşılaştırılması (Gökalp vd. 2010)	34
Çizelge 2.6 Keçi etinin vakum tamburlama esnasında olgunlaşması için kullanılan katkı maddeleri ve miktarları (Yadav et al. 2014)	45
Çizelge 4.1 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin kuru madde içerikleri (%)*	57
Çizelge 4.2 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin pH değerleri* ..	57
Çizelge 4.3 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin içeriğindeki yağ içeriği(%)*	58
Çizelge 4.4 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin protein değerleri*	58
Çizelge 4.5 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı değerleri (log kob /g)*	59
Çizelge 4.6 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin toplam maya – küf sayım değerleri (log kob /g)*	59
Çizelge 4.7 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin laktik asit bakteri (LAB) değerleri (log kob /g)*	60
Çizelge 4.8 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin Koliform grubu bakteri sayım değerleri (log kob /g)*	60
Çizelge 4.9 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonuçları (sertlik (g), gevreklik (g.sec))*	61
Çizelge 4.10 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin yapışkanlık/adhezyon (adhesiveness) değerleri*	62
Çizelge 4.11 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin esneklik (springiness) değerleri*	62

Çizelge 4.12 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin yapışkanlık/kohezyon (chosiveness) değerleri*	62
Çizelge 4.13 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin sakızımsılık (gumminess) değerleri*	63
Çizelge 4.14 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri*	63
Çizelge 4.15 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin dirençlilik (resilience) değerleri*	63
Çizelge 4.16 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin sertlik (hardness) değerleri*	64
Çizelge 4.17 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin renk değerleri*	64
Çizelge 4.18 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin genel görünüş/renek, çiğnenebilirlik, sululuk değerlendirmesi *,**	65

1. GİRİŞ

Et; kimyasal bileşimi bakımından hayvansal gıdalar içerisinde (yumurta, süt vb.) insan beslenmesinde oldukça önemli ve değerli besin öğeleri ihtiva eder. Et, içeriğindeki proteinler, önemli lipidler, vitaminler ve minerallerle insan vücudunun ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Öztan 2011).

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımlamış olduğu Türk Gıda Kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinin (Tebliğ No: 2018/52) tanımlar madde 4- d) maddesinde yer alan çiğ kırmızı et tanımı; "Vakumlu ambalajlı veya kontrollü ortamda ambalajlanmış kırmızı et dâhil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmadan başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan çiğ eti" şeklindedir (Anonim 2018).

Önemli ölçüde besin değeri taşıyan et, içeriğindeki insan sağlığına yararlı bileşenlerden etkili şekilde yararlanılması adına başta hayvan kesimi olmak üzere dikkatle ele alınması gereken bir konu ve sektördür. Kesim ortamının kesim koşullarına uygun olması, hayvanların veteriner kontrolünden geçmiş olması ve karkasın kesim sonrası veteriner kontrolüne tabi tutulması, kesimi gerçekleştiren kişi ve kişilerin hijyen koşullarına dikkat etmesi, kesilen hayvanların stresinin minimum seviyede tutulması et kalitesi üzerinde belirleyici olan faktörlerdendir. Stres faktörü et kalitesi üzerinde belirleyici rol oynadığı için hayvanların kesime tek tek alınması gerekir. Stres faktörleri ne kadar az olursa ATP parçalanması engellenerek daha kaliteli et üretimi gerçekleştirilir. Kesimden sonra bulaşan mikroorganizmalar da ette çeşitli bozulmalara sebebiyet verir ve bu durumda ciddi kalite kayıpları yaşanmaya başlar. Kesim sırasında yapılan hatalardan ve hayvanda kesim sırasında oluşan stresten dolayı ette mikroorganizma kontaminasyonu meydana gelmektedir. Kesim esnasında kan dolaşımı artmaya başlar, bağırsak yüzeyi genişleyerek kana daha fazla yabancı madde geçişi gerçekleşir (Öztan 2011).

Et, tüketim açısından birçok çeşitli ürün için hammadde olur. Çok çeşitli işlemlerden geçerek insan tüketimine sunulur. Bunlar fiziksel yöntemler ve kimyasal yöntemler

olmak üzere birçok uygulama prosesini içerir. Bunların yanında, herhangi bir işleme prosesine tabi tutulmadan, sadece kesimden sonra uygun nem ve sıcaklık koşullarında tüketime hazır halde depo edilir.

Et tüketim tercihlerimizde, bu tercihleri belirleyen bazı tekstürel faktörler vardır. Örneğin, ete belli pişirme işlemi uygulandıktan sonra etin çiğnenebilir olması, sertlik veya yumuşaklık faktörü, sakızimsılık vb. birçok tekstürel faktör bize et hakkında bilgi verir. Bunun yanında renk, koku, tat parametreleri de tüketiciler için önemli ve spesifiklerdir.

Günümüz teknoloji dünyasında birçok gelişme birbirini takip edip birbirine ilham verirken gıda sektöründe de insanlara iyi hizmet, kaliteli ve lezzetli ürünler sunmak için çeşitli inovatif fikirler ortaya çıkmaktadır. Bu gelişmeleri et ürünleri üzerine indirgeyecek olursak geleneksel yöntemlerle başlamış olan üretim, tüketim, muhafaza metotları artan dünya nüfusu ile birlikte endüstrileşerek gelişmeye devam etmektedir.

Et endüstrisinde dünyada yaygınlaşarak gelişen, ülkemizde de yeni bir teknoloji adımı olan ete uygulanan vakum altında tamburlama işlemi tezimizin ana konusudur. Dünyada birçok çalışmaya konu olmuş, özellikle Hindistan ve Amerika’da bilim adamlarının üzerinde durduğu konulardan biri olan, ette olgunlaştırma yöntemlerinden; doğal yolla olgunlaştırma alt başlığı içerisinde yer alan, tamburlama (vakum altında) işlemi günümüzde önemli bir yer tutmaktadır. Biz de bu çalışmamızda vakum altında tamburlama işlemine ışık tutmak, dünya üzerinde yapılmış çalışmaları inceleyip ve belli zaman parametrelerinde çalışarak konu hakkında referans olacak bir çalışma ortaya koymayı hedeflemekteyiz.

Tamburlama işlemi ile amaçlanan, spesifik zaman periyotlarında (45 -60 -120 dk) ette tekstürel parametreleri tayin etmek, zaman periyotları arasındaki tekstür analiz sonuçlarından çıkan farkları değerlendirmek, ette tamburlama işlemi sırasında meydana gelen renk üzerindeki değişimi gözlemlemek, tamburlama işlemi esnasında meydana gelebilecek mikrobiyal değişimi tayin etmektir.

Kontrol grubu olarak tanımladığımız; tamburlama işlemine tabi tutulmayan et ve 45, 60 ve 120 dk’lık tamburlama işlemine tabi tutulmuş örneklerde kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamızda simmental melezi ırkına ait, 2017 doğumlu, erkek sığır karkasından alınmış ön kol butu kullanılmıştır. Ön kol butunun, bağ doku içeriği bel etine oranla yüksek olduğundan daha fazla yumuşatılmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden tez çalışmamızda vakumlu tamburlamanın ön kol butu üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Tez çalışmamızda kullanılan yatay döner vakumlu tambur makinesi, Efor Makine – Konya / Akşehir firması tarafından tedarik edilmiş olup, aşağıdaki teknik özelliklere sahiptir.

- Gövde, 1. Kalite paslanmaz kromdan imal edilmiştir.
- Kazan, 1. Kalite paslanmaz kromdan imal edilmiştir.
- Kazan iç hacmi 30 litredir.
- Dönüş devir hızı ayarlanabilmektedir.
- Motor devir aralığı min. 10 devir/dakika – maks. 60 devir/ dakika aralığında ayarlanabilmektedir.
- Kazan, vakumlanabilir sızdırmazlıktadır.
- Kazan, hava vakumlama özelliği ve tertibatına sahiptir.
- DC girişi 380 voltur.
- 1,5 kW motor gücüne sahiptir.
- Makine üzerinde güvenlik kontrol panosu bulunmaktadır.

Vakumlu tamburlama makinesi ülkemizde gıda sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Piyasada kullanılan vakumlu tamburlama makinelerinin kapasiteleri sanayi tipi olarak tanımlanan çeşitli kapasitelerde hacimlere sahiptir. Yurt dışında, özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde evlerde küçük ebatlarda tezgâh üzeri olarak satışları bulunmaktadır. Tez çalışmamızda kullanılan vakumlu tamburlama makinesi, bu sebeplerden dolayı teknik şartnamesi tarafımızdan hazırlanarak özel üretim olarak üretilmiş ve çalışmamızda kullanılmıştır.



Şekil 1.1 Vakumlu tambur makinasının genel görünüşü.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Et ve Etin İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi

Et, kesim erişkinliğine ulaşmış ve insan tüketimi için yetiştirilmiş olan, sağlıklı ve hijyenik koşullarda kesilmiş memeli türlerden elde edilen iskelet kasının yenilebilir parçalarını ifade eder. Fakat aynı zamanda diğer yenebilir organlar olan, sakatlatları da içerir. Et genellikle, yağ, diğer dokular ve iskelet kasından oluşan bir bütünü ifade eder. İskelet kasına ek olarak kesim prosesi boyunca etten ayrılmayan sinir, kan damarı, yağ dokusu, tendonlar ve bağları da içerir.

Et, içeriğindeki besin değerleri bakımından büyük bir öneme sahiptir. Kırmızı etin ölçülü tüketimi iki ana sebepten dolayı oldukça caziptir. Bunlardan ilki; büyüme ve gelişme için büyük ölçüde öneme sahip yüksek besin içeriği, özellikle proteinler, ikincisi ise; lezzetidir (Alaejos and Perera 2013).

Et tüketimi, insanlığın varoluşu ile ortaya çıkmış ve et, ilk insanlardan bu yana tüketimi yapılan en önemli gıda maddelerinden biri olmuştur. MÖ.1000’li yıllarda da Homer zamanında, “ete birçok muhafaza ve işleme metotları uygulanmaya başlanmış ve çeşitli Avrupa ve Akdeniz ülkelerinde değişik türlerde ve tiplerde (sosis vb.) üretimlerin başlaması Sezar döneminden önceye dayandırılmaktadır (Karakaya vd. 2010).

Bir insanın sağlıklı, dengeli ve yeterli beslenebilmesi için diyetinde mutlaka bulunması istenen özellikler vardır. Bunlar;

- Diyet lezzetli olmalıdır.
- Duyguları tatmin edici olmalıdır.
- Diyetin sindirilebilirliği yüksek olmalıdır.
- Diyet besin bileşenleri açısından yeterli ve dengeli olmalıdır.

Et yukarıda sıralanan özellikleri bünyesinde barındıran bir gıdadır. Etin insan metabolizmasında hazmedilebilmesi için uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Bu sebepten dolayı et, diğer pek çok gıda maddesinden daha uzun süre tokluk hissi verir. Bu durumda uzun süre fiziksel açlık tatmin edilmiş olur (Karakaya vd. 2010).

Et, bileşimindeki lipid, mineral maddeler, vitaminler ve proteinler yoluyla insanın fizyolojik açlığını gidermede önemlidir. Et proteinlerinin sindirilebilirlik yüzdeleri % 97-98 olup, etin içeriğinde bulunan yağların % 95-96'sı insan bünyesine alınabilmektedir. Tahıl proteinlerinin sindirilebilirliği ise et ile karşılaştırıldığında % 85-90, kabuklu meyve proteinlerinin sindirilebilirliği ise % 70'lere kadar iner.

Dengeli beslenmede yeterli miktarda et tüketimi; geçmişte olduğu gibi, günümüzde ve gelecekte de toplumları sağlıklı ve enerjik tutmaya devam edecektir.

Toplumlarda hayat standardı yükseldikçe et tüketimi de buna bağlı olarak artış göstermektedir (Karakaya vd. 2010).

Et, içeriğindeki bazı aminoasitler ve bioaktif bileşenler sayesinde insan sağlığını destekleyici ve hastalıklara karşı önleyici fonksiyonel özellikler taşır. Bu yararlarından bazıları şu şekildedir;

- Sarcopenia gibi (iskelet kas kaybı) kas kaybına sebep olan hastalıkları önlemek,
- Bağ dokudan gelen ACE (Anjiyotensin dönüştürücü enzim) önleyici bileşenler ile tansiyon homeostazını sağlamak,
- Et türevi nükleotidler ve nükleozlar aracılığıyla, fonksiyonel bir bağırsak florası oluşturmaktır (Aşçıoğlu 2013).

2.2 Kesimden Sonra Ette Meydana Gelen Değişimler

Şekil 2.1'de gösterildiği üzere kesimden hemen sonra, kasta önemli ölçüde biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir (Öztan 2010).

Bu değişiklikler dört fazda toplanmaktadır;

- Sıcak et fazı – İNTRA MORTEM
- Ölüm sertliği fazı – RİGOR MORTİS
- En yüksek asitlik fazı – POST MORTEM
- Tam olgunluk fazı – POST MORTEM

Bu faz özelliklerinin oluşmasında kasaplık hayvanların kesim öncesi – pre mortem durumları önemli derecede etkili olmaktadır. Bu yüzden iyi bir verim sağlanması için sadece sağlıklı hayvanlar kesilmeli, kesilen hayvanın besisi durumu iyi olmalı, hayvan

kesim öncesi var olan stres bitene kadar mutlaka dinlendirilmeli, kesim işlemi hijyenik koşullara uygun ve hızlı bir şekilde yapılmalı, kesimden sonra karkas hızla soğutulmalıdır. Ancak bu koşullar altında kasta glikojen seviyesi normal seviyede tutulur. Kesimden sonra glikoliz ile birlikte laktik asit çevrimi başlamaktadır. Ette meydana gelen bu duruma sıcak et fazı (intra mortem faz) denilmektedir.

Canlı hayvanda pH 7,0'nin üzerinde, genellikle pH 7,3 olarak ölçülür. pH değeri kesimle birlikte pH 7,0, sıcak et fazında (intra mortem faz) ise pH 6,4-6,8 değerlerine inmektedir. Glikojen ve ATP miktarı en yüksek seviyelerde olmaktadır. Bu fazda etin su tutma kapasitesi yükselir.

Kesimden sonra ATP parçalanması ve glikoliz olayının başlaması ile sıcak et fazının sona ermesi (intra mortem faz) arasında geçen süre genellikle 4 ile 6 saat arasında gözlemlenmektedir.

Ölüm sertliği fazı olarak ifade edilen rigor mortis kesimden 6 saat sonra başlar. Sıcak et fazını tamamlamış olan ette, yaklaşık 6-10 saat rigor mortis devam eder. Bu fazda kas elastikiyetini önemli ölçüde kaybeder. Önce boyun bölümü, daha sonra ön kol ve but eklemleri hareketsiz hale gelerek kasların sertleşmesi giderek bütün vücuda yayılır. Rigor mortis safhasında önemli bazı kimyasal değişimler gözlemlenir. Bu değişiklikler aşağıdaki gibidir;

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

Taze ette kimyasal ve biyokimyasal prosesler yavaş oluşmalı, etin pH'sı kesimden en az 2-3 saat sonra düşmeli, rigor mortis ise kesimin 6. ve 20. Saatleri arasında gerçekleşmelidir. Kesimden 20-24 saat sonra kurallara uygun olarak soğutulmuş ette post mortal reaksiyonlar başlamaktadır. Kimyasal açıdan gerçekleşen glikojen ve ATP parçalanması tamamlanmaktadır. Etteki laktik asit miktarı en yüksek asitlik fazında (post mortem faz) en yüksek seviyeye çıkmaktadır. Bu fazda pH en düşük seviyede olmaktadır.

Post mortal dönemdeki son aşama ise olgunlaşma fazıdır. Bu faz döneminde duyuşsal özellikler oluşmaya başlar ve fiziksel değışiklikler ile et tüketilir niteliğini kazanmış olur. Olgunlaşma süreci otolitik bir proses olup; mikroorganizma ve enzimatik faaliyetler sonucu etin ve bağ dokunun yumuşaması gerçekleşir. Su tutma kapasitesi artar. pH yükselir. Karbonhidratlar, azotlu öz maddeler ve proteinlerin parçalanması sonucu oluşan yeni ürünler ve yağ oksidasyonu ile etin tat ve koku oluşumu sağlanır.

Kesimden sonra, et enzimleri faaliyete geçer ve hücrelerde mikroorganizma çoğalması gözlemlenir. Gelişen biyokimyasal olaylarla ATP parçalanması gerçekleşirken, pH'nın 5,3-5,6 civarına düşmesi ile rigor mortis başlamış olur. Mikroorganizma faaliyetlerine bağlı olarak pH'nın tekrardan yükselmesi ile rigor kendiliğinden ortadan kalkar, ancak bu arada gelişen olaylarla etin fibrilik yapısı değışir, bağ doku yumuşar, tat ve koku gelişimi ile birlikte et tüketilir nitelik kazanmış olur (Öztan 2011).

2.2.1 Rigor Mortis

Kesim ile birlikte hücreye oksijen girişı durduğundan sitrat çevrimi ve sitokrom sistemi de durmuş olur. Aerobik yoldan elde edilemeyen enerji metabolizması anaerobik yola dönüşür ve laktik asit çevrimi başlar. Anaerobik glikoliz ile oluşan laktik asit pH'yı düşürür. Ayrıca hücreden dışarı atılamayan CO₂, hücre içinde su ile reaksiyona girerek, karbonik asite dönüşür ve bu yolla da pH üzerine etkili eder.

Kas, rigor mortis fazında esnekliğini ve gerilme özelliğini kaybeder, ardından kasılmaya başlar. Tüm eklemler hareket yeteneğini kaybederek vücut sertleşir. Kastaki glikojen deposu tamamen boşaldıktan sonra mevcuttaki kreatinfosfataz, ATP parçalanmasını başlatır. Ette mevcutta bulunan diğer enzimler de ATP parçalanmasına yardımcı olur. Bu parçalanma canlı organizmada olduğu gibi ADP seviyesinde kalmaz, devam ederek, inosinmonofosfat (IMP), inosin ve hipoksantine kadar sürer (Öztan 2011).



Şekil 2.2 Kesimi henüz yapılmış büyükbaş hayvanlar.



Şekil 2.3 Kesimi henüz yapılmış hayvanlardan kan akıtma işlemi.



Şekil 2.4 Kesimden yaklaşık 20 dakika sonra deri yüzme işlemi için bekleyen büyükbaş hayvanlar.



Şekil 2.5 Deri yüzme işlemi için kesimi tamamlanmış büyükbaş hayvanlar.



Şekil 2.6 Deri yüzme işlemi.



Şekil 2.7 Deri yüzme işlemi.

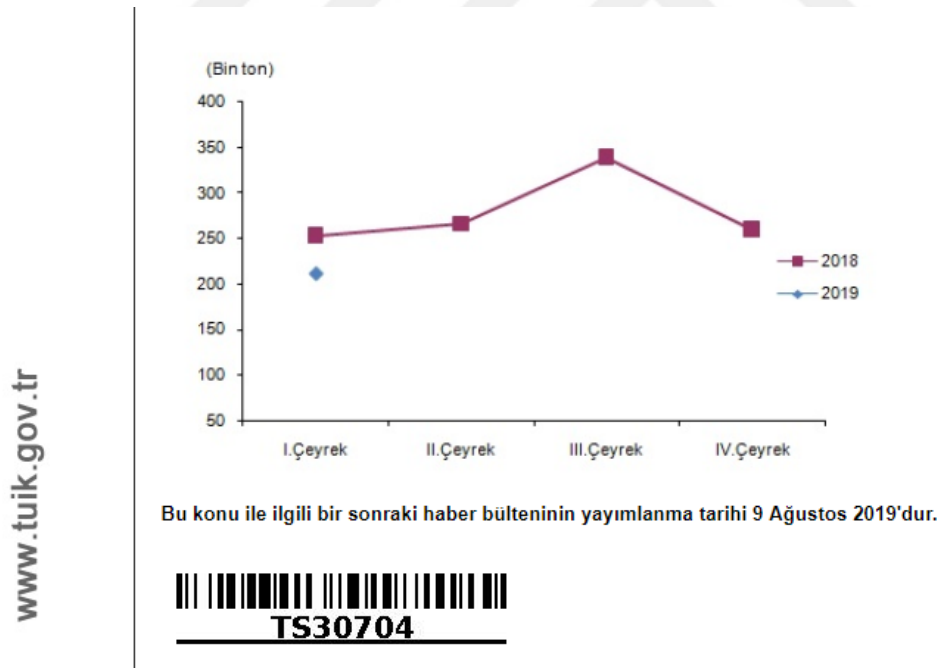
Resimlerde TR640000672637 hayvan no'lu simental melezi erkek sığırın ön kol butu alınarak tez çalışması amaç ve maksadına uygun olarak kullanılmıştır.

2.3 Türkiye’de Et Üretimi ve Tüketimi – İstatiksel Veriler

2.3.1 Türkiye’de Et Üretimi

Şekil 2.8’de gösterildiği üzere Türkiye İstatistik Kurumu’nun 10/05/2019 tarihinde yayımlanmış olduğu hayvancılık istatistikleri incelendiğinde, toplam kırmızı et üretimi I. Çeyrekte 211.435 ton olarak tahmin edildi (I. Çeyrek: Ocak- Mart, 2019). Toplam kırmızı et üretimi bir önceki çeyreğe göre %18,6, bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %16,5 azaldı. Toplam kırmızı et üretimi içinde sadece kesimhanelerde üretilen kırmızı et miktarı ise 174.052 ton olarak gerçekleşti (TÜİK 2019).

Sığır üretimi bir önceki çeyreğe göre %20,2, bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %13,7 oranında azaldı. Sığır üretimi 191.287 ton olarak tahmin edildi (TÜİK 2019).



Teknik bilgi için: İRFAN UZUNPINAR
Telefon: +90 312 454 78 81
e.posta: irfan.uzunpinar@tuik.gov.tr

Bilgi talebi için: Bilgi Dağıtım Grubu
Telefon: +90 312 454 72 56
e.posta: bilgi@tuik.gov.tr

f / tuikbilgi
t / tuikbilgi

Şekil 2.8 2018-2019 yılları arasında kırmızı et tüketimi (TÜİK 2019).

2.3.2 Türkiye’de Et Tüketimi

Türkiye’de 2018 yılı Ekim ayı itibari ile 1.628.000 ton düzeyinde tüketim tahmin edilmiş olup Şekil 2.9’da gösterilmiştir (İnt. Kyn.1).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
						2018 Ekim
Production						
Brazil	9,675	9,723	9,425	9,204	9,450	9,700
European Union	7,388	7,443	7,684	7,881	7,890	7,900
China	6,730	6,890	6,700	7,000	7,070	7,110
India	3,800	4,100	4,100	4,200	4,250	4,300
Argentina	2,050	2,700	2,720	2,650	2,760	2,900
Australia	2,359	2,595	2,547	2,125	2,125	2,250
Mexico	1,807	1,827	1,850	1,879	1,915	1,960
Pakistan	1,630	1,685	1,710	1,750	1,780	1,800
Turkey	1,217	1,245	1,423	1,484	1,515	1,600
Russia	1,385	1,375	1,355	1,335	1,315	1,300
Others	9,943	10,157	9,368	9,348	9,194	9,286
Total Foreign	48,784	49,740	48,882	48,936	49,264	50,106
United States	11,751	11,075	10,817	11,507	12,109	12,448
Total	60,535	60,815	59,699	60,443	61,373	62,554
Total Dom. Consumption						
China	7,112	7,277	7,342	7,765	7,905	8,140
Brazil	7,885	7,896	7,701	7,652	7,745	7,935
European Union	7,520	7,514	7,744	7,906	7,830	7,840
Argentina	2,664	2,503	2,534	2,434	2,400	2,550
India	1,919	2,018	2,294	2,436	2,425	2,450
Mexico	1,873	1,839	1,797	1,809	1,840	1,875
Russia	2,398	2,297	1,966	1,847	1,824	1,770
Pakistan	1,576	1,627	1,636	1,685	1,711	1,726
Turkey	1,222	1,250	1,457	1,496	1,523	1,628
Japan	1,232	1,225	1,186	1,215	1,260	1,265
Others	11,733	12,062	10,806	10,791	10,548	10,847
Total Foreign	47,134	47,508	46,543	47,036	47,171	48,026
United States	11,608	11,241	11,276	11,678	12,191	12,524
Total	58,742	58,749	57,819	58,714	59,362	60,550

Şekil 2.9 2018 yılı Türkiye et tüketim miktarı (İnt. Kyn.1).

2.3.3 Simmental Irkı

Çok yönlü bir sığır olan simmental (SIM), dünyanın en eski ve en yaygın yetiştirilen ırklarından biridir. Bu ırk çok sayıda sığır genotipinin geliştirilmesine de tanıklık etmiştir. SIM, yüksek süt ve döl verimi yanında, besi performansı ve hastalıklara dayanıklılık gibi özellikleri nedeniyle üreticiler tarafından son yıllarda tercih edilen bir ırk haline gelmiştir (Koç 2016).

2.4 Etin Kimyasal Bileşimi

Et; protein ve amino asitler, su, yağ ve yağ asitleri, mineral maddeler, vitaminler ve diğer bioaktif bileşenler ve az miktarda karbonhidrattan oluşur.

Et yaklaşık olarak % 75 su, % 19 protein, % 2,5 yağ, % 1,2 karbonhidrat ve % 2,3 oranında çözünebilir, protein olmayan yapıları içerir. Bu yapılar aminoasitler, inorganik maddeler ve minerallerdir.

Et önemini içeriğindeki esansiyel aminoasitlerden, bünyesinde barındırdığı yüksek orandaki mineral ve vitaminlerden alır. Et, bitkilerde bulunmayan B₁₂ vitaminini ve vejetaryen diyetlerinde kolay kolay bulunmayan demir yönünden zengindir ve ilgili değerler Çizelge 2.1, 2.2 ve 2.3'te gösterildiği gibidir (Alaejos and Perera 2013).

Çizelge 2.1 Yağlı ve yağsız etlerin bileşimi (100 gram için) (Alaejos and Perera 2013).

Et Cinsi	Su (g)	Enerji (MJ)	Protein (g)	Toplam yağ (g)	Yağ asitleri			Kolesterol (mg)
					SFA (g)	MUFA (g)	PUFA (g)	
Sığır eti, çiğ, yağlı	24	2,6	9	67	29	32	3	90
Sığır eti, çiğ, yağsız	74	0,5	20	5	2	2	0,2	60
Kuzu, yağlı	21	2,8	6	72	36	28	3	75
Kuzu, yağsız	70	0,7	21	9	4	3	0,4	80
Domuz, yağlı	21	2,8	7	71	26	29	11	75
Domuz, yağsız	71	0,6	21	7	2,5	3	1	70
Tavuk, yağlı	72	0,6	19	7	2,3	2,9	1,3	82
Tavuk, yağsız	74	0,5	22	3	1	1,3	0,3	80

Toplam yağ: yağ asitleri, trans yağ asitleri, fosfolipidler, steroller, SFA: doymuş yağ asitleri. MUFA: tekli doymamış yağ asitleri, PUFA: çoklu doymamış yağ asitleri.

Çizelge 2.2 Yağlı ve yağsız etlerin vitamin ve mineral bileşimi (100 gram için) (Alaejos and Perera, 2013).

Et Cinsi	Fe	Cu	Zn	A	D	E	B ₁	B ₂	B ₃	B ₆	B ₅	B ₈	Folik asit	B ₁₂
	mg	mg	mg	µg		mg	mg	mg	mg	mg	µg	µg	µg	µg
Sığır eti, çiğ, yağlı	1	0,11	1	-	-	0,31	-	-	-	-	-	tr	-	tr
Sığır eti, çiğ, yağsız	1,9	0,13	4,3	tr	tr	0,17	0,06	0,22	5	0,39	0,6	tr	10	2
Kuzu, yağlı	0,8	0,16	0,8	-	-	0,3	-	-	-	-	-	tr	-	tr
Kuzu, yağsız	1,7	0,18	4,2	6,6	tr	0,14	0,13	0,27	6	0,23	0,7	2	6	2
Domuz, yağlı	0,8	0,1	0,5	tr	tr	0,03	-	-	-	-	-	tr	-	tr
Domuz, yağsız	0,9	0,16	2,4	tr	tr	0,01	0,93	0,25	6	0,46	1	3	5	3
Tavuk, yağlı	0,8	0,32	0,8	tr	tr	0,22	0,7	0,18	7	0,33	0,4	7	1,2	-
Tavuk, yağsız	1	0,51	10	tr	tr	0,21	1,02	0,12	11	0,54	0,5	12	0,8	-

Çizelge 2.3 100 gram etin besinsel bileşenleri (Alaejos and Perera 2013).

Et Cinsi	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Enerji(kcal)
Sığır eti	68,5	1,0	16,8	13,7	196
Sığır eti, yağsız	73,0	1,2	21,3	5,2	136
Dana	73,7	1,1	20,5	5,4	134
Dana, yağsız	76,6	1,2	22,3	0,8	99
Domuz	55,1	0,7	14,7	29,3	333
Domuz, yağsız	74,1	1,0	20,8	4,2	125
Koyun	63,3	1,0	16,2	19,7	250
Koyun, yağsız	67,1	1,1	18,8	13,5	203
Keçi	70,0	1,0	19,5	7,9	161

2.4.1 Su

Çeşitli türlere ait etlerin kimyasal kompozisyonunda en fazla bulunan bileşen sudur. Etlerin yaklaşık olarak %75 (65-80)'ini su oluşturur. Etin yapısını oluşturan hücre içi ve hücre dışı ortamın büyük bir kısmı sudan oluşmakta, hücrelerde bulunan çok sayıda bileşen ya suda çözünmüş ya da süspansiyon halinde bulunmaktadır. Etin yapısında bulunan su; etin kalitesi üzerine etkili olurken, mikroorganizmaların aktivitelerini sürdürmeleri, ette oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların gerçekleşmesi, etin ürüne işlenmesi sürecinde ortama ilave edilen tuz ve benzeri katkı maddelerinin etkinlik kazanmasında da görev almaktadır. Etin hacimsel olarak artışı ya da azalışı ortamda suyun varlığına bağlıdır (Karakaya vd. 2010).

Genel olarak, genç hayvanların etlerindeki su oranı, yaşlı hayvanların etlerine göre daha yüksektir. Kasaplık hayvanların yaşı ilerledikçe etteki su oranı nispi olarak azalmaktadır. Kasaplık hayvanın kesimi sonucunda elde edilen karkasın her tarafındaki kaslarda su oranı aynı miktarda değildir. Karkasın hareketli bölgelerindeki etlerde su oranı daha düşük olup, az hareketli/hareketsiz bölgelerden elde edilen etlerde su oranı ise daha yüksektir. Etteki su içeriği, etin elde edildiği hayvanın türüne göre de değişim göstermektedir. Örneğin sığır etlerinin ortalama su içeriği diğer türlerin aynı kaslarına göre genellikle daha yüksektir (Karakaya vd. 2010).

Etin ortalama %75'i sudan oluşmasına rağmen, et, katı kıvamda bir görüntüye sahiptir. Etin bileşimindeki su 3 farklı formda bulunmaktadır. Bunlar;

- Bağlı su (hidratasyon suyu),
- İmmobilize su,
- Serbest sudur.

Su molekülleri, elektron dağılımı nedeniyle dipol (çift kutuplu) karakterde olduğundan her su molekülü bir pozitif (+), bir de negatif (-) kutba sahiptir. Bağlı suyun oluşması için, proteinlerin yapısındaki polipeptit zincirlerinde bazı aminoasitlerin bulunması gerekmektedir. Monomoleküler tabaka (tek tabaka) şeklinde oluşan bağlı su, etteki toplam suyun yaklaşık %4'lük kısmını oluşturmaktadır.

Hidratasyon suyunun özellikleri, kristal formdaki donmuş suyun özelliklerine

benzemektedir. Normal formdaki suya göre donma noktası daha düşük olup, daha az çözücü özellik ve daha az buhar basıncı taşır. Bu suyun proteinlerin yapısından ayrılması zordur. Etin içerdiği suyun önemli bir kısmı hidrasyon suyu gibi proteinlere sıkıca bağlı olmayan immobilize (hareketi kısıtlanmış) formdadır. İmmobilize, sabitlenmiş, hareketi kısıtlanmış olma durumlarına verilen addır. İmmobilize su moleküllerinin bağlanma enerjileri, protein moleküllerinin hidrofil gruplarına uzaklıklarına göre farklılık göstermektedir. İmmobilize su molekülleri, bağlı suya bir tabaka şeklinde tutunmuştur. Etin bileşimindeki serbest suyun önemli bir kısmı immobilize formda olup, et kesildiğinde veya doğrandığında bu su serbest hale geçip uzaklaşmamaktadır. Serbest su ise, hücreler arasında bulunmakta ve etin bileşenlerine çok zayıf bağlarla bağlı olduğu için kolayca ortamdaki ayrılabilir. Örneğin donmuş etin çözündürülmesinde dışarı sızan su, serbest formdaki sudur.

Teknolojik olarak işlenmiş ürünlerin üretiminde kullanılmasında, serbest formdaki su önemlidir. Çünkü serbest su molekülleri ete sadece kapillar (kılcal) güç vasıtası ile tutunmaktadır. Etin bileşimindeki toplam suyun aktif kısmını, serbest formdaki su oluşturmaktadır. Etin bileşimindeki sudan söz ederken, serbest su ve immobilize suyun her ikisi birlikte değerlendirilmelidir. Serbest su ve immobilize su arasında negatif bir korelasyon (ilişki) söz konusudur (Karakaya vd. 2010).

2.4.2 Protein

Etin insan beslenmesi açısından en önemli özelliği şüphesiz proteindir. Etin bileşimine bakıldığında sudan sonra en yüksek miktarda bulunan besin maddesi, proteindir. Bir etin protein içeriği; hayvanın türüne, yaşına, kasın çeşidine, etin sunuluş şekline (kıyma, dilim, kuşbaşı, kemikli, kemiksiz vs.) bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, ortalama % 18 (% 16,5-21,0) protein içerir. Bir gıdanın bileşimindeki protein miktarı, kalitesi ve kökeni (hayvansal veya bitkisel) insan beslenmesi açısından çok önemlidir. Yetişkin bir bireyin her bir kilogramlık canlı ağırlığı için 1 gram, hamile bayanların 1,5 gram, emzikli bayanların 2 gram, küçük çocukların ise 1-3,5 gram (yaşa göre miktar değişim göstermektedir) proteine ihtiyaç duyar (Karakaya vd. 2010).

Etin önemini artıran bir diğer husus, et proteinlerinin biyolojik değeridir. Mevcut gıda kaynakları arasında et proteinlerinin biyolojik değeri oldukça fazladır. Bir proteinin bünyesindeki aminoasit içeriği nispetinde biyolojik değeri belirlenir. Aynı zamanda proteinin biyolojik değerinin yüksek olması için, içerdiği aminoasit miktarının dengeli ve yüksek olması gerekmektedir. Yaklaşık 60 kg ağırlığında bir insan, günde 60 gram proteine ihtiyaç duyar. Bu ihtiyacın karşılanması noktasında mümkünse yarısı veya %40-45'i hayvansal kökenli olmalıdır. Fikren çalışan insanlarda bu oran %30 olarak arttırılmalıdır. Hayvansal kaynaklı proteinler ve bu proteinler içerisinde et proteinleri insan vücudu için gerekli olan esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içerdikleri için yüksek biyolojik değere de sahiptirler (Karakaya vd. 2010).

Biyolojik değer: Aminoasitlerin kendi aralarında birbirlerine göre olan oranları protein kaynaklı yiyeceklerin içinde değişmektedir. Vücudun proteinleri kullanabilme kabiliyetini bu aminoasit oranları belirlemektedir. Bu durum proteinin biyolojik değeri ile ifade edilir.

Etin bileşimindeki proteinler;

- 1- Kas doku proteinleri,
- 2- Bağ doku proteinleri olmak üzere ikiye ayrılır.

Kas dokusu proteinleri üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış olup, etteki kuru maddenin % 80'ini proteinlerden oluşturmaktadır. Kas dokusu proteinleri, toplam et proteinlerinin yaklaşık olarak % 16'sını meydana getirmekte, sarkoplazmik proteinler ve myofibriler proteinler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.1 Sarkoplazmik Proteinler

Özellikleri

- Suda çözünen protein fraksiyonudur.
- Kasın % 6'lık kısmını meydana getirirler.
- Hayvan vücudundaki toplam proteinlerin % 20-25'ini oluşturmaktadırlar.

- Kas hücresi içerisinde myofibrilleri çevreleyen ve miyofibriller arasında nüfuz eden sıvı içerisinde bulunan proteinlerdir.

Fraksiyonları

- Stoplazmik supernatant: Kasın % 4'ünü oluşturmaktadırlar. Çözünebilir özelliktedir. Bu fraksiyondan; aldolaz, gliseraldehit ve glikolitik enzimler izole edilebilir.
- Nüklear fraksiyon: Çeşitli proteinler, RNA, DNA ve lipoproteinlerden oluşur.
- Mikrozomal fraksiyon: Myoglobin, hemoglobin, lizozom ve sarkoplazmik retikulumdur.

1.2 Myofibriler Proteinler

Özellikleri

- Kasın % 10'unu oluşturur.
- Kasın bünye ve sağlamlığını oluşturur.
- Kaslardaki kimyasal enerjiyi, mekanik enerjiye çevirirler.
- Konsantre tuz eriyiğinde çözünürler.

Fraksiyonları

- Myosin
- Aktin
- Aktomyosin
- Troponin
- Tropomyosin
- α - aktinin
- β – aktinin
- C proteini
- M- çizgi proteini.

Ayrıca myofibriller proteinlerde; Ca^{+2} bağlayıcı özelliğe sahip ve birinin ismi Calsequestrin olan iki protein fraksiyonu daha tespit edilmiştir (Karakaya vd. 2010).

1- Bağ Doku Proteinleri

Etteki toplam proteinlerin yaklaşık % 2'lik kısmını oluşturan bağ doku proteinleri, stroma proteinleri olarak da adlandırılır. Bağ doku proteinleri; et kalitesi üzerine, etin sertlik ve gevreklik gibi tekstürel özellikleri üzerine ve pişirme şekline etkili olduğu gibi etlerin et ürünlerine işlenmesinde de çok önemlidir. En önemli bağ doku proteini kollagen olup, elastin ve retikulin de bu grupta yer almaktadır (Karakaya vd. 2010).

Kollagen

Kasaplık hayvanların vücudunda en fazla bulunan bağ doku proteindir. Diğer proteinlere nazaran bileşiminde yüksek oranda (% 17,8) azot içerir. Kollagenin bileşiminde; hidroksiprolin % 14,6, glisin % 26,6, prolin % 14,4 ve glutamik asit ise % 11,2 düzeyinde bulunmaktadır. Kollagenin diğer et proteinlerinden ayrılan bir özelliği de yüksek oranda hidroksiprolin içermesidir. Et veya et ürünlerinde bağ doku miktarının belirlenmesinde hidroksiprolinden faydalanılmaktadır (Karakaya vd. 2010).

Elastin

Fibroz yapıda olan diğer bir bağ doku proteindir. Kas fibrillerinin çevresinde bulunan endomisyal kollagenler içerisindeki iplikçiler şeklinde uzanmaktadırlar. Yapısında dezmosin ve izodezmosin gibi aminoasit benzeri bileşiklerde bulunur. Elastin iplikçiklerin iki yönlü olarak uzama kabiliyetleri vardır. Bu özelliği ile diğer bağ doku proteinlerinden belirli düzeylerde farklılık gösterirler (Karakaya vd. 2010).

Retikulin

İnce ağ şeklinde bir yapıya sahiptirler. Kollagene benzemektedirler ve çok dayanıklı bir proteindir. Kollagenaz enzimi tarafından parçalanmaktadır. Bileşiminde yaklaşık % 4,0 civarında karbonhidrat içermektedirler (Karakaya vd. 2010).

2.4.3 Fonksiyonlarına Göre Et Proteinleri

Et proteinleri fonksiyonlarına göre 3 grupta sınıflandırılır.

1) Myofibriler proteinler:

Toplam kas kütesinin yaklaşık % 10 'luk kısmını oluşturan myofibriler proteinler, tüm kas yapısından sorumlu en fazla bulunan iki proteini; aktin ve miyosini içerir. Bunun yanına az miktarda troponin ve tropomiyosini de içermektedir. Bu proteinlerin hepsi kasın kasılmasından sorumludur (Alaejos and Perera 2013).

2) Sarkoplazmik proteinler:

Toplam kas kütesinin ortalama % 5,5-11,5'ini oluşturan proteinlerdir. Oldukça fazla sarkoplazmik protein vardır. Bunların çoğu, glikolitik döngüde glikolitik enzimlerle, depo edilmiş enerjiyi kas gücüne dönüştürmekte kullanılırlar. Albümin ve globülin hücrel metabolizmanın multienzimatik sistemine aittir. Bunların yanı sıra solunum pigmentleri olan hemoglobin ve miyoglobin de bu gruba aittir. Solunum pigmenti olan miyoglobin, toplam pigmentler içerisinde %80-90'lık kısmını oluştururken, hemoglobin daha düşük oranlarda bulunmaktadır. Miyoglobin ete kırmızı rengini veren renk pigmentidir.

Miyoglobin olarak adlandırılan kırmızı renk pigmenti etin karakteristik rengini sağlar. Hemoglobin canlı hayvanda dokulara oksijen taşımakla da görevlidir. Özellikle, miyoglobin kas lifleri ve kas hücreleri için oksijen deposudur. Oksijen canlı hayvanlarda kasın kasılmasına neden olan biyokimyasal proses için ihtiyaçtır. Miyoglobin, globin bağının bir zinciri olarak oluşturulmuş bir hemo grubudur. Fe⁺² içeren Hemo grubu, demir

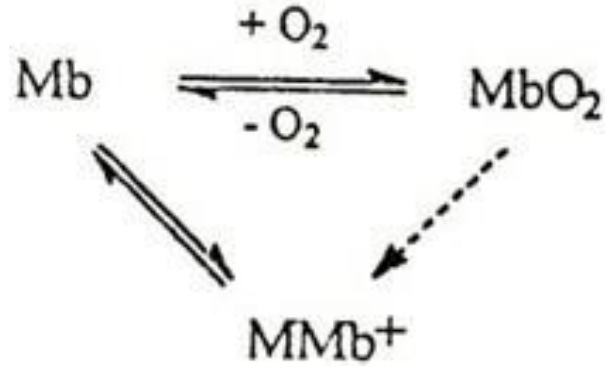
Fe^{+2} olarak kalırken, H_2O , O_2 ve NO gibi molekülleri bağlayabilir. Kan pigmenti olan hemoglobin (molekül kütlesi 67000 g/mol), yapı olarak myoglobin yapısına benzemektedir. Fakat hemoglobin 4 hemo grubu içerir. Hemo grup, her iki pigmentte de aynıdır. Fakat globinler, aminoasit içeriği bakımından farklılık gösterir.

Myoglobin, O_2 ile hemoglobinden daha güçlü bağ kurar ve bu yolla O_2 tedarikinin rezervi olarak rol oynar.

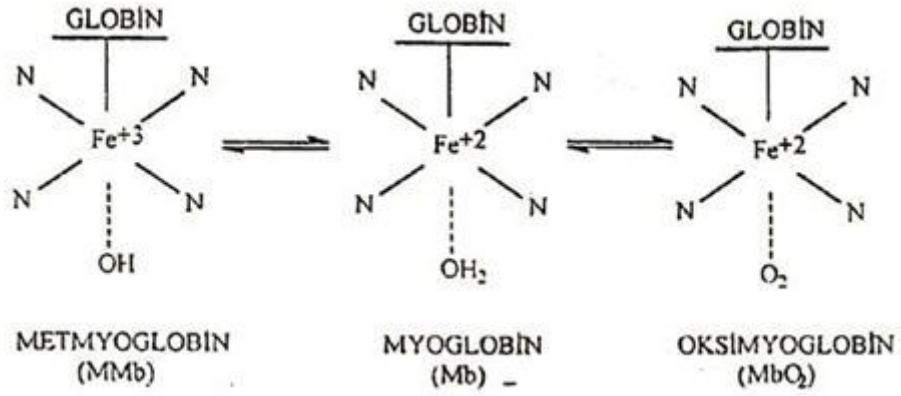
İşlenmemiş ette, myoglobin farklı formlara dönüşebilir. Myoglobin O_2 ile bağlandığında oksimiyoglobine dönüşür ve ilgili mekanizma Şekil 2.10, 2.11 ve 2.12’de belirtilmektedir (Öztan 2011). Oksijene doymuş yapı, beraberindeki esmerleşme prosesinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} ‘ün oksidasyonuna oldukça dirençli hale gelir.

Fakat O_2 ’nin kısmi basıncı düşük olursa, Fe^{+2} , Fe^{+3} ’e okside olur ve bu oksidasyon O_2 tarafından indirgenmesine rağmen metmyoglobin ve kahverengilik oluşur. Ette oksijen bağlama formuna geri dönüştüren hücrelerarası metmyoglobini indirgeyebilen koenzimler vardır. Diğer doku metabolizması ve mikroorganizmaların varlığı etteki mevcut oksijeni indirgemeye eğilimlidir. Bu durum etin kırmızı rengini kaybetmesinin sebeplerinden bir tanesidir.

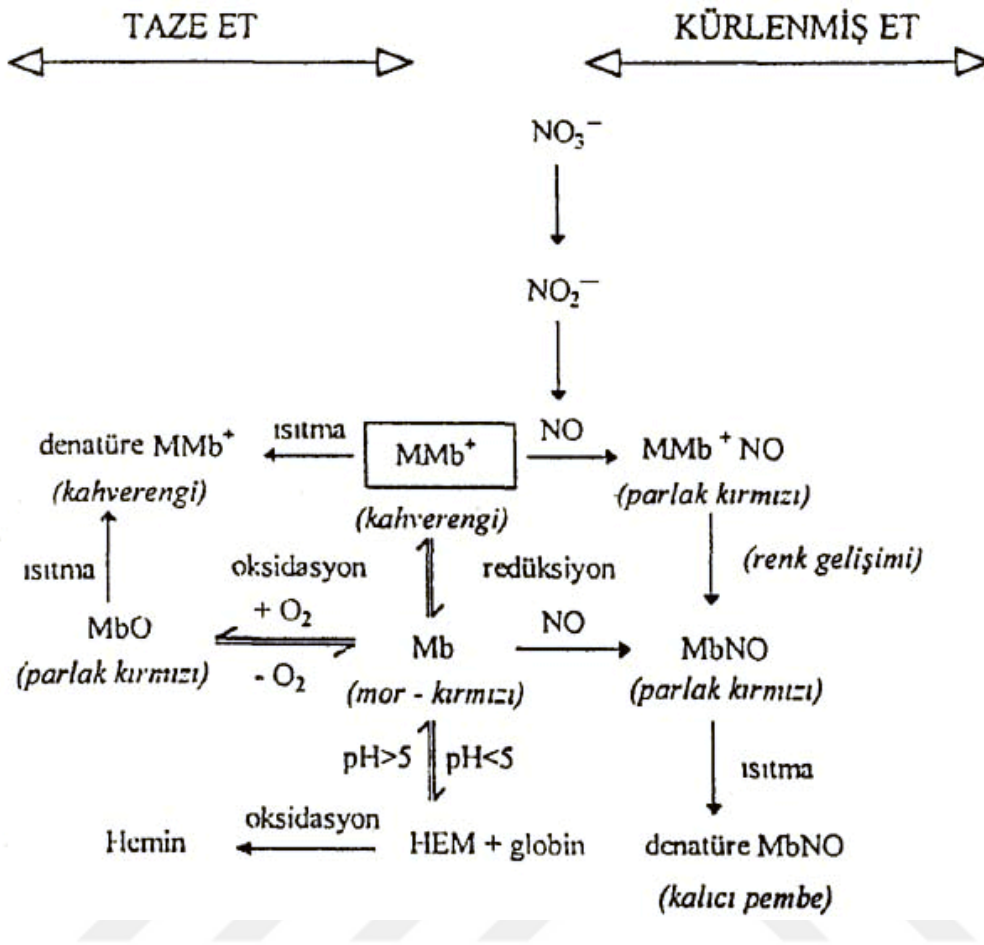
Daha fazla myoglobin konsantrasyonu, daha yoğun kas rengi sağlar. Myoglobin konsantrasyonundaki bu değişim ve farklar, aynı karkastaki bir kas grubunun neden diğerinden daha açık veya daha koyu renkte olduğunu açıklar. Kastaki myoglobin konsantrasyonu aynı zamanda hayvan türleri arasında da değişir. Hayvanın yaşlanması ile beraber aynı zamanda pigment yoğunluğuna etki eder. Daha yaşlı hayvanlar daha koyu pigmentasyona sahiptir (Alaejos and Perera 2013).



Şekil 2.10 Miyoglobin, oksimiyoglobin, metmyoglobin'in birbirleri ile ilişkileri (Öztañ 2011).



Şekil 2.11 Miyoglobindeki değışiklikler.



Şekil 2.12 Miyogloblin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi (Öztan 2011).

3) Bağ Doku Proteinleri (Stroma Proteinleri)

Dokular arasındaki bağlantıları sağlayan proteinleridir (Tendonlar, ligament, kıkırdak, kemik, sinir, kan hücresi ve kan damarları, adipoz (yağlı doku)). Ana bileşeni kollajendir ve az miktarda elastin ve retikülin içerir. Stroma proteinleri dayanıklı ve parçalanmaya dirençli oldukları için et kalitesini etkiler. Su tutma kapasiteleri emülsiyonlaştırma güçleri ve besleyici değerleri düşüktür. Elastin, tripsin, kimotripsin ve pepsine dirençliyen, pankreastan salgılanan elastaz enzimi tarafından parçalanır. Bu protein Lys (Lizin) aminoasidinde boldur. Bağ doku proteinleri, başta kollogen olmak üzere, elastin ve retikulin de bu grupta yer alır.

Kollagen, hayvan vücudunda en fazla bulunan proteindir. Yaklaşık oranı %20-%25 arasında değişmektedir. Kollagen dokuları kasa bağlayan ana bileşendir ve aynı zamanda

deri ve kemikte mevcuttur. Kollagen kas fibrillerini bir arada tutar (Alaejos and Perera 2013).

Kollagen proteinler diğer proteinlerle kıyaslandığında bünyesinde en fazla azot içeren (%17,8) bağ doku proteindir. Kollagenin bileşiminde, %14,6 hidroksiprolin, %26,6, %14,4 prolin ve %11,2 oranlarında hidroksiprolin içermesidir. Kollagenin içerdiği hidroksiprolin miktarından yararlanılarak et ve et ürünlerinde bağ doku miktarı belirlenir.

Elastin, fibroz yapıda bulunan bir stroma proteindir. Kas fibrillerinin çevresinde yer almakta olan endomisyal kollagenler içerisindeki iplikçikler şeklinde uzanmaktadır. Yapısında **dezmosin** ve **izodezmosin** gibi aminoaside benzeyen bileşikler barındırır. Elastin iplikçiklerinin iki yönlü uzama fonksiyonları vardır. Bu özellikler diğer bağ doku proteinlerinden az da olsa farklılık göstermesini sağlar.

Retikulin, ince ağ şeklinde bir yapıya sahiptir. Kollagene benzer. Dayanıklı bir protein olup, kollagenaz enzimi tarafından parçalanır. İçeriğinde %4 oranında karbonhidrat içerir (Karakaya vd. 2010).

Çizelge 2.4 Ette ortalama aminoasit içeriği (1 gram protein içerisinde yer alan aminoasitlerin mg cinsinden değeri) (Alaejos and Perera 2013).

Aminoasit	Sığır eti	Domuz	Kuzu	Tavuk
Alanin	65	63	62	29
Arginin	67	64	68	62
Aspartik asit	87	89	86	91
Sistin	13	13	13	11
Glutamik asit	146	148	145	159
Glisin	73	62	67	58
Histidin	32	33	28	28
İzolösin	52	50	48	54
Lösin	83	75	73	72
Lisin	87	79	76	78
Metiyonin	25	26	23	26
Fenilalanin	40	41	38	38
Prolin	53	46	48	40
Serin	39	40	38	32
Treonin	42	50	49	39
Triptofan	12	13	12	11
Trozin	34	30	33	31
Valin	57	51	51	46
Toplam aromatik aminoasitler	74	71	71	69
Toplam sülfürlü aminoasitler	38	39	36	37

2.4.4 Yağ

Etin yağ bileşimi hayvan türüne ve hayvan beslenmesine geniş oranda bağlıdır. Yetiştirildiği yer ve beslenme şekli, vücut anatomisi, kesilme ve pişirme şekli de yağ oranını etkiler. Geyik gibi hayvanlar diğer çiftlik hayvanlarından daha yağsızdır. Ruminant (geviş getiren) hayvanların yağ oranları arasında önemli fark vardır. Örneğin domuzlar ve tavşanlar pek çok çeşitte beslenmeleri sebebiyle yüksek oranda doymamış yağ asidi taşırlar.

Etin içeriğindeki yağ, doymuş yağ olarak adlandırılan gruba aittir. Bu grup, balık yağı ve sebzelerden daha yüksek derecede uzun zincirli doymuş yağ asitlerini içerir. Et içeriğinde en bol bulunan doymuş yağ asitleri, % 28-29 oranında palmitik asit, % 13-20 oranında stearik asit, daha az miktarlarda miristik asit, laurik ve araşidik asit ihtiva eder. Doymamış yağ asitleri arasında oleik asit en fazla bulunan yağ asididir. Palmitik ve stearik asit, toplam doymamış yağ asitlerinin % 80'inini oluşturur (Alaejos and Perera 2013).

Yağ, proteinden sonra insan beslenmesi açısından en önemli ikinci bileşen olarak tanımlanır. Etin kendi yapısında doğal olarak bulunan yağ, ete lezzet, aroma ve sululuk katarak tüketenler için etten lezzet alınmasını sağlar. Etin içeriğindeki yağ, sindirim sisteminin salgılarını arttırmaktadır. Esansiyel yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminler için de önemli bir kaynaktır. Etin içeriğindeki yağ, 3 şekilde depo edilmektedir. Bu yağlar aşağıdaki gibidir.

- 1- Ekstrasellüler yağlar,
- 2- İntramusküler yağlar,
- 3- İntermusküler yağlardır.

Hayvan vücudunda kolayca depolanabilen yağlar; ekstrasellüler ve intermusküler yağlarken, intramusküler yağlar, kas dokusunda yer alan fibrillere çok ince kristal formda yayılmıştır. Ekstrasellüler ve intermusküler yağlar hayvan vücudu içerisinde bağ doku içerisinde depo edilmektedir. Sadece kas dokusu, bağ doku içermeyen yağ içerir.

İntramusküler yağlar, globüler halde hücre sıvısında bulunur. Et suyu içerisinde de bu tür yağlara rastlanmaktadır. Kasaplık hayvanların yağ dokularında yağın yanında az miktarda da olsa mineral madde, protein ve su bulunmaktadır (Karakaya vd. 2010).

Et yağı, insan vücuduna yeteri kadar alınmadığında bazı hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Özellikle bebeklerde alımı mutlaka tavsiye edilmektedir. İnsanlar için dışarıdan alınması gereken üç elzem esansiyel yağ asidi vardır. Bu yağ asitleri, linoleik, linolenik ve araşidonik asitlerdir. Et ve et yağları A, D, E ve K vitaminlerini (yağda eriyen vitaminler) içerir. Et yağları bir yandan bu vitaminleri bünyesinde taşıırken, bir yandan da vücuda farklı gıdalar vasıtası ile alınan yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E ve K) bağırsaklardan emilmesini ve vücuda yararlı hale getirilmesini sağlar (Lawrie 2006).

Kas dokudaki yağ miktarı sakatatlardaki yağ miktarından daha fazladır. Kas dokudaki yağ miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak % 15-20 oranlarına çıkabilmekte iken bu oran karaciğerin yağ oranı % 4 civarındadır. Kümes hayvanları; tavuk, hindi vb. sığır etlerine göre daha düşük oranda yağ içermektedir. Fakat ördek ve kaz etlerinin yağ içeriği ise tam tersine sığır etlerinden daha yüksektir (Göğüş 1986, Gökalp 1984, Yıldırım 1988, Karakaya 1991).

2.4.5 Mineral Maddeler

İnsan vücudunun ihtiyaç duyduğu pek çok çeşit mineraller vardır. 15 çeşit mineral maddenin insan vücuduna alınması zorunludur. Mineraller vücuttaki biyokimyasal olaylar için katalizör görevi görmektedir. Ayrıca vücut içerisinde yer alan hormon ve enzimlerle birleşerek hayati önem taşıyan yeni bileşenler oluşturmaya katkı sağlamaktadırlar. Etin bünyesinde insan vücudunun alması gereken mineral maddelerin pek çoğunu barındırmaktadır. Özellikle, ette bulunan demir ve fosfor içeriği insan beslenmesi açısından büyük oranda öneme sahiptir. Miktar bakımından bakıldığında etin içeriğinde % 1,0-% 1,8 oranları arasında mineral madde içermektedir. Bu oran hayvanın cinsine ve çeşidine göre farklılık gösterir.

Ette bulunan mineral maddeler kas dokusunda homojen olarak dağılmamaktadır. Mineral maddelerin %40'ı sarkoplazmada (et suyu) yer alırken, % 20'lik kısmı kas hücreleri arası sıvılarda ve diğer kısmı (% 40) ise ekstrasellüler sıvılarda yer almaktadır (Yıldırım 1988).

Ette en fazla bulunan mineral madde potasyumdur. Bunu fosfor, sodyum, klor, magnezyum, kalsiyum, çinko, demir ve bakır takip etmektedir. Ayrıca az miktarda molibden, rubidyum, stronsiyum, selenyum, alüminyum, kalay, kurşun, krom, nikel, uranyum, gümüş, kobalt, iyot, flor ve vanadyuma da rastlanmıştır (Gökalp 1988, Yıldırım 1988).

Ette bulunan demir miktarı mineral madde listesinde sonlarda olmasına rağmen meyve ve sebzelerle kıyaslandığında daha fazla olduğu görülmektedir. Etteki demir, diğer gıda maddelerinin içerdiği demir miktarı ile karşılaştırıldığında iyi şekilde absorbe edilmesi bakımından daha fazla öneme sahiptir. Bağırsaklar tarafından diğer gıdalarla karşılaştırıldığında 3/5 oranında daha fazla emilme oranına sahiptir. Ayrıca birlikte alındığı gıdalardaki demirin emilimini de artırır (Göğüş 1986, Gökalp 1984).

Mineral maddelerin su tutma kapasitesi üzerinde de etkisi vardır (Yıldırım 1988).

Etin içerisinde yer alan minerallerin çoğu insan vücudu için elzem olarak tanımlanan minerallerdir. Et tüketimi ile vücuda alınması gereken tüm minerallerin (kalsiyum hariç) günlük olarak normal düzeyde alımı sağlanır (Göğüş ve Yıldırım 1988).

2.4.6 Vitaminler

Vitamin miktarı hayvanların türü, yaşı, beslenme şekli, kesim öncesi hayvanın durumu ve etin işlenme şekline göre farklılık gösterir. Yağlı ve yağsız etler kıyaslandığında, yağsız etler biraz daha fazla vitamin içermesine rağmen bu fark bariz bir fark olarak görülmemektedir. Et, B grubu vitaminlerince en zengin gıda kaynaklarının başında gelmektedir (Göğüş 1986, Gökalp 1984, Yıldırım 1988, Karakaya 1991).

2.4.7 Et Karbonhidratları

Kas doku yaklaşık olarak % 1,0 civarında ve glikojen formunda karbonhidrat içerir. Ette bulunan karbonhidratlar beslenme açısından herhangi bir önem taşımamasına rağmen, kesilen kasaplık hayvanların vücudundaki kaslar, ete dönüşme esnasında meydana gelen biyokimyasal olaylarda glikojen çok önemli bir rol oynamaktadır. Glikojen dışında, iz miktarda diğer karbonhidratlar, glukoz, fruktoz, riboz ve maltoz bulunmaktadır. Et depolanırken etteki glikojen miktarı azalmaktadır. Aerob ortamda etteki glikojen, laktik asite dönüşür ve böylece et pH'sı düşer (Yıldırım 1988; Karakaya 1991).

2.4.8 Protein Yapısında Olmayan Nitrojenli Maddeler (NPN)

Kasaplık hayvanların iskelet kasında % 1,5-2,5'lük kısmını oluşturan azotlu maddeler tuzlu su vasıtasıyla çözünür. Sarkoplazmik ve myofibrilik proteinler, triklorasetik asit içerisinde çöküntü (presipite) oluştururken, NPN'ler triklorasetik asit içerisinde çözünmezler.

Bu maddeler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Anserin ve karnosin gibi peptitler,
- Serbest aminoasitler,
- ATP, ADP ve AMP gibi nükleotitler,
- Kreatin ve Kreatin fosfat,

- Kreatinin, üre, IMP, NAD ve NADP gibi protein yapısında olmayan diğer nitrojenli bileşiklerdir.

Kesimden rigor mortise kadar geçen sürede ve rigor mortisin sonunda karkasta bazı biyokimyasal ve mikrobiyolojik olaylar meydana gelmektedir.

Kreatin fosfat, ATP, ADP ve AMP'nin miktarı azalırken, serbest aminoasitlerin miktarı artmaktadır. Kadeverin, putresin gibi diaminlerin miktarı azalırken, dietilamin ve trietilamin, miktarı artmaktadır (Forrest *et al.* 1975).

Ette kesim ve parçalama esnasında meydana gelen mikrobiyolojik kontaminasyonun neticesinde proteinlerin yapısından değişiklikler meydana gelmektedir. Değişiklikler sonucunda aminoasit benzeri ornitin, sitrülün ve arginin miktarı artmaktadır. Bunların neticesinde etin tat, aroma ve lezzeti artar ve etin kendi lezzeti ortaya çıkar (Gökalp 1984; Karakaya 1991).

2.4.9 Tat ve Koku Bileşenleri

Ette tat ve kokuyu oluşturan bileşenler vardır. Bu bileşenler aşağıdaki gibidir; Uçucu özelliğe sahip heterosiklik bileşikler olan; alkoller, hidrokarbonlar, karboniller, aldehytler, ketonlar, karboksilik asitler, esterler, laktonlar, benzol bileşikleri ile furanlar, pyridinler, pyrazinler, oksazoller, thiazoller ve thiofenler etin koku ve tat bileşenleridir (Hui *et al.* 2011).

Taze etlerde tat ve koku hemen gelişmez. Tipik et kokusu yaygın olarak kokusuz veya metalik tat ve koku olarak tanımlanır. Etin kendine has koku ve aroması rigor mortis sürecinde glikoliz esnasında meydana gelmektedir. Kesimden sonra etin soğutulması esnasında ette tat ve koku gelişimi devam eder. (Karakaya vd. 2010).

2.5 Etin Olgunlaştırılması

Etin olgunlaşması için et teknolojisinde 3 farklı olgunlaştırma kullanılmaktadır. Bu olgunlaştırma yöntemleri aşağıdaki gibidir.

- 1- Doğal olgunlaşma

2- Kokuşarak olgunlaşma

3- Yapay olgunlaşma

Doğal olgunlaşma, et kesimden tüketime sunuluncaya kadar geçen zaman aralığında dinlendirilmesi- olgunlaşması gerekmektedir. Olgunlaşma prosesi devam ederken etin saydam yapısı bozularak et kırmızı renkten kahverengiye dönüşmektedir. Ardından renk açılır ve saydamlığını tekrar kazanır. Bu esnada ette istenen etin aroması ortaya çıkmış olur.

İyi bir olgunlaşma için istenen pH 5,4-5,8 aralığında olmalıdır. Eğer pH yüksek değerlerde olursa ette mikrobiyolojik bozulmalar meydana gelebilir.

Olgunlaşma aşamasında pH 6,0 değerine ulaşabilir. Etin doğal olarak olgunlaşmasında genellikle -1°C ile +2°C arasında sıcaklık değerleri sağlanmalıdır. Bu sürecin kısaltılması isteniyorsa daha yüksek sıcaklıklar kullanılabilir.

Doğal olgunlaşma esnasında kollagen ve elastin bağ doku proteinleri denatüre olmazken glikoliz ile oluşan laktik asit sayesinde kollagen yapıda yumuşama meydana gelmektedir. Rigor mortis sırasında ortaya çıkan aktomiyosin olgunlaşma sırasında gevşemektedir. Duyusal açıdan bakıldığında etin iyi derecede olgunlaştığı kanısına varabilmek için 1,5 ile 2 µ mol/ g aralığında değişen hipoksantin bulunmalıdır. Ayrıca olgunlaşma esnasında protein ve yağ parçalanması meydana gelir ve bu parçalanma esnasında meydana gelen aminoasitler ve serbest yağ asitleri tat ve koku üzerinde etkilidir.

İkinci olgunlaşma yöntemi ise kokuşarak olgunlaşmadır. Et soğutulmazsa ette kendiliğinden bir kokuşma meydana gelmektedir. Genellikle bu tür kokuşma kesim, iç boşaltma vb. aşamalarda eğer aksama söz konusu olursa meydana gelmektedir. Ette asitlik oldukça artmakta, renk bakır kırmızı veya kahve kırmızı olmakta, koku ve tat ekşimsi tat ve koku meydana gelmektedir. Hızlı bir pH düşüşü ile birlikte SO₂ çıkışı da meydana gelen olaylardandır.

Son olarak yapay olgunlaşma ise, bitkisel kökenli, bakteriyel veya fungal kökenli proteolitik enzimlerle ette sağlanan olgunlaştırma türüdür.

Bitkisel enzimlere papain; papatya bitkisinden elde edilir. Bromelin; ananastan elde edilir. Fisin; incir sütünden elde edilir. Enzimlerin olgunlaştırmayı etkin bir şekilde sağlayabilmesi için ete homojen olarak dağıtılmalıdır. Enzim çözeltisinin ete enjeksiyonu

etkili bir yöntemdir. Kesimden hemen önce damar yolu ile enzim verilmesi en yaygın metotlardan biridir.

Ayrıca bakteri ve maya kökenli enzimler yalnızca aktomyosine karşı etki ederken, kollagen ve elastine etki etmezler. Fakat bitkisel kökenli enzimler hem aktomyosin hem de kollagen, elastin gibi bağ doku proteinlerine etki etmektedir (Öztan 2011).

2.5.1 Et Teknolojisinde Tumbling ve Massaging Teknolojisi

Tumbling ve massaging yöntemi birbiri ile çoğu zaman aynı ifadelermiş gibi algınlasa da işin özünde tumbling yöntemi yatay bir kazan içerisinde yapılmaktayken, massaging yöntemi dikey ve kollara sahip kazan içerisinde yapılmaktadır. (Gökalp vd. 2010).

Tamburlama işleminde maksat kas dokulara mekanik enerji ileterek myofibriller proteinlerin ekstraksiyonunun sağlanmasıdır. Bu sayede etin çevresinde bir protein filmi oluşumunu sağlayarak pişirme kayıpları azaltılmakta, tez çalışmasında da hedeflenen parametrelerden olan etin gevreklik ve sululuğu artmaktadır.

Tamburlama işleminde esas gaye protein ekstraksiyonu ve gevrekleştirmedir (Gökalp vd. 2010).

2.5.1.1 Tumbling- Tamburlama (Vakum Altında)

İçerisinde paslanmaz malzemeden imal edilmiş olan levhalar bulunan, bu levhalara şaşırtma levhaları da denmektedir, kazanı yatay olarak konumlandırılmış, belirli devir/dakikada dönebilen, belirli motor gücüne sahip endüstriyel ekipmanlardır. Bu işlem esnasında et, düşme, çarpma ve sürtünmeye maruz bırakılmakta, etin kinetik enerjisi artmaktadır. Kinetik enerjiye bağlı olarak sıcaklığı artan etin yapısındaki proteinler çözünmeye başlamaktadır. Ette çarpmanın etkisi ile yapısal tahribatlar meydana gelmekte, böylece sarkomer yapısı gevşemekte, hücre membranı parçalanmaktadır.

Tumbling yönteminde ete çeşitli maddeler enjekte edilebilir veya etin yüzeyinden uygulanabilir. Bunlar tuz, NO₃, NO₂, fosfatlı bileşikler olabilir. Bu bileşiklerin eklenmesi

ile tuz yardımıyla proteinlerin ekstraksiyonu yapılır. Yağ, su ve proteinlerin içinde çözüldüğü bu salamura su, etin dış katmanını sarmakta, pişirme esnasında parçaların birbirine yapışmasına neden olmaktadır.

Tumbling- tamburlama prosesinde, kesikli ve kesiksiz, vakumlu ve vakumsuz tambur tipleri kullanılmaktadır. Kesikli tamburlama işleminde 10 dakika tamburlama işlemi, 20 dakika ara veya 15 ile 20 dakika arasında tamburlama işlemi, ardından 40 dakika dinlendirme işlemi şeklinde yapılmaktadır. Kesikli tamburlama işleminin süresi 18-24 saat arasında değişmektedir. Sürekli sistem de ise tamburlama işlemi 1 -3 saat arasında değişmektedir.

Vakum altında tamburlama işleminde ise belirli bir basınç uygulanmaktadır. Bu basınç altında ortamdaki hava tamamen alınarak belirli devir ve dakikada ve belirli mmHg basıncı altında tamburlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Vakum tamburlama işleminde 584-660 mmHg basınç arasında değişen basınçlar uygulanmaktadır (Gökalp vd. 2010).

Çizelge 2.5 Tamburlama (tumbling) ve masajlama (massaging) işleminin kısaca karşılaştırılması (Gökalp vd. 2010).

Prosesler	Tumbling – Tamburlama	Massaging – Masajlama
Ete uygulanan işlem	Çarpma ve vurma	Karıştırma işlemi ile etlerin birbiri yüzeyine veya kazan ve karıştırıcı kolların yüzeyine sürtünmesi ve sıkıştırılması
İşlem anında açığa çıkan Enerjinin meydana Getirdiği sonuçlar	Myofibriller tahrip olur, Proteinler çözünür.	Myofibriller tahrip olur, Proteinler çözünür.

Massaging prosesi de tıpkı tamburlama işleminde yapıldığı gibi kesintili olarak veya sürekli olarak uygulanabilmektedir. 10-20 dakika massaging yapıp 40 – 50 dakika arası dinlendirme yapılır veya 18-24 saat işlem devam ettirilir. Sürekli proses de ise 1,5 ile 3 saat sürekli işlem uygulanabilir. Fakat et teknolojisi açısından kesintili işleme tabi tutulan ette daha iyi sonuçlar alınır (Gökalp vd. 2010).

2.5.2 Tumbling Uygulamasında Dikkat Edilecek Temel Hususlar

Tumbling işleminden daha iyi sonuçlar alınabilmesi için bazı faktörler vardır. Bu faktörlere dikkat edildiği zaman uygulanan tumbling işleminden daha verimli sonuçlar alınmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Yüksek oranda su içeren kürlenmiş etlerde düşük oranda su içerenlere göre daha fazla tumbling süresine ihtiyaç duyulur.
- 2- Küçük et parçaları, büyük parçalarla kıyaslandığında daha kısa süre tumbling işlemine tabi tutulur. Küçük et parçaları büyük parçalarla kıyaslandığında daha yüksek devirde tamburlama işlemine tabi tutulabilir.
- 3- Tumbling sıcaklığı uygun değer olarak 4,5-11 °C'de aralığında olmalıdır. Daha yüksek sıcaklıklarda olmamalıdır.
- 4- Protein ekstraksiyonunun etkili bir biçimde yapılması isteniyorsa, yeterli miktarda tuz ve alkali karakterde fosfat kullanılmalıdır. Kür işleminde homojen bir dağılım isteniyorsa salamura absorpsiyonu etkili bir biçimde yapılmalıdır.
- 5- Tumbling işleminin kesintili prosesle yapılması tercih edilmektedir. Bunun sebebi, salamura absorpsiyonu ve kür dağılımı ve özellikle nitritin homojen dağılımı sürekli prosesle karşılaştırıldığında daha verimli sonuçlar ortaya koymaktadır.
- 6- Diğer bir öneri ise tumbling işlemi uygulanacak et, eğer üzerinde yağ varsa bu yağ tıraşlanmalıdır. Tıraşlanmasının sebebi protein ekstraksiyonun etkin şekilde yapılmasını sağlamasıdır.
- 7- Tumbling işleminde vakum altında uygulanan basınç vakumsuz tumblinge göre daha avantajlıdır (Gökalp vd. 2010).

2.5.3 Et Sanayisinde Tumbling Teknikleri Uygulanmasının Avantajları

Tumbling işleminin gıda endüstrisi açısından avantajları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- 1- Büyük et parçaları için kür bileşenlerinin homojen dağılımı gerçekleştirilmektedir. Geleneksel kürlenme prosesinde, işlem 6 ile 7 gün arasında değişen zaman dilimlerinde yapılırken, tumbling işleminde bu süre 1 güne düşürülebilir.

- 2- Şirink ve pişirme kayıplarının önüne geçtiğinden, verim artışı sağlanır. Bunun nedeni tumbling işlemi sırasında ekstrakte olan proteinler etin yüzeyini kapladıklarından kayıplar meydana gelmemektedir.
- 3- Pişme süresini kısaltır.
- 4- Kür rengini homojen dağılım gerçekleştirildiğinden istenen düzeyde olmasını sağlar.
- 5- Ette sululuk ve gevreklik artışına neden olur.
- 6- Ette elastik ve yumuşak bir yapı sağlandığından, işlemeye daha elverişli bir et haline gelir.
- 7- Tekstür, görünüş ve renk açısından istenen özellikleri sağlar.
- 8- Karkasın çeşitli kısımlarından elde edilen küçük et parçaları, tamburlama işlemi esnasında büyük parçalar haline getirilebilir. Bu sayede kıyma haline getirilecek etlerden daha iyi faydalanılmasını sağlar.
- 9- Tumbling makineleri paslanmaz ve gıdaya uygun maddelerden imal edildiği için uzun ömürlüdürler.
- 10- Tumbling işlemi sayesinde pişirme kayıpları azalır, et kısa sürede işlenir hale gelir, sululuğu artırır (Gökalp vd. 2010).

2.5.4 Et Sanayisinde Tumbling Teknikleri Uygulanmasının Dezavantajları

- 1- Tumbling endüstrisinin uygulanabilirliği için başlangıçta yatırım maliyetine ihtiyaç duyulur.
- 2- Tumbling işlemi ile düşük kaliteli et yüksek kaliteli et haline dönüştürülemez. Çünkü tumbling işleminde bağ dokuya olan etki fazla değildir.
- 3- Et üzerindeki yağ tumbling işlemi için istenmeyen sonuçlar oluşturur. Bunun sebebi etin üzerindeki yağın tumbling işleme esnasında protein ekstraksiyonunu engellemesidir. Bu sebepten dolayı tumbling işlemine tabi tutulacak etlerden yağ uzaklaştırılmalıdır.
- 4- Kısa süreli ve sürekli tumbling işleminde kesintili tumbling işlemine göre daha hızlı sonuçlar alınması açısından kesikli işleme göre daha fazla tuz ve fosfat kullanılır. Kısa sürede etkili sonuç almak için yapılan bu işlem insan sağlığı açısından olumsuz sonuçlara neden olabilir.

- 5- Az miktarda protein kayıpları yaşanabilir. (%1) (Gökalp vd. 2010).

2.5.5 Tumbling İşleminde Vakum Uygulamasının Avantajları

Tumbling uygulaması vakumlu ve vakumsuz olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Yalnız vakum uygulamasının bazı avantajları vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir.

- 1- Vakum ile yapılmayan tumbling işleminde ortamda hava olduğundan tuz çözeltisi ya da tuzda eriyen proteinler hava ile köpük oluşturarak bağlanma özelliğini düşürür.
- 2- Ete eğer kürleme yapılıyorsa kür bileşenlerinin dağılımı ve protein ekstraksiyonu kolaylaşır.
- 3- Salamura uygulanan ete eğer vakumsuz ortamda tamburlama prosesi uygulanıyorsa etin içerisinde kabarcıklar ve boşluklar meydana gelir. Vakum altında tamburlama bu kabarcıkların ve boşlukların meydana gelmesini engeller.
- 4- Vakumlu tamburlama işleminde myoglobinin oksidasyonu engellenir ve etin rengi daha uzun süre korunur.
- 5- Vakumlu tumbling prosesinin en önemli özellikleri arasında gösterilen yağların otooksidasyonunu engellemesi yani etin oksijenle temasını keserek ransidite (acı tat) oluşumunu engellemesi gösterilebilir.
- 6- Küring uygulaması yapılacak etlerde proteinin ürün içine difüzyonu sağlanarak ette protein kayıpları azalır.
- 7- Tez çalışmasında da hedeflendiği gibi havanın temas etmediği alet ve ekipmanlarda mikroorganizma gelişmesi ve kontaminasyonu engellenmiş olur.
- 8- Tumbling işleminde vakum uygulaması işlemin daha kısa sürede yapılmasını sağlar (Gökalp vd. 2010).

2.5.6 Ülkemiz Et Sanayisinde Tumbling Tekniklerinin Kullanım Alanları

Gelişmiş teknolojilere bakıldığında tumbling yöntemi hem vakumlu hem de vakumsuz olmak üzere yoğun olarak kullanılırken ülkemizde bu oranın düşük olduğu gözlemlenmektedir.

Bunun başlıca nedenleri arasında tüketim alışkanlıklarımız gelmektedir. Toplum olarak et tüketiminde ete herhangi bir işlem uygulamadan ızgara, haşlama, kızartma olarak ya da baharatlayıp aynı işlemleri uygulayarak tüketmekteyiz. Ülkemizde tamburlama makinesinin hitap ettiği kuruluşlar genelde endüstrileşmiş kuruluşlar veya çoklu hizmet veren lokantalar vb. yerler olmaktadır.

Ülkemizde pastırma üretimine bakıldığında karkastan elde edilen etlerin sadece %40'ı pastırmaya işlenmekte, diğer kısımları ise sucuk ve kavurmaya işlenmektedir. Arta kalan kısımlar ise kullanılmamakta bu durum da ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Tumbling işleminde ise kalan parçalar ekonomik hale getirilerek değerlendirilebilir. Tumbling işleminde daha önce de bahsedildiği gibi parça etler tumbling metodu uygulanarak bir bütün haline getirilebilir ve bu şekilde değerlendirilebilir.

Aynı zamanda yaşlı hayvanların etleri tumbling yöntemi ile işlenerek daha yumuşak, sulu hale getirilebilir. Gevrekliği ve tüketilebilirliği artırılabilir.

Tumbling yöntemi ülkemizde sadece kırmızı etler için değil yumurtaları için beslenmiş hindi ve tavuk gibi 2-2,5 yaşını doldurmuş hayvanların etleri içinde kullanılabilir. Bu etler yaşları itibari ile yaşlı hayvanlar oldukları için etleri sert olmaktadır. Bu yöntem etleri yumuşatmak için kullanılabilir. Bu etlerden ekonomik olarak faydalanılmasını sağlar. Yurt dışında tavuk ve hindi gibi kümes hayvanlarının etleri için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Karkasın parçalanması sonrasında parça et olarak kalan etler ve düşük kalitedeki karkas etleri de aynı metotla tüketilebilir hale getirilebilir. Füme dil üretiminde de tumbling yönteminden faydalanılmaktadır.

Tumbling yöntemi sadece düşük kalitedeki etlerin yanı sıra kaliteli etlere de uygulanır. Rosto, biftek ve parça etler gibi kaliteli etler de tumbling işlemine tabi tutulur. Bu sayede tumbling işlemi ile sululuk, gevreklik, çiğnenebilirlik vb. duyuşsal nitelikleri arttırabilir.

Neticede, tumbling yönteminin ülkemizde yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile çeşitli ürünler geliştirilebilir, toplumumuzda değişik tat, aroma ve lezzette ve daha ekonomik olarak kaliteli ve çeşitli ürünler sunulur.

Ülkemizde tumbling işlemlerinin yaygın olarak uygulanabilmesi için kapsamlı bir şekilde araştırma yapılmalı ve bu çalışmalara önem verilmelidir. Ülkemiz koşulları ve tüketici tercih ve ürünleri baz alınarak, çok sayıda araştırma yapılmalıdır. Bu sayede tumbling metodu kullanılarak et sanayine kısa sürede devreye alınmalı, topluma değişik tat, koku ve lezzette, kaliteli ürünler ortaya konmalıdır (Gökalp vd. 2010).

Yapılan tez çalışmasında da hedeflenen çıktılar da yukarıda saydığımız sebeplerle paralellik göstermektedir. Hedeflenen çıktılar ülkemizde yeni yeni kullanım alanı bulan vakum altında tamburlama makinesi hakkında çalışma yürütmek, üzerinde çalışacak kişilere ön çalışma sunmak ve bu tez çalışmasından yararlanılmasını sağlamak, et üzerinde sağladığı önemli değişimleri tüketim ve sağlık açısından gözlemleyerek net ve güvenilir bilgiler verilmek hedeflenmiştir. Etin tüketilebilirliği açısından ne gibi artılar sunduğu, hangi duyuşsal kriterler üzerinde ne gibi çıktılar verdiği, etin tüketilebilirliği açısından hangi faydaları sağladığı, renk üzerine olan etkisi ve son olarak mikrobiyolojik anlamda ete tamburlama işlemi uygulanırken ne gibi değişiklikler gözlemlendiği üzerine ışık tutulmuştur.

2.6 Tumbling Metodu İçin Gerçekleştirilmiş Uluslararası Çalışmalar ve Ulaşılan Sonuçlar

Tumbling fiziksel bir proses olup, silindir şeklindeki bir kazanda etin döndürölüp yer çekimi yardımı ile belirli bir devirde döndürölmesini kapsayan mekaniksel bir hareketi ifade eder. Tamburlar (tumbler) ilk olarak Avrupa’da etin belirli kısımlarının gelişimi için dizayn edilmiştir. Günümüzde ise kür bileşenlerinin daha hızlı dağılımı ve sert etin kalitesini geliştirmek için kullanılır. Tumbling prosesi kısa ve uzun zaman dilimlerinde gerçekleştirilebilir. Çoğunlukla vakumlu tumbling tercih edilir. Suman Bishoni, Sanjay

Yadav, Vaquil and Nancy Sheoran tarafından 2017 yılında yapılan ve The Pharma Innovation Journal’de yayınlanan çalışmada, tumbling prosesinin etin üzerindeki fizikokimyasal, duyuşal özellikleri değerdendirilmiştir. Araştırma sonuçları aşğıdaki gibidir.

Her gün artan talep ve değışen teknolojik durum ile birlikte işlemler görmüş et ürünlerine talep sürekli olarak artmaktadır. Domuz eti ve biftek gibi bütün halindeki etlerin kalitesini geliştirmek için tumbling prosesi son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknoloji aynı zamanda etin yeniden yapılandırılması ve yeni bir form kazandırılması için de kullanılmaktadır. Et ürünlerinin rengi ve gevrekliğı müşteri memnuniyetini etkileyen en önemli iki kalite kriteridir. Kasın kendine özgü bağ yapısı ve su tutma kapasitesi et ürünlerindeki duyuşal karakterleri etkiler. Bu özelliklerden sorumlu olan kasın yapısındaki bileşenler; ekstrakte edilebilen ve çözülebilen proteinler olan myofibriller proteinlerdir.

Pişirilmiş et ürünlerinin üretiminde, kürlleme metodu tumbling yöntemi ile birlikte etteki ürün özelliklerini geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu proseste düşen et parçalarının kinetik enerjisi ile ısı ile pıhtılaşılan proteinler tuz çözeltisi ekstraksiyonu ile muamele edildiğinde, myofibriller membran yapısının kırılıp çözülmesi sağlanır. Bu durum et parçalarının kohezyon kuvvetini artırır. Aynı zamanda verim ve gevreklik artar. Tumbling prosesi birçok çeşitli fiziko – mekaniksel proses içerir. Bunlar, etin dönmesi, düşmesi, kazan içerisindeki kanat ve duvarlara çarpması proseslerini içerir. Proses ete daha sulu ve gevrek bir yapı kazandırdığı için ete olumlu bir bakış açısı kazandırır. Tumbling işlemini uygularken iki önemli uygulama yöntemi vardır. Bunlar; kesikli ve sürekli tamburlama prosesleridir. Sürekli proseste belirli bir saat periyodu vardır. Kesikli proses ise et için daha etkilidir fakat daha uzun sürer. Tumbling uygulamasına verimi geliştirmek, gevrekliğı ve kohezyonu arttırmak için ihtiyaç duyulur.

Tumbling, et yüzeyini masajlama olarak tanımlanmıştır. Tumbling metodunun birçok yararlı etkileri vardır. Bu yararların çoğı proteinlerin çözünebilir olmasına bağlıdır. Bu proteinler termal proses boyunca denatüre olduğu zaman su tutucu olarak görev yaparlar.

Protein çözünürlüğü, pişirme ve tütüleme boyunca ette sulu bir yapının tutulmasına yardım eder. Bu durum verimin artması, sululuğun artması ve son üründe dilimleme

özelliğinin gelişmesi ile sonuçlanır. Tumbling prosesinin diğer yararları ise gelişmiş gevreklik, kürlenmiş ette daha üniform bir yapı kazanılmasını sağlar.

Tumbling metodu aynı zamanda salamura uygulaması olarak da tanımlanabilir. Yani kontrol altında mekanik hareketlerle örnek içerisine salamura suyu eklenerek uygulanan bir işlemdir. Çalışmalar göstermiştir ki, tumbling prosesi; durağan salamura suyu ile muamele edilen etlerle kıyaslandığında, su tutma kapasitesini ve tekstürü geliştirmektedir. Aynı zamanda protein çözünmesini geliştirmek için de önemlidir. Bu sayede pişirme işleminden sonra et parçalarının birbirine yapışması sağlanır. Böylece son üründe dilimlenebilirlik oluşur. Tumbling dokudaki yapısal yumuşamaya neden olur. Yine salamura suyunu absorbe etme, protein ekstraksiyonun ve pişirme verimindeki artışı sağlar.

Tamburlama işlemi genellikle domuz eti tüketiminin çok olduğu ülkelerde geniş çapta uygulanmaktadır. Fakat sığırlar için tumbling uygulaması hakkında çalışmalar oldukça azdır. Etin tamburlanması, et ürünlerinde kuru kürlenme prosesinde kullanılan uygun bir teknik olarak tanımlanabilir. Tumbling işlemi genellikle vakum altında yapıldığı zaman protein ve lipid oksidasyonu önlenmiş olur. Dahası belirli katkı maddeleri eklenerek uygulanan tumbling prosesi, kedi balığı üzerinde yapılan bir çalışmada tamburlama esnasında yumurta beyazı uygulanarak lipid oksidasyonunu düşürmüştür. Yine bir başka tumbling işleminde CaCl_2 ve NaCl kullanımı oksidasyonun azaltılmasında etkili olmuştur.

Rigordan önce biftek üzerinde yapılan tumbling işleminde hücresel parçalanma ve renk dağılımı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Bazı tamburlar, hava geçirmez ve vakum pompaları ile üretilmektedir. Bunun sonuncunda ete eklenen kür bileşenleri daha iyi dağılsa da vakumlu tamburlama yüksek maliyete neden olur.

Tumbling işlemi uygulanan etlerde, tumbling zamanı 2 saatten 6 saate çıkarıldığında protein miktarı azalırken, nem ve kül miktarı artmaktadır. Çiğ ve pişmiş ürünlerde tamburlama/tumbling zamanı artarken, nem miktarı da artmakta ve protein miktarı azalmaktadır. Bunun nedeni ürün içine giren tuzun taşınması yüzündendir. Tumbling süresinden yağ bileşimi önemli derecede etkilenmemektedir ($p>0.05$). Yoğun yağa sahip

(%8) etlerde, düşük yağ oranına sahip 3,4 ve 6 mm ebatlarında hazırlanmış etler arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir.

Keçi etlerinde uygulanan tumbling süresinin azaltılması, su tutma kapasitesini de azaltır. Tumbling zamanının azaltılması, tuz çözeltisinde ekstrakte edilebilen etin su tutma kapasitesini geliştiren çözünebilir proteinlerin miktarında da azalmaya neden olur. Myofibriller proteinler ekstrakte edilebildiği zaman kasa yüksek derecede su tutma kapasitesi sağlarlar.

Vakum altında tamburlama prosesinde ise önemli ölçüde yüksek derecede su tutma kapasitesi sağlanır. Kıyma halindeki çiğ et emülsiyonunun su tutma kapasitesi vakum tumbling zamanında azaltılma yapılarak vakum daha fazla salamurayı absorbe ettiği için düşüşe neden olur. Bu da ürünü daha sulu yapar ve daha hızlı pişmesine olanak sağlar.

Pişirme verimi tamburlanmamış eti tamburlama prosesine tabi tutulmuş et ile karşılaştırdığımızda daha yüksek bir verim elde edildiğini görmekteyiz Tamburlama zamanını arttırdığımızda, kür solüsyonlarının daha iyi ete nüfuz ettirilmesine katkı sağlar. Bu durumda iyonik bağ ve pH artarken, pişirme verimi de bu sayede artmış olur.

Pişirme veriminin geliştirilmesinde vakum tamburlama ve vakumsuz ortamda tamburlama arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir.

Tumbling zamanını arttırdığımızda, pişirme kaybı azaltılmaktadır. Daha uzun süre tamburlanma ile ilişkilendirilen düşük pişirme kaybı, ürünün yüksek nem seviyesi ve yüksek su tutma kapasitesi ile açıklanabilir.

Yaklaşık %8 oranında yağ ihtiva eden etler, düşük yağ oranına sahip etlerle kıyaslandığında pişirme veriminde önemli bir fark gözlemlenmemiştir.

Bu sonuçlara göre; tumbling etkili bir şekilde pişmemiş bifteklerde pişirme verimini arttırmıştır. Genellikle, tuz ile birlikte eklenen fosfat, çözünebilir proteinleri ekstrakte edilebildiği için iyonik bağ artar ve ürün daha üniform hale gelir, pişirme verimi daha yüksek olur.

Enjeksiyondan önce kısa bir tamburlama bifteklerde verimi arttırdığı görülmüştür.

Keçi butu üzerinde yapılan bir çalışmada, tamburlama zamanı arttırıldığında, kayma kuvveti değerinde azalma meydana gelmiştir. Tumbling zamanı arttırıldığında, kayma kuvveti değerinde azalma ve kas fibrillerinde parçalanma görülmektedir.

Tamburlanmış biftek, tamburlanmaya tabi tutulmamış etlerde önemli ölçüde düşük kayma kuvveti değeri saptanmıştır. Temel olarak, tamburlanmış etlerde tamburlanmamış etlere göre kayma kuvveti değeri daha düşük ve depolama zamanında yükselme gözlemlenmiştir.

Kayma kuvveti değerinde, farklı a-tokoferol seviyelerine sahip örneklerde aynı gevreklik tespit edilmiştir. Tamburlanmamış ve çiğ bifteklerde, tamburlanmış örneklerle kıyaslandığında daha sert bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tamburlama işlemine tabi tutulan etlerde tamburlama zamanını 2 saatten 6 saate çıkarıldığında sululuk, gevreklik ve renk karakteristiklerinde artış meydana gelmiştir. Ürünün nem miktarında artış ve kas sarkolemmasında tumbling etkisi ile parçalanma, sululuğun ve gevrekliğin arttırılmasını sağlamıştır.

Butların iç renk gelişimindeki önemli artış, etin içine eklenen kür maddelerinin difüzyonunun sağlanmasında tumbling uygulaması önemli rol oynamaktadır. Duyusal karakterler düşük yağ oranına sahip 3,4 ve 6 mm olarak hazırlanmış bufalo etlerinde önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir. 3 mm olan ette, sululuk, tekstür ve tüm kabul edilebilir değerler diğer hazırlanmış olan 4 ve 6 mm olan ebatlardaki etlere göre daha iyidir gözlemlenmemiştir.

TBARS değeri, tripolifosfat seviyesi ve depolama zamanı iki önemli etkileşime sahiptir. Fosfat ile tamburlanmış bifteklerde, TBARS değeri tamburlanmamış bifteklerle kıyaslandığında aynı olduğu saptanmıştır. Bu durum gösteriyor ki; sodyum trifosfatın ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) lipid oksidasyonunu durduramadığı fakat yavaşlattığı tespit edilmiştir. Tumbling uygulanan ete herhangi bir antioksidan eklenmediğinde lipid oksidasyonu artmaktadır. Vakumsuz tumbling uygulaması fosfolipidlerin yer aldığı ve serbest radikallerin ya da fosfolipidlerin okside olması için ortaya çıktığı yer olan hücre membranını parçalar ve oksijenin etin yapısına nüfuz etmesine sebep olur. Fakat tumbling

prosesinin yararı fosfatın dengeli bir şekilde dağılımını arttırarak bu dezavantajları dengeler.

Tumbling prosesi, psikrotrofik sayısını etkilemediği gözlemlenmiştir. 0, 0,25, 0,4 %'lük fosfat seviyesinde tamburlanmış ve tamburlanmamış bifteklerde mezofil sayılarında önemli bir fark gözlemlenmemiştir. 0,5% fosfat eklenmiş ve tamburlanmış biftek örneğinde, tamburlanmamış örneklerle göre önemli derecede daha düşük mezofil bakteri tespit edilmiştir. 0 ve 0,25 % fosfat ile muamele edilmiş tamburlanmış ve tamburlanmamış etlerde önemsiz farklar tespit edilmiştir. Fakat tamburlanmış bifteklerde, tamburlanmamış örneklerle göre 0,4 ve 0,5% fosfat ile muamele edilmiş etlerde önemli derecede daha düşük termofil bakterilere rastlanmıştır.

Tumbling uygulamasının ve tumbling zamanının mikrobiyal etki üzerinde etkisi bulunmadığı kanısına varılmıştır.

Tumbling uygulaması kürlenmiş veya marine edilmiş etlere bileşenlerin daha hızlı nüfuz etmesini sağlar. Tumbling teknolojisinin kullanımı, kürlenmiş etlerin renk değişimlerini önlemek ve ete özgü rengin sürdürülebilmesi için kür salamurasının içine daha az nitrit alımını sağlar. Tamburlama prosesi aynı zamanda gevrekliği, sululuğu ve lezzeti arttırır. Tamburlamanın istenen etkilerini elde etmek için tamburlama zamanını arttırmak gerekir. Fakat aşırı tamburlama ette lastiğe benzeyen bir yapı oluşması ile sonuçlanabilir. Bundan dolayı, uygun süreyi tespit etmek etin kalitesi için son derece önemlidir. Tumbling teknolojisi, et ürünlerinin yeniden yapılandırılması için önemlidir (Bishoni *et al.* 2017).

2014 yılında College of Veterinary and Animal Science, Hindistan'da gerçekleştirilen bir çalışmada ise keçi etinin farklı ebatları üzerinde vakum altında tamburlama metodunun kalite kriterleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Keçi etinin farklı ebatları öğütme, parçalara ayırma, mekaniksel etki gibi belirli parçalarda inceltmeye bağlı olarak ette gevreklik özelliklerini etkileyebilir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği üniversitenin çiftliğinde yetiştirilen 6 yaşındaki keçi, standart prosedürlere uygun olarak kesimi yapıldıktan sonra -18°C'de depolanmıştır. Ardından 10 ve 4 mm olarak inceltmeye maruz bırakılmıştır. 10 ve 4 mm ebatlarındaki etler ayrı ayrı 1, 2 ve 3'er saat olarak vakum altında aşağıdaki Çizelge 2.6'da yer alan

katkı maddeleri eklendikten sonra tamburlamaya maruz bırakılmıştır. Tamburlamanın ardından alüminyum folyoya sarılarak otoklavlanabilen fırında 30 dakika boyunca pişirilmiştir.

Çizelge 2.6 Keçi etinin vakum tamburlama esnasında olgunlaşması için kullanılan katkı maddeleri ve miktarları (Yadav *et al.* 2014).

Katkı maddeleri	Kullanılma miktarı (g/100g kıyma halinde et)
Tuz	2
Baharat karışımı	2
Sodyum trifosfat	0,4
Nitrit	0,01
Su	10
Yağsız süt tozu	5

pH, tiyobarbütirik asit ile reaksiyona geçen maddeler (TBARS), kayma kuvveti değeri, 9 puan hedonik gösterge çizelgesi tekniği ile duyuusal değerlendirme, toplam mezofil bakteri sayısı ve psikrotrofik bakteri sayısı tamburlanan etlerde ve kontrol grubu üzerinde analiz edilmiştir. Son ürünlerdeki pişirme verimi de değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Ayrıca keçi eti alüminyum folyoya sarılarak $4\pm^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilerek raf ömrü değerlendirilmiştir. Sonuçlara bakıldığında 4 mm ve 10 mm olarak tamburlanan etlerde nem miktarı artmıştır. Daha küçük parçalarda daha yüksek nem içeriği saptanmıştır. Bunun nedeni, küçük parçalarda (4 mm) suyun daha iyi tutulması ve tuzda çözünabilir proteinlerin hareketinin daha iyi olmasıdır. 4 mm örneklerinde nicelik bakımından; kül miktarı daha yüksek, yağ ve protein oranı daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tumbling işleminde yüksek kül miktarının olması, tumbling prosesinde eklenen katkıların ete daha eşit ve hızlı yayılmasından dolayı, etin içine tuzun daha iyi emilmesinden kaynaklanmaktadır.

Her iki örnekte de pişirme veriminde önemli ölçüde artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Fakat 4 mm ebatlarındaki örnekte 10 mm ebatındaki örneklerle göre daha iyi bir pişirme verimi elde edilmiştir. Tamburlama zamanı arttırıldığında ise verimin arttığı saptanmıştır.

Bunun nedeni tuzlu suda çözünebilen proteinlerin ekstraksiyonunun daha iyi olması ve et parçalarının daha iyi bağlanması neticesindedir.

Tumbling prosesi, termal proses boyunca etin suyunu tutmaya yardım eder ve pişirme veriminde ve sululukta artışa neden olur. Bu esnada protein çözünmesi meydana gelir. pH aynı zamanda tumbling prosesinde artar. 4 mm olan etlerde, 10 mm olan örneklerle kıyaslandığında daha yüksek pH gözlemlenmiştir. Tuz ve fosfat eklenen örneklerde pH'ın daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek pH, proteinlerin salınmasına ve su tutma kapasitesinin artmasına ve pişirme veriminin yükselmesine neden olur. Kayma basıncı değeri, 10 mm kontrol grubu örneğinde en yüksek olarak tespit edilmiştir ($3,67 \text{ cm}^3$). 3 saatlik tamburlama işleminden sonra önemli derecede düşmüştür ($2,12 \text{ cm}^3$). 10 mm kontrol grubundaki etlerde duysal kriterlerin çok zayıf olduğu tespit edilmiştir (renk ve görünüm, bağlanma, tat, tekstür, gevreklik, sululuk, kabul edilebilirlik).

Tumbling işlemi renk ve görünümü, bağlanma, tat, yapı, gevreklik, sululuk ve kabul edilebilirliği her iki grupta da arttırmıştır. Tumbling işlemi, Mekanik enerjinin uygulanması boyunca kasın yapısını kıran güçlü bir fiziksel uygulamadır. Sarkolemma kası üzerinde, tamburlama prosesi, parçalayıcı etki yapar ve ürünün nem miktarını artırır. Bu sayede üründe sululuk ve gevreklik artar. 3 saat tamburlama işlemine tabi tutulan 10 mm ebatındaki et örneği duysal skor olarak 7 puanla değerlendirilmiştir. Fakat daha küçük ebatlardaki parçalar 1 saatlik tamburlama işleminde bile 7 puana yakın skorlanarak duysal parametlerde daha iyi sonuçlar vermiştir. 4 mm olarak ebatlandırılmış ve 3 saatlik tamburlama işlemi ile en memnun edici sonuçlar elde edilmiştir. Memnuniyet skoru ise ortalama 8 puan olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, daha küçük ebatlarda tamburlama işlemi daha etkili olmuştur. Bufalo etinden hazırlanmış olan köfteler daha küçük ebatlarda hazırlandığında sululuk, gevreklik ve kabul edilebilirlik değerinde büyük ebatla hazırlanmış olan köftelerle kıyaslandığında daha iyi sonuçlar vermektedir. Duysal olarak büyük ebatlarda hazırlanmış etler organoleptik olarak kabul görmezken, 4 mm ebatlarında hazırlanan etlerle kıyaslandığında 4 mm ebatlarında hazırlanmış etler buzdolabı sıcaklığında 12 güne kadar depolanabilmiştir.

Tumbling zamanı, TBARS değeri üzerinde kayda değer bir etki yapmamıştır. Küçük parçalarda parçalanmış etler, hücresel yapının parçalanması ile fosfolipidlerin serbest bırakılmasını daha iyi sağlar. Düşük yağ oranına sahip etlerde, oksidatif değişim minimum seviyede tutulmuştur. TBARS değeri tamburlanmış etler ve kontrol grubunda depolama boyunca artış göstermiştir. Depolamanın sonunda, TBARS değeri, 1 mg malondehyde/kg'dan daha düşük olarak tespit edilirken, ransidite panelistler tarafından gözlemlenmemiştir.

Toplam mezofil ve psikrotrofik bakteri sayısında kontrol grubu ve tamburlanmış etlerde önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam mezofil ve psikrotrofik bakteri sayısı depolama boyunca artmış, depolamanın sonunda 4 log kob/g ve 3 log kob/g seviyelerine ulaşmıştır. Sayılar mikrobiyal güvenlik limitleri içerisinde. Depolama periyodunun sonunda tat, gevreklik, sululuk ve kabul edilebilirlik değerlerinde önemli bir düşüş gözlemlenmemiştir. 2 saat ve 3 saat tamburlamanın ardından tüm kabul edilebilirlik değerleri 7 günlük depolamanın sonundaki neticelerden daha iyidir. Sonuç olarak tumbling uygulaması keçi etinde yararlı etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Daha küçük parçalarda daha iyi sonuçlar ortaya çıkmıştır. Tamburlanarak hazırlanan keçi etleri $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 gün raf ömrüne sahip olmuştur (Yadav *et al.* 2014).

Son olarak yine Hindistan'da 2012 yılında Department of Livestock Product Technology, College of Veterinary And Animal Science'de gerçekleştirilen vakum tumbling uygulamasının tavuk tikka (Tikka: Küçük et parçalarının baharatlarla pişirilerek hazırlandığı bir çeşit Hint yemeği) üzerinde mikrobiyal kalitesi ve duyuşsal karakterleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Tikka yemeği, baharat ve yoğurt ile marine edilen tavuğun küçük parçalar halinde doğandıktan sonra pişirilen bir Hint yemeğidir.

Tavuk parçaları yağ ile fırçalanır ki bu tavuğa lezzet vermesi için yapılır. Derisiz ve kemiksiz et bir tamburda uniform yapıyı ve marinasyon bileşenlerinin absorpsyonu geliştirmek için yüksek basınç ya da vakum altında marine edilir. Tamburlama doku yapısının yumuşaklaşmasına ve parçalanmasına neden olur bu durumda protein ekstraksiyonu sağlanır ve salamuranın emilimini artırır. Sonuç olarak pişirme verimi artar. Bu çalışmada farklı zamanlarda vakum tumbling uygulamasının buzdolabı sıcaklığı sağlanarak tavuk tikka (Tikka: Küçük et parçalarının baharatlarla pişirilerek hazırlandığı

bir çeşit Hint yemeği) üzerinde mikrobiyal kalitesi ve duyuşal karakterleri üzerine etkisi çalışılmıştır. Toplamda 28 tavuk kesilmiş, temizlenmiş, kemiklerinden ve derisinden arındırılmıştır. %4'lük limon suyu, %3 tuz, sodyum nitrat (150 ppm), %0,4 sodyumtrifosfat, ve %8 çeşni ve baharatlar solüsyon hazırlanmış ve hazırlanan örnekler bu solüsyon ile muamele edilmiştir. Marine edilmiş tavuklar eşit olarak 4 parçaya ayrılmış ve vakum tumblerda 15,30 ve 45 dakikalık periyotlarla ve 8 rpm hız ile tumbling işlemine maruz bırakılmıştır. Kontrol grubu geleneksel metotlar kullanılarak hazırlanmış solüsyonla muamele edilir. Tamburlanmış ve kontrol grubu 240 ° C'de 20 dakika et altın kahverengi rengi alana ve tam olarak her tarafı pişene kadar pişirilir. Bu tavuklar duyuşal, mikrobiyolojik olarak değerlendirilir. VT15, VT30 ve VT45 olarak adlandırılan tamburlanmış ve pişirilmiş örnekler LDPE poşetlerde pakettendikten sonra 4±1°C'de depolanır. Tikka yemeğinin örnekleri 39-42 °C'de tutularak en yüksek 8 puan verilecek şekilde değerlendirilmiştir. Farklı kalite kriterleri üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bu kriterler, renk, görünüm, sululuk, tat ve genel kabul edilebilirliktir.

Ayrıca mikrobiyal kalite, toplam mezofil bakteri sayısı, lipolitik sayım, koliform sayısı ve küf – maya sayımı APHA metodu kullanılarak örnekler analiz edilmiştir. Analizler 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve STPR-2 metodu kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır.

Sonuç olarak, görünüm ve renk için en yüksek puan VT45 olarak adlandırılan 45 dk tamburlama işlemine tabi tutulmuş tikkalarda tespit edilmiştir. En düşük puanlama ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. VT45 örneğinde kontrol grubu ile aralarındaki fark renk ve görünüm açısından önemlidir ($P<0,05$). Renk ve görünümün gelişmesi, vakum uygulaması boyunca ette nitritten nitrik oksit formuna dönüşümün kullanımı tamburlanan üründe nitrit içeren kütleme solüsyonunun daha etkili ete nüfuzunu arttırması sebebiyledir.

Tumbling aynı zamanda kür bileşenlerinin eşit ve doğru oranlı bir şekilde ürünlere difüzyonunu sağlar. Bu durumda rengin gelişmesi de sağlanır. Dahası nitrit myoglobine ulaştığı zaman sarkolemanın parçalanması artmaktadır. Böylece renk oluşumunda önemli bir gelişme sağlanır. Tat değerlendirilmesi ise vakum altında tamburlama tamburlanan etlerde kontrol grubuna göre daha yüksek olsa da bu farklar çok önemli

derecede değildir. Tamburlanmış ürünlerde marinasyon emilimi geliştiğinden tat da gelişmektedir. Tamburlanmış ürünlerde gevrekliğin gelişimi tamburlama esnasında hücre parçalanması ve kas dokusundaki myofibriler proteinlerin parçalanması yüzündendir.

Tamburlama, tuzlu suda çözünebilen proteinlerin ekstraksiyonun ve pişirme boyunca proteinlerin birbirleri ile etkileşimlerini geliştirir. Böylece gelişmiş tekstürel karakteristik özellikler ortaya çıkar. Sululuk değeri vakumlu tamburlamanın ardından artmıştır. Diğer test grupları ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında sululuk değeri en yüksek VT45 grubunda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Sharma *et al.*, 2002 tarafından onaylanmıştır. Yüksek sululuk skoru, tuzda çözünebilen proteinlerin ekstrakte edilmesi ile nemin tutulması yüzündendir. Genel kabul edilebilirlik değerleri ise en yüksek VT45 örneğinde tespit edilmiş, bunu sırası ile VT30, VT15 ve kontrol grubu takip etmiştir.

Tamburlama prosesi önemli ölçüde genel kabul edilebilirlik değerlerini arttırmıştır. Tumbling uygulaması aynı zamanda dış görünüşü, iç rengi, dilimlenebilirliği, tadı ve aromayı önemli derecede etkilemektedir. Etkilediği en önemli tekstürel özellikler ise dilimlenebilirlik ve pişirme verimidir.

Toplam mezofil bakteri sayısı VT45 örneğinde kontrol grubundan önemli derecede düşük olarak tespit edilmiş, bunu sırası ile VT15 ve VT30 izlemiştir. VT15 ve VT30 arasında ciddi bir fark bulunmamaktadır. Fakat VT15 grubu ile kontrol grubu arasında önemli bir fark vardır. Bu oran VT15 grubunda daha azdır. Lipolitik sayımda ise her bir grup arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Lipolitik sayımda en düşük VT45 grubunda tespit edilmiş ve diğer üç gruptan önemli derecede düşük olduğu bulunmuştur. Koliform, maya ve küf depolamanın ilk gününde tespit edilmemiştir. Bunun nedeni tavukların 240 °C’de 20 dakika pişirilmesi ile mikroorganizmaların yok edilmesi yüzündendir.

Duyusal ve mikrobiyolojik sonuçlar neticesinde VT45 örneği depolanmak için kontrol grubu ile birlikte seçilmiştir. Toplam mezofil sayımı, lipolitik sayımı koliform, maya ve küf sayısı VT45 ve kontrol grubunda 14 günlük depolama neticesinde artmıştır. Fakat kontrol grubu ile kıyaslandığında VT45’de 7. ve 14. Günde en düşük mikrobiyolojik sayım gerçekleştirilmiştir. Mezofil, lipolitik sayım, koliform, maya ve küf sayımının vakum tamburlama prosesinden sonra düşük olması, kütleme maddelerinin içinde tuz,

fosfat ve sodyum nitrit ete en iyi şekilde nüfuz etmesi yüzündendir. Depolama boyunca tamburlanmış ürünlerde kütleme solüsyonları mikrobiyal büyümeyi azaltmıştır.

Sonuç olarak, 45 dakikalık kütleme solüsyonları ve marinasyon daha iyi şekilde sağlanır. Böylece tikka geleneksel Hint yemeğinde daha iyi gelişmiş duyuşal özellikler ve mikrobiyolojik vakumlu tamburlanmış örneklerde özellikler son üründe sağlanmış olur (Bharti *et al.* 2012).



3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Et

Bu araştırmada kullanılan et, simmental melezi ırkına ait olan, 2017 doğumlu, erkek sığır karkasından alınmış ön kol butudur.

3.1.2 Vakum Tumbling Makinesi

- Gövde, 1. Kalite paslanmaz kromdan imal edilmiştir.
- Kazan, 1. Kalite paslanmaz kromdan imal edilmiştir.
- Kazan iç hacmi 30 litredir.
- Dönüş devir hızı ayarlanabilmektedir.
- Motor devir aralığı min. 10 devir/dakika – maks. 60 devir/ dakika aralığında ayarlanabilmektedir.
- Kazan, vakumlanabilir sızdırmazlıktadır.
- Kazan, hava vakumlama özelliği ve tertibatına sahiptir.
- DC girişı 380 voltur.
- 1,5 kW motor gücüne sahiptir.
- Makine üzerinde güvenlik kontrol panosu bulunmaktadır.

3.1.3 Kilitli Poşet

Vakum altında tamburlama işlemeine tabi tutulacak etler kilitli poşet içerisinde muhafaza edilerek uygulamaya alınmıştır.

3.2 Deney Tasarımı

Ön kol butundan temin edilmiş etler 400'er gram olarak tartıldıktan sonra kilitli poşetlere konup, etin dışarı taşmasını önlemek için ağızları kapatılarak buzdolabında muhafaza edilmiştir. Bu paketlerden kontrol grubu, 45, 60 ve 120 dk'lık tamburlamalar için her birinden 2'şer tane olmak üzere toplam 8 adet hazırlanmıştır. Kontrol grubu buzdolabı

sıcaklığında ağzı kilitli bir şekilde $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Ardından sırası ile 45 dk tamburlama işlemi başlatılmıştır. Bunu sırası ile 60 ve 120 dk'lık tamburlama işlemi takip etmiştir. Her tamburlanan örnek, tamburlamanın ardından buzdolabı sıcaklığında muhafaza edildikten sonra kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örnekleri tamburlamanın sonucunda meydana gelen değişimleri gözlemlemek için mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analizlere tabi tutulmuştur.

3.3 Yöntem

400'er gram olarak hazırlanan etler kontrol grubu, V45, V60 ve V120 olmak üzere ağzı kilitli poşetlerde hazırlandıktan sonra kontrol grubu buzdolabı sıcaklığında muhafaza tutularak herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır.

İlk olarak 45 dk vakum tamburlama işlemi yapılmıştır. V45 örneği vakumlu tambur makinasının içerisine ağzının kilitli olduğundan emin olunduktan sonra yerleştirilir. Kazanın kapağı sıkıca kapatılır. Kontrol panosu üzerinde yer alan vakum açılarak 620 mmHg basınca kadar vakum yaptırılır. Ardından vakum düğmesi kapatılıp dakikada 30 devir yapacak şekilde devir tuşu açılır ve kazan dönmeye başlar. İlk işlem 45 dk sürer.

Makine üzerindeki kontrol panosundan ve basınç göstergesinden girilen değerlerde herhangi bir değişiklik olmadığı kontrol edilerek 45 dk vakum altında tamburlama tamamlanmış olur. 45 dk vakum tamburlama işlemi bittikten sonra vakum ortadan kaldırılır ve kazan içerisinde çıkarılan örnek buzdolabında muhafaza edilir. Ardından 60 ve 120 dk vakum altında tamburlanacak örneklerle aynı tatbikler uygulanır ve işlemler neticesinde buzdolabında muhafaza edilen kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örneği analizlere tabi tutulmak üzere ilgili laboratuvarlarda çalışmalara başlanır.

620 mm Hg basıncı makinanın inebildiği maksimum basınçtır. Bu basıncın altında içeride hava kalmadığı için basınç göstergesini sağlayan ibre hareket etmemektedir.

30 rpm ise çalışmada tarafımızdan belirlenen devir göstergesidir.

3.4 Analiz Yöntemleri

3.4.1 Kimyasal Analizler

3.4.1.1 Kuru Madde Tayini

Yaklaşık 5 gram örnek, sabit tartıma getirilmiş kurutma kaplarına alınarak 105°C’de 24 saat boyunca nemi uzaklaştırılmak sureti ile % nem miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1990a).

3.4.1.2 pH Tayini

Yaklaşık 10 gram örnek 100 ml saf su ile karıştırılarak homojenize edilmiş ve pH değerleri Thermo scientific Orion 4 star pH metre kullanılarak tayin edilmiştir (Gökalp vd. 1995).

3.4.1.3 Renk Analizi

Kontrol grubu, V45, V60 ve V120 örneklerinin renk analizi CIELAB renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. CIE L*a*b* sisteminde L* değeri lightness olarak ifade edilen parlaklık derecesini ifade eder. L* değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişiklik göstermektedir. CIE a* değeri, 0 ile 60 arasında değişim göstermekte, pozitif a* değerleri kırmızı olarak negatif a* değerleri ise yeşil olarak ifade edilmektedir. CIE b* değeri yine 0 ile 60 arasında değişim göstermekte, pozitif b* değerleri sarı, negatif b* değerleri ise mavi rengi ifade etmektedir. Optik okuyucu ile kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örneklerinin yüzeylerine direk olarak temas ettirilmiş, her örnek ve kontrol grubu için analiz 3’er kez tekrar edilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Kayaardı ve Gök 2003).

3.4.1.4 Yağ Analizi

Kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örneklerinin yağ miktarları dietil eter çözgeni ile Soxhlet düzeneği yardımıyla % yağ olarak tayin edilmiştir (Anonymous 1990c).

3.4.1.5 Protein Tayini

Kjeldahl yöntemi ile kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örneklerinin % azot miktarı belirlenmiş ve 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1990b).

3.4.2 Mikrobiyolojik Analizler

Kontrol grubu ve V45, V60 ve V120 örneklerinin mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmeye tabi tutulması için Stomacher özel plastik torbası içerisine 10'ar gram örnek tartımı yapılmıştır. Üzerine 90 ml steril ringer çözeltisi eklenmiştir. Ardından 200 dev/dk'da 2 dakika homojenize edilmiştir. Örnek steril ringer çözeltisi kullanılarak istenilen oranlarda seyreltilmiştir. Mikroorganizma kolonilerinin sayısı, örneğin her seyreltisinden birer ml kullanılarak ve üç seri halinde ekim yapılarak, petri kutusuna dökme metodu ile saptanmıştır. Koloni sayısı 30 ile 300 arasında olan plaklardaki koloniler sayılarak değerlendirilmiştir. Sayım sonuçları log kob/g olarak saptanmıştır.

3.4.2.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB)

Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı Plate Count Agar (PCA) besiyerinde yapılmıştır. 37°C'de 48 saat inkübe edilen plaklarda koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (Nortje *et al.* 1990).

3.4.2.2 Laktik Asit Bakteri Sayımı (LAB)

Besiyeri olarak Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar (OXOID, CM361) kullanılmış olup çift tabaka dökme ekim yapılmıştır. Besiyerleri 30°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. En az 1 mm büyüklüğünde üreyen ve katalaz testi pozitif sonuç veren koloniler laktik asit bakterileri olarak değerlendirilmiştir (Pichhardt 1993).

3.4.2.3 Koliform Grubu Bakteri Sayımı

Toplam koliform bakteri sayımı için VRB agar (Merck) besiyeri kullanılmıştır. Sayım için 37°C’de aerobik koşullarda 24 saat inkübasyona bırakılan plaklarda gelişen koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (AOAC 2006b).

3.4.2.4 Maya-küf Sayımı

PDA agar (Merck) besiyeri kullanılarak gerçekleştirilen maya ve küf sayımında 25°C aerobik koşullarda 5-7 gün inkübasyona bırakılan plaklarda gelişen koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (Tournas *et al.* 2001).

3.4.2.5 Tekstürel Analizler

Örneklerin sertlik değerleri kesme kuvveti (kg) olarak ölçülmüştür. Ölçüm için tekstür analiz cihazı kullanılmıştır (Stable Micro Systems TA HD plus Texture Analyzer) (Barbut 2006).

Tekstür profil analizinde (TPA) 5 mm ebatlarında silindirik paslanmaz çelik plunger kullanılmıştır. Pre-test hızı 2,00 mm/sec, test hızı 1,00 mm/sec, seçilen mod ise strain - germe modudur. Germe %50 olarak uygulanmıştır. Zaman ise 2,00 sec’tir.

Warner bratzler shear force (WBS) ile sertlik ve gevreklik değerlerine bakılmıştır. WBS metodunda Pre-test hızı 2,00 mm/sec, test hızı 2,00 mm/sec, post-test hızı 10 mm/sec, seçilen mod ise strain -germe modudur (Chang *et al* 2012).

Tüm örneklerin sertlik değerleri 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.2.6 Duyusal Değerlendirme

V45,V60 ve V120 örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesi 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiş olup panelistler değerlendirme yapmadan önce uygulanan işlem hakkında bilgilendirilmiştir. V45,V60 ve V120 örneklerinin dış görünüş, renk, tat ve aroma, gevreklik, sululuk ve çiğnenebilirlik kriterleri açısından değerlendirme yapılmıştır. Örneklerin değişiminde ise panelistlere su ve ekmek verilmiştir. Panelistler değerlendirmelerini 1(Hiç beğenmedim), 2(Beğenmedim), 3(Orta beğendim),

4(Beğendim), 5(Çok beğendim) şeklinde yapmışlardır.

3.4.2.7 İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler JMP Trial 4.3.0 Sattistical Discovery programı ile gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 45, 60 ve 120 Dakika Vakum Altında Tamburlanan Etlerin Bazı Kimyasal Özellikleri

4.1.1 Kuru Madde İçeriği

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin kuru madde içerikleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin kuru madde içerikleri (%)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	23,11 ^a ± 0,57
V45	22,20 ^a ± 0,30
V60	23,82 ^a ± 1,75
V120	23,49 ^a ± 0,88

* sonuçlar 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.1.2 pH Değeri

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin pH değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin pH değerleri.*

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	5,12 ^a ± 0,02
V45	5,3 ^a ± 0,04
V60	5,27 ^a ± 0,09
V120	5,3 ^a ± 0,11

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.1.3 Yağ Tayini

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin yağ içeriği Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. (%).

Çizelge 4.3 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin içeriğindeki yağ içeriği(%)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	1,94 ^a ± 0,01
V45	2,15 ^a ± 0,03
V60	2,82 ^b ± 0,10
V120	2,22 ^a ± 0,10

* sonuçlar 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a,b}; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.1.4 Protein Tayini

Çizelge 4.4 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin protein değerleri*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	16,5 ^a ± 0,23
V45	18,04 ^a ± 0,46
V60	15,23 ^a ± 0,56
V120	16,44 ^a ± 0,41

*: Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayım Sonuçları

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin TMAB sayım değerleri (log kob/g) Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı değerleri (log kob /g)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	3,67 ^a ± 0,02
V45	3,43 ^{a,b} ± 0,07
V60	3,20 ^b ± 0,19
V120	3,47 ^{a,b} ± 0,05

*Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a,b} ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2.2 Maya – Küf Sayım Sonuçları

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin maya- küf sayım değerleri (log kob/g) Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin toplam maya – küf sayım değerleri (log kob /g)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	3,57 ^a ± 0,04
V45	3,24 ^a ± 0,01
V60	3,15 ^a ± 0,21
V120	3,29 ^a ± 0,09

*Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2.3 Laktik Asit Bakterileri (LAB) Sayım Sonuçları

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin laktik asit bakteri (LAB) değerleri (log kob/g) Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin laktik asit bakteri (LAB) değerleri (log kob /g)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	3,2 ^a ± 0,04
V45	2,6 ^a ± 0,45
V60	3,0 ^a ± 0,12
V120	3,18 ^a ± 0,09

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2.4 Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin koliform grubu bakteri sayım sonuçları (log kob/g) Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin Koliform grubu bakteri sayım değerleri (log kob /g)*.

Örnek	Sonuçlar
Kontrol	0
V45	2,47 ^a
V60	2 ^b
V120	2 ^b

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a,b} ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.3 Tekstür Analizi

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin sertlik ve gevreklik sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. 4.10'da 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre yapışkanlık/adhezyon (adhesiveness) değerleri verilmiştir. Çizelge 4.11'de 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre esneklik (springiness) değerleri, çizelge 4.12'de 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre yapışkanlık/kohezyon (chosisiveness) değerleri, çizelge 4.13'de 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre sakızımsılık (gumminess) değerleri, çizelge 4.14'de 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre çiğnenebilirlik (chewiness), çizelge 4.15'de 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre dirençlilik (resilience) değerleri ve 4.16'da 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonucuna göre sertlik (hardness) değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin tekstür analiz sonuçları (sertlik (g), gevreklik (g.sec))*.

Örnek	Sertlik (g)	Gevreklik (g.sec)
Kontrol	2117,32 ^a ± 496,95	4523,19 ^a ± 1367,55
V45	1429,70 ^a ± 245,10	3226,86 ^a ± 1026,34
V60	1475,00 ^a ± 169,42	3871,37 ^a ± 501, 69
V120	1310,31 ^a ± 211,54	3643,98 ^a ± 462,50

* Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a-d}; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.10 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin yapışkanlık/adhezyon (adhesiveness) değerleri*.

Örnek	Yapışkanlık / Adhezyon (<i>Adhesiveness</i>)
Kontrol	121,55 ^a ± 15,99
V45	110,54 ^a ± 42,77
V60	106,45 ^a ± 46,67
V120	62,28 ^a ± 9,88

*: Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.11 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin esneklik (springiness) değerleri*.

Örnek	Esneklik (<i>springiness</i>)
Kontrol	0,41 ^{a,b} ± 0,19
V45	0,45 ^b ± 0,07
V60	0,72 ^{a,b} ± 0,12
V120	0,80 ^a ± 0,09

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a,b} ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.12 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin yapışkanlık/kohezyon (chosiveness) değerleri*.

Örnek	Yapışkanlık/kohezyon (<i>chosiveness</i>)
Kontrol	0,51 ^a ± 0,11
V45	0,45 ^a ± 0,12
V60	0,48 ^a ± 0,04
V120	0,44 ^a ± 0,09

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.13 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin çiğnene (gumminess) değerleri*.

Örnek	Sakızımsılık (<i>Gumminess</i>)
Kontrol	1031,65 ^a ± 837,39
V45	772,32 ^a ± 331,27
V60	567,37 ^a ± 359,61
V120	382,84 ^a ± 207,48

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.14 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri*.

Örnek	Çiğnenebilirlik (<i>chewiness</i>)
Kontrol	812,42 ^a ± 835,89
V45	358,77 ^a ± 185,75
V60	415,07 ^a ± 259,38
V120	320,82 ^a ± 213,44

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a-b}; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.15 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin dirençlilik (resilience) değerleri*.

Örnek	Dirençlilik (<i>resilience</i>)
Kontrol	0,207 ^a ± 0,109
V45	0,226 ^a ± 0,067
V60	0,175 ^a ± 0,062
V120	0,185 ^a ± 0,005

*: Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.16 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin sertlik (hardness) değerleri*.

Örnek	Sertlik (<i>hardness</i>)
Kontrol	2034,42 ^a ± 820,70
V45	1764,78 ^a ± 832,44
V60	1135,27 ^a ± 603,01
V120	540,06 ^a ± 214,57

*Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a ; Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.4 Duyusal Analizler

4.4.1 Renk Tayini

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin renk değerleri Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin renk değerleri*.

Örnek	L	a	b
Kontrol	35,97 ^a ± 0,64	25,23 ^a ± 0,92	5,70 ^a ± 0,52
V45	35,60 ^a ± 0,51	29,01 ^a ± 1,82	8,57 ^a ± 1,95
V60	34,75 ^a ± 0,84	19,16 ^a ± 1,34	5,86 ^a ± 0,28
V120	36,01 ^a ± 0,24	16,27 ^a ± 11,16	4,01 ^a ± 0,63

* sonuçlar 3 tekerrür ortalamasıdır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^a Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.4.2 Dış Görünüş, renk, tat ve aroma, gevreklik, sululuk ve çiğnenebilirlik sonuçları

45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin 10 panelist tarafından değerlendirilmesi neticesinde genel görünüş / renk değerlendirilmesi Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 45,60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanmış etlerin genel görünüş/renk, çiğnenebilirlik, sululuk değerlendirmesi *,**.

Örnek	Dış görünüş Renk	Tat ve Aroma	Gevreklik	Sululuk	Çiğnenebilirlik
Kontrol	3,1 ^c	3,2 ^c	2,2 ^d	2,5 ^d	1,8 ^d
V45	2,9 ^d	3,0 ^d	3,5 ^b	2,8 ^c	2,4 ^c
V60	3,5 ^b	3,6 ^b	3,0 ^a	3,0 ^b	3,1 ^a
V120	3,7 ^a	3,9 ^a	3,7 ^c	3,3 ^a	3,8 ^b

*1 (hiç beğenmedim), 2 (beğenmedim), 3 (orta beğendim), 4 (beğendim), 5 (çok beğendim).

**10 panelist görüşünün ortalaması alınmıştır.

V45: 45 dakika vakum altında tamburlanmış et örneği, V60: 60 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği, V120: 120 dakika boyunca vakum altında tamburlanmış et örneği.

^{a-d}, Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Tartışma

5.1.1 Örneklerde Kimyasal Analiz Sonuçları

5.1.1.1 Kuru Madde İçeriği

Kontrol grubu ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk boyunca tamburlanan etlerin kuru madde içerikleri sırasıyla % 23,11, % 22,20, % 23,82 ve % 23,49'dur.

Tamburlama işlemi ile gerçekleşen protein denatürasyonu ile proteinler etin çevresinde duvar gibi bir zar yapı oluşturmaktadır. Bu sayede et tamburlanırken bünyesindeki su sızmamakta etin yapısında tutulmaktadır.

Gerçekleştirilen belirli zamanlarda vakum altında tamburlama işleminde ise istatistiksel anlamda sonuçlar arasında fark tespit edilmemiştir.

5.1.1.2 pH Değerleri

pH kontrol ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk tamburlanmış V45,V60 ve V120 örneklerinde sırası ile pH değerleri 5,12, 5,3, 5,27 ve 5,3 şeklindedir.

Vakum altında tamburlama ile etin kendi doğal yapısındaki su etin bünyesinde tutulduğundan ve ete herhangi bir kürlenme işlemi veya tuz, fosfat vb. maddeler eklenmediğinden istatistiksel anlamda belirli sürelerde tamburlanan etlerin pH değerinde fark gözlemlenmemiştir.

5.1.1.3 Yağ İçeriği

Tamburlama işleminin kontrol, 45, 60 ve 120 dk tamburlanmış V45,V60 ve V120 örneklerinde yağ oranları değerler sırası ile % 1,94, % 2,15, % 2,82 ve % 2,22 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol örneği ve belirli sürelerde vakum altında tamburlanan örneklerde yağ tayininin yapılma sebebi ise vakum altında tamburlanacak etlerde yüksek yağ oranının istenmemesidir. Bunun sebebi etin yapısındaki yüksek oranlardaki yağ, proteinlerin

tamburlama esnasında ekstrakte olmasını etin dış yapısında bir zar yapısı oluşturmasını engellemektedir. Vakum tamburlama ile elde edilmek istenen tekstürel yapı ette gelişemediğinden istenen sonuç alınamamaktadır.

5.1.1.4 Protein Değerleri

Tamburlama işleminin kontrol, 45, 60 ve 120 dk tamburlanmış V45, V60 ve V120 örneklerinde protein sonuçları 3 tekerrürün ortalaması şeklinde hesaplanmıştır. Protein değerleri sırasıyla kontrol grubunda 16,5, V45 örneğinde 18,04, V60 örneğinde 15,23 ve V120 örneğinde 16,44 şeklindedir.

Tamburlama işlemi esnasında tamburlama zamanı ne kadar artarsa proteinler daha fazla ekstrakte edilmektedir. Bu durum protein kayıpları anlamına gelmemektedir. Sadece ekstrakte olan proteinler etin dış çeperinde toplanmakta ve etin kendi yapısındaki suyu içeride tutmasına yardımcı olmaktadır. Kontrol grubu ve belirli sürelerde vakum tamburlama işlemi uygulanmış etlerde istatistiksel anlamda bir fark bulunmamaktadır. Bu durumda da tekstürel analiz sonuçlarında istenmeyen sonuçlar oluşmamıştır.

Tamburlama işleminde çok az miktarda da olsa (%1) protein kayıpları yaşanabilmektedir (Gökalp vd. 2010).

5.1.2 Mikrobiyolojik Sonuçlar

5.1.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayısı

Tamburlama işleminin kontrol, 45, 60 ve 120 dk tamburlanmış V45,V60 ve V120 örneklerinde tespit edilen TMAB sayıları sırası ile 3,67 log kob/g, 3,43 log kob/g, 3,20 log kob/g ve 3,47 log kob/g şeklindedir.

5.1.2.2 Maya – Küf Değerleri

Kontrol grubu ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk boyunca tamburlanmış V45,V60 ve V120 örneklerinde tespit edilen maya-küf sayıları kontrol grubundan başlayarak sırasıyla 3,57 log kob/g, 3,24 log kob/g, 3,15 log kob/g ve 3,29 log kob/g şeklindedir.

5.1.2.3 Laktik Asit Bakteri Değerleri (LAB)

Kontrol grubu ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk boyunca tamburlanmış V45,V60 ve V120 örneklerinde laktik asit bakteri değerleri sırasıyla 3,2 log kob/g, 2,6 log kob/g, 3,0 log kob/g ve 3,18 log kob/g şeklindedir.

5.1.2.4 Koliform Grubu Değerleri

Kontrol grubu ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk boyunca tamburlanmış V45,V60 ve V120 örnekleri değerlendirildiğinde koliform grubu bakteri sayıları kontrol grubunda 0, V45 örneğinde 2,47 log kob/g, V60 örneğinde 2 log kob/g ve V120 örneğinde ise 2 log kob/g değerleri saptanmıştır.

5.1.3 Tekstür Değerleri

Tekstür analizinde sertlik (g) ve gevreklik (g.sec), yapışkanlık (adhezyon), esneklik, yapışkanlık (kohezyon), sakızımsılık, çiğnenebilirlik, dirençlilik ve sertlik değerleri sırası ile Çizelge 4.9, 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Vakum altında tamburlamanın etin sert yapısını yumuşattığı görülmektedir. Vakum altında tamburlama süresi arttıkça etin sert yapısı yumuşamaktadır. Etin kazan içerisindeki kanatlara çarpması ile ette bağ doku proteinlerinin parçalanması ile yumuşama meydana gelmektedir.

Yapışkanlık (adhezyon) ‘u ise damağa yapışma hissi olarak tanımlarız. Vakum altında tamburlama zamanı arttıkça görüyoruz ki yüzeye yapışma ya da ağız içinde damağa yapışma durumu azalmaktadır. Tamburlama zamanı arttıkça etin tüketilmesi esnasında et

ağızda dağılmakta bağ doku yapısı parçalandığından et daha çiğnenebilir hale gelmektedir.

Esneklik aktin ve miyosinin denatüre olmasından etkilenmektedir. Vakum altında tamburlama işleminde aktin ve miyosin proteinleri denatüre olduğundan etin esnekliği artış göstermektedir.

Kohezyon ise örneklerin içyapısındaki kırılma direncinin derecesi olarak tanımlanmaktadır. Vakum altında tamburlama zamanı arttıkça miyofibriller proteinlerin yapısının bozulması ve parçalanması yüzünden bu değer artmaktadır. Bu değer ette viskoelastik özellikleri anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Sakızimsılık, ette sertlik ile pozitif kolerasyon göstermektedir. Vakum altında tamburlama ile etin sert yapısı nasıl yumuşuyorsa etin sakızimsı yapısı da azalmaktadır. Bu durum etin yapısındaki bağ doku proteinlerinin yumuşaması ile açıklanabilir.

Çiğnenebilirlik değeri vakum altında tamburlama zamanı arttıkça sayısal olarak azalmakta fakat etin çiğnenebilirliği artmaktadır. Et vakum altında tamburlanmadığında çiğnenebilmesi zor olmaktadır. Vakum altında tamburlanmaya başlandıkça ve süre arttıkça etin çiğnenebilir hali gelişmektedir.

Vakum altında tamburlama zamanı arttıkça dirençliliği kırılmakta ve sert yapısı yumuşamaktadır. Analiz sonuçlarında sert yapının azaldığını, etin yumuşağını ve direncinin kırıldığını görmekteyiz.

5.1.4 Duyusal Analiz Değerlendirmesi

5.1.4.1 Renk Analizi Değerlendirmesi

Kontrol grubu ve vakum altında 45, 60 ve 120 dk boyunca tamburlanan V45, V60 ve V120 örneklerinin L (parlaklık) değerleri sırası ile 35,97, 35,60, 34,75 ve 36,01 olarak tespit edilmiştir. Örnekler arasında L değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz görülmektedir.

Çalışılan örnek kırmızı et olduğu için ve etin kendi yapısından kaynaklanan heterojen yapı sebebi ile etin üç ayrı bölgesinden yapılan ölçümler neticesinde bazı yerlerde parlaklık fazla olmakta diğer kısımlarda ise düşük tespit edilmektedir. Bu değerlerin istatistiksel olarak ortalaması alındığı için V60 örneğinde L* değeri düşük tespit edilmiştir. V120 örneğinde en yüksek L* değeri tespit edilmiştir. V120 örneğinde vakum altında tamburlamanın L değerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

a* değeri kontrol grubunda 25,23, V45 örneğinde 29,01, V60 örneğinde 19,16 ve V120 örneğinde 16,27 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile V45 değeri kıyaslandığında, V45 örneğinde a* değerinde artış gözlemlenmiştir. V60 değerinde ise 19,16 olarak ölçülen a* değerindeki düşüş etin heterojen olan doğal yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. V120 örneğinde ise bu değer kontrol ve V45 örneğinden daha düşük olarak ölçülmüştür.

b* değeri değerlendirildiğinde en yüksek değerin a* değerinde olduğu gibi V45 örneğinde ölçüldüğü görülmektedir. Kontrol ve V60 örneklerine ait değerler birbirine oldukça yakınken en düşük b* değerinin V120 örneğinde ölçüldüğü görülmektedir. Bu durumun etin heterojen yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.1.5 Dış Görünüş, Renk, Tat ve Aroma, Gevreklik, Sululuk ve Çiğnenebilirlik Değerlendirilmesi

Kontrol, V45, V60 ve V120 örneklerinde 10 panelist ile yapılan duyusal değerlendirmede kontrol grubuna kıyasla V120 örneklerinin sululuk ve çiğnenebilirlik puanları kontrol ve V45 örneklerine göre daha çok beğenilmiş olup kontrol grubu, V45, V60 ve V120 örneklerinin sululuk puanı 5 puan üzerinden 10 panelist puanının ortalamasının alınması

neticesinde kontrol grubu için 2,5, V45 örneği 2,8, V60 örneği 3,0 ve V120 örneği 3,3 olarak değerlendirilmiştir.

Çiğnenebilirlik değerlendirmesi ise kontrol grubunda 1,8, V45 örneğinde 2,4, V60 örneğinde 3,1 ve V120 örneğinde 3,8 olarak değerlendirilmiştir.

Gevreklik değerlerinde ise kontrol, V45, V60 ve V120 örnekleri arasındaki değerlendirmede en iyi sonucu V120 örneğinden elde etmekteyiz. Bu değerler sırasıyla 2,2, 3,5, 3,0 ve 3,7'dir.

Dış görünüş ve renk değerlendirmesinde ise kontrol, V45, V60 ve V120 örneklerinin değerleri birbirine oldukça yakın değerlerdir. Sırasıyla 3,1, 2,9, 3,5 ve 3,7'dir.

Tat ve aroma değerlendirildiğinde ise V60 ve V120 örneklerinden daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerler sırasıyla, 3,2, 3,0, 3,6 ve 3,9 olarak değerlendirilmiştir.

5.2 Sonuç

Simmental melezine ait iki yaşındaki erkek hayvandan alınan ön kol butuna uygulanan belirli sürelerdeki vakum altında tamburlama işleminin ardından örnekler üzerinde bazı değerlendirmeler yapılmıştır. Öncelikle vakum altında tamburlamanın ette meydana getirdiği tekstürel değişiklikler incelenmiştir. Tekstürel analizler neticesinde vakum altında tamburlamanın etin yapısında değişiklikler meydana getirmesi ile tüketilebilirlik ve tercih edilebilirlik noktasında katkı sağladığı gözlemlenmektedir.

Tekstürel analizler neticesinde örneklerde sürelerle bağlı olarak bağ dokularının yumuşaması ile etin kendi doğal sert yapısı yumuşatılmıştır. Analiz sonuçlarında da sertlik ve gevreklik ölçümlerinin kontrol ve V120 örnekleri ile kıyaslandığında neredeyse yarı yarıya düştüğü görülmektedir.

Vakum altında tamburlama süresi arttığında etin proteinleri daha fazla denatüre olurken etin kendi doğal yapısındaki su, etin içerisinde kalarak etin daha sulu ve yumuşak bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Etin, vakumlu tamburlama süresi arttıkça yapışkanlığı azalmaktadır. Et yumuşadığı için lifli yapısı ortaya çıktığından sakızimsı yapının kontrol ve V120 örneği karşılaştırıldığında düştüğünü görmekteyiz.

Vakum altında tamburlamanın mikrobiyolojik kalite üzerinde olumsuz etkileri, vakum ortamı oluşturularak bertaraf edilmiştir.

Ön kol butu yapısı itibari ile bağ dokunun fazla olduğu bir bölümdür ve daha heterojen yapıdadır. Tez çalışmamızda maksat ön kolda yer alan bağ dokuyu belirli sürelerde vakum altında yumuşatarak ete tüketilebilirlik açısından katkı sağlamaktır. Görüyoruz ki tekstür analizleri neticesinde etin sert yapısı yumuşatılmıştır. Et daha sulu bir yapı kazanmıştır.

Vakum altında tamburlamanın olumlu sonuçlarını görmekteyiz. Vakumlu tamburlama etin yumuşatılması noktasında sanayi tipi olmayan küçük ebatlarda yapılarak evlere, gıda işletmelerine girebilmelidir. Bu sayede insan gücü ile kasaplarımızdaveya restoranlarda yapılan yumuşatma işi, makinalarda steril koşullarda yapılarak zamandan tasarruf sağlanabilir. Etin yapısını ve kalitesini bozacak dış kaynaklı bulaşmalar engellenmiş olacaktır. Kapasiteleri farklılaştırılıp seri üretime alınarak her ihtiyaca cevap verecek şekilde üretime sunulabilir. Hem evlerde hemde işletmelerde kullanılacak şekilde üretilebilir.

Vakumlu tamburlama işlemi marinasyon işleminde de bizlere katkı sağlayabilir. Etin marinasyonu sırasında marine olarak eklenen malzemelerin etin yapısına daha homojen yayılmasını sağlayarak etin lezzetini artırmada katkı sağlayacaktır.

Vakumlu tamburlama süresi etin sertliğine veya eklenecek kür bileşenlerine göre uzatılabilir. Bu sayede kür bileşenleri etin yapısına daha iyi nüfuz edecektir. Bu sayede daha iyi protein ekstraksiyonu sağlanmış olacaktır. Yine etin yapısını koruyacak tuz, fosfat vb. bileşenlerde eklenerek etin raf ömrü arttırılabilir.

Tez çalışmasında kullanılan vakumlu tambur makinasının kazan içerisine soğutucu cidarlar takılarak etin dönme, çarpma sonucu artan kinetik enerjisine bağlı olarak ısınan numune ve kazan içini belirli sıcaklıkta tutulup gözlenilmesi sağlanıp, etin aşırı ısınması engellenmiş olacaktır. Vakumlu tamburlama çok daha uzun sürelerde yapılacaksa makinaya entegre edilecek soğutucu cidar ile kazan içerisindeki ısı kontrol altında tutulmuş olacaktır.

Etin korumak, ete lezzet ve aroma katmak için kullanılan sağlık açısından da önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan bitki vb. ürünleri et ile beraber vakum altında tamburlayarak da etin kalitesini, besin değerini ve raf ömrünü de arttırabilir, ürün çeşitliliği oluşturabiliriz. Ayrıca vakumlu tambur makinası kırmızı etlerde değil kanatlı ve su ürünleri sektöründe de uygulanabilir. Beyaz et ve su ürünlerine de vakum altında tamburlama işlemi uygulanarak çeşitli ürünler elde edebilir, eklenen kür bileşenleri ile hem fonksiyonel açıdan hem de ürünün raf ömrü açısından fayda sağlanabilir. Ürün çeşitliliği de arttırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Alaejos, S.M. and Perera, A.M. (2013). Meat consumption and effects on human health. In: Meat Consumption and Health, Ortega, P.M., Soto R., (Eds.), Spain, Nova Science Publishers, 2-3.
- Anonim (2018). (Değişik: RG-29/1/2019-30670) Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tarım ve Orman Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous (1990a). Method 926.08, 925.09. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Arlington, USA.
- Anonymous (1990b). Method 955.04C, 979.09. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Arlington, USA.
- Anonymous (1990c). Method 922.06, 954.02. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Arlington, USA.
- Aşçıoğlu, Ç. (2013). Farklı pişirme yöntemlerinin sığır bonfilelerinin (Longissimus dorsi) besinsel ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2006b). AOAC INTERNATIONAL - 18th Edition, Revision 2; AOAC, Suite 500, 481 North Frederick Avenue, Gaithersburg, MD 20877-2417, USA.
- Barbut, S. (2006). Fermentation and chemical acidification of salami-type products – effect on yield, texture and microstructure. *Journal of Muscle Foods*, **17**: 34– 42.
- Bharti S.K., Anita, Tanwar V.K. and Palod J. (2012). Effect of Vacuum Tumbling on Sensory and Microbial Quality of Chicken Tikka. *Journal of Veterinary Public Health*, **10**: 119-124.
- Bishnoi, S., Yadav, S., Sheoran, V. and Sheoran, N. (2017). Effect of tumbling on processing of muscle foods: A review. *The Pharma Innovation Journal*, **6**: 157-160.

- Chang, H.J., Xu, X.L., Zhou, G.H., Li, C.B. and Huang, M. (2012). Effect of characteristic changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food and Bioprocess Technology*, **5**: 285-297.
- Forest, J.C., Agerle, E.D., Herdic, H.B., Judge, M.O. and Merkel, R.A. (1975). Principles of meat science. W.H.Foreman and Company, San Francisco.
- Göğüş, A.K. (1986). Et Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü, Ziraat Fakültesi Yayınları: 991, Ders Kitabı: 291, Ankara.
- Gökalp, H.Y. (1984). Genel Et Bilimi ve Teknolojisi. Ders Notları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum.
- Gökalp, H.Y. (1988). Mezbaha Ürünleri Teknolojisi. Ders Notları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. (2010). Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları, 4. Baskı, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. (1995). Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. A.Ü. Yayın No:751, Erzurum.
- Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W., Young, O.A. (2001). Meat Science and Applications. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- Karakaya, M. (1991). Et Bilimi ve Teknolojisi. Basılmamış Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Karakaya, M. (1998). Et Parçalama ve Sınıflandırma. Basılmamış Ders Notları, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Karakaya, M., Kaya, M., Kaban, G., Aksu, İ.M., Aktaş, N., Halkman, A. ve Öz, F. (2010). Etle İlgili Genel Bilgiler. Kıvanç, M. (Ed.), 1. Baskı, Et ve Et Ürünlerinin Kalite Kontrolü, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi, 1-22.
- Kayaardı, S. and Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, **66**: 249-257.
- Koç, A. (2016). Simmental yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi: 1. Dünyada ve Türkiye’deki Yetiştiriciliği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **13**: 97-102.

- Lawrie, R.A. (2006). Lawrie's Meat Science. Meat and Human Nutrition, 7nd edition, CRC Press, England.
- Nortje, G.L, Nel, L., Jordaan, E., Bodenhorst, K., Goedhart, G., Hopzapfel, W.H. and Grimbeek, R.J. (1990). A quantitative survey of a meat production chain to determine the microbial profile of the final product. *Journal Food Production*, **53**: 411-417.
- Öztan, A. (2011). Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 8. Baskı, Filiz Matbaacılık ve Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Pichhardt, K. (1993). Lebensmittel-Mikrobiologie, Springer Verlag, Berlin.
- Suman S.P. and Sharma B.D. (2003). Effect of grind size and fat levels on the physico-chemical and sensory characteristics of low-fat ground buffalo meat patties. *Meat Science*, **65**: 973-976.
- Tournas, V., Stack, M.E., Mislivec, P.B., Koch, H.A. and Bandler, R. (2001). Yeasts, Molds and Mycotoxins. Chapter 18, Bacteriological Analytical Manual Online, U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition, USA.
- TÜİK (2019). Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı, Kırmızı Et Üretimi Miktarı (Ton), Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Yadav, S., Malik, A.K., Sharma, D.P. and Mehta, N. (2014). Influence of Vacuum Tumbling and Particle Size on Quality Characteristics of Goat Meat Rolls. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, **33**: 302-306.
- Yıldırım, Y. (1988). Et Teknolojisi. Yıldırım Basımevi, Ankara.

İnternet Kaynakları

- 1) <http://www.etb.org.tr>, 14.02.2019

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra DURAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Terme /1988
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : +90530 354 81 55/ esradurakdeniz55@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Terme (YDAL) Lisesi, (2002-2006)
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, (2009-2013)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2013-
2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : AF-İŞ Danışmanlık (2013-2015)
Deniz Global (2015- devam ediyor)

EKLER

EK 1. 45, 60 ve 120 dakika vakum altında tamburlanan etlerin bazı duyuusal kriterlerinin değerlendirilmesi.

Adı Soyadı:

Tarih:

ÖRNEK (EXAMPLES)	ÖZELLİKLER (PROPERTIES)					
	DIŞ GÖRÜNÜŞ (physical apperance)	RENK (Colour)	TAT VE AROMA(taste and aroma	GEVREKLİK (Fragility)	SULULUK (juicines)	ÇİĞNENEİLİRLİK (chewiness)
KONTROL						
V45						
V60						
V120						

Değerlendirme: 1 (Hiç beğenmedim), 2 (beğendim), 3 (orta beğendim), 4 (beğendim), 5(çok beğendim).