



**PAPAİN VE FUNGAL PROTEAZ ENZİM
UYGULAMASI İLE KURU VE YAŞ
OLGUNLAŞTIRILAN ETLERİN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet Naci SALİM
Doktora Tezi
Danışman: Prof. Dr. Zeki GÜRLER
Tez No: 2024-002
Afyonkarahisar

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

PAPAİN VE FUNGAL PROTEAZ ENZİM UYGULAMASI İLE
KURU VE YAŞ OLGUNLAŞTIRILAN ETLERİN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Mehmet Naci SALİM

Danışman
Prof. Dr. Zeki GÜRLER

Tez No: 2024-002
AFYONKARAHİSAR

Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir. Proje No:
“20.SAĞ.BİL.24”

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENSTİTÜ ONAYI

Öğrencinin	Adı SOYADI	Mehmet Naci SALİM
	Numarası	173345003
	Anabilim Dalı	Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi A D
	Programı	Doktora
	Program Düzeyi	☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora
Tezin Başlığı	Papain ve Fungal Proteaz Enzim Uygulaması ile Kuru ve Yaş Olgunlaştırılan Etlerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	
Tez Savunma Sınav Tarihi	09.02.2024	
Tez Savunma Sınav Saati	10:00	

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esma KOZAN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve 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,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

09/02/2024

Mehmet Naci SALİM

ÖZET

PAPAIN VE FUNGAL PROTEAZ ENZİM UYGULAMASI İLE KURU VE YAŞ OLGUNLAŞTIRILAN ETLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada papain ve fungal proteaz uygulamaları ile birlikte kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır eti kalitesine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 22-24 aylık 300-350 kg karkas ağırlığına sahip 12 adet erkek sığırdan sağ ve sol olarak elde edilen 24 adet kontrfile (*M. longissimus lumborum*) kullanılmıştır. Kontrfileler 8 gruba ayrılmış, 3 farklı derişimde enzim uygulanarak kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulmuştur. Kuru olgunlaştırmada kemikli kontrfileler 1 °C sıcaklık, %85 bağıl nemde; yaş olgunlaştırmada kemiksiz kontrfileler yüksek oksijen ve nem bariyer özelliğine sahip plastik vakumlama torbasında vakumlandıktan sonra 1 °C sıcaklıkta 28 gün olgunlaştırılmışlardır. Olgunlaştırma işlemlerinin, başlangıç (0), 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

Olgunlaştırma süreci boyunca toplam aerobik koloni, psikrotrofik bakteri, *Enterobacteriaceae* grubu bakteri, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., laktik asit bakteri, maya ve küf sayılarında genellikle artışlar gözlemlenmiştir. Enzim uygulamaları genel olarak mikroorganizma sayılarını azaltmıştır. Laktik asit bakteri haricinde, kuru olgunlaştırma grupları mikroorganizma sayılarının, yaş olgunlaştırma gruplarından daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaştırma işlemlerinin devamı ile pH, ağırlık kaybı, su tutma kapasitesi ve tiyobarbitürik asit reaktif maddeler değerlerinde genellikle artma, a_w değerlerinde ise genellikle azalma belirlenmiştir. Enstrümantal renk analizleri sonucunda, olgunlaştırma sürecinde a^* , b^* , C^* değerlerinde genellikle azalma kaydedilirken, L^* ve h^* değerlerinde ise genellikle artma tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin devamı sonucu; tekstür profil analizlerine ait sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde genellikle azalma belirlenirken, benzer şekilde Warner-Bratzler (WB) kesme kuvveti ve WB sertlik değerlerinde de azalma kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra enzim ve yaş olgunlaştırma uygulamalarının WB kesme kuvveti ve WB sertlik değerlerini daha da azalttığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Duyusal analizlere ait tekstür, sululuk, lezzet ve genel beğeni özellikleri panelistler tarafından olumlu değerlendirilmiş; aynı zamanda enzim uygulanan gruplar, kontrol gruplarından ve yaş olgunlaştırma grupları, kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek puan almıştır ($p<0,05$).

Sonuç olarak; sığır etinin tekstürel ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesinde, papain ve fungal proteaz uygulanarak gerçekleştirilen yaş olgunlaştırma yönteminin, aynı enzimlerin uygulanarak gerçekleştirildiği kuru olgunlaştırma yönteminden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Et Kalitesi, Fungal Proteaz, Kuru ve Yaş Olgunlaştırma, Papain, Sığır Eti

SUMMARY

DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF DRY AND WET AGED MEAT THAT APPLICATION OF PAPAIN AND FUNGAL PROTEASE ENZYMES

In this study, it was aimed to determine the effects of dry and wet aging methods with papain and fungal protease applications on beef quality. For this purpose, 24 striploins (*M. longissimus lumborum*) obtained from 12 male cattle aged 22-24 months with a carcass weight of 300-350 kg, right side and left side, were used. The striploins were divided into 8 groups and subjected to dry and wet aging by applying 3 different concentrations of enzyme. In dry aging, bone-in striploins were aged at 1 °C and 85% relative humidity; in wet aging, boneless striploins were vacuumed in a plastic vacuum bag with high oxygen and moisture barrier properties and then aged at 1 °C for 28 days. Microbiological, physicochemical and sensory analyzes were carried out on the beginning (0), 2nd, 7th, 14th, 21st and 28th days of the aging processes.

During the aging process, increases were generally observed in the number of total aerobic colony, psychrotrophic bacteria, *Enterobacteriaceae* group bacteria, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., lactic acid bacteria, yeast and mold. Enzyme applications generally reduced the number of microorganisms. Except for lactic acid bacteria, it was observed that the number of microorganisms in dry aging groups was higher than in wet aging groups. With the continuation of the aging processes, pH, weight loss, water holding capacity and thiobarbituric acid reactive substances values were generally increased, and a_w values were generally decreased. As a result of instrumental color analyses, while a^* , b^* , C^* values generally decreased during the aging process, L^* and h^* values generally increased. As a result of the continuation of the aging process; While a decrease was generally determined in the hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness values of the texture profile analyses, a similar decrease was also recorded in the Warner-Bratzler (WB) shear force and WB hardness values. In addition, it was determined that enzyme and wet aging applications further reduced WB shear force and WB hardness values ($p < 0.05$). Texture, juiciness, flavor and general liking characteristics of sensory analysis were evaluated positively by the panelists; At the same time, enzyme applied groups received higher scores than control groups and wet aging groups received higher scores than dry aging groups ($p < 0.05$).

In conclusion; It has been determined that the wet aging method by applying papain and fungal protease is more effective in improving the textural and sensory properties of beef than the dry aging method by applying the same enzymes.

Keywords: Meat Quality, Fungal Protease, Dry and Wet Aging, Papain, Beef

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın yürütülmesinde bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Zeki GÜRLER'e teşekkürlerimi sunarım. Tez İzleme Komitesi üyeleri kıymetli hocalarım Prof. Dr. Sinan İNCE ve Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ'e, yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Recep KARA ve Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ'a teşekkür ederim. Tezimin yürütülmesinde imkan ve kolaylıklarını esirgemeyen Vahdet Et ve Gıda Sanayi Ticaret Anonim Şirketi yöneticileri Osman ULUÇAY, Zübeyir ULUÇAY ve Akif ULUÇAY'a, fabrikada görev yapan teknik personel ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Tezimin yürütülmesinde yardım ve desteklerini gördüğüm Öğr. Gör. Ali SOYLU, Arş. Gör. Duygu UĞURLU, Arş. Gör. İpek ÇOMAK ve Diyetisyen İbrahim KOÇ'a teşekkür ederim. Tezim boyunca sabır ve fedakarlık gösteren kıymetli eşime, her zaman destekleri ile yanımda olan aileme sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 20.SAĞ.BİL.24 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteğinden dolayı kuruma teşekkür ederim.

Mehmet Naci SALİM

Afyonkarahisar

2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
RESİMLER DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1. Etin Tanımı	3
1.2. Etin Beslenmedeki Önemi	4
1.3. Dünyada Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi	6
1.4. Türkiye’de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi	10
1.5. Etin Kimyasal Özellikleri.....	12
1.5.1. Su	13
1.5.2. Protein	14
1.5.3. Protein Olmayan Azot Bileşikleri ve Diğer Küçük Bileşenler	16
1.5.4. Yağlar (Lipitler)	17
1.5.5. Karbonhidratlar	19
1.5.6. Mineral Maddeler.....	20
1.5.7. Vitaminler	20
1.5.8. Su aktivitesi.....	21
1.6. Etin Histolojik Özellikleri	22
1.6.1. İskelet Kaslarının Yapısını Oluşturan Ögeler	22
1.6.1.1. Kas Hücresi	23
1.6.1.2. Sarkolem	24
1.6.1.3. Sarkoplazma.....	24
1.6.1.4. Miyofibril.....	24
1.6.1.5. Miyofilament.....	24
1.6.2. Kasların Kontraksiyonu ve Gerekli Enerjinin Sağlanması	27

1.7. Etin Kalite Nitelikleri.....	30
1.7.1. Renk.....	30
1.7.2. Tekstür ve Gevreklik.....	31
1.7.3. Lezzet.....	33
1.7.4. Su Tutma Kapasitesi	33
1.7.5. Pişirme Kaybı.....	34
1.8. Kasaplık Hayvanların Kesim Teknolojisi.....	34
1.8.1. Kesim Öncesi İşlemler.....	35
1.8.2. Kesim İşlemleri.....	37
1.8.3. Kesim Sonrası İşlemler	41
1.9. Kesim Sonrası Ette Görülen Değişiklikler.....	42
1.9.1. Etin pH Değerinde Meydana Gelen Değişiklikler	43
1.9.2. Rigor Mortis.....	45
1.9.3. Etin Olgunlaşması	47
1.9.3.1. Doğal Olgunlaşma	52
1.9.3.2. Yapay Olgunlaşma.....	59
1.9.4. Etin Su Tutma Kapasitesinde Meydana Gelen Değişiklikler.....	66
1.9.5. Etin Renginde Meydana Gelen Değişiklikler	67
1.10. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri	69
1.10.1. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Yumuşaklığı Üzerine Etkisi	69
1.10.2. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Lezzeti ve Aroması Üzerine Etkisi..	70
1.10.3. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Et Rengi Üzerine Etkisi	72
1.10.4. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi .	74
1.10.5. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinde Mikroorganizmalar.....	74
1.11. Enzim Uygulamalarının Etin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri.....	77
2. MATERYAL VE METOT	81
2.1. Materyal	81
2.1.1. Sığır Eti Örnekleri.....	81
2.1.2. Olgunlaştırma Uygulamalarında Kullanılan Cihaz ve Malzemeler	81
2.1.3. Enzim Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler.....	81
2.1.4. Laboratuvarında Kullanılan Cihaz ve Malzemeler	81
2.1.5. Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Çözeltiler	83
2.1.6. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besi Yerleri	83
2.2. Metot.....	83

2.2.1. Sığır Etlerinin Deneysel Uygulamalar İçin Hazırlanması.....	83
2.2.2. Sığır Etlerine Enzim Uygulanması, Olgunlaştırma İşlemleri ve Laboratuvar Analizleri.....	84
2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler	86
2.2.3.1. Toplam Aerobik Koloni Sayımı.....	87
2.2.3.2. Psikrotrofik Bakteri Sayımı	87
2.2.3.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayımı	87
2.2.3.4. <i>Brochothrix thermosphacta</i> Sayımı	87
2.2.3.5. <i>Pseudomonas</i> spp. Sayımı.....	88
2.2.3.6. Laktik Asit Bakteri Sayımı	88
2.2.3.7. Maya ve Küf Sayımı	88
2.2.4. Fizikokimyasal Analizler	88
2.2.4.1. pH Değerinin Belirlenmesi	88
2.2.4.2. Su Aktivitesi Değerinin Belirlenmesi	89
2.2.4.3. Protein, Yağ, Nem, Tuz ve Kolajen Miktarının Belirlenmesi.....	89
2.2.4.4. Ağırlık Kaybının Belirlenmesi.....	89
2.2.4.5. Pişirme Kaybının Belirlenmesi	89
2.2.4.6. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi.....	90
2.2.4.7. Tiyoarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri Analizi	90
2.2.4.8. Renk Analizi	91
2.2.4.9. Tekstür Profil Analizi	92
2.2.4.10. Warner-Bratzler Shear Force Analizi.....	94
2.2.5. Duyusal Analizler	95
2.2.6. İstatistiksel Analiz.....	96
3. BULGULAR.....	98
3.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	100
3.1.1. Toplam Aerobik Koloni.....	100
3.1.2. Psikrotrofik Bakteri.....	102
3.1.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Familyası Bakteri.....	103
3.1.4. <i>Brochothrix thermosphacta</i>	105
3.1.5. <i>Pseudomonas</i> spp.....	106
3.1.6. Laktik Asit Bakteri.....	108
3.1.7. Maya ve Küf	109
3.2. Fizikokimyasal Analiz Bulguları	111
3.2.1. pH Değerleri.....	111

3.2.2. Su Aktivitesi Değerleri	112
3.2.3. Protein Miktarı	114
3.2.4. Yağ Miktarı	115
3.2.5. Nem Miktarı	117
3.2.6. Tuz Miktarı	118
3.2.7. Kolajen Miktarı	120
3.2.8. Ağırlık Kaybı	121
3.2.9. Pişirme Kaybı	123
3.2.10. Su Tutma Kapasitesi	124
3.2.11. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri	126
3.2.12. Renk Analizi	127
3.2.13. Tekstür Profil Analizi	135
3.2.14. Warner-Bratzler Shear Force Analizi	145
3.3. Duyusal Analiz Bulguları	149
4. TARTIŞMA	155
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi	155
4.1.1. Toplam Aerobik Koloni	155
4.1.2. Psikrotrofik Bakteri	158
4.1.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Familyası Bakterileri	160
4.1.4. <i>Brochothrix thermosphacta</i>	162
4.1.5. <i>Pseudomonas</i> spp.	163
4.1.6. Laktik Asit Bakteri	165
4.1.7. Mayalar ve Küfler	167
4.2. Fizikokimyasal Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi	168
4.2.1. pH Değerleri	168
4.2.2. Su Aktivitesi Değerleri	170
4.2.3. Protein Miktarı	172
4.2.4. Yağ Miktarı	173
4.2.5. Nem Miktarı	175
4.2.6. Tuz Miktarı	176
4.2.7. Kolajen Miktarı	177
4.2.8. Ağırlık Kaybı	179
4.2.9. Pişirme Kaybı	181
4.2.10. Su Tutma Kapasitesi	182

4.2.11. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri.....	184
4.2.12. Renk Analizi	187
4.2.13. Tekstür Profil Analizi.....	193
4.2.14. Warner-Bratzler Shear Force Analizi.....	199
4.3. Duyusal Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi.....	201
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	205
6. KAYNAKLAR	210



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Å: Angström

a*: Kırmızılık

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AMSA: American Meat Science Association

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

ADP: Adenozin difosfat

AMP: Adenozin monofosfat

ATP: Adenozin trifosfat

ATPaz: Adenozin trifosfataz

***a*_w:** Su aktivitesi

b*: Sarılık

bk.: Bakınız

°C: Santigrat derece

C*: Renk koyuluğu

CAC: Codex Alimentarius Commission (Codex Alimentarius Komisyonu)

CIE: Commission Internationale de l'Éclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)

cm: Santimetre

dk.: Dakika

EC: European Comission (Avrupa Komisyonu)

f: Frekans.

FAO: Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)

FDA: U.S. Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)

g: Gram

GRAS: Generally Recognized as Safe (Genellikle güvenli kabul edilen)

h*: Renk açısı/ton açısı

IMP: İnosin-5'-monofosfat

ISO: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)

kDa: Kilodalton

kg: Kilogram

kob: Koloni oluşturan birim

KP: Kreatin fosfat

L*: Parlaklık

log: Logaritma 10 tabanı

M: Molar

m: Metre

MDA: Malondialdehit

mg: Miligram

ml: Mililitre

mm: Milimetre

µm: Mikrometre

mmol: Milimol

µmol: Mikromol

MPa: Megapaskal

N: Newton

n: Örneklem büyüklüğü

NADH: Nikotinamid adenin dinükleotit

NIR: Near-infrared

nm: Nanometre

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)

p: Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

pH: Power of hydrogen

ppm: Milyonda bir kısım

s: Saniye

STK: Su tutma kapasitesi

TBA: Tiyoarbitürik asit

TBARS: Tiyoarbitürik asit reaktif maddeler

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TEPGE: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TPA: Tekstür Profil Analizi

TS: Türk Standardı

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

USDA: United States Department of Agriculture (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)

vb.: Ve benzeri, ve bunun gibi

vd.: Ve diğerleri

WHO: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

%: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1: Sığır eti üretiminde önemli ülkeler (milyon ton)	8
Şekil 1.2: Sığır eti üretiminde önemli ülkeler (%)	8
Şekil 1.3: (a) İskelet kasının bağ dokusu kılıfları: epimizyum, perimizyum ve endomizyum. (b) İskelet kası bölümü enine kesitinin, mikroskop görüntü fotoğrafı (30x)	23
Şekil 1.4: İskelet kası lifinin mikroskobik yapısı	26
Şekil 1.5: Kaslarda glikozun parçalanması	29
Şekil 1.6: Miyogloblin formlarının birbirine dönüşümleri	68
Şekil 2.1: Genelleştirilmiş enstrümantal TPA eğrisi	94
Şekil 3.1: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g)	101
Şekil 3.2: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	102
Şekil 3.3: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>Enterobacteriaceae</i> familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	104
Şekil 3.4: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>B. thermosphacta</i> sayısına etkisi (log kob/g)	105
Şekil 3.5: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>Pseudomonas</i> spp. sayısına etkisi (log kob/g)	107
Şekil 3.6: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g)	108
Şekil 3.7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g)	110
Şekil 3.8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi	111
Şekil 3.9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi	113
Şekil 3.10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%)	114
Şekil 3.11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%)	116
Şekil 3.12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%)	117
Şekil 3.13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%)	119

Şekil 3.14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%)	120
Şekil 3.15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%)	122
Şekil 3.16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%)	123
Şekil 3.17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%)	125
Şekil 3.18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et)	126
Şekil 3.19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L^*)	128
Şekil 3.20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (a^*)	129
Şekil 3.21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde sarılık değerlerine etkisi (b^*)	131
Şekil 3.22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*)	132
Şekil 3.23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*)	134
Şekil 3.24: TA.XT plus tekstür analiz cihazı TPA grafiklerinin topluca gösterimi	135
Şekil 3.25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g)	136
Şekil 3.26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s)	137
Şekil 3.27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi	138
Şekil 3.28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi	140
Şekil 3.29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g)	141
Şekil 3.30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g)	143
Şekil 3.31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi	144
Şekil 3.32: TA.XT plus tekstür analiz cihazı WBSF analizi grafiklerinin topluca gösterimi	145
Şekil 3.33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g)	146
Şekil 3.34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s)	148
Şekil 3.35: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi	149
Şekil 3.36: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi	151
Şekil 3.37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi	152
Şekil 3.38: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi	154

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 1.1: Yıllara göre dünya sığır eti arz ve kullanımı	7
Çizelge 1.2: Yıllara göre dünya küçükbaş hayvan eti verileri	10
Çizelge 1.3: Yıllara göre Türkiye büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı	11
Çizelge 1.4: Yıllara göre Türkiye’de kesilen hayvan sayısı (baş) ve elde edilen et miktarı (ton)	12
Çizelge 1.5: Yıllara göre Türkiye sığır eti arz ve kullanımı (ton)	12
Çizelge 1.6: GRAS kategorisinde yer alan bazı enzimler	60
Çizelge 1.7: Kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır etlerinin kalite niteliklerinin karşılaştırılması	69
Çizelge 2.1: Eksojen enzimler uygulanarak kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan <i>longissimus lumborum</i> kaslarına ait deneysel gruplar	84
Çizelge 2.2: Sığır etlerine uygulanan enzim çeşitleri, oranları ve olgunlaştırma yöntemleri	85
Çizelge 2.3: Deneysel numuneler üzerinde gerçekleştirilen analizler	86
Çizelge 2.4: Duyusal değerlendirme formu	97
Çizelge 3.1: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g)	100
Çizelge 3.2: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının TAK sayısına etkisi (log kob/g)	101
Çizelge 3.3: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g)	101
Çizelge 3.4: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	102
Çizelge 3.5: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	103
Çizelge 3.6: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	103

Çizelge 3.7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>Enterobacteriaceae</i> familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	103
Çizelge 3.8: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının <i>Enterobacteriaceae</i> familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	104
Çizelge 3.9: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde <i>Enterobacteriaceae</i> familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g)	104
Çizelge 3.10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>B. thermosphacta</i> sayısına etkisi (log kob/g)	105
Çizelge 3.11: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının <i>B. thermosphacta</i> sayısına etkisi (log kob/g)	106
Çizelge 3.12: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde <i>B. thermosphacta</i> sayısına etkisi (log kob/g)	106
Çizelge 3.13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde <i>Pseudomonas</i> spp. sayısına etkisi (log kob/g)	106
Çizelge 3.14: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının <i>Pseudomonas</i> spp. sayısına etkisi (log kob/g)	107
Çizelge 3.15: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde <i>Pseudomonas</i> spp. sayısına etkisi (log kob/g)	107
Çizelge 3.16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g)	108
Çizelge 3.17: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının LAB sayısına etkisi (log kob/g)	109
Çizelge 3.18: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g)	109
Çizelge 3.19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g)	109
Çizelge 3.20: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g)	110
Çizelge 3.21: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g)	110

Çizelge 3.22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi	111
Çizelge 3.23: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının pH değerlerine etkisi	112
Çizelge 3.24: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi	112
Çizelge 3.25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi	112
Çizelge 3.26: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının a_w değerlerine etkisi	113
Çizelge 3.27: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi	113
Çizelge 3.28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%)	114
Çizelge 3.29: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının protein miktarına etkisi (%)	115
Çizelge 3.30: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%)	115
Çizelge 3.31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%)	115
Çizelge 3.32: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının yağ miktarına etkisi (%)	116
Çizelge 3.33: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%)	116
Çizelge 3.34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%)	117
Çizelge 3.35: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının nem miktarına etkisi (%)	118
Çizelge 3.36: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%)	118
Çizelge 3.37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%)	118
Çizelge 3.38: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının tuz miktarına etkisi (%)	119
Çizelge 3.39: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%)	119
Çizelge 3.40: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%)	120
Çizelge 3.41: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının kolajen miktarına etkisi (%)	121

Çizelge 3.42: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%)	121
Çizelge 3.43: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%)	121
Çizelge 3.44: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının ağırlık kaybına etkisi (%)	122
Çizelge 3.45: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%)	122
Çizelge 3.46: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%)	123
Çizelge 3.47: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının pişirme kaybına etkisi (%)	124
Çizelge 3.48: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%)	124
Çizelge 3.49: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%)	124
Çizelge 3.50: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının STK değerlerine etkisi (%)	125
Çizelge 3.51: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%)	125
Çizelge 3.52: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et)	126
Çizelge 3.53: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et)	127
Çizelge 3.54: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et)	127
Çizelge 3.55: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L^*)	127
Çizelge 3.56: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının parlaklık değerlerine etkisi (L^*)	128

Çizelge 3.57: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L^*)	128
Çizelge 3.58: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (a^*)	129
Çizelge 3.59: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının kırmızılık değerlerine etkisi (a^*)	130
Çizelge 3.60: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (a^*)	130
Çizelge 3.61: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde sarılık değerlerine etkisi (b^*)	130
Çizelge 3.62: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sarılık değerlerine etkisi (b^*)	131
Çizelge 3.63: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde sarılık değerlerine etkisi (b^*)	131
Çizelge 3.64: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*)	132
Çizelge 3.65: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*)	133
Çizelge 3.66: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*)	133
Çizelge 3.67: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*)	133
Çizelge 3.68: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*)	134
Çizelge 3.69: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*)	134
Çizelge 3.70: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g)	135
Çizelge 3.71: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sertlik değerlerine etkisi (g)	136
Çizelge 3.72: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g)	136
Çizelge 3.73: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s)	137

Çizelge 3.74: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s)	137
Çizelge 3.75: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s)	138
Çizelge 3.76: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi	138
Çizelge 3.77: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının elastikiyet değerlerine etkisi	139
Çizelge 3.78: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi	139
Çizelge 3.79: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi	139
Çizelge 3.80: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının iç yapışkanlık değerlerine etkisi	140
Çizelge 3.81: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi	140
Çizelge 3.82: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g)	141
Çizelge 3.83: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sakızimsılık değerlerine etkisi (g)	142
Çizelge 3.84: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g)	142
Çizelge 3.85: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g)	142
Çizelge 3.86: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g)	143
Çizelge 3.87: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g)	143
Çizelge 3.88: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi	144
Çizelge 3.89: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının esneklik değerlerine etkisi	145
Çizelge 3.90: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi	145

Çizelge 3.91: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g)	146
Çizelge 3.92: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g)	147
Çizelge 3.93: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g)	147
Çizelge 3.94: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s)	147
Çizelge 3.95: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının WB sertlik değerlerine etkisi (g.s)	148
Çizelge 3.96: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s)	148
Çizelge 3.97: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi	149
Çizelge 3.98: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının tekstür değerlerine etkisi	150
Çizelge 3.99: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi	150
Çizelge 3.100: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi	150
Çizelge 3.101: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sululuk değerlerine etkisi	151
Çizelge 3.102: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi	151
Çizelge 3.103: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi	152
Çizelge 3.104: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının lezzet değerlerine etkisi	153
Çizelge 3.105: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi	153
Çizelge 3.106: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi	153
Çizelge 3.107: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının genel beğeni değerlerine etkisi	154
Çizelge 3.108: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi	154

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA

Resim 3.1: Numunelerin olgunlaştırma işleminin gerçekleştirildiği et olgunlaştırma dolabı	99
---	----



1. GİRİŞ

Günümüzde insanların yeterli ve dengeli beslenmeleri, gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun ülkelerin üzerinde önemle durdukları bir konudur. Gıdalar, insanların fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamalarının yanı sıra, bir takım psikolojik ve sosyal fonksiyonlara da sahiptir. Et, eski çağlardan beri göçebe olarak yaşayan insanların temel besin kaynaklarından biri olmuştur. Günümüzde ise en önemli gıda kaynaklarından biridir. Hayvansal kaynaklı bir besin maddesi olan et, lezzetli, iştah arttırıcı, doyurucu özelliklere sahip; yapısında yaşamsal öneme sahip birçok besin ögesi içeren, buna bağlı olarak beslenme bozuklukları ve beslenmeden kaynaklanan hastalıkları önleyen bir gıdadır (Anar, 2020). Dengeli beslenme, vücudun yapı taşları olan protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerin gerek duyulduğu kadar tüketilmesidir. Protein ihtiyacı açısından bakıldığında, yetişkin bir insanın günde yaklaşık 70 g protein tüketmesi, bunun da en az yarısının hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir (Öztan, 2017). Et, hayvansal gıdalar içerisinde biyolojik değeri yüksek proteinler, vitaminler ve bazı mineraller yönünden zengin bir gıdadır. Bağ doku proteinleri dışında diğer et proteinleri, insan yaşamı için gerekli olan esansiyel amino asitleri (lisin, treonin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, löysin, izolöysin, valin) yeterli ve dengeli oranda içeren en önemli protein kaynağıdır. Bu nedenle et ve et ürünlerinin insanlar tarafından mutlaka tüketilmesi gerekir (Arslan, 2013). Et proteinlerinin sindirilebilme oranı %97-98 olup, et yağlarının sindirilebilme oranı ise %95-96'dır. Buna karşın, tahıl proteinlerinin sindirilebilme oranı %85-90, kabuklu meyve proteinlerinin sindirilebilme oranı ise %70 civarındadır (Tayar ve Yıldırım, 2020). Et, kalsiyum dışında diğer mineraller, özellikle fosfor ve demir olmak üzere, bakır, çinko, selenyum açısından iyi bir kaynaktır. Yağlı etler A vitamini; normal veya yağsız etler ise B grubu vitaminleri ve bilhassa B₁, B₂, pantotenik asit, folat, niasin, B₆ ve B₁₂ vitaminleri yönünden zengindir. B₁₂ vitaminini en çok hayvansal gıdalar içermektedir. Et bileşimi; vitamin C, E, K bakımından fakirdir. Ette D vitamini düzeyi ise çok düşüktür (Arslan, 2013; Anar, 2020).

Son yıllarda, ülkemizde ve birçok gelişmiş ülkede tüketicilerin et satın alma tercihlerini etkileyen en önemli unsurların başında, et kalite özellikleri gelmektedir

(Maughan vd., 2012; Thorslund vd., 2016; Doğan, 2019). İyi kalitede bir et, yumuşak (gevrek), sulu ve yoğun lezzet özelliklerine sahiptir. Yapılan araştırmalar, et lezzetinin tüketiciler için çok önemli bir faktör olduğunu göstermiştir (Aaslyng ve Meinert, 2017).

Gevreklik; tüketicilerin sığır eti beğenisini, yeterli et tüketimini ve tekrar satın alma kararlarını etkileyen en önemli duyuşal özelliktir (Shackelford vd., 2001). Tüketiciler, gevrekliğı kesin olarak sağlanmış sığır etlerini, yüksek ücretle satın almaya isteklidir (Boleman vd., 1997).

Kesimden sonra oluşın rigor mortis olayının sona ermesi, yani kasların gevşemesi, proteolitik enzimler aracılığı ile kas ve bağ doku proteinlerinde gelişen yapısal değışikliklerden ileri gelmektedir. Bu olaylar zincirine olgunlaşma (kasın ete dönüşmesi) denir. Böylece et arzu edilen renk, lezzet, aroma kazanır, yumuşak ve sulu hale gelir (Matarneh vd., 2017; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Etlerin olgunlaşması, doğal olgunlaşma ve yapay olgunlaşma olmak üzere iki farklı nitelikte incelenmektedir. Doğal olgunlaşma; karkasların 1-2 gün süre ile 0,5-3 °C arasındaki bir sıcaklıkta bekletilmesi ile ya da yarım veya çeyrek karkasların 2-3 °C'de 10-12 gün bekletilmesi ile şekillendiğı bildirilmektedir (Anar, 2020).

Etlerde olgunlaştırmanın ileri bir aşaması olan ve etin lezzetini ve gevrekliğini arttırmak amacıyla et endüstrisinde son yıllarda ticari olarak yaygın bir şekilde uygulanan, kuru olgunlaştırma (dry aging) ve yaş olgunlaştırma (wet aging) yöntemleri bulunmaktadır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

Postmortem olgunlaştırma, sığır eti gevrekliğini ve lezzetini geliştirmek için yaygın bir endüstri uygulamasıdır. National Beef Tenderness Survey-2010, perakende işletmelerinde sığır etlerinin ortalama 20,5 gün olgunlaştırıldığını/depolandığını bildirmiştir (Guelker vd., 2013). Sığır etlerinin, vakumlu ambalaj içinde yaş olgunlaştırılması, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) et endüstrisinde uygulanan en yaygın olgunlaştırma yöntemidir (Nair vd., 2019).

Yapay olgunlaştırma, yumuşak ve iyi olgunlaşmış et talebinin yoğun olduğu ülkeler, ayrıca işletme sermayesinin düşük olmasını isteyen işletmeciler tarafından tercih edilen bir olgunlaştırma yöntemidir. Böylece yapay olgunlaştırma ile etin hızlı bir şekilde pazarlanması amaçlanmaktadır (Anar, 2020). Yapay olgunlaştırmada kullanılan yöntemlerden bazıları; ekzojen enzim (fungal, bakteriyel, bitkisel) kullanımı, organik asit kullanımı, elektriksel stimülasyon, kalsiyum klorit infüzyonu, bıçaklı yumuşatma, tamburlama, ultrasonik titreşim uygulaması, yüksek basınç uygulaması ve hidrodinamik basınç uygulamasıdır (Arslan, 2013; Bhat vd., 2018; Anar, 2020).

Olgunlaştırma süresinin artması ile etin yumuşaklığı arttığından, zaman ve ortam sıcaklığı yumuşak bir ürün elde etmede iki önemli faktördür (Khan vd., 2016). Ancak olgunlaştırma süresinin uzaması ile zaman kaybı, muhafaza giderlerinin ve maliyetlerin artması söz konusudur (Epley, 1992). Bu nedenle etlerin kısa sürede olgunlaşmasını sağlamak ve tüketicilere duysal özellikleri artırılmış etler sunmak amacıyla araştırmalar yapılmıştır (Campbell vd., 2001; Monsón vd., 2005; Savell, 2008; Kahraman ve Gürbüz, 2018; Karaduman, 2018; Nair vd., 2019; İnt. Kay. 1).

Bu çalışmada, etlerin doğal olgunlaştırma yöntemlerinden kuru olgunlaştırma (dry aging) ve yaş olgunlaştırma (wet aging) ile yapay olgunlaştırma yöntemlerinden eksojen proteolitik enzimlerle (papain ve fungal proteaz) olgunlaştırma, sığır kontrfilesine (*M. longissimus lumborum*) birlikte uygulanarak etlerin kalite özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler ile et olgunlaştırma yöntemlerinin geliştirilmesi, et kalitesinin artırılması, et olgunlaştırma zamanının kısaltılabilmesi ve et endüstrisinin gelişmesine katkı sağlanabilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca etin olgunlaştırılması ile ilgili yapılacak başka bilimsel çalışmalara yol göstermesi ve kaynak oluşturması düşünülmüştür.

1.1. Etin Tanımı

Etin temel tanımı, gıda için kullanılan hayvanların vücududur. Çoğunlukla ve çoğu toplum için et, evcilleştirilmiş çiftlik hayvanlarından elde edilir ve birincil tür sığır, domuz, koyundur. İskelet kası, üretilen ve tüketilen ürünlerin en büyük oranını oluştursa da, çeşitli organlar ve diğer sakatat ürünleri birçok ülke için önemli gıda

bileşenleridir ve genellikle yurt içinde tüketilebilecek olandan daha fazlasını üreten ülkeler için ihracat pazarlarına büyük katkı sağlar (Savell, 2017).

Memeli, kuş, sürüngen, amfibi ve suda yaşayan canlı türlerinden insan tüketimi için elde edilen iskelet kası ve iskelet kası ile ilişkili dokulara et denir. Organlar ve iskelet kası olmayan dokulardan oluşan yenilebilir sakatat da et olarak kabul edilir (Seman vd., 2018).

Avrupa mevzuatında et terimi; sığır, domuz, koyun ve keçinin yanı sıra evcil tek tırnaklılar da dahil olmak üzere evcil tırnaklı hayvanların karkasından elde edilen yenilebilir parçaları; kümes hayvanlarını; tavşanımsıları; yabani av hayvanını; çiftlik av hayvanını; küçük ve büyük yabani av hayvanını ifade eder (Official Journal of the European Communities, 30.04.2004, L 139/55).

Kesim yaş ve cüssesine ulaşmış sağlıklı hayvanlardan (sığır, manda, deve, koyun, keçi, at, kanatlılar ve su hayvanları) tekniğine uygun olarak elde edilmiş, büyük çoğunluğu kas dokusu olmak üzere tüketilebilir bağ, epitel, yağ, kemik ve sinir dokular ile kandan oluşan hayvansal gıdaya et denir. Genel anlamda et, gıda olarak tüketilmeye uygun hayvansal dokulardır. Bu dokular içerisinde en fazla payı kas dokular alırken, bunu sakatat olarak adlandırılan tüketilebilir iç organlar ve kelle-paça gibi diğer tüketilebilir organlar takip etmektedir (Tayar ve Yıldırım, 2020). Kırmızı et, myogloblin yoğunluğu yüksek olan sığır, manda, deve, domuz, koyun, keçi ve bazı av hayvanlarının etleridir (Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.2. Etin Beslenmedeki Önemi

Et, amino asit bileşimi ile diğer besin öğelerinin verimliliğini tamamlayan önemli ve değerli bir protein kaynağıdır. Etin özel değeri, yüksek derecede sindirilebilirliğinden ve esas olarak özel duyuşal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Etin bir diğer önemli besleyici özelliği; emilebilir demir, çinko, selenyum ve sağlıklı beslenmede önemli rol oynayan tiamin, riboflavin, niasin ve B₁₂ gibi B grubu vitaminleri içermesidir (McNeill ve Van Elswyk, 2016). Et, genel olarak çeşitli besin maddelerinin önemli bir kaynağıdır. Özellikle biyolojik değeri yüksek proteinin yanı sıra demir, selenyum,

Çinko ve B12 vitamini gibi mikro besin maddeleri açısından zengindir. Karaciğer gibi sakatat eşitleri, A vitamini ve folik asidin önemli kaynaklarıdır (Biesalski, 2005).

Etin, özellikle de kırmızı etin bir protein kaynağı olarak önemi ortada olmakla birlikte, bu içerik önemli ölçüde değişebilmektedir. Portekiz beslenme tablosu verilerinde (Anonim, 2006) etin ortalama protein miktarı %22 olarak bildirilmesine rağmen, bu değerin %34,5 (tavuk göğüsü) ile %12,3 (ördek eti) arasında değiştiiği rapor edilmiştir (Pereira ve Vicente, 2013).

Et proteininin sindirilebilirlik düzeyi yüksektir. Et proteininin, Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skorları (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores) 0,92 puan iken; barbunya, mercimek, bezelye ve nohut gibi bitkisel protein kaynakları 0,57 ile 0,71 puan arasında; buğday glütenu ise 0,25 puanla sınıflandırılmıştır (FAO/WHO, 1991; Pereira ve Vicente, 2013). Ayrıca et proteinleri, insan yaşamı için gerekli olan esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli oranda içeren en önemli protein kaynağıdır (Williams, 2007).

Et yağ içeriği, perakende satışı sunulan sığır eti, kümes hayvanları, sakatat ve et ürünleri arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Fileto, hem sığır hem de domuzda yağ oranı en düşük et çeşididir. Göğüs ise kanatlı etinin genellikle en yağsız kısmıdır (Pereira ve Vicente, 2013). Portekiz besin bileşimi tablosu verilerine göre (Anonim, 2006) perakende satışı sunulan sığır etleri yağ oranları %14 (dana) ile %19 (yetişkin sığır) arasında değişirken, domuz etlerinin %8 ile %28 oranında yağlı olabileceği bildirilmiştir. Türe ait değişik ırklarda beklenebilecek farklılıklara rağmen, sığır etleri yağ içeriği için benzer sonuçlar Williams (2007) tarafından rapor edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) perakende satışı sunulan sığır etlerindeki yağ oranlarının %5,4 ile %7,9 olduğunu vugulamaktadır. USDA verilerinde domuz eti yağı oranları ise %8 ile %10,7 arasında değişmektedir, ancak bu bildirimde ağırlıklı olarak yağsız et kısımları dikkate alınmaktadır (USDA, 2011).

Et, çeşitli vitamin ve minerallerin mükemmel bir kaynağıdır. Kırmızı et, 100 g başına riboflavin, niasin, B₆ vitamini ve pantotenik asit için önerilen diyet alımlarının yaklaşık %25'ini ve aynı porsiyonda günlük B₁₂ vitamini ihtiyacının neredeyse üçte

ikisini sağlar (Williams, 2007). Kanatlı etleri iyi bir niasin ve B₆ vitamini kaynağıdır. Tavuk göğsünün 100 g miktarı niasin ve B₆ vitamini günlük ihtiyacının sırasıyla %56 ve %27'sini karşılar. Hindi göğsünün 100 g miktarı ise niasin ve B₆ vitamini günlük ihtiyacının sırasıyla %31 ve %29'unu karşılar (USDA, 2011). Et, değerli bir B vitaminleri kaynağıdır, özellikle B₁₂ vitamini beslenmede önemlidir. Hayvansal gıdalar, B₁₂ vitamininin başlıca kaynakları olarak kabul edilir, ancak bazı alg türlerinde de B₁₂ vitamini bulunabilmektedir (Watanabe, 2007). Et ayrıca çinko, selenyum, fosfor ve demir için en iyi beslenme kaynaklarından biridir. Yağsız sığır etinin 100 gramlık porsiyonu; selenyum, çinko, potasyum günlük ihtiyacının sırasıyla, yaklaşık %37, %26 ve %20'sini karşılar (USDA, 2011).

Demirin insan sağlığının korunmasında çok önemli bir rolü vardır. Demir eksikliği çeşitli biyolojik işlevlerin bozulmasına, ayrıca çocuklarda büyüme ve gelişim ile ilgili rahatsızlıklara yol açar (Pereira ve Vicente, 2013). Hem demirin biyoyararlanımı 2 ila 3 kat daha fazladır ve az miktarda tüketildiğinde bile %15 ila %35'i kolayca emilir (Turhan vd., 2004). Et iyi bir hem demir kaynağıdır. Önceki çalışmalar, etin demir içeriğinin %26,2 ila %75,6'sının hem demir olduğunu bildirmiştir. Sığır eti en yüksek hem demir içeriğine sahiptir. Sığır filetosu demir içeriğinin %45 (Kongkachuichai vd., 2002) ila %77,58'i (Lombardi-Boccia vd., 2002) hem demir olabilirken, bildirilen ortalama değer %58,1'dir (Pereira ve Vicente, 2013).

1.3. Dünyada Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

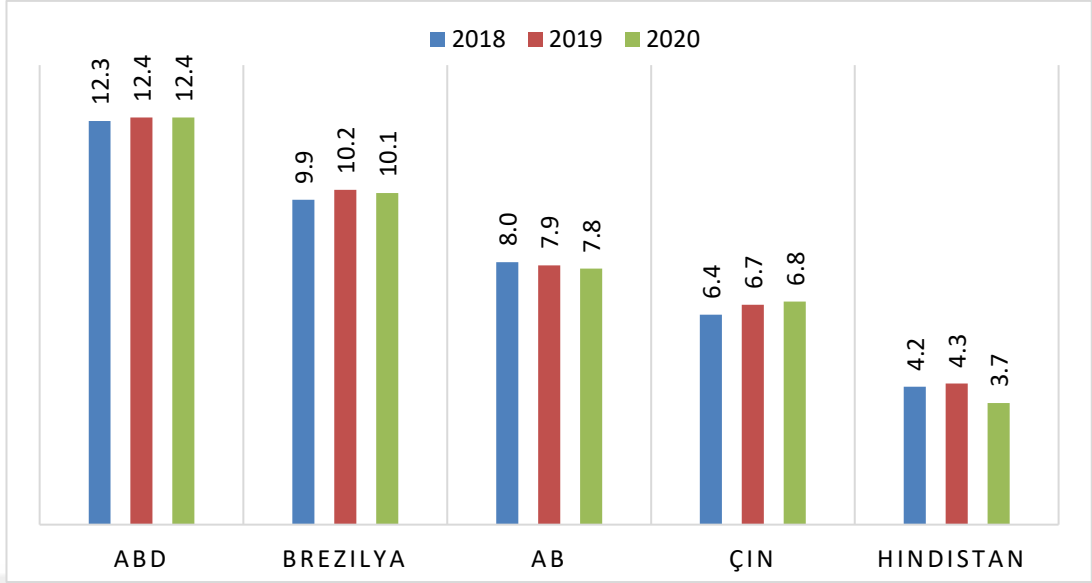
Günümüzde kişi başına tüketilen et miktarı, bir ülkenin sosyo-ekonomik yönden gelişmişliğini gösteren en önemli ölçütlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Gürbüz, 2009). Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak, beslenme ve gıda sorunları da artmaktadır. Dengeli beslenme ve yeterli hayvansal protein alımı, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerin öncelikli konusu haline gelmiştir. Bu sebeple gelişen teknoloji ve sanayileşme politikalarına rağmen hayvancılık sektörü stratejik önemini korumaktadır. Son beş yıllık sürece bakıldığında, dünya sığır eti üretiminin yıllık 60 milyon ton civarında olduğu görülmektedir (Çizelge 1.1). USDA verilerine göre 2020 yılında dünya sığır eti üretimi, COVID-19 pandemisinin etkileriyle bir önceki

yıla göre %2 oranında düşerek 60 milyon 431 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1). Dünyadaki toplam sığır varlığına bakıldığında ise, USDA verilerine göre 2019 yılında 1 milyar 279 milyon baştır. 2020 yılında ise toplam sığır varlığının 1 milyar 285 milyon baş olduğu tahmin edilmektedir. USDA 2020 yılı verilerine göre dünyada en fazla büyükbaş hayvan varlığına sahip ülke, 372 milyon 500 bin baş ile Hindistan olduğu bildirilmiştir. Hindistan'ı sırasıyla; Brezilya, Çin ve ABD takip etmektedir. Dünyada 2019 yılına kadar sığır eti tüketim artışının, üretim artışından daha yüksek oranda gerçekleşmesi nedeniyle stoklarda azalma görülmüştür. 2020 yılında yaşanan COVID-19 pandemisi nedeniyle üretim azalmasına karşın tüketimin de azaldığı, bu nedenle stokların arttığı bildirilmiştir (TEPGE, 2021a).

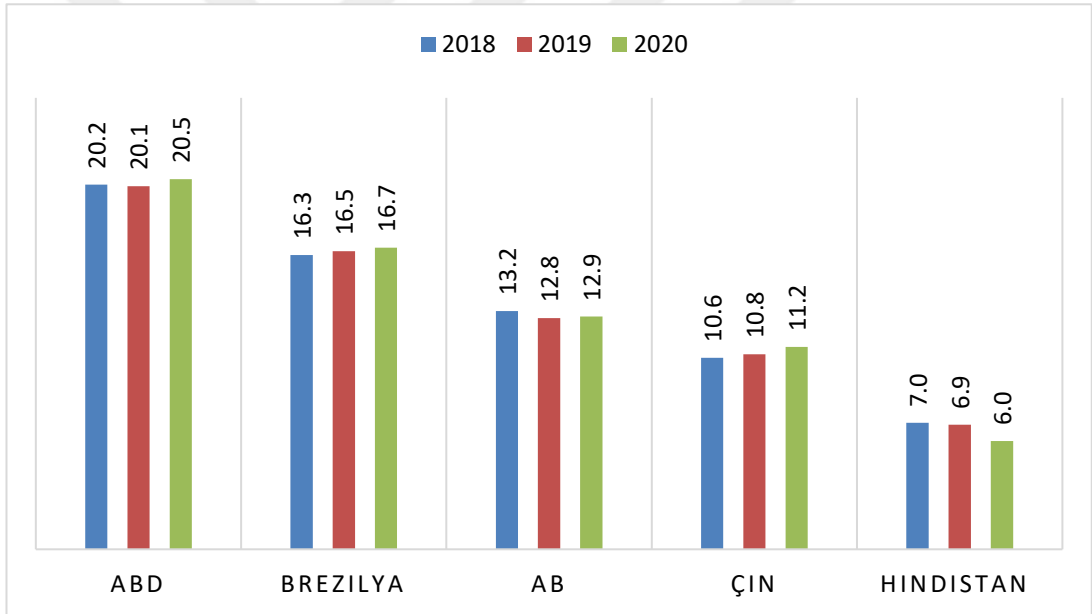
Çizelge 1.1: Yıllara göre dünya sığır eti arz ve kullanımı (bin ton) (USDA, 2021).

	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ¹	Değişim ² (%)
Başlangıç Stokları	573	575	513	520	504	529	5
Üretim	57 965	59 182	60 671	61 642	60 431	61 453	1,7
İthalat	7 217	7 408	8 099	8 820	9 140	9 261	1,3
Toplam Arz	65 755	67 165	69 283	70 982	70 075	71 243	1,7
Tüketim	56 187	57 137	58 657	59 586	59 105	59 951	1,4
İhracat	8 993	9 515	10 106	10 892	10 441	10 768	3,1
Toplam Kullanım	65 755	67 165	69 283	70 982	70 075	71 243	1,7
Bitiş Stokları	575	513	520	504	529	524	-0,9

1: öngörü 2: verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir.



Şekil 1.1: Sığır eti üretiminde önemli ülkeler (milyon ton) (TEPGE, 2021a).



Şekil 1.2: Sığır eti üretiminde önemli ülkeler (%) (TEPGE, 2021a).

Küresel kırmızı et sektörü, gelişmiş bir endüstri dalıdır. Global et ticaretini; her ülkenin farklı kaynak yapısı, et seçiminde tüketici tercihleri ve ülke içi endüstri yapısı belirlemektedir. Düşük maliyetli et üretimi yapabilen ülkeler, dünya ticaretinde rekabet etme yeteneğine sahiptir. Hayvansal gıdalara talebin artması ve bu alanda gelişen teknolojilerin kullanımı, hayvancılık sektörünü dünyada yaklaşık 1,5 milyar insanın geçim kaynağını sağladığı ve ekonomisi en hızlı büyüyen sektörlerden biri haline getirmiştir. Büyüyen hayvancılık sektörü ekonomisi ile birlikte

hayvancılık ticaretinin de geliştiği, 2019 yılında küresel sığır eti ticaretinin 2018 yılına göre yaklaşık %8,8 oranında arttığı bildirilmiştir. Dünya sığır eti ithalat toplamı 2019 yılında 9 milyon tona yaklaşmıştır. COVID-19 pandemisi 2020 yılında sığır eti ticaretindeki ekonomik büyümenin azalmasına neden olmuştur. COVID-19 pandemisi nedeniyle tüketicinin hayvansal protein talebinin azalması, restoran ve satış noktalarının kapanması, turizm ve seyahat kısıtlamaları sığır etine olan talebi azaltmıştır. Ayrıca nakliyat sektöründeki aksaklıklar küresel ticaretin azalmasına neden olmuştur. Buna karşın Çin’de görülen Afrika domuz ateşi hastalığının, Çin devletinin ithalatını arttırdığı bildirilmiştir. Dünya ülkelerinin 2020 yılında sığır eti ithalatındaki payları yüzde olarak sırası ile şöyle rapor edilmiştir: Çin 30,1, ABD 17,1, Japonya 9,3, Güney Kore 5,8, Hong-Kong 4,7, Rusya 3,9, Şili 3,3, diğer ülkeler 25,8. Diğer yandan dünya ülkelerinin 2020 yılında sığır eti ihracatındaki paylarının yüzde olarak şu şekilde sıralandığı bildirilmiştir: Brezilya 24,4, Avustralya 13,6, ABD 12,6, Hindistan 10,1, diğer ülkeler 39,3. ABD’nin işlenmiş et ürünü üretimi amacıyla düşük kalitede et ithal ettiği ve yüksek kaliteli et ihraç ettiği rapor edilmiştir (TEPGE, 2021a).

ABD karkas fiyatları 2020 yılında, 2019 yılına göre düşüş gösterirken; Avrupa Birliği (AB)’nde bir miktar yükseldiği bildirilmiştir. Hem ABD, hem de AB’de 2019 Aralık ayında 3,74 €/kg olan sığır karkas fiyatları; 2020 yılının aralık ayında ABD’de 3,05 €/kg, AB’de 3,78 €/kg olarak gerçekleştiği rapor edilmiştir (TEPGE, 2021a).

OECD-FAO verilerine göre 2019 yılında dünya kırmızı et tüketiminin (yaklaşık %60’ı domuz eti olmak üzere) ortalama 20,1 kg/kişi olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Türkiye’de sığır eti tüketimi, gelişmiş ülkelere göre daha düşük miktarda olmasına rağmen, dünya ortalamasının üstündedir. Dünya 2019 yılı sığır eti tüketim ortalaması 6,4 kg/kişi iken, aynı yıl Türkiye sığır eti tüketiminin 12,99 kg/kişi olduğu rapor edilmiştir. 2019 yılı verilerine göre dünyada en çok sığır eti tüketen ülkelerin, Uruguay 43,3 kg/kişi ve Arjantin 39,7 kg/kişi olduğu; dünyanın çeşitli ülkelerinde kişi başına düşen sığır eti tüketiminin, AB-28 ülkelerinde 10,3 kg, Rusya’da 10,3 kg, Brezilya’da 24,6 kg, ABD’de ise 26,7 kg olduğu bildirilmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde 2020 yılında, kişi başına düşen sığır eti tüketiminin biraz daha arttığının tahmin edildiği belirtilmiştir (TEPGE, 2021a).

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak kırmızı ete olan talep de artmaktadır. Dünya et üretiminin %4'ünü küçükbaş et üretimi oluşturmaktadır. Çin, Hindistan, Okyanusya ve AB, dünya küçükbaş et üretiminin %51'ini karşılamaktadır. Dünya küçükbaş eti 2018 yılı üretim artışındaki en büyük pay Avusturalya, Çin ve Yeni Zelanda kaynaklıdır. Güvenilir ve güvenli bir gıda kaynağına duyulan ihtiyacın COVID-19 pandemisiyle daha önemli hale geldiği bildirilmiştir. FAO, Avustralya Tarım, Su ve Çevre Bakanlığı ve Et Ve Süt Kurumu raporlarına göre, COVID-19 pandemisi nedeniyle yapılan kısıtlamaların etkisiyle 2020-2021 yıllarında uluslararası alanda küçükbaş et talebinde azalma beklenmektedir. Bu dönemde, dünya küçükbaş eti ihracatının yaklaşık %70'ini karşılayan Avustralya ve Yeni Zelanda'da üretimin %25-30 azalacağı belirtilmektedir (TEPGE, 2021b).

Çizelge 1.2: Yıllara göre dünya küçükbaş hayvan eti verileri (FAO, 2021).

	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim ¹ (%)
Kesilen Hayvan Sayısı (milyon baş)						
Koyun	563	572	588	597	602	0,8
Keçi	474	486	478	489	503	2,9
Et Üretimi (bin ton)						
Koyun	9 438	9 583	9 670	9 820	9 922	1
Keçi	5 648	5 780	6 022	6 126	6 253	2,1
Dış Ticaret (toplam, bin ton)						
İthalat	1 074	1 116	1 195	1 271	1 271	0
İhracat	1 140	1 165	1 239	1 307	1 322	1,2

1: verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir.

1.4. Türkiye’de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Hayvansal Üretim İstatistikleri Aralık 2020 verilerine göre, Türkiye genelinde büyükbaş hayvan sayısı bir önceki yıla göre %1,6 artarak 18 milyon 158 bin baş olmuştur. Büyükbaş hayvanlar arasında yer alan sığır sayısı %1,6 artarak 17 milyon 965 bin baş, manda sayısı %4,5 artarak 192 bin 489 baş olarak gerçekleşmiştir. Küçükbaş hayvan sayısı ise, bir önceki yıla göre %11,6 oranında artarak 54 milyon 113 bin baş olmuştur. Küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısının bir önceki yıla göre %13 oranında artarak 42 milyon 127 bin

baş olduğu, keçi sayısının ise yine bir önceki yıla göre %7 oranında artarak 11 milyon 986 bin baş olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (TÜİK, 2021a).

Çizelge 1.3: Yıllara göre Türkiye büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı (TÜİK, 2021b).

	2016	2017	2018	2019	2020	Değişim ¹ (%)
Sığır (bin baş)	14 080	15 944	17 043	17 688	17 965	1,6
Manda (bin baş)	142	161	178	184	192	4,5
Büyükbaş Toplamı	14 222	16 105	17 221	17 872	18 158	1,6
Koyun (bin baş)	30 984	33 678	35 195	37 276	42 127	13,0
Keçi (bin baş)	10 345	10 635	10 922	11 205	11 986	7,0
Küçükbaş Toplamı	41 329	44 313	46 117	48 481	54 113	11,6

1: verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir.

Türkiye’de, son yıllarda uygulanan politikalar ve hayvancılığa yapılan yatırımlar sayesinde, canlı hayvan ithalatının düştüğü ve sığır eti ihracatının ise arttığı bildirilmiştir. TÜİK verilerine göre Türkiye, 2020 yılının ilk 11 ayında, damızlık büyükbaş hayvan ithalatını %17 (toplam ithalat 14 609 baş); damızlık olmayan büyükbaş hayvan ithalatını ise %54 (toplam ithalat 309 169 baş) oranında azaltmıştır. Aynı dönemde, sığır eti ithalatının yaklaşık 15 katı sığır eti ihracatı gerçekleşmiştir (sığır eti ithalatı 3,8 ton; sığır eti ihracatı 55,6 ton). Çizelge 1.5’de görüldüğü gibi Türkiye’de son yıllarda sığır eti üretiminde de artış gerçekleşmiş, 2018 ve 2019 yılları arasındaki sığır eti üretiminde %7,1’lik artış kaydedilmiştir (TEPGE, 2021a).

Türkiye’de 2019 yılında kesilen sığır sayısı bir önceki yıla göre %6,1 oranında artarak 3 633 730 baş olmuştur (Çizelge 1.4). Türkiye’de sığır eti üretim artışının, kesilen hayvan sayısı artışının yanı sıra, karkas ağırlıklarının artmasıyla da oluştuğu rapor edilmiştir. Sığır karkas ağırlığı ortalaması 2015 yılında 269,5 kg iken, 2019 yılında %9,83 oranında artışla 296 kg olduğu bildirilmiştir (TEPGE, 2021a).

Türkiye’de kırmızı et tüketiminin gelişmiş ülkelere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Türkiye’deki kırmızı et tüketiminin; 2012 yılında 12,4 kg/kişi, 2014 yılında 12,9 kg/kişi ve 2017 yılında 14,1 kg/kişi olarak gerçekleştiği rapor edilmiştir. Türkiye’de 2018 yılında kırmızı et tüketiminin ise, 13,3 kg/kişi sığır eti ve 1,5 kg/kişi

küçükbaş eti olmak üzere toplam 14,8 kg/kişi olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (TEPGE, 2021b).

Çizelge 1.4: Yıllara göre Türkiye’de kesilen hayvan sayısı (baş) ve elde edilen et miktarı (ton) (TÜİK, 2021b).

	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim ¹ (%)
Kesilen Hayvan Sayısı (baş)						
Sığır	3 765 077	3 900 307	3 602 115	3 426 180	3 633 730	6,1
Manda	1 391	1 499	6 123	1 880	338	-82,0
Koyun	5 008 411	4 083 620	5 134 338	4 652 525	5 057 026	8,7
Keçi	1 999 241	1 756 360	2 068 866	693 405	836 376	20,6
Kesilen Hayvan Toplamı (baş)	10 774 120	9 741 786	10 811 442	8 773 990	9 527 470	8,6
Et Üretim Miktarı (ton)						
Sığır	1 014 926	1 059 195	987 482	1 003 859	1 075 479	7,1
Manda	326	351	1 339	402	73	-81,9
Koyun	100 021	82 485	100 058	100 831	109 382	8,5
Keçi	33 990	31 011	37 525	13 603	16 536	21,6
Kırmızı Et Toplamı (ton)	1 149 262	1 173 042	1 126 404	1 118 695	1 201 469	7,4

1: verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir.

Çizelge 1.5: Yıllara göre Türkiye sığır eti arz ve kullanımı (ton) (TEPGE, 2021a).

	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim ¹ (%)
Üretim	1 014 925	1 059 196	987 481	1 004 261	1 075 479	7,1
İthalat	17 574	5 720	18 879	55 752	1 628	-97,1
Toplam Arz	1 032 499	1 064 916	1 006 360	1 060 013	1 077 107	1,6
Tüketim	1 032 459	1 064 851	1 006 317	1 059 954	1 076 978	1,6
İhracat	40	65	43	159	129	-18,9
Toplam Kullanım	1 032 499	1 064 916	1 006 360	1 060 113	1 077 107	1,6

1: verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir.

1.5. Etin Kimyasal Özellikleri

Genel olarak etin kimyasal bileşiminin ortalama %75 (%65-80) su, %18,5 (%16-22) protein, %3 (%1,5-13) yağ, %1,5 protein olmayan azotlu bileşikler, %1 (%0,5-1,5) karbonhidrat ve %1 inorganik maddelerden oluştuğu bildirilmiştir. Etin bu kimyasal

kompozisyonunun hayvanın türüne, ırkına, yaşına, beslenme şekline, kesimden önce hayvana yapılan muamelelere ve kasın çeşidine göre değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Arslan 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.5.1. Su

Vücudun ve etin bileşenleri arasında en fazla bulunan öge sudur. Ortalama olarak ette %75 oranında, yağda ise %22 oranında su bulunduğu bildirilmiştir (Öztan, 2017; Tayar ve Yıldırım, 2020). Kas dokudaki suyun büyük kısmı miyofibriller arasında, miyofibriller ile hücre zarı arasında ve kas demetleri arasında bulunmaktadır. Etin yapısını oluşturan hücrelerde bulunan çok fazla sayıda bileşen, ya suda çözünmüştür ya da süspansiyon halindedir. Etin yapısında bulunan su, et kalitesini belirler; mikroorganizmaların faaliyetlerini sürdürmeleri, ette oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların gerçekleşmesi, et ürünlerinde kullanılan katkı maddelerinin karışması ve etkinliğinde rol alır. Kasların şişmesi, kasılması ve gerilmesi gibi fonksiyonlar suyun varlığına bağlıdır. Suyun, etin görünüşü, tekstürü, rengi, lezzeti, aroması ve gevrekliği üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Öztan, 2017; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Etteki su miktarı hayvanın türüne, yaşına, etin yağlılık derecesine ve vücut bölgelerine göre değişir. Genç hayvanların etleri yaşlı hayvanların etlerine, taze etler olgunlaşmış etlere ve vücudun ön bölge kaslarının arka bölge kaslarına göre daha fazla oranda su içerdiği bildirilmiştir (Arslan, 2013). Yağsız etin yaklaşık %75'ini oluşturan suyun; %60'ının miyofibrillerde, %25'inin sarkoplazmada, %15'inin ise bağ doku ve hücreler arası boşlukta bulunduğu vurgulanmaktadır (Öztan, 2017).

Suyun kas hücresinde; bağlı su, immobilize su ve serbest su şeklinde üç farklı formda bulunduğu bildirilmiştir (Uğur vd., 2001; Öztan, 2017). Bağlı (hidratasyon) su, başlıca protein molekülleri olmak üzere, diğer makro moleküllere sıkı bir şekilde bağlıdır. Bu nedenle mekanik ya da diğer fiziksel etkilerle kastan ayrılmaz. Bağlı suyun, belli bir donma noktası ve basıncı yoktur. Çözücü özelliğe de sahip değildir. Su molekülleri dipol karakterli olduğundan bir pozitif, bir de negatif kutba sahiptir. Bağlı suyun, etteki toplam suyun yaklaşık %4-5'ini oluşturduğu vurgulanmaktadır (Arslan, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020). İmmobilize (hareketleri kısıtlanmış) su, ette

bulunan suyun önemli bir kısmını oluşturur ve proteinlere sıkıca bağlanmamıştır. Bu formdaki su molekülleri, sterik (boşluk) etkilerle ve/veya bağlı suya çekim yoluyla bağlanabilir, kendi başına proteinlere bağlı değildir. Erken postmortem dönemde, bu su dokudan serbestçe uzaklaştırılmaz, ancak kurutularak giderilebilir, ayrıca donma sırasında buza dönüşmektedir. Rigor sürecinden ve kasın ete dönüşme sürecinden etkilenir. Kas hücre yapısının değişmesi ve pH düzeyinin düşmesi üzerine fire olarak uzaklaşabilir. İmmobilize su, et kesildiğinde veya doğrandığında serbest hale geçip uzaklaşmamaktadır. Fiziksel etki ile, örneğin baskı uygulayarak etten uzaklaştırılabilir. Normal formdaki suya göre donma noktası düşüktür. Daha az çözücü özelliğe ve buhar basıncına sahip olduğu bildirilmiştir (Tayar ve Yıldırım, 2020). Serbest su, hücreler arasında bulunan ve etin bileşenlerine çok zayıf bağlarla bağlı bulunduğundan, sızarak kolayca ortamdan ayrılabilen su formudur. Donmuş etin çözünme sürecinde etten sızan su, serbest sudur. Etten kolayca ayrılabilindiğinden, etin işlenmiş et ürünlerine kullanımında (özellikle sucuk, pastırma ve kavurma) çok büyük önem arz eder. Etin bileşimindeki toplam suyun aktif kısmını, serbest su formu oluşturmaktadır. Normal suda olduğu gibi donma noktası, buharlaşma noktası ve buhar basıncı gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca serbest su, immobilize suya dönüşebilmektedir. Serbest su ile immobilize su arasında ters orantılı bir ilişki vardır; biri artarken diğeri azalmaktadır. Etlerde serbest su oranının %20-40 arasında olmasının önerildiği vurgulanmaktadır (Arslan, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.5.2. Protein

Yağsız etin sudan sonra en büyük kısmını oluşturan proteinler, orijinlerine göre miyofibriler, sarkoplazmik ve bağ doku proteinleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Arslan, 2013). Yağsız etin %22'sini oluşturan proteinler; yaklaşık %13 miyofibriler proteinler (tuzda çözünebilir), %7 sarkoplazmik proteinler (suda veya çok düşük tuz konsantrasyonunda çözünebilir) ve yaklaşık %2 yapısal proteinler (bağ doku proteinleri, tuzda ve suda çözünmeyen) şeklinde ifade edilebilir. Kendi içinde yüzde olarak ifade edildiğinde yağsız etteki proteinlerin; %55-60 miyofibriler protein, yaklaşık %30 sarkoplazmik protein ve yaklaşık %10-15 bağ doku proteinlerinden oluştuğu bildirilmektedir (Feiner, 2006).

Kasların esas yapı unsurları olan miyofibriler proteinler, sahip oldukları kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürme yeteneği sahiptir. Böylece canlılarda kasların kontraksiyonunda, postmortem dönemde ise rigor mortisin oluşmasında önemli rol oynamaktadır (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013). Miyofibriler proteinlerin fonksiyonlarına göre; kontraktıl proteinler (aktin ve miyozin), regülatör proteinler (tropomiyozin, troponin, α -aktinin, β -aktinin, γ -aktinin ve eu-aktinin) ve sitoskeletal proteinler (titin, nebulin, C-protein, M-protein, dezmin, filamin, vimentin, synemin, x-protein, I-protein, F-protein, kreatin kinaz) olmak üzere üçe ayrıldığı bildirilmektedir. Et proteinlerinin yaklaşık yarısını miyofibriler proteinlerin oluşturduğu, miyofibriler proteinlerin %70'ini ise kontraktıl proteinlerin oluşturduğu vurgulanmaktadır (Gürbüz, 2009; Huang vd., 2011a). Aktin ve miyozin, toplam kas ağırlığının yaklaşık %7-8'ini oluşturur. Aktin ve miyozin, miyofilamentler olarak da bilinir, kas kasılması ve gevşemesinden sorumludur. Miyofibriler proteinler yaklaşık 67-72 °C'de denatüre olurlar (Feiner, 2006).

Albüminler ve globulinler ana sarkoplazmik proteinlerdir. Sarkoplazmik proteinler grubunda yaklaşık 90 farklı protein bulunmaktadır. Albüminler suda tamamen çözünür, globulinler ise zayıf tuzlu çözeltilerde çözünür, fakat suda çözünmez. Miyogloblin (kasa kırmızı rengi verir) ve hemogloblin (kana kırmızı rengi verir) en önemli globulin türleridir. Sarkoplazmik proteinler, hayvan hücresindeki metabolizma olaylarından sorumludur. Sarkoplazmik proteinler genellikle 62-70 °C'de denatüre olur. Fakat bazı sarkoplazmik proteinlerin 50 °C sıcaklıkta da denatüre oldukları bildirilmiştir (Feiner, 2006).

Bağ doku proteinleri, etin besin değeri, tekstürü ve olgunluğu üzerinde önemli ölçüde etki göstererek, etin kalitesini belirlemektedir. Bu proteinler, çoğunlukla iskelet kasları ile birlikte görev yaptıklarından etin olgunluk derecesine etki ederler. Bağ doku proteinleri, kolajen, elastin ve retikülinlerdir. Bu proteinler 60-65 °C'de kısılar ve küçülür. Kolajenin, 90-95 °C buharlı sıcaklıkta eridiği ve jelatine dönüştüğü vurgulanmaktadır (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013).

Kolajen, hayvan vücudunda en çok rastlanan bağ doku proteindir. Çiğ etin sertliğini belirleyen faktör olmasına rağmen, ısıl işlem后会 sonra etin yumuşamasında önemli rol

oyun. Memeli hayvanların toplam proteininin %20-25'ini kolajen oluşturur. Tendo ve fasiyaların, ayrıca kemik ve kıkırdığın temel yapı taşıdır. Kolajen liflerine tüm doku ve organlarda, özellikle kasta sıkça rastlanır. Kasların fiziksel aktivitesinin artmasına paralel olarak kolajen içeriğinin arttığı görülür (Öztan, 2017). Et ve et ürünlerinin gerçek besin değerinin belirlenmesinde kolajenin hesaplanması gerekir. Çünkü kolajenin hem sindirilebilirliği çok zayıftır, hem de metiyonin ve triptofan esansiyel amino asitlerini çok az oranda içerir. Bu amaçla kolajenin yapısında en fazla bulunan hidroksiprolin miktarı belirlenerek etin kalitesinin saptandığı bildirilmektedir (Arslan, 2013). Elastin, kolajene göre daha az yaygın olan bir bağ doku proteindir. Esneme yeteneği yüksektir. Fasiyaların, damar duvarlarının ve kas da dahil çok sayıda doku ve organın çatısını oluşturur. Sindirim enzimlerine karşı dirençli olduğundan, beslenme açısından hemen hemen öneminin olmadığı bildirilmektedir (Öztan, 2017). Retikülün, oldukça küçük liflerden meydana gelen, dallı bir ağ görünümünde olan bağ doku proteindir. Daha çok hücrelerin, kan damarları ve sinir dokularının çevresinde bulunduğu vurgulanmaktadır (Arslan, 2013).

1.5.3. Protein Olmayan Azot Bileşikleri ve Diğer Küçük Bileşenler

Azot içeren ancak protein olmayan bileşiklere, protein olmayan azot bileşikleri (NPN) denir. Serbest amino asitler, kısmen kas aminopeptidazlarının etkisine bağlı olarak kasta bulunur (%0,1-0,3) ve oksidatif fazda glikolitik kaslara göre daha fazladır. En baskın amino asitler taurin (%0,02-0,1), alanin ve glutamik asittir (%0,01-0,05). Etin postmortem depolanması sırasında içerikleri artar (Belitz vd., 2009; Toldrá ve Reig, 2012).

Et, kasta fizyolojik işlevler gerçekleştiren, değişken miktarlarda üç tane doğal dipeptit içerir (kasları fizyolojik aralıkta tutan tamponlar, antioksidanlar, nörotransmitterler vb.): Karnosin, anserin ve balenin. Karnosin ve anserin tüm türlerde mevcuttur (%0,01-0,3); sığır eti ve domuz eti anserinden daha yüksek karnosin içerir, kuzu eti her ikisinden de benzer konsantrasyonlara sahiptir ve kümes hayvanları anserin bakımından zengindir. Balenin, balinaların kaslarında daha fazladır, domuz kasında az miktarda bulunur ve diğer hayvanlarda çok düşüktür (Warriss, 2000; Toldrá ve Reig,

2012). Etin diğerk küçük bileşenleri, aminler, guanidin bileşikleri (kreatin ve kreatinin), kuaterner amonyum bileşikleri (kolin ve karnitin) ve nükleotitlerdir (ATP, ADP vb.) (Belitz vd., 2009). Serbest amino asitler ve nükleotitlerin pişirilmiş ette lezzet oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir (Arslan, 2013).

1.5.4. Yağlar (Lipitler)

Yağlar, et kalitesinin belirlenmesinde proteinlerle birlikte önemli rol oynayan bileşiklerdir (Gürbüz, 2009). Etin lezzetini, sululuğunu, yumuşaklığını ve görsel özelliklerini artırmak için yağlar gereklidir. Çok düşük yağ seviyesine sahip et, tüketiciler tarafından az lezzetli olarak değerlendirilir. Bununla birlikte, et yağı bazı hastalıkların (kardiyovasküler hastalıklar, obezite ve kanser) görülme sıklığı ile ilişkili olduğundan, tüketiciler tarafından görünür şekilde yüksek yağlı etlerin kabul görmediği vurgulanmaktadır (Cobos ve Diaz, 2015).

Yağlar, nötral lipitler, fosfolipitler, serebrositler ve kolesterol şeklinde bulunur. Enerji kaynağı olmaları yanında, yağda eriyen vitaminleri (A, D, E ve K) ve esansiyel yağ asitlerini (linoleik, linolenik ve araşidonik asit) içermeleri nedeniyle beslenmede önemlidirler (Arslan, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020). Yağlar organizmada intermusküler, intramusküler ve ekstraselüler (depo) yağlar olmak üzere üç şekilde bulunmaktadır. Depo yağlar deri altı, sırt, kalp ve böbreklerin etrafında, sindirim sistemi organlarının üzerinde yer almaktadır. Bazı koyun ırklarında kuyrukta, develerde ise hörgüçte depolanır. İntramusküler yağlar, kas liflerinin arasında bulunarak ete mermerimsi görüntü verir. Bu duruma mozaik manzarası, mermerleşme (marbling) adı verildiği bildirilmiştir (Öztan, 2017; Anar, 2020).

Yağlar, ette ve et ürünlerinde lezzet oluşumunda önemlidir. Türlerle özgü aroma ve lezzet oluşumunda da yağlar önemli bir role sahiptir. Çünkü çeşitli türlere göre yağların bileşimi, yağ asitleri çeşidi, miktarı, doymuş veya doymamış olmaları açısından farklılık görülmektedir. Yağlar olgunlaşma sırasında çeşitli aroma maddelerinin çözünmesinde de etkilidir. Ayrıca lipolizis sonucu ortaya çıkan uçucu yağ asitleri, aldehitler ve ketonlar gibi bileşiklerin lezzet üzerinde olumlu etkilere sahip oldukları bildirilmektedir (Arslan, 2013; Anar, 2020).

Ette bulunan yağlar genel olarak doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinden meydana gelmektedir. Sığır ve koyun yağlarında doymuş yağ asitlerinin oranı, doymamış yağ asitleri oranından daha yüksektir. Yağ asitleri kompozisyonu, yağların yumuşak veya sert oluşlarını etkilemektedir (Anar, 2020). Doymamış yağ asidi içeren yağların, bunların yağda bulunma oranlarına göre yumuşak ya da sıvı olduğu, doymuş yağ asitlerini fazla oranda içeren yağların ise sert yapıda olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yağ dokunun içerdiği bağ doku oranına göre de yağların sertliği değişmektedir. Hayvanların beslendiği yemin hem yağın kıvamı, hem de rengi üzerine etkili olduğu vurgulanmaktadır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

Etteki çoğu yağ asidi molekülleri, 14 ila 20 karbon atomu içerir. Doymuş yağ asitlerinin toplam içeriği %30-50'dir. Başlıca doymuş yağ asitleri; palmitik asit (C-16: 0), stearik asit (C-18: 0) ve miristik asittir (C-14: 0). En çok bulunan palmitik asittir (%20-25) ve onu stearik asit (%5-20) izler. Yağ asitlerinin yaklaşık %35-50'sinin tekli doymamış olduğu, oleik asidin (C-18: 1) (% 30-45) başlıca tekli doymamış yağ asidi olduğu ve onu palmitoleik asidin (C-16: 1) (2-5 %) izlediği bildirilmiştir (Cobos ve Diaz, 2015).

Etteki yağ asitlerinin daha az bir kısmını çoklu doymamış yağ asitleri oluşturur (% 2–30). Etteki en önemli çoklu doymamış yağ asitleri, linoleik asit, araşidonik asit ve en fazla miktarda bulunan α -linolenik asittir. Trans yağ asitleri, konjuge çift bağlı yağ asitleri (konjuge linoleik asitler gibi), tek sayıda karbon atomuna sahip yağ asitleri ve dallı zincirli yağ asitleri ruminant etlerinde, geniş getirmeyen hayvan etlerine göre daha yüksek oranda bulunur. Ruminantların eti (sığır, kuzu, keçi eti), rumendeki mikroorganizmaların aktivitesi nedeniyle, geniş getirmeyenlere göre daha karmaşık yağ asidi bileşimine sahiptir. Bu yağ asitlerinin ince bağırsaktan emildiği ve ete dahil olduğu bildirilmiştir (Wood vd., 2008). Kuzu (4,3-19,0 mg/g) ve sığır etindeki (1,2-10,0 mg/g) konjuge linoleik asit seviyeleri; domuz ve tavuk etinden (1 mg/g'dan düşük) daha yüksektir. Konjuge linoleik asidin kanser, kardiyovasküler hastalıklar, şeker hastalığı, vücut kompozisyonu, bağışıklık sistemi ve kemik sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Schmid vd., 2006).

Et ve et ürünlerinin depolanması ve muhafazası sırasında yağlarda oksidatif acılaşma meydana gelebileceğinden, bu olumsuz durumun ürün depolama süresini sınırlandıracağı vurgulanmıştır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.5.5. Karbonhidratlar

Karbonhidratlar, canlı kas dokusunda %0,5 ila %1,5 arasında değişen düşük bir konsantrasyonda bulunur. Başlıca karbonhidrat, canlı hayvanlarda aerobik glikoliz yoluyla kas kasılması için enerji sağlayan ve enerji deposu görevi gören glikojendir. Glikojen, α -1,6 glukozidik ve α -1,4 glukozidik bağlarla bağlanan α -D-glukoz birimlerinden (50 000'e kadar) oluşan dallı bir polisakkarittir. Ölümden sonra kanda oksijen yoktur, aerobik yollar durur ve bu, kısa bir süre için glikozun laktata çevrildiği anaerobik glikolize dönüşmeye neden olur. Ölümden 24 saat sonra, glikojen konsantrasyonu %1'in altına düşer. Kas dokuda bulunan diğer karbonhidratların; glikoz, diğer monosakkaritler ve disakkaritler (%0,1-0,15) ile glikojen metabolizmasının ara ürünleri olduğu bildirilmiştir (Warriss, 2000; Keeton ve Eddy, 2004).

Glikojen, kasın ete dönüşmesinde çok büyük öneme sahiptir. Bu olay için gerekli enerji glikojenden sağlanır. İyi olgunlaşmış kaliteli bir et elde etmek için antemortem dönemde kasta yüksek oranda glikojen bulunmalıdır. Bunun için, kesimden önce hayvana karbonhidrat yönünden zengin yem verilmesi, iyice dinlendirilmesi ve strese sokulmadan kesilmesi gerektiği bildirilmiştir. Glikojen miktarı üzerine etkili faktörler hayvanın yaşı, cinsiyeti, bakım ve beslenmesi, hareketlilik durumudur. Hareketli olan kaslarda, genç hayvanlarda ve erkeklerde, karşıtlarına göre daha yüksek oranda glikojen bulunduğu vurgulanmaktadır. Etteki glikojen oranının ise kesim sırasındaki strese, etin muhafaza koşullarına ve rigor mortis oluşum derecesine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Arslan, 2013).

Ette bulunan glikojenin beslenme açısından önem taşımadığı, etin postmortem fazda asitliğinin gelişmesini sağladığı, etin dayanıklılığı, tat ve kokusu ile yumuşaklığından sorumlu olduğu bildirilmiştir (Öztan, 2017). Kasta, glikojenden sonra bulunan ikinci karbonhidrat glikozdur (%0,10-0,15). Çoğunlukla glikoz 6-fosfat olarak bulunur. Kastaki serbest glikoz miktarı 10-30 mg/100 g'dır. Glikojenin parçalanması ile

ortaya çıkan laktik asit miktarı kasın fonksiyonuna göre değişir. Laktik asit miktarlarının, dinlenmekte olan kasta %0,01-0,02, yorgun kasta %0,4, rigor mortis fazındaki kasta ise %1 olduğu vurgulanmaktadır (Öztan, 2017).

1.5.6. Mineral Maddeler

Et; fosfor, potasyum, magnezyum, demir, bakır, çinko ve selenyum gibi bazı mineraller açısından çok zengin bir kaynaktır. Özellikle kırmızı ette besin maddesi olarak demir içeriği çok önemlidir, çünkü yüksek biyoyararlanımı olan hem formunda mevcuttur (Lofgren, 2005). Kalsiyum ve sodyum gibi diğer mineraller ette düşük seviyelerde bulunur (Cobos ve Diaz, 2015).

Ette, insan için esansiyel olan minerallerin çoğu bulunmaktadır. Özellikle etin demir ve fosfor içeriği insan beslenmesi açısından değerlidir. Etteki mineral madde miktarı %1-1,8 düzeyindedir. Bu oran hayvan ve et çeşidine göre farklılık gösterir. Mineraller kas dokuda homojen bir dağılım göstermez (Tayar ve Yıldırım, 2020). Minerallerin %40'ının sarkoplazmada, %20'sinin kas hücrelerinin yapısında ve geri kalan kısmının ise hücreler arası sıvılarda bulunduğu bildirilmektedir (Gürbüz, 2009).

Vücut bileşimindeki sodyum, potasyum ve klor mineralleri yumuşak dokularda ve sıvı ortamda bulunur. Potasyum ve sodyum iyonları metabolik faaliyetler için klor iyonlarına ihtiyaç duyar. Vücutta asit baz dengesi ve ozmotik basınç, sodyum ve potasyum iyonları ile regüle edilir, su metabolizmasında bu iyonlara ihtiyaç duyulur (Öztan, 2017). Hayvan vücudunda bulunan sodyum ve klor miktarları; 40-80 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Forrest vd., 1975). Arslan (2013), orta yağlı sığır etinde sodyum miktarını 89 mg/100 g ve klor miktarını 51 mg/100 g olarak bildirmiştir.

1.5.7. Vitaminler

Et ve et ürünleri, başta tiamin (B₁ vitamini), riboflavin (B₂ vitamini), niasin, B₆ ve B₁₂ vitaminleri olmak üzere suda çözünen vitaminlerin çoğu için iyi bir kaynaktır. Konsantrasyonları, 100 g başına birkaç mikrogramdan (B₁₂ vitamini, 0,31-3,1 µg) birkaç miligrama (niasin, 3,6-12,6 mg) kadar değişir. Karaciğer folat açısından

zengindir. Özellikle sığır ve kuzu eti gibi kırmızı etler, iyi bir B₁₂ vitamini kaynağıdır. Domuz eti ve ürünleri en iyi tiamin kaynaklarından biridir (0,9-1,2 mg/100 g). Etteki C vitamini içeriği değişkendir (0-2,3 mg/100 g); etin bu vitaminin önemli bir kaynağı olmadığı bildirilmektedir (Cobos ve Diaz, 2015).

Yağda çözünen vitaminlerden A vitamini, et ve et ürünlerinde düşük miktarlarda (0-40 µg/100 g) bulunur. En yüksek A vitamini değerleri lipit içeriği yüksek ette ve daha yüksek miktarlarda karaciğerde (15 000 µg/100 g) bulunur. Başlıca all-trans-retinol ve daha küçük miktarlarda 13-cis-retinol olarak bulunur. D vitamini ve metaboliti 25-hidroksi D vitamini de bazı et ürünlerinde bulunur, ancak miktarı çok düşüktür [0,03-0,60 µg/100 g vitamin D₃ (kolekalsiferol) ve 0,4-0,20 µg/100 g 25-hidroksi D vitamini]. Etin, düşük miktarlarda bulunan E ve K vitaminleri gibi yağda çözünen diğer vitaminler için (sırasıyla 100 g başına 0,16-0,69 mg ve 0,0-6,8 µg) önemli bir kaynak olmadığı vurgulanmaktadır (Leth ve Ertbjerg, 2004; Lofgren, 2005; Cobos ve Diaz, 2015).

1.5.8. Su aktivitesi

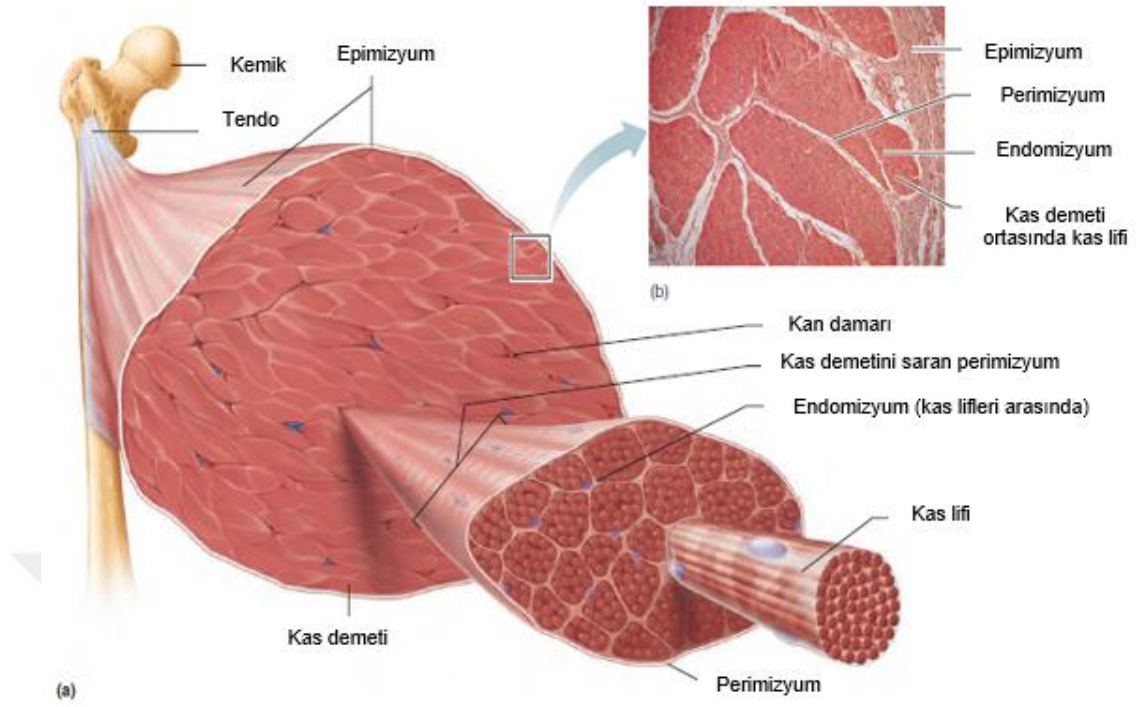
Su aktivitesi (a_w), termodinamik manada gıda denge buhar basıncının, saf suyun aynı sıcaklıktaki denge buhar basıncına oranıdır. Gıda ile dengede bulunan havanın bağıl nemi olarak da ifade edilebilmektedir. Rutubetten farklı olarak a_w değeri; gıda kalitesinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik stabiliteyi belirler. Mikroorganizma faaliyetlerinde çok önemli bir etken olan a_w değeri; bakteri, maya ve küflerin gıdalarda gelişimi ve metabolizması için kullanılabilir suyun göstergesidir (Özay vd., 1993). Gıdanın raf ömrünü, yapısını, renk, aroma ve lezzetini a_w değeri etkiler. Gıdalarda a_w değeri düştükçe mikroorganizmaların çoğalma şansı azalır ve böylece mikrobiyal gelişme kontrol altına alınarak gıdanın raf ömrü uzatılabilir (Tayar ve Çıbık, 2016). a_w değeri, 0 ila 1 arasında değişmektedir ve saf suyun a_w değeri 1'dir (Özay vd., 1993; Anar, 2020). Genel bir ifade ile bakteriler 0,90-0,91'in altında, küf ve mayalar ise 0,80'den düşük a_w değerlerinde gelişemezler (Tayar ve Yıldırım, 2020). Et ve et ürünleri için belirlenen a_w değerleri 0,70 ila 0,99 olarak değişmektedir (Anar, 2020).

1.6. Etin Histolojik Özellikleri

Kasaplık hayvanlarda toplam gövde ağırlığının %40-60'ını kas doku oluşturur. Kas hücrelerinin ana fonksiyonu kontraksiyondur. Kontraksiyon, kas hücresinin kapasitesine göre büzülmesi, kısılmasıdır. Kontraksiyon sonucu kas hücresinde bulunan glikojen enerjiye ve ısıya dönüşür. Yapı, denetim, görev yönünden memelilerde kas dokusu; iskelet kası (çizgili kas), düz kas ve kalp kası olarak üç sınıftır. Düz kaslar istem dışı çalışan kaslardır ve bulundukları organların, kanalların, damarların duvarını oluştururlar. Enine çizgili kaslar, genellikle iskelet sisteminde bulunurlar. Bu nedenle iskelet kasları diye isimlendirilirler ve daha çok istemli olarak çalışırlar. Kalp kasının istisna olarak, hem istem dışı çalıştığı, hem de enine çizgili yapı gösterdiği vurgulanmaktadır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.6.1. İskelet Kaslarının Yapısını Oluşturan Ögeler

Bir kas, çok sayıda iğ şeklindeki kas lifinin veya telinin (kas hücresi) bir araya gelmesi ile oluşan kas demetlerinden meydana gelir. Kas telleri (kas hücreleri) bir araya gelerek primer demetleri, primer demetler bir araya gelerek sekonder demetleri, sekonder demetler de tersiyer demetleri oluştururlar. Bu durum kasın kalınlığına bağlı olarak değişir. Kas demetlerinin bir araya gelmesi sonucu oluşan kasların dış yüzeyi, epimizyum adı verilen kalın ve sıkı bağ doku tabakası ile kaplıdır. Aynı şekilde her bir kas demetini saran bağ doku tabakasına perimizyum ve her bir kas telini sıkıca örten bağ doku zarına endomizyum adı verilir (Şekil 1.3) (Anar, 2020). Kas hacminin ortalama %75-92'sini kas liflerinin oluşturduğu, geriye kalan kısmını ise bağ doku, kan ve sinirlerin oluşturduğu bildirilmektedir (Tayar ve Yıldırım, 2020).



Şekil 1.3: (a) İskelet kasının bağ dokusu kılıfları: epimizyum, perimizyum ve endomizyum, (b) İskelet kası bölümü enine kesitinin mikroskop görüntü fotoğrafı (30x) (Marieb ve Hoehn, 2013).

1.6.1.1. Kas Hücresi

Kasların esas yapı birimi kas hücreleridir ve kas hücreleri organizmanın aktif hareketlerini gerçekleştirebilmek için yapısal farklılaşmaya uğramıştır. Kasların uzayıp kısalabilmeleri için, kas hücreleri iplik şeklini almıştır. Kas hücreleri dar, uzun, silindirik şeklindedir ve çok çekirdeklidir. Şekilleri nedeniyle kas hücrelerine, kas teli ya da kas lifi adı verilir. Kas tellerinin sitoplazmaları sarkoplazma, hücre zarları sarkolem olarak adlandırılır. İskelet kaslarını meydana getiren kas liflerine, enine çizgili yapı gösterdiklerinden çizgili kas lifleri ve bu kaslar daha çok iskelet sistemine bağlı olduklarından iskelet kasları denilmektedir. Kas lifleri, uzama ve kısalma yeteneğine sahip hücrelerdir. Bu hücreler yaşa, beslenmeye, hareketlere, organizmadaki yerlerine ve canlı türlerine bağlı olarak çeşitli büyüklükte dirler. Kas liflerinin kalınlıkları 10-100 μm , boyları ise 1-5 cm arasında değişmektedir. Kas liflerinin boyları hayvanlarda 12-15 cm olabilmektedir. Hayvanlar büyüdükçe kas liflerinin de büyüüp geliştiği, ancak sayılarında bir artış gözlenmediği bildirilmektedir (Anar, 2020).

1.6.1.2. Sarkolem

Her bir kas lifi, protein ve lipitlerden oluşan, sarkolem (sarkolemma) adı verilen bir zarla çevrilir. Dört farklı katmandan oluşan ve esneme yeteneğine sahip olan sarkolemin, kas kontraksiyonu sırasında aktif rol aldığı bildirilmektedir. Motor sinir liflerinin kasla temasının, sarkolem vasıtası ile olduğu vurgulanmaktadır (Anar, 2020; Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.6.1.3. Sarkoplazma

Sarkolem içerisinde yer alan kas hücresinin protoplazmasına sarkoplazma denir. Sarkoplazma, tüm hücre organellerini içinde bulundurur ve %75-80'i su olan kolloidal özelliktedir. Sarkoplazmada yer alan hidrolitik, lipolitik ve proteolitik enzimler (glikozidaz, nükleaz, katepsin); polisakkaritlerin, nükleik asitlerin ve proteinlerin hidrolizasyonunu katalize eder. Bu enzimler postmortem değişiklikler sonucunda oluşan asidik ortamda fazla aktivite gösterdiklerinden, etin olgunlaşmasına katkı sağladıkları ve etin lezzetini arttırdıkları bildirilmiştir (Anar, 2020; Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.6.1.4. Miyofibril

Sarkoplazma içerisinde kas hücresi boyunca paralel uzanan organellere miyofibril (kas fibrili, kas lifçığı) denir. Miyofibriller, kas hücrelerinin kontraksiyonunu gerçekleştiren organellerdir ve iskelet kası hücrelerine enine çizgili görünüm kazandırır. Miyofibriller uzun, ince ve silindirik tüp biçimindedir. Çoğunlukla 1-3 µm kalınlıkta, birbirini izleyen açık ve koyu görünümlü alanlardan oluştuğu vurgulanmaktadır (Arslan, 2013; Anar, 2020).

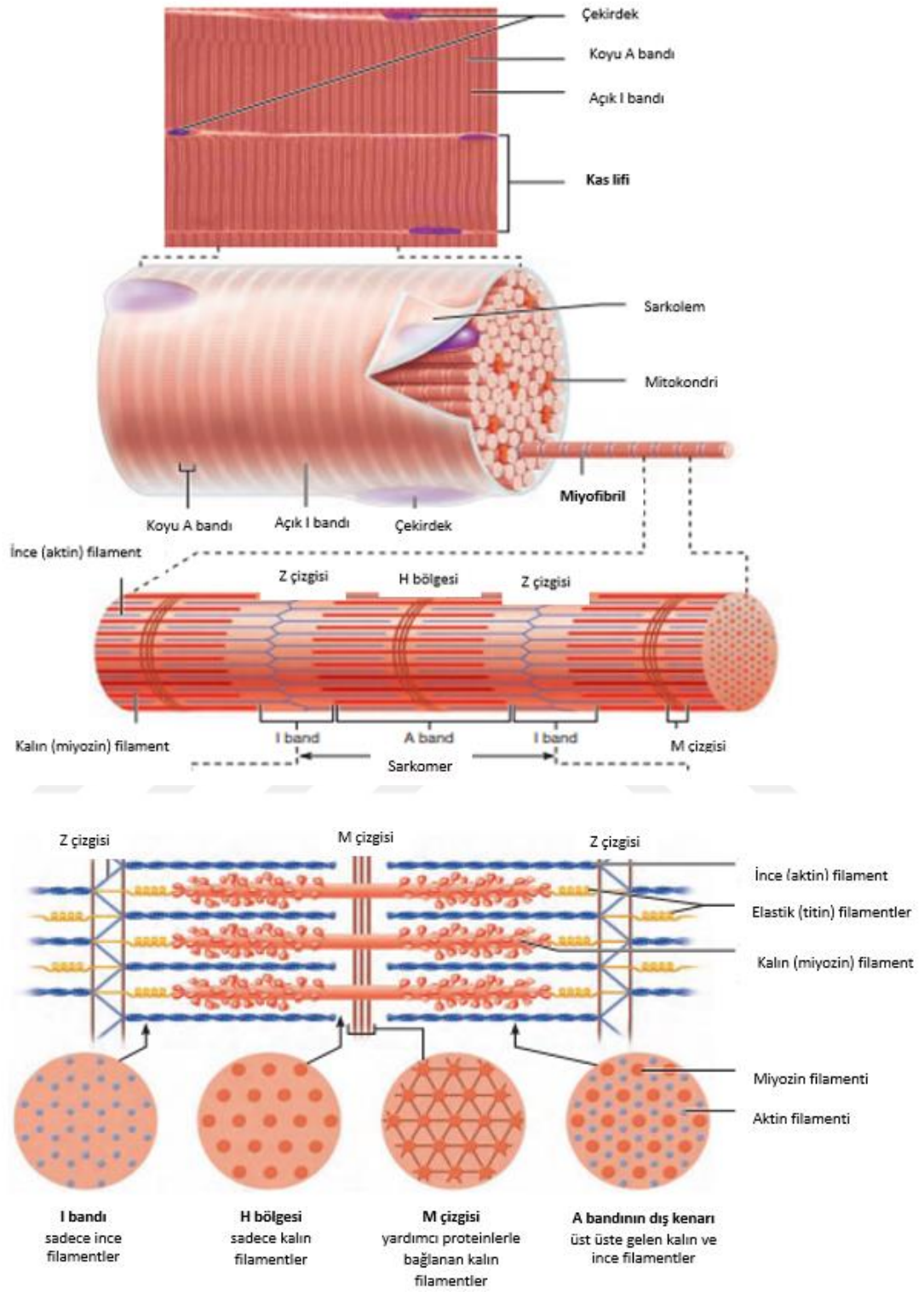
1.6.1.5. Miyofilament

Miyofibrillerin içinde boyuna paralel olarak yerleşmiş, kendilerinden çok daha ince miyofilament (kas filamenti) adı verilen iplikçikler vardır. Miyofilamentler, aktin ve miyozin miyofilamentleri olmak üzere iki çeşittir (Anar, 2020).

Kalın filamentler miyozin moleküllerinden meydana gelir. Miyozin filamentleri 12 nm çapında ve 1,5 µm uzunluğundadır. Miyozin moleküllerinin, kalın ve ince filamentlerin aralarında çapraz köprüler oluşturarak kaymasında rol oynayan iki başı vardır. Bunu sağlamak için adenosin trifosfat (ATP) bölünmesini katalize eden enzimin, miyozin molekülünün baş kısmında bulunduğu bildirilmiştir (Astruc, 2014).

İnce filamentler, ağırlıklı olarak troponin ve tropomyozin tarafından desteklenen globüler aktin olmak üzere çeşitli proteinlerin birleşimidir. İnce filamentlerin 8 nm çapında ve 1 µm uzunluğunda olduğu vurgulanmaktadır (Astruc, 2014).

Miyofibrilin boyuna kesitinde, polarize ışık altında açık renkli görünen bölgelere I bandı (izotropik), koyu renkli görünen bölgelere de A bandı (anizotropik) adı verilir. Elektron mikroskopta I bandının, Z çizgisi adı verilen koyu transver bir çizgi ile ikiye bölündüğü gözlenir. İki Z çizgisi arasında kalan yapıya sarkomer denir. Sarkomerler, kasılabilir yapının kendini yenileyen en küçük parçasıdır ve miyofibrillerin esas yapısal ünitelerini oluştururlar. Bir sarkomer, iki adet yarım I bandı ile bir adet A bandından oluşur. Dinlenme halindeki kasta sarkomer uzunluğu yaklaşık 2,5 µm'dir. Sarkomer içerisinde bulunan miyoflamentlerin birbirleri arasında hareket etmesi sonucu kaslar kasılır ve gevşerler. A bandının ortasında bulunan açık renkli ancak, Z çizgisinden daha geniş bölgeye H bandı adı verilir. H bandını ikiye ayıran koyu renkli hatta ise M çizgisi denir. Aktin filamentleri, Z çizgisinden başlayıp I bandlarını oluştururlar, A bandlarına doğru uzanır ve A bandlarında da bir miktar devam ederler. Miyozin filamentleri ise sadece A bandlarında bulunurlar. Yani A bandlarının uç kısımları miyozin ve aktin filamentleri içerir, orta kısımları sadece miyozin filamentleri içerir. Ayrıca I bandlarında az miktarda troponin ve tropomyozin proteinlerinin de bulunduğu vurgulanmaktadır (Şekil 1.4) (Arslan, 2013; Ertbjerg ve Puolanne, 2017; Anar, 2020). Z çizgileri, kontraktıl protein aktinin, titin ve nebulin gibi proteinlerin birlikte bulunduğu yoğun protein yapılarıdır. Z çizgilerinin, kasılma ve gevşemeyi sağlayan kontraktıl proteinlerin bağlantı noktaları olduğu bildirilmektedir (Hopkins ve Bekhit, 2014).



Şekil 1.4: İskelet kası lifinin mikroskopik yapısı (Marieb ve Hoehn, 2013).

1.6.2. Kasların Kontraksiyonu ve Gerekli Enerjinin Sağlanması

Canlı organizmada kas doku hücreleri, kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürerek kasılma ve gevşeme, dolayısıyla hareketleri sağlama yeteneğine sahiptir. Kasların bu yetenekleri, ete dönüşüm ile beraber kaybolmaktadır. Ancak, kasların fonksiyonları için gerekli enerjiyi sağlayan biyokimyasal reaksiyonlar ile postmortem dönemde kaslarda meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişiklikler arasında benzerlik olduğu bildirilmektedir (Anar, 2020).

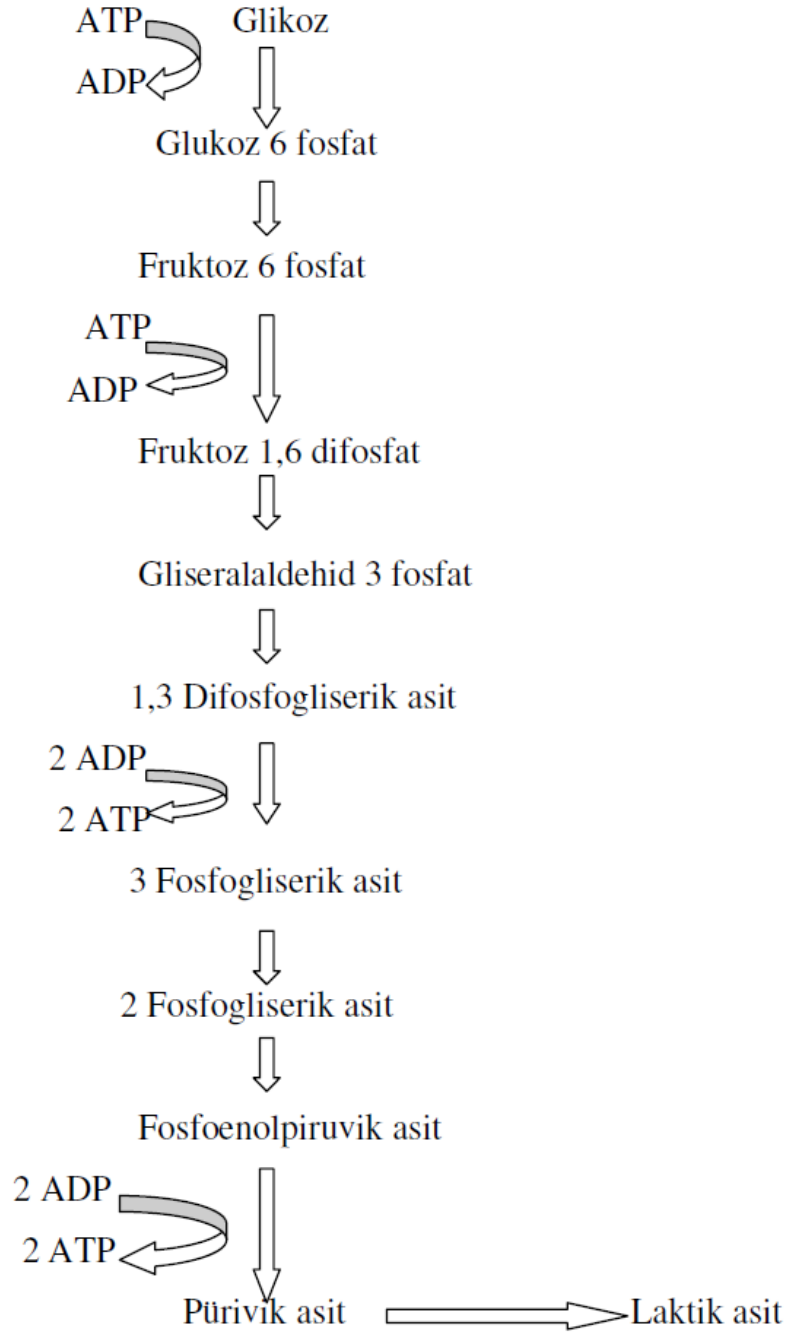
Canlı bir kasın kısılması, sarkomerlerin içyapısı düzeyinde iyi anlaşılmıştır. Kasın kasılması sırasında A bandının uzunluğu esasen sabittir, miyozin ve aktin filamentleri birbirinin üzerinde kayar ve kas kısaldıkça aktin filamentleri miyozin filamentleri dizisine doğru çekilir (Huxley, 1969). Kas kasılması sırasında I bandı kısılır ve miyofibril içindeki Z diskleri birbirine yaklaşır. Kasın gevşemesi esnasında ise filamentler birbirlerinin üzerinde zıt yönde kayarlar. Bir kasın kasılması sırasında, sarkomer boyu %30 veya daha fazla kısılabilir. Örneğin, kasın dinlenmesi esnasında 2,5 µm olan sarkomer uzunluğu, kasın kasılması ile 1,8 µm olabilir. Sarkomer boyu kısaldığında, aktin filament dizileri M çizgisinde buluşur ve daha fazla kısılmada üst üste gelir. Sarkomer boyunun kısılması için gerekli güç, ince filamentlerdeki aktin birimleri ile miyozin başlarının, ATP güdümlü döngüsel etkileşimi tarafından ortaya çıkarılır. Bu döngü sırasında miyozin başı aktine bağlanır, kas kasılması için kuvvet oluşturan biçimsel değişikliğe uğrar, daha sonra miyozin ve aktin birbirinden ayrılarak kas gevşer (Geeves ve Holmes, 2005).

Kasların kasılması ve gevşemesi için gerekli enerji ATP'den sağlanır. Vücuttaki dokularda karbonhidratların parçalanması olayına glikoliz denir. Organizmanın enerji kaynağı olan ATP, aerobik ve anaerobik glikoliz ile sağlanmaktadır. Mitokondriye sahip olan ve yeterli oksijen bulunan hücrelerde glikoliz olayının son ürünü pirüvattır. On tane reaksiyon dizisinden oluşan bu biyokimyasal olaya aerobik glikoliz denir. Mitokondri bulunmayan hücrelerde veya yeterli oksijen sağlanamayan koşullarda anaerobik glikoliz yoluyla ATP üretimi gerçekleşir. Bu olayda glikoz pirüvata dönüşmekte, pirüvat da nikotinamid adenin dinükleotit (NADH) ile indirgenerek laktat

(laktik asit) oluşmaktadır (Anar, 2020). Kaslarda glikozun parçalanması sırasında gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar şekil 1.5’de gösterilmiştir.

Canlı metabolizmasında aerobik glikoliz (oksidatif fosforilasyon) yoluyla, glikoz gibi karbonhidrat birimi başına yaklaşık 36 ATP molekülü oluşturulur (Honikel, 2014a). Anaerobik glikoliz sonucu ise, bir mol glikoz molekülünden 2 mol ATP ve 2 mol laktik asit üretilmektedir. Canlı hayvanda stres durumunda veya postmortem dönemde anaerobik glikolizin başladığı bildirilmektedir (ztan, 2017).

Kaslar aşırı çalıştıklarında, kaslara kan yoluyla ulaşan oksijen aerobik metabolizma yoluyla ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılayacak ATP sentezinde yetersiz kalır. Bu durumda kaslardaki depo glikojen, anaerobik glikoliz yoluyla laktik asite parçalanır ve pH düşer. Ayrıca hücrelerden uzaklaştırılamayan karbondioksit, su ile reaksiyona girerek karbonik asite dönüşür ve bu yolla da pH düşüşü gerçekleşir. Postmortem dönemde de organizmaya oksijen girişi durduğundan, anaerobik glikoliz yoluyla kaslardaki depo glikojen yıkımlanarak ATP sentezlendiği ve bu enerji ile bir süre daha kas kontraksiyonlarının devam ettiği bildirilmektedir (Honikel, 2014b; Anar, 2020).



Şekil 1.5: Kaslarda glikozun parçalanması (Mengi, 1998).

1.7. Etin Kalite Nitelikleri

Et kalitesi kavramında, iki genel kalite türünden bahsedilmektedir. Fonksiyonel kalite, bir üründe arzu edilen özellikleri ifade eder. Örneğin, kırmızı etin yumuşak veya tavuk etinin lezzetli olması gibi. Uygunluk kalitesi ise, tüketicinin spesifikasyonlarını tam olarak karşılayan ürün üretmektir. Kıymada yağ ve kolajen miktarının mevzuata uygun olması veya porsiyon büyüklüğünde tavuk göğsünün tam olarak belirli bir ağırlıkta olması gibi. Çoğu insan kaliteden bahsettiğinde fonksiyonel kaliteyi kasteder, ancak kalite yönetimi genellikle uygunluk kalitesine odaklanır. Ancak her iki kalite türü de önemlidir (Warriss, 2000).

Et kalite özelliklerinin tam listesi şu şekilde bildirilmiştir:

- Verim ve toplam bileşim; satılabilir ürün miktarı, yağ ve yağsız et oranı, kas boyutu ve şekli.
- Görünüm ve teknolojik özellikler; yağ dokusu ve rengi, yağsız ette mermerleşme miktarı (kas içi yağ), yağsız et rengi ve su tutma kapasitesi, yağsız etin kimyasal bileşimi.
- Lezzetlilik; yumuşaklık, sululuk, aroma.
- Sağlıklı olma; besleyicilik, kimyasal kalıntı ve kontaminantların bulunmaması, tüketime uygun mikrobiyolojik kalite.
- Etik kalite; hayvan refahına uygun besicilik (Warriss, 2000).

Etin kalite nitelikleri; elde edildikleri hayvanların türüne, ırkına, yaşına, cinsiyetine, genetik yapısına, beslenme koşullarına, rigor mortis çeşidine, karkas bölgelerine, kesim öncesi ve sonrası sahip olduğu koşullara göre değişir. Etle ilgili başlıca kalite nitelikleri; renk, tekstür, lezzet (tat ve koku), sululuk derecesi ve su tutma kapasitesidir. Bu niteliklere genel olarak organoleptik (duyusal) özellikler adı verildiği bildirilmektedir (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013).

1.7.1. Renk

Etin rengi, satış noktasında tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyen en önemli özelliktir. Tüketiciler genellikle taze etlerin kiraz kırmızısı rengini sağlıklı

ilişkilendirir. Ancak, tüketim noktasında pişmiş etlerin donuk kahverengi, pişme göstergesi olarak kullanılır. Kürlenmiş et ürünleri ise karakteristik bir pembe renge sahiptir. Miyoglobın, kanı iyi akıtılmış karkaslardan elde edilen etin renginden başlıca sorumlu olan sarkoplazmik hem proteindir. Bununla birlikte hemoglobın, sitokrom ve diğer pigmentler de etlerde düşük seviyelerde bulunabilir ve et rengine daha az oranda katkıda bulunabilir. Etlerini elde etmek için kesilen hayvanların, kanlarının önemli bir kısmının uzaklaştırılmasına rağmen, iskelet kaslarındaki kan damarlarında kalıntı kan/hemoglobın bulunabilir ve etin rengine katkı sağlayabilir (Suman ve Joseph, 2014).

Et rengi, yapısında bulunan pigmentlerin belirli dalga boylarındaki ışığı absorbe etme ve yansıtma özelliğine bağlı olarak oluşmaktadır. Etin içerdiği miyoglobın miktarı; türe, cinsiyete, yaşa, kas aktivitesine ve beslenmeye bağlı olarak değişkenlik gösterir. Domuz eti sığır etine, genç hayvan etleri yaşlı hayvan etlerine, dişi hayvan etleri erkek hayvan etlerine, kanatlı göğüs etleri kanatlı but etlerine göre daha açık renge sahiptir. Düşük oranda miyoglobın içeren etler soluk veya açık kırmızı, yüksek oranda miyoglobın içeren etler ise koyu kırmızı renklidir. Et rengi üzerinde postmortem pH'nın da etkisi vardır. Düşük pH derecesinde miyoglobının oksijen bağlama yeteneği artar ve et rengi açık kırmızı olur. Postmortem pH derecesi yüksek ise, et rengi koyu kırmızı olmaktadır (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013).

Et rengi; oksijen miktarına, dehidrasyon derecesine, depolama sıcaklığına, mikrobiyal faaliyetlere ve pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişir. Et, hava ile temas edince kolayca oksimiyoglobın oluşur ve ete özgü kırmızı renk meydana gelir. Etler havanın oksijeni ile yeterli süre temas etmezse, miyoglobın ortamda bulunan az miktardaki oksijen ile reaksiyona girerek metmiyoglobın şekillenir. Metmiyoglobın, oldukça kahverenginde bir pigmenttir ve ette arzu edilmeyen renk oluşumuna neden olur (Arslan, 2013).

1.7.2. Tekstür ve Gevreklik

Tekstür (yapı, doku), gıdanın duyuşsal algısından elde edilen karmaşık bir özelliktir. Bu algı, gıdanın mikro ve makro yapılarından kaynaklanan bir özellik olan mekanik

özellikleri tarafından belirlenir. Tekstür, duyuşal özelliklere bağı olduğından, bireyler arasında geniş bir algı çeşitliliğı ortaya çıkabilmektedir. Tekstür, çeşitli parametrelerle belirlenen karmaşık bir niteliktir. Sertlik, iç yapışkanlık, viskozite, elastikiyet ve dış yapışkanlık gıda tekstür parametrelerinden bazılarıdır. Tüketiciler tarafından en çok beğenilen ve aranan et özelliğı olan gevreklik, iç yapışkanlık (çiğneme) ile ilgili bir tekstürel özelliktir. Bu nedenle gevreklik, çiğneme sırasında parçalanmaya karşı çok az direnç gösteren gıda ile ilişkili bir kalite özelliğıdir (Bourne, 2002; Szczesniak, 2002; Gomes vd., 2018).

Etin tekstürel özellikleri, esas olarak miyofibriller ve iskelet kası ile ilişkili bağ dokular tarafından belirlenmektedir (Nishimura, 2015). Bu nedenle, iskelet kaslarının bu iki bileşeninin yapısı ve postmortem dönemde maruz kaldıkları değışiklikler, et kalite özelliklerinin gelişimi açısından çok önemlidir (Gomes vd., 2018).

Etin tekstür ve gevrekliğı, kas ve bağ doku proteinlerinin yapısal özellikleri ve miktarının yanısıra; hayvanın türü, ırkı, cinsiyeti, yaşı, yağ miktarı, kesim öncesi ve sonrası şartlarına bağı olarak değışmektedir. Doğumdan sonra hızlı büyüyüp gelişen kaslar, genellikle kaba ve sert tekstürlüdür; tersi durumda ise kaslar, küçük yapıda kas demetlerini ve oldukça az oranda bağ dokusunu içerir. Yaşlı hayvan etlerinde, aktin ve miyozin arasındaki çapraz kolajen bağların sayısı arttığından etler kaba tekstürlüdür (Arslan, 2013).

Yüksek kolajen içerikli etler genellikle daha serttir ve daha uzun süre pişirilmeleri gerekir. Benzer şekilde yaşlı hayvan etleri artan kolajen içeriğı ve kararlılığı nedeniyle daha serttir (Swatland, 1996; Perez-Chabela vd., 2005). Torrescano vd., (2003) sığır etinde sertlik ve kolajen içeriğı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Etin tekstürü ile gevrekliğı orantılı olup, kaba tekstürlü etin gevrekliğı iyi olmamaktadır. Gevreklik, etin tekstürüne bağı olarak ağızda ve özellikle damakta algılanan duyumla ilgili bir olgudur. Etin gevrekliğı değılendirilirken; dişlerin ete kolaylıkla geçmesi ve çiğneme kolaylığı, çiğneme sırasında etin kolayca parçalanması, ağızda meydana gelen hoş a giden duyum ve yutma kolaylığı dikkate alınır (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013).

1.7.3. Lezzet

Gıdaların, tatma ve koklama organları ile algılabilen duyumlarının hepsine lezzet adı verilir. Kısaca, gıdalardan algılanan tat ve kokunun bir karışımıdır. Tat alma organı ile gıdaların acılık, tatlılık, ekşilik ve tuzluluk derecesi; koku alma duyuları ile gıdaların içerdiği eriyebilir ve uçucu maddelerden algılanan kokuların derecesi belirlenir. Aroma ise, gıdalar çiğnendikten sonra yutulurken tat ve koku karışımının yutakda meydana getirdiği duyumdur. Pişmiş etin kendine has lezzetini; inozinik asit, nükleotitler, inorganik fosfat, hipoksantin, glikomukoproteinlerdeki glikoz, bazı amino asitler (serin, glutamik asit, glisin, alanin, izolösin ve lösin), et yağının hidrolize olması sonucu açığa çıkan serbest yağ asitleri ile bunların hidroliz ürünleri olan aldehit ve ketonlar gibi bileşiklerin oluşturduğu rapor edilmiştir (Arslan, 2013).

Ete tuz ilavesi ile tuzlu suda çözünebilen miyofibriler proteinler (aktin, miyozin) de etin lezzetini etkiler (Uğur vd., 2001). Et lezzetinin pişirildikten sonra ortaya çıktığı ve et kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı vurgulanmaktadır (Gürbüz, 2009). Antemortem ve postmortem birçok faktör, etin kimyasal ve fiziksel bileşenlerini etkileyerek, et lezzetini şekillendirir. Etin üç ana bileşeni olan yağ, yağsız doku (kas lifi hücreleri veya miyofibriler bileşen) ve bağ doku et lezzetini farklı şekillerde etkiler (Miller, 2014).

1.7.4. Su Tutma Kapasitesi

Su tutma kapasitesi (STK), kuvvet (ısı, basınç) uygulandığında etin kendi yapısında bulunan veya eklenen suyu tutma yeteneğidir (Brewer, 2014). Bu özellik, etin en önemli kalite karakteristiklerinden biri olup, STK yüksek olan etler ekonomik avantajı nedeniyle tercih edilir (Anar, 2020). STK; et rengi, tekstürü, olgunlaşması, fire ve mikrobiyal üremede önemli rol oynar. STK düşük ise fire artar, bu etlerin kesit yüzeyi ıslak ve soluk renklidir. Ambalajın altında su toplanması görülür. Bu durum mikrobiyal üremeyi ve pişirme kaybını artırır (Arslan, 2013).

Etin STK'nin çoğunluğu, kas dokudaki tuzda çözünebilen proteinler olan aktin ve miyozin molekülleri arasındaki boşlukta yerleşen ve kılcal kuvvetle yerinde tutulan

suya bağlıdır. Miyozin ve aktin/tropomiyozin arasındaki boşluk pH, iyonik kuvvet, ozmotik basınç ve sarkomer uzunluğuna bağlı olarak 320 ile 570 Å arasında değişir (Brewer, 2014). Etin STK üzerinde önemli rol oynayan etkenlerden bazıları pH derecesi, ATP, uygulanan ısı derecesi ve süresi, intramüsküler yağ miktarıdır. Etin pH derecesi, miyofibriler proteinlerin izoelektrik noktalarına yaklaştıkça STK azalır. Buna karşın, proteinlerin izoelektrik noktasından daha yüksek ya da düşük pH derecelerinde STK artar. ATP hidrolizasyonu sonucu STK azalır. Ete tuz ilavesi ve yeterli intramüsküler yağ STK'ni artırır. Etlerin pişirilmesi ile STK azalır, örneğin 80 °C ve daha yüksek sıcaklıklarda pişirilen etlerde toplam fire yaklaşık %40'tır (Arslan, 2013).

1.7.5. Pişirme Kaybı

STK göstergelerinden biri olan pişirme kaybı, doku özelliği ve yeme kalitesi ile yakından ilişkilidir (Lee vd., 2012). Çünkü pişirme kaybı ile oluşan nem kaybı, suda çözünen tat bileşiklerinin ve nemin çiğnemeye yardımcı rolünün kaybına neden olabilir (Kim vd., 2022). Ette pişirme kaybı ile oluşan su kaybının, pişirme sırasındaki protein denatürasyonundan kaynaklandığı bildirilmektedir (Aaslyng vd., 2003). Ayrıca pişirme kaybının farklı sığır kasları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Rhee vd., 2004; Laster vd., 2008; Kim vd., 2019).

1.8. Kasaplık Hayvanların Kesim Teknolojisi

Sağlıklı ve güvenilir taze et elde edebilmek için, öncelikle sağlıklı koşullarda hayvan yetiştiriciliğinin yapılması gerekir. Yetiştirilen hayvanın kesim olgunluğuna ulaştıktan sonra kesime sevki ve kesilmesi, kesim standardı kapsamına girer (Tayar ve Yıldırım, 2020).

Kesim; kasaplık hayvanların tüketim amacı ile, kesim için yapılmış özel yerlerde, ilgili mevzuata ve hijyenik koşullara uygun olarak eğitilmiş kişiler tarafından öldürülmesi, kanının tamamen akıtılması, türe göre değişmek üzere, kesim sonrası derinin yüzülmesi, iç organların çıkarılması ve karkasın parçalanması işlemleridir. İşkembe, bağırsak ve sakatatın işlenmesi, kesim artıklarının değerlendirilmesi ve atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi işlemleri de kesimin bir

parçasıdır (Öztan, 2017). İlgili mevzuata göre; kasaplık hayvan kesimlerinin çalışma izni almış mezbaha veya kombinalarda yapılması, kesime gelen canlı hayvanların veteriner hekim tarafından antemortem muayenesinin yapılması, kesimden sonra elde edilen karkasların tüketime sunulabilmesi veya et ürünlerine işlenebilmesi için, hayvanın iç organları dahil tümüyle veteriner hekim tarafından postmortem muayenesinin yapıp damgalanması zorunludur (Öztan, 2017). Kesim; kesim öncesi işlemler, kesim işlemleri ve kesim sonrası işlemler olarak üç farklı işlem basamağı şeklinde incelenebilmektedir (Halil ve Nazlı, 2001).

1.8.1. Kesim Öncesi İşlemler

Kesim öncesi işlemler, kasaplık hayvanların mezbaha veya kombinaya nakledilmeleri ile başlayıp kanatma aşamasına kadar geçen süreci kapsar (Kahraman, 2007). Kasaplık hayvanlar kesim için kara, deniz, demir ve hava yoluyla farklı sürelerde, bulundukları yerden başka bir yere nakledilirler. Nakil öncesi ve nakil sırasında sağlanan koşullar hayvan refahı bakımından çok önemlidir (Ünal vd., 2008). Nakledilecek hayvanların araçlara yüklenmeleri, yükleme ve boşaltma rampalarının özellikleri, araçta hayvan başına ayrılan alan miktarı (yükleme yoğunluğu), nakil araçlarının bazı özellikleri (süspansiyon sistemi, yükseklik, havalandırma), toplam nakil süresi, yol ve iklim şartları gibi faktörler hayvan refah üzerine doğrudan etkili olan faktörlerdir (Ünal, 2007). Taşıma sırasında hayvan refah seviyesi düştükçe, artan strese bağlı olarak ürün kalitesi de düşmektedir (Kara ve Koyuncu, 2011; Yıbar ve Çetin, 2013). Evcil hayvanlarda kesim öncesi taşıma stresi et kalitesinin bazı özelliklerini etkileyebilir. Sığırlarda, travma olmadığı sürece kısa yolculuklar (<4 saat) normalde şiddetli strese neden olmaz (Maria vd., 2003). Hayvan nakilleri 8 saatten fazla sürecek olursa et kalitesi, hayvan refahı ve üreticinin geliri önemli ölçüde azalabilmektedir (Çobanbaşı ve Teke, 2019). Uzun süren nakillerde hayvanlar kronik yorgunluğa maruz kalır ve bu durum bitkinliğe sebep olur. Bu nedenle kas glikojeni azalır ve koyu, sert, kuru (dark, firm, dry; DFD) et sorunu artar. Çiftlik hayvanlarında ve özellikle de sığırlarda DFD et olarak bilinen ürünler elde edilir. DFD et ve ezilme, nakletmeye bağlı olarak ortaya çıkan en önemli et kalitesi problemlerindendir (Knowles, 1999).

Taşıma araçları için en önemli kriterler; yeterli havalandırma, uygun zemin yapısı, yeterli kapasite ve bu süreçte hayvan sağlığının korunabilmesidir. Nakledilecek hayvan türüne göre araç içinde bölmeler yapılmalıdır. Farklı hayvan sınıflarının taşınmasında yaklaşık taban alanı; yetişkin sığırlar için 1-1,4 m²/baş, koyun ve keçiler için 0,4 m²/baş olarak bildirilmektedir (Heinz ve Srisuvan, 2001).

Kasaplık hayvanların, taşıma başlangıcı ve sonunda tartıldığında canlı ağırlıkta görülen azalmasına taşıma firesi denir. Taşıma firesinin taşıma yapılan toplam kilometreye bölünmesiyle hayvanın bir kilometrede verdiği fire ortaya çıkar. Taşıma firesi, taşıma süresi ve şartlarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Taşıma firesi, nakliyenin yapıldığı mesafenin ilk %25'lik kısmında daha yüksek olmaktadır. Taşıma firesi türlere, mevsimlere ve diğer şartlara bağlı olarak %2-16 arasında değişmektedir. Sıcak mevsimlerde yapılan taşımada oluşan fire oranı %2-3 daha fazladır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

Kombina ve mezbahalarda hayvanların kesim öncesi, kışın en az 8 saat, yazın ise en az 12 saat süreyle bekletilmeleri, et kalitesini iyi yönde etkileyen faktörlerdendir. Kesim öncesi hayvanların beslenmesi de et kalitesini olumsuz şekilde etkilediğinden, kesimden en az 6 saat öncesi hayvanlara yem verme işlemi durdurulmalı, sadece ihtiyaçları kadar su tüketmelerine izin verilmelidir. Dinlendirilmeden yorgun şekilde kesilen hayvanlardan yeterli miktarda kan akmadığı için, bu tür etler iyi bir olgunlaşma periyodu geçiremez, dayanıksız ve kalitesiz olurlar. Ayrıca dinlendirme amacıyla kesim öncesi padoklarda bekletilen hayvanlar, Veteriner Hekimler tarafından sağlık ve besi durumu yönünden muayene edilmelidir (Gülbüz, 2009; Çetin vd., 2011; Tayar ve Yıbar 2013). Antemortem muayene, kuduz, çiçek, şap, şarbon ve deli dana hastalığı gibi zoonozların teşhisinde önem taşır. Ayrıca hayvanın genel durumu, besi durumu, ırkı, yaşı ve cinsiyeti gibi özellikleri belirlenmelidir. Tüm dünyada bu şekilde antemortem muayene uygulaması yasalarla zorunlu kılınmıştır (Uğur vd., 1999).

1.8.2. Kesim İşlemleri

Kasaplık hayvanların kesimi, canlı hayvanın hammadde ete dönüşmesini sağlayan işlemlerin tamamıdır. Bu işlemler; bayıltma (sersemletme), kanatma, deri yüzümü ve iç organların çıkarılması gibi aşamalardan oluşur (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020). Sığırlar için ticari kesim prosedürleri et sanayinde genel olarak aynıdır. Ancak, tüm tesisler için aynı olmayabilecek birçok özelleştirme, yenilik, teknik ve uygulamalar da mevcuttur. Kesim işleminin amacı, canlı hayvanları verimli bir şekilde karkaslara dönüştürmek, sakatatı, iç organları ve karkas yan ürünlerini elde etmektir. Kesimden önceki birçok üretim aşamasının, elde edilen karkasların güvenliği ve kalitesi üzerinde çok önemli etkileri vardır (Woerner vd., 2014).

Kesim öncesi padoklarda dinlendirilen hayvanlar, sorumlu işçiler yardımı ile ölüm yolundan geçirilerek kesim yapılacak bölüme alınır. Etkin sersemletme gerçekleştirmek ve kesimi kolaylaştırmak amacıyla, hayvanlarda acı, korku, endişe oluşturmayacak şekilde hareketlerinin sınırlandırılması için kesim öncesi sabitleme (zaptı-rapt) uygulanır. Bu amaçla büyükbaş hayvan kesimlerinde, hayvanların aşırı strese maruz kalmaması ve kesicinin güvenli bir kesim yapabilmesi için hayvanların tesbit edildiği sabitleme kabinleri kullanılır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

Kasaplık hayvanların kesim öncesi ve sırasında savunma hareketlerini engellemek ve acıya duyarsız hale getirmek için uygulanan, acı vermeden bilinç ve duyu kaybı sağlayan, ani ölümle sonuçlanan uygulamaları da içeren, kasıtlı yapılan işlemlere sersemletme (bayıltma) denir. Bu tür hayvanların beyin fonksiyonları devre dışı bırakılıp yalnız refleksleri çalıştığı için dengeyi sağlayamaz, görmez, duymaz ve acıyı algılamaz. Bu amaçla, boğazlama tekniği uygulanarak kesim yapan ülkelerin dışında, başta sığırlar olmak üzere koyun, keçi, domuz ve kanatlı hayvan kesimlerinde uzun yıllardan beri kesim öncesi farklı sersemletme yöntemleri uygulanmıştır. Günümüzde sersemletme ile ilgili AB direktifleri bulunmakta; tabanca yöntemi (sığır, dana, koyun ve domuzlarda), elektrik akımı yöntemi (domuz, koyun ve keçilerde) ve karbondioksit gazı yöntemi (domuzlarda) gibi yöntemler uygulanmaktadır (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020). Böylece hayvanların strese girerek enerji rezervlerini bitirmesi engellenmekte, aşırı çırpınma, vurma ve çarpma gibi savunma hareketleri

ortadan kaldırılarak et kalitesinde oluşabilecek düşüşler engellenmiş olmaktadır (Yıbar ve Çetin, 2013). Sersemletme işlemi, kanama düzeyini arttıran ve et kalitesini iyileştiren önemli bir faktör olmasının yanı sıra, insani kesim uygulaması açısından da oldukça önemlidir. Günümüzde birçok ülkede hayvanların sersemletilmeden kesilmelerine izin verilmemektedir. Sersemletme, akan kan miktarının artmasını sağladığı için, etin muhafaza süresinin uzamasında önemli bir uygulama olarak görülmektedir (Halil ve Nazlı, 2001). AB'nin 93/119/EC sayılı kararına göre, hayvanların bayıltılmadan kesilmelerine izin verilmemektedir. Fakat, Müslüman ve Yahudi inancına bağlı olan ülkelerde gerçekleştirilen hayvan kesimlerinde bayılma işlemi yaygın olarak kullanılmamaktadır (Kahraman vd., 2006).

Tam askıda, yarım askıda, kabinli sistem/tambur, yerde kesim gibi kesim çeşitleri bulunmaktadır (Tayar ve Yıldırım, 2020). Kesim işlemi (boğazlama) büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar için; boğaz bölgesinde trachea (soluk borusu) ve larynx'in (gırtlak) birleştiği yerden, larynx başta kalacak şekilde deri, deri altı dokuları, arteria carotis communis (ana atardamar, şah damarı), vena jugularis (ana toplardamar), trachea, oesophagus (yemek borusu), bölgedeki kas dokuları ile diğer damar ve sinirlerin omurlara kadar kesilmeleridir. Kesim sırasında yemek borusu kesildiğinden, akabilecek içkembe içeriği ile karkas ve sakatatın kontamine olmaması için gerekirse yemek borusunun kesik ucu bağlanır veya özel kelepçeler kullanılarak kapatılır. Boğazı kesilmiş hayvan, kaldırma vinci yardımı ile kanama konveyörüne aktarılır, çırpınma refleksleri bitinceye kadar beklenir. İdeal bir kesimde amaç, hayvana acı çekirtmemek, iyi bir kan akıtmayı sağlamak, hijyen kurallarına uygun olarak çalışmak şeklinde özetlenebilir (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Derinin yüzülmesi, kesim salonundaki makaralı ray ve iskele düzenine göre gerçekleştirilir. Genellikle yüzüm çizgisi önceden oluşturulmaz. Fakat her bölgenin yüzümü, yüzüm çizgisinden başlanılarak tamamlanır. Genellikle ilk olarak boynun iki tarafı, sonra baş ve sıra ile ön ve arka ayaklar, ön ve arka bacaklar, kuyruk, karın ve göğüs yüzülür. Deri gerdirilerek but, sağrı, bel, omuz ve boyundan kurtararak yüzüm bitirilir. Yüzüm için mutlaka yuvarlak-küt uçlu yüzüm bıçağı kullanılmalıdır. Derilerde kesik, yarı kesik (ispire) ve tırtıklar bulunmamalıdır. Yüzüm deri altı bağ dokusu boyunca gerçekleşmeli, deride et veya yağ bırakılmamalıdır. Gövde eti

bütünlüğüne dikkat edilmeli, gövde eti üzerinde kesik ve yırtıklar olmamalıdır. Yüzüm sırasında etin kirlenmemesine dikkat edilmeli, eller ve bıçaklar kirlendikçe yıkanmalıdır. Yüzüm işini kolaylaştırmak ve hızlandırmak için deri yüzme makineleri de kullanılmaktadır (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Koyun, kuzu, keçi ve oğlaklarda derinin daha kolay yüzülebilmesi için, hayvanların kesim ve kanatılmasından sonra deri ile kas arasına temiz hava enjekte edilir. Bu amaçla hava kompresörüne bağlı bir hortumun ucundaki keskin ağızlı kanül, hayvanın kasık bölgesine batırılarak deri ile kas arasına hava enjekte edilir. Böylece deri altı bağ dokusu gevşeyerek daha kolay yüzüm gerçekleştirilebilir (Arslan, 2013). Küçükbaş hayvanlarda derinin tulum şeklinde çıkarılması, derinin kalitesinin ve ekonomik değerinin korunması için uygulanan bir tekniktir (Clotey, 1985; Çetin, 2007).

İç organların çıkarılmasında ilk aşama, özefagus çubuğu denilen bir aletle yemek borusunun soluk borusundan ayrılması işlemidir. Daha sonra, olabilecek sindirim sistemi içeriği sızıntılarının önlenmesi için yemek borusuna elastik bir bant veya kelepçe uygulanır. Burada ve diğer aşamalarda karkasın sindirim sistemi içeriği ile kontamine olmaması için özen gösterilmelidir. Karkası kirletmemesi için anüsün de ayrılması ve kapatılması gereklidir. İç organların çıkarılabilmesi için anüs ve rektum dış karkas yüzeyinden ve pelvik boşluktan tamamen ayrılmalıdır. Karkasın dışkı ile kontaminasyonunun önlenmesi zorunludur. Bu nedenle, rektum her zaman plastik bir torbaya konulmalı ve dışkı ile bulaşmayı önlemek için bağlanmalıdır (Woerner vd., 2014). İç organların çıkarılması aşamasında, bıçak yardım ile karkasın orta hattı boyunca pelvisin ön kenarından başlanarak sternuma kadar uzanan bir şak yapılır. Önce pelvis boşluğundan idrar kesesi, dişilerde uterus ve diğer genital organlar dışarı alınır. Daha sonra rektumun anüsle ve çevre dokularla bağlantıları dikkatlice kesilerek ayrılır. Kalın ve ince bağırsaklar, iç yağları, rumen ve diğer mide kompartımanları, yemek borusu çıkarılarak özel kaplara veya arabaya alınır. Rumen üzerinde bulunan dalak sıyrılıp alınarak küvete konur. Kontaminasyondan kaçınmak için idrar kesesi ve sindirim sistemi organlarının yırtılmamasına ve delinmemesine özen gösterilmelidir. Diyafram üzerinde bulunan karaciğer kesilerek çıkarılır, böbrekler yağlarından ayrılarak kesilip alınır ve dalağın bulunduğu küvete bırakılır. Karaciğeri çıkarırken kesilmiş olan diyafram bıçakla yarılarak genişletilir. Göğüs

boşluğuna girilerek akciğerler, soluk borusu ve kalp bıçak yardımı ile kurtararak zedelenmeden küvete konur. Böylece tüm iç organlar çıkarılarak karkas ikiye bölünmeye hazır hale getirilmiş olur. Hayvanın kesiminden iç organların tamamen çıkarılmasına kadar geçen süre 30 dakikayı geçmemelidir. Askıya alınmadan yerde yapılan kesimde, kanın tamamen akmasını sağlamak için kesilen hayvanlar bekletilmeden askıya alınmalıdır (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Postmortem muayenenin hijyenik ve pratik bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için karkaslara ait karaciğer, akciğer, kalp, dalak ve baş asılı şekilde, sindirim sistemi organları ise özel kaplar içerisinde karkas ile birlikte senkronize olarak ray veya bantta taşınmalıdır. Postmortem muayene, yüzme işleminin tamamlanmasından sonra en kısa sürede gerçekleştirilmelidir. Postmortem muayene için karkas, iç organlar ve baş bir arada bulundurulur veteriner hekim tarafından sistematik olarak muayene edilmesi sağlanmalıdır. Postmortem muayenesi tamamlanmayan karkas ve iç organların muayene alanından çıkarılması, parçalanması veya başka işlemler yapılması ve muayene edilenler ile temas etmesi yasaktır. Veteriner hekim karkas, iç organlar, lenf yumruları, baş ve deriyi dikkatlice muayene eder ve karkasın insan tüketimine uygun olup olmadığı hakkında karar verir (Arslan, 2013).

İç organlar çıkarıldıktan sonra büyükbaş hayvan karkasları üç adet kuyruk omuru gövdenin sağ yarımında kalacak şekilde omurga hizasından iki eşit parçaya ayrılır. Yarım karkaslar, Türkiye’de 11. ve 12. kaburgalar arasından, Avrupa ülkelerinde ise 8. ve 9. kaburgalar arasından ikiye bölünerek, ön çeyrek ve arka çeyrek haline getirilir. Küçükbaş hayvan karkasları ise parçalanmadan bütün olarak kalır. Kaba parçalama yapılan karkasların sıcak tartımları yapılarak, soğuk depolara sevk edilir (Uğur vd., 1998; Gürbüz, 2009). Karkasların bel ve kaburga bölgesindeki değerli etlere zarar vermemek için, kesimin omurganın merkezinden yapılması çok önemlidir (Woerner vd., 2014). Günümüzde, ensefalopatik hastalıklarla ilgili endişeler nedeniyle (sığırların süngerimsi beyin hastalığı; BSE gibi), karkasın ikiye bölünmesi ile ortaya çıkan omurilik, manuel olarak veya otomatik bir vakum sistemi kullanılarak karkastan uzaklaştırılır (Woerner vd., 2014).

Kural olarak, tüm karkaslar büyük miktarda ortam sıcaklığındaki su ile yıkanır. Çoğu tesiste ayrıca, 82 °C'yi aşan sıcaklıklarda su uygulamak için tasarlanmış termal veya buharlı pastörizasyon sisteminin yanı sıra, karkas yüzeylerine organik asitleri (örneğin, laktik asit ve asetik asit) veya diğer kimyasal dekontaminantları uygulayan sprey kabinleri de bulunur. Laktik asit ve asetik asit dekontaminasyon amacıyla pratikte en sık uygulanan organik asitlerdir ve her ikisi de Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (U.S. Food and Drug Administration; FDA) ve Codex Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission; CAC), tarafından doğrudan gıda katkı maddesi olarak onaylanmıştır (Woerner vd., 2014).

1.8.3. Kesim Sonrası İşlemler

Kesim sonrası elde edilen karkaslar sıcak olduğundan hava akımı olan bir yerde yaklaşık 3 saat bekletilerek soğuması ve yüzeydeki su kaybı nedeniyle koruyucu ince bir kabuk tabakası oluşması sağlanır. Karkaslar taze olarak değerlendirilecekse, taze et olgunlaştırma ve muhafaza yerlerine, soğutulacaksa soğuk depoya, dondurulacaksa ön soğutmadan sonra, şok tüneline dondurulup donmuş muhafaza odasına alınır (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Genel olarak dünya ülkelerinde uygulandığı gibi ülkemizde de sığır etleri kemiksiz hale getirildikten sonra satışa sunulur. Parçalama aşamasında temel prensip, farklı kalite derecesindeki kasların karkastaki orijinal anatomik yapısını bozmadan almaktır. Önce kontrfile, kemikli veya kemiksiz olarak bütün halinde, daha sonra bonfile parçalanmadan çıkarılır. Parçalama sırasında mümkün olduğunca satır kullanılmaz. Ülkemizde, buttan çıkarılan değerli etlere ilave olarak “nuar” adında bir parça daha çıkarılır. Ancak ülkemizde, besin değeri yaklaşık but etleri kadar olan kol, zorunlu olmadıkça değerli et olarak parçalanmamaktadır. Genellikle kasaplık hayvanların bel ve sırt bölgelerinden elde edilen etlerin kalitesi, diğer bölge etlerinden daha yüksektir. Sığırdan ticari olarak en kaliteli et bonfile (*Musculus longissimus dorsi*) olup, bunu kontrfile ve sırt pirzola izler. Kalite parametreleri ve kas dokularının anatomik bölgeleri de dikkate alınarak, ülkemizde sığır

karkaslarından dört ayrı kalite sınıfında et elde edilmektedir (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

- Birinci kalite: Kızartmalıklar (bonfile, kontrfile, pirzolanın arka kısmı), sokum (biftek), rosto, yumurta (biftek), tranç (biftek).
- İkinci kalite: Nuar, kol, döş (orta kısmı).
- Üçüncü kalite: Pirzola (ön kısmı), gerdan (boyun), döş.
- Dördüncü kalite: Böbrek çevresi, incik, boşluk (karın) (Tayar ve Yıbar, 2013; Tayar ve Yıldırım, 2020).

Ülkemizde belli bir sisteme göre parçalama yapılmamakta; sığır but kısmı değerli et olarak parçalanmakta, geriye kalan karkas kısımları ise kuşbaşı ve kıyma olarak satılmaktadır (Tayar ve Yıldırım, 2020).

1.9. Kesim Sonrası Ette Görülen Değişiklikler

Kasaplık hayvanlar kesildikten sonra kasların hayati fonksiyonları hemen durmaz, bu nedenle kasların ete dönüşümü belli bir süre alır. Kasların ete dönüşümü kompleks bir olaydır. Bu süreçte kaslarda, “postmortem değişiklikler” adı verilen çeşitli biyokimyasal ve fiziksel değişiklikler olur. Kasların ete dönüşümü; prerigor faz, rigor fazı ve olgunlaşma fazı olarak üç aşamada gerçekleşir. Prerigor faz, kesimden sonra ilk birkaç dakika ile otuz dakikaya kadar süren aşamadır. Rigor fazı, ATP ve glikojen gibi enerji kaynaklarının tükendiği, kasların elastikiyetinin azalıp maksimum sertliğe ulaştığı aşamadır. Olgunlaşma fazı, enzimatik reaksiyonlar sonucu şekillenen kasın ete dönüşümündeki son aşamadır. En iyi olgunlaşma, tavuk ve hindi göğüs kaslarında birkaç saatte, domuz ve koyun kaslarında 4-6 günde, sığır kaslarında ise 10-15 günlük sürede gerçekleşir. Postmortem değişiklikler doğrudan doğruya hayvanın fizyolojik durumu ve kanın akıtılma derecesine bağlıdır (Anar, 2020). Kesim öncesi kaslarda mevcut olan ATP ve karbonhidrat düzeyi, postmortem kas metabolizmasına önemli derecede etki eder. Yapısal ve enzimatik değişiklikler sonucunda et renginde, pH değerinde ve su tutma kapasitesinde değişimler görülür (Pösö ve Puolanne, 2005).

1.9.1. Etin pH Değerinde Meydana Gelen Değişiklikler

Kesimden hemen sonra enerji metabolizmasında önemli değişiklikler olmaktadır. Postmortem dönemde kan dolaşımının durması ve yeterli oksijenin bulunmaması nedeniyle trikarboksilik asit (TCA) siklusu durur ve bu yolla enerji sağlanamaz. Hücre içinde anaerobik koşulların oluşması nedeniyle, anaerobik glikolizis yoluyla glikojenden enerji üretilir (Kurt vd., 2005; Keyvan, 2010). Glikojen kaynakları bitinceye kadar glikolizis devam eder ve bunun sonucunda oluşan pirüvik asit, laktik asite dönüşerek kaslarda birikir. Laktik asidin kaslarda birikmesi nedeniyle başlangıçta 7,2 ila 7,4 dolaylarında olan pH değeri, 5,3 ila 5,4'e kadar düşer. pH değerinin bu seviyede durması, sadece glikojenin tükenmesine değil, pH değerinin bu seviyeye ulaşması nedeniyle bazı glikolitik enzimlerin inaktif hale gelmesine de bağlanabilmektedir. Sonuçta, postmortem dönemde görülen kasılma için sentezlenen ATP kasın gevşemesini sağlayabilecek seviyede değildir. Böylece, oluşan aktinomiyozin köprücükleri birbirinden ayrılmaz ve kaslarda rigor mortis (ölüm sertliği) oluşur (Foegeding vd., 1996).

pH değerinin düşmesi, postmortem dönemde meydana gelen en önemli değişiktir. Bunun nedeni, pH değerinin düşmesinin taze ürünün istenilen et özelliklerinin ortaya çıkmasında ve mikrobiyal direncinin gelişmesinde çok önemli olmasıdır. Ölüm sonrası pH düşüş oranı ve derecesi et kalitesini büyük ölçüde etkileyebilir. Postmortem metabolizmayı belirleyen faktörler substrat mevcudiyeti (glikojen ve adenin nükleotidler), glikolitik enzimlerin yeterliliği ve aktivitesi ile tamponlama kapasitesi olmakla birlikte, postmortem metabolizma hızı esas olarak kas adenozin trifosfataz (ATPaz) aktivitesi tarafından kontrol edilir (Matarneh vd., 2017). Postmortem dönemde birbirini izleyen üç farklı kimyasal değişim aşaması gözlemlenir. Birinci aşamada (ilk birkaç dakika ile 30 dakika), ATP tüketimi kreatin fosfat (KP) tarafından tamponlandığından pH düşüşü görülmez. İkinci aşamada (postmortem 1-3 saat), başlangıçta sabit ATP konsantrasyonları ile pH'nın yaklaşık 7'ye düşmesi ve laktik asit üretimi görülür. Üçüncü aşamada (postmortem 1-30 saat), glikojen eksikliği ve glikolitik enzimlerin inaktivasyonu nedeniyle ATP tükenir ve pH yaklaşık 5,5'e kadar düşer (Honikel, 2014a).

Kesim sırasında kaslarda bulunan glikojen miktarı, et kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kastaki glikojen miktarı birçok etkene bağlı olarak değişmekle birlikte, en fazla kesim öncesi stresten etkilenmektedir. Yeterli olmayan glikojen rezervleri, et pH değerinin 6,2 ve daha yüksek olmasına neden olur. Bu durum, kesit yüzeyi koyu renkli etlerin oluşmasına ve etin raf ömrünün kısalmasına neden olur. Yapılan bir araştırmada, 1 kg kasın pH değerinin 7,2'den 5,5'e düşebilmesi için 45 mmol glikojene ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Immonen vd., 2000a; 2000b).

Postmortem dönemde kaslarda laktik asit miktarının artmasına bağlı olarak pH değerinin 5,3 ila 5,6'lara kadar düşmesi, et proteinlerinin su tutma kapasitelerinin önemli oranda azalmasına neden olur. Çünkü bu pH değerleri et proteinlerinin izoelektrik noktasına yakındır. İzoelektrik noktalarından daha yüksek ya da daha düşük pH değerlerinde ise et proteinlerinin su tutma kapasiteleri artmaktadır (Kurt vd., 2005; Anar, 2020). Postmortem dönemde meydana gelen pH düşüşü nedeniyle proteinler denatüre olur. Denatüre olan proteinler çözünürlüğünü kaybeder, su tutma kapasitesi ve pigmentlerin renk gücü azalır. Bu değişimler kasın, taze et ya da et ürünlerinde hammadde olarak kullanılmasını belirler (Tayar ve Yıldırım, 2020). Nihai pH değeri, etin raf ömrünü, rengini, yeme kalitesini etkileyen önemli bir kriterdir. Etin rengi, su tutma kapasitesi ve gevrekliği gibi özelliklerine etki ederek kalite üzerinde belirleyici rol oynar (Goli vd., 2007; Montgomery ve Leheska, 2008).

Normal olarak olgunlaşmış bir etin pH değerleri 5,6 ila 6,0 arasındadır. Etin pH değerlerinin 6,2 ila 6,4 ve daha yüksek olması riskli bir durum olup, mikrobiyal bozulmadan şüphe edilir (Uğur vd., 2001). Kesim sonrası gelişen normal bir olgunlaşma periyodunun sonunda, etin pH değerinin genellikle 5,6 ila 6,2 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ette bozulma meydana getiren birçok mikroorganizma, belirtilen bu pH değerlerinde kolaylıkla gelişebilmektedir (Öztan, 2017; Anar, 2020).

Özellikle kalpainler ve katepsinler gibi endojen proteazların miktarı ve aktivitesine bağlı olarak, aynı zamanda proteolitik enzim aktivitesine sahip bakterilerin gelişimi ile kaslarda post mortem proteoliz görülmektedir. Bahsedilen proteazların aktivitesi ile protein tabiatında olmayan azotlu bileşik miktarının artışı sonucunda pH değeri artmaktadır (Aksu vd., 2005; Çiçek vd., 2013). Kaslarda proteoliz sonucu ortaya

çıkan; peptitler, amino asitler ve çeşitli bileşikler, daha çok bazik özellikte olduğundan etin pH değeri yükselmektedir (Demircioğlu, 2011).

1.9.2. Rigor Mortis

Postmortem dönemde kaslarda meydana gelen en büyük fiziksel değişim rigor mortis olayıdır ve ölüm sonrası kaslarda meydana gelen katılığı tanımlar. Rigor mortis süresi, türlere ve kaslarda bulunan enerji düzeyine göre değişir. Bu süre; sığırdada 12-24 saat, koyunda 8-12 saat, domuzda 3-6 saat, kanatlıda 1-4 saat ve balıkta 5-24 saat içerisinde tamamlanmaktadır (Greaser ve Pearson, 1999; Keyvan, 2010).

Canlı bir organizma kasında bulunan ATP miktarı ortalama 5 $\mu\text{mol/g}$ 'dır. Kasın kasılması ve gevşemesi için gerekli ATP miktarı ise 1,5 $\mu\text{mol/g}$ 'dır. Kesim sonrası yeterli ATP üretimi olmadığından, kaslardaki miktar 1 $\mu\text{mol/g}$ 'a kadar düşer ve bu miktar kasılan kasın gevşemesi için yeterli enerjiyi sağlamaz. Sonuç olarak kaslarda sertlik meydana gelir (Feiner, 2006). Rigor mortis ilk olarak kesim öncesinde çalışan kaslarda şekillenir. İlk önce kalp kasında, daha sonra sırasıyla diyafram, ense ve boyun, dil, baş, ön bacaklar, arka bacaklar ve gövde kaslarında görülür. Kesimi takip eden bir saat içinde kalp kasında rigor mortis oluşur. Ayrıca düz kaslar, damarlar ve bağırsaklarda da görülür (İnal ve Nazlı, 1997; Anar, 2020).

Enerji bakımından zengin olan KP ve adenosin polifosfat, belli pH değerlerinde enzimatik olarak parçalanır. Böylece adenosin difosfat (ADP), adenosin monofosfat (AMP) ve serbest fosfor asidi ile serbest kreatin oluşur. Başlangıçta iki molekül ADP ve fosfor asidinden tekrar ATP ve AMP oluşur. Daha sonra ise yalnız AMP oluşur, AMP de inozin monofosfat üzerinden; serbest fosfor asidi, inozin, riboz, hipoksantin ve amonyaka parçalanır. Bu önemli fosfor asidi esterlerinin, özellikle de ATP'nin parçalanması, aktin ve miyozin filamentlerinin harekete geçmesini ve aktin-miyozin kompleksinin oluşmasının sağlar. Böylece aktin filamentleri A bandının ortalarına doğru kayarak, kas tellerinin boyları kısalır ve kalınlıkları artar (Uğur vd., 2001; Anar, 2020).

Rigor mortis üç aşamada meydana gelir. Başlangıç aşamasında; hayvanın kesilerek kanının akıtılmasından sonra metabolik olaylar bir süre daha devam ettiğinden kaslar esnekliğini kaybetmez (Kahraman, 2007; Anar, 2020).

Kaslarda enerji kaynağı olarak kullanılan KP ve glikojen depoları tükeninceye kadar anaerobik glikoliz yoluyla ATP sentezlenmeye devam eder. Bu süreçte, laktik asit artışına bağlı olarak şekillenen pH düşüşü ile kas kasılmalarını önleyen Troponin I inaktive olur ve ATPaz aktivitesi artarak ATP yıkımı hızlanır. Bunun neticesinde, sarkoplazmada serbest hale geçen kalsiyum iyonlarının artışıyla aktin ve miyozin filamentleri birbiri üzerine doğru kayarak aktinomiyozin kompleksini oluşturur. Kasların esnekliklerini kayb ettikleri bu aşama, “oluşum aşaması” olarak adlandırılır (Uğur vd., 1998; Ertbjerg ve Puolanne, 2017; Anar, 2020).

Son aşamada, KP ve glikojenin tamamen bitmesine bağlı olarak ATP sentezlenemez. Bu nedenle, aktin ve miyozin filamentlerinin arasında oluşan aktinomiyozin köprücüklerinin sayıları artar ve bu köprücükleri koparacak enerji olmadığı için artık yıkımlanamaz. Aktinomiyozin köprücüklerinin artışına paralel olarak kaslarda kontraksiyon artar, kaslar sert ve katı hale gelir. Böylece, rigor mortis tam olarak şekillenmiş olur (Uğur vd., 1998; Arslan, 2013). Postmortem dönemde pH düşüşü ile rigor mortis oluşumu arasında sıkı bir bağlantı vardır. Bu olayların ikisi de anaerobik glikojen metabolizması ile ilişkilidir. Rigor mortisin normal seyrinde gelişebilmesinde, kaslarda laktik asit birikimi karakteristiktir. Laktik asit birikimine bağlı olarak da pH farklı oranlarda düşme gösterir. Kaslarda pH değeri 5,7-5,8'e ulaştığında rigor mortis şekillenmeye başlar (Anar, 2020).

Rigor mortis gelişimini etkileyen başlıca faktörler; kasaplık hayvanın sağlık durumu, yaşı, türü, cinsiyeti, kaslarda bulunan glikojen ve ATP miktarı ile ortam sıcaklığı gibi çevresel koşullardır. Örnek olarak; tetanoz hastalığında rigor mortis daha erken oluşur, ateşli hastalıklar ve sepsisemide rigor mortis görülmez ya da çok az şekillenir. Yorgun hayvanlarda, dinlendirilmiş hayvanlara oranla rigor mortis daha çabuk oluşur. Sıcaklığın rigor mortis üzerinde hızlandırıcı etkisi vardır. Bu nedenle sıcak mevsimlerde, soğuk mevsimlere oranla rigor mortis daha çabuk meydana gelir (Uğur vd., 2001; Anar, 2020).

1.9.3. Etin Olgunlaşması

Proteolitik enzimlerin kas ve bağ doku proteinlerini, özellikle de kolajeni hidrolize ederek parçalamaları neticesinde kaslardaki ölüm sertliği büyük ölçüde giderilir. Kaslardaki rigor mortisin enzimatik aktivasyon sonucu kaybolmasına rigorun çözülmesi veya etin olgunlaşması adı verilir. Bu olayda proteinler belirli derecede denatürasyona uğrar. Bu da proteinlerin yumuşamasını sağlar. Kas ve bağ doku proteinlerinin, özellikle de kolajenin hidrolizasyonu sonucu et yumuşak hale gelir (Arslan, 2013; Anar, 2020). Postmortem olgunlaşma sürecinde, ette bulunan flora tarafından salgılanan lipolitik enzimlerin et yağını hidrolize etmesi sonucu gliserin, serbest yağ asitleri ve karbonil bileşikleri oluşur. Böylece et olgunlaşarak kendine özgü lezzet, aroma ve yapı kazanır, mutfak tekniğine uygun hale gelir. Düşük pH değeri nedeniyle mikrobiyal bozulma engellenir, ortamda var olan laktik asit bağ dokuyu jelatine dönüştürür (Arslan, 2013; Anar, 2020).

Rigor mortis sürecinde ATP; ADP ve AMP'ye kadar parçalanır. AMP'nin parçalanmaya devam etmesi sonucu, inozinik asit, inorganik fosfat ve amonyak açığa çıkar. İnosinik asitin parçalanması sonucu da fosfatlar, riboz ve hipoksantin oluşur. Hipoksantin ise etin duyuşal niteliklerini olumlu yönde etkiler. Duyusal açıdan etin iyi olgunlaştığına karar verebilmek için, ± 0 °C sıcaklıkta ette en az 1,5-2 $\mu\text{mol/g}$ hipoksantin bulunması gerekir. Etin olgunlaşma sürecinde protein ve yağların parçalanması sonucu açığa çıkan serbest amino asitler, serbest yağ asitleri ve bazı organik bileşikler (glutamik asit vb.) etin lezzetini olumlu yönde etkilemektedir. Etlerin gevrekliğini sadece olgunlaşması değil, aynı zamanda hayvan türü, cinsiyeti, yaşı, bakım ve besleme koşulları, kasların anatomik yerleri ve bazı teknolojik uygulamalar (elektriksel stimülasyon vb.) gibi birçok faktör etkiler (Öztan, 2017; Anar, 2020).

Histokimyasal ve biyokimyasal deliller, ette postmortem olgunlaşma ile ilişkili yumuşaklığın çoğunun, kas dokudaki endojen enzimlerin etkisinden kaynaklandığını göstermektedir. Erken postmortem dönemde olgunlaşma sırasında degrade olduğu bilinen başlıca miyofibriller ve hücre iskeleti proteinlerinden bazıları (ancak bunlarla sınırlı değildir) titin, nebulin, dezmin ve troponin-T'dir. Fakat kasta en çok bulunan

miyofibril proteinleri olan aktin ve miyozin, postmortem olgunlaşma sırasında önemli ölçüde degradasyona uğramaz (Huff-Lonergan, 2014).

Canlı hayvan kas hücresinde proteolitik enzimlerden katepsinler lizozomlarda, kalpainler de sarkoplazmada inaktif halde bulunur. Postmortem dönemde pH değerinin düşmesi sonucu bu enzimler aktif hale gelir. Katepsinler ve özellikle de kalpainler aktifleşerek miyofibriler proteinleri denatüre eder ve etin gevrek hale gelmesini sağlarlar. Ancak rigor mortis sonrasında oluşan gevreklik sınırlı kalır ve sıcak et fazındaki (kesimden sonraki ilk dönem) gevrekliğe ulaşamaz (Koohmaraie, 1994; Ertbjerg vd., 1999).

Kalpainler, postmortem süreçte kas proteinlerinin proteolizi ile etin olgunlaşmasında çok önemli rol oynayan sarkoplazmik enzimlerdir. Özellikle yapısal proteinler (titin, nebulin, dezmin gibi) üzerine etkilidirler. Kalpainlerin, kalsiyuma bağımlı proteazlardır, μ -kalpain ve m-kalpain olmak üzere başlıca iki değişik formda bulunurlar. Aktive olmak için μ -kalpain 1-30 μ mol; m-kalpain ise 100-750 μ mol düzeyinde kalsiyuma ihtiyaç duyar. Bu kalsiyum düzeyleri, canlı hücrelerin sarkoplazmasında sadece kas kontraksiyonu sırasında bulunur. Postmortem dönemde mitokondrilerden ve sarkoplazmik retikulumdan serbest kalan kalsiyum ile kalpainler aktive edilmektedir (Devine, 2014; Huff-Lonergan, 2014).

Kalpainler (μ -kalpain ve m-kalpain), optimal aktivitelerini pH 6,6-6,8 değerlerinde gösterirler. Bu nedenle kalpainler erken postmortem dönemde en aktiftir. Bazı araştırmacılar μ -kalpainin aktivitesinin postmortem birinci günden itibaren azaldığını, m-kalpainin aktivitesinin ise postmortem yedinci güne kadar değişmediğini bildirmiştir (Anar, 2020). Kalpainlerin dezmini denatüre ettiği ve α -aktininin Z-hattıyla olan bağlantısını zayıflatarak etin tekstürü üzerinde etkili oldukları vurgulanmaktadır (Lawrie, 1998).

Kalpainin canlı kas dokudaki aktivitesi kalpastatin tarafından engellenir. Ette de yüksek düzeydeki kalpastatinin olgunlaşmayı engellediği öne sürülmüştür. Ancak kalpastatin ortamda her zaman fazla miktarda olduğundan ve bir şekilde kalpainlerden ayrı bölümlerde bulunduğundan, bu durumun önemsiz olduğu bildirilmektedir

(Devine, 2014). Kalpastatinin, μ -kalpain ve m-kalpain üzerindeki inhibitör aktivite düzeyi, postmortem olgunlaşma sırasında azalır. Kesimden yaklaşık 24 saat sonra ortamda bulunan kalpastatinin inhibitör aktivite düzeyi etin olgunlaşması ile ilişkilidir. Kalpastatin esasında, postmortem dönemde kasta degrade olur ve bu degradasyon oranı kalpaini inhibe etme yeteneğini kaybetme oranıyla ilişkilidir. Postmortem kalpastatinin degradasyonu ve inhibitör aktivitesinin kaybı, ette gözlenen proteoliz ve olgunlaşma oranı ile ilişkilidir (Huff-Lonergan, 2014). Yüksek düzeyde kalpastatin aktivitesi ile, troponin-T'nin sınırlı proteolizi ve enstrümantal yüksek kesme kuvveti (Shear Force; SF) arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Birçok koşulda, kalpastatin aktivitesi değişiminin fizyolojik açıklaması yapılmamıştır (Öztan, 2017). Yüksek düzeylerde kalpastatin varlığının düşük kaliteli etle ilişkili olduğu; yüksek düzeylerde kalpastatinin kalpain aktivitesini azalttığı ve böylece postmortem yumuşak et için gerekli proteolizi azalttığı bildirilmiştir (Kemp vd., 2010).

Lizozomal proteazlar olgunlaşma sırasında proteinlerin degradasyonunda önemli rol oynarlar. Katepsinler, canlı kaslardaki lizozomlarda inaktif halde bulunan endojen proteazlardır. Et olgunlaşması ile ilgili en çok çalışılan katepsinler arasında B, D, L ve H katepsinler bulunur. Katepsinlerin çoğu asidik pH değerlerinde (genellikle pH 5-6 arasında) aktiftir. Postmortem dönemde kas dokularındaki pH değerleri düşünce lizozomlarda inaktif halde bulunan katepsinler aktif hale geçerek kas proteinlerini hidrolize ederler (Huff-Lonergan, 2014; Anar, 2020).

Glikoprotein yapısında olan katepsin B, bir sistein proteazdır ve pH 4-6,5 aralığında aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Katepsin B, miyozin ve aktin dahil olmak üzere kastaki birçok proteini degrade eder. Katepsin D bir aspartik proteazdır. Bu glikoproteinin pH 2,5-5 aralığında aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Katepsin D ve L de, katepsin B gibi, miyozin ve aktini degrade eder. Katepsin L'nin ayrıca α -aktinin, troponin-T ve troponin-I'ya karşı aktiviteye sahip olduğu ve pH 3-6,5 aralığında aktif olduğu gösterilmiştir. Katepsin H, bir sistein proteazdır ve pH 5,5-6,5 arasında aktiftir. Katepsin H miyozine karşı yüksek spesifik etkilidir. Bazı katepsin formları (özellikle de katepsin B ve L), birçok miyofibriler proteini parçalamaya ek olarak bağ dokularını hidrolize etme yeteneğine sahiptir. Katepsin B'nin kolajen ve proteoglikanlara karşı aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Katepsin L'nin ise

kolajen, proteoglikanlar ve elastine karşı aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Huff-Lonergan, 2014).

Kaspazlar, apoptoz veya programlanmış hücre ölümü ile ilgili bir enzim ailesidir. Apoptotik sürecin kaspazlar tarafından koreografisi (organizasyonu) yapılır. Kaspazlar, substratlarının aspartat kalıntılarına sahip olmasını gerektiren sistein proteazlarıdır. Kaspazlar için tanımlanmış binden fazla substrat vardır ve bunlar miyofibriller ve hücre iskeleti proteinlerini içerir. Kaspazların aktivasyonu, iskemik/hipoksik koşullar dahil olmak üzere patolojik olaylar tarafından başlatılabilir. Başlatıcı kaspazlar (kaspaz-8, 9, 10 ve 12) ve efektör kaspazlar (kaspaz-3, 6 ve 7) olmak üzere iki genel kaspaz sınıfı vardır. Apoptotik olaylar için bir uyarı alındığında başlatıcı kaspazlar aktive olur. Uyarılan başlatıcı kaspazlar, katalitik alanın küçük ve büyük alt birimlerini ayıran bağlayıcıyı parçalayarak efektör kaspazları aktive eder. Aktive edilen efektör kaspazlar da, kaspaz sistemine ait substratların ezimatik bölünmesini sağlarlar (Huff-Lonergan, 2014).

İki binli yılların başından beri, kaspazların etin olgunlaşması ile ilgili postmortem proteolizde rol oynadığı öne sürülmüştür. Kaspaz substratlarının çoğu, erken postmortem dönemde en azından kısmen degradasyonu gösterilen aktin, troponin-T, dezmin ve miyozin hafif zincirleri gibi (ancak bunlarla sınırlı olmayan) proteinlerdir. Erken postmortem dönem proteolizde, kaspaz ve kalpain enzim sistemlerinin birlikte çalıştığına dair kanıtlar bulunduğu vurgulanmaktadır (Huff-Lonergan, 2014).

Huang vd. (2011b), kaspaz-3 ve kaspaz-6'nın titin, dezmin, nebulin ve troponini degrade edebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, kasın ete dönüşümü sırasında katepsinler, kaspazlar ve proteazomlar gibi proteolitik sistemlerin etkisi ile ilgili henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır (Gomes vd., 2018).

Proteazom, sitozol ve çekirdekteki proteinleri parçalayarak bir dizi temel hücresel yolun düzenlenmesinde yer alan multikatalitik bir proteaz kompleksidir. Proteozomlar vücutta her yerde eksprese edilir ve iskelet kasında bol miktarda bulunur (Kemp vd., 2010). Taylor vd. (1995) ve Robert vd. (1999), sığır proteazomlarının, sığır miyofibrillerinde nebulin, miyozin, aktin ve tropomiyosin

dahil olmak üzere miyofibril proteinlerinin proteolizine neden olabildiğini gösterdi. Ayrıca proteazom aktivitesinin, postmortem 7 günde ve 6'dan düşük pH seviyelerinde hala tespit edilebilen önemli etkinliği ile, postmortem şartlandırma periyodu boyunca korunduğu bildirilmiştir (Kemp vd., 2010).

Eldeki geçerli bulgular, miyofibriler proteinlerin proteolizinin et olgunlaşmasının nedeni olduğunu göstermektedir. Bu miyofibriler proteinler; intermiyofibriler (dezmin, vinkülin vb.), intramiyofibriler (titin, nebulin, troponin-T vb.), kostamerler ile miyofibrilleri sarkolemmaya bağlayanlar (vinkülin, distrofin vb.), kas hücrelerini bazal laminaya bağlayanlar (laminin, fibronektin vb.) olmak üzere dört grubu içermektedir. Bu proteinlerin işlevi, miyofibrillerin yapısal bütünlüğünü korumaktır. Bu proteinlerin proteolitik bozunması, miyofibrillerin zayıflamasını ve dolayısıyla etin olgunlaşmasını sağlar (Koohmaraie vd., 2002).

Nihai et olgunlaşması, büyük ölçüde miyofibriler yapıların değişim ve zayıflama derecesine bağlıdır ve bu durum, olgunlaşmamış ete kıyasla yaşlandırılmış etteki yumuşaklık artışını açıklar. Titin, dezmin, troponin-T ve nebulin gibi miyofibriler ve sitoskeletal proteinlerin degradasyonunun yanı sıra, I-bandı ve Z-diskinin birleşim yerindeki kırılmaların, et olgunlaşma süreci ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Üç endojen proteolitik enzim sisteminin geleneksel olarak bu tür miyofibriler protein degradasyonundan sorumlu olduğu düşünülmüştür: lizozomal katepsinler, kalpain sistemi ve multikatalitik proteinaz kompleksi (20S proteazom) (Koohmaraie ve Geesink, 2006; Juárez vd., 2012). Kalpain sisteminin etteki postmortem tekstürel gelişimden esas olarak sorumlu olduğu düşünülse de, postmortem proteolize katkıda bulunan çok sayıda proteaz bulunmaktadır (Ertbjerg ve Puolanne, 2017).

Titin, nebulin, tropomyozin, troponin ve dezmin gibi miyofibriler proteinler de kas kasılmasında önemli rollere sahiptir. Titin, Z-çizgisinden M-çizgisine (sarkomerin merkezinde sitoskeletal protein bant) uzanan dev bir kas proteindir (~3 000 kDa). Hücre iskeleti rolü ve kastaki büyük içeriği nedeniyle, titinin postmortem proteolizi ve et olgunlaşması gelişimi arasında bağlantı varsayılmıştır. Nebulin, Z çizgisinden ince filamentin son noktalarına uzanan bir başka megaproteindir (600-900 kDa). Nebulinin C-terminal ucu, Z-çizgisine bağlıdır. Canlı kastaki işlevi nedeniyle

nebulinin postmortem proteolizi olgunlaşma ile ilişkilendirilmiştir. Troponin-T alt biriminin ve dezminin postmortem degradasyonunun da et olgunlaşması ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Filamin, distrofin ve spektrin gibi diğer proteinlerin de postmortem süreçlerde degrade olduğu rapor edilmiş ve etin olgunlaşmasındaki rolleri halen araştırılmaktadır (Juárez vd., 2012).

Etlerin olgunlaşma süreci iki farklı nitelik altında incelenmektedir (Anar, 2020):

1. Doğal olgunlaşma
2. Yapay olgunlaşma

1.9.3.1. Doğal Olgunlaşma

Rigor mortis şekillendikten sonra -1 ila -2 °C’de muhafaza edilen etler belirli bir süre zarfında yumuşak, gevrek, sulu, lezzetli ve aromalı bir yapı kazanırlar. Böyle etlerin şeffaflığı azalır, açık kahverengimsi kırmızı bir renge sahip olurlar. Bu etler mutfakta kullanılmak üzere en uygun etler olarak kabul edilir. Etlerin doğal olgunlaşması için şu işlemler önerilebilir: Karkasların 1-2 gün süre ile 0,5-3 °C arasında soğutulması; ½ veya ¼ karkasların 2-3 °C’de 10-12 gün bekletilmesi (Anar, 2020).

Doğal olgunlaştırma teknikleri, etin gevrekliğini ve lezzetini arttırmak için endüstriyel olarak yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Sitz vd., 2006). Genel olarak sığır eti doğal olgunlaştırılmasında endüstriyel olarak yaygın bir şekilde uygulanan, kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma adı verilen iki teknik bulunmaktadır. Olgunlaşan etin, zamanla gevrekliği ve lezzet gelişimi artar. Kuru olgunlaştırma, ambalajlanmamış etin nemin, sıcaklığın ve hava akışının kontrol edildiği bir soğutucuda bekletilmesi işlemi olup, tüm karkasa veya karkas parçalarına uygulanabilir. Yaş olgunlaştırma, bariyerli bir film ile vakumlu ambalajlanmış etin, donma noktasının üzerindeki bir sıcaklıkta tutulmasıyla oluşmaktadır (Miller vd., 1985; Warren ve Kastner, 1992; Campbell vd., 2001; Smith, 2007; Bekhit vd., 2014a; Dashdorj vd., 2016).

Yaş olgunlaştırma, eti nem ve oksijen geçirgenliği çok düşük bir plastik torbada vakumla ambalajlamayı ve belirli bir süre soğutucuda muhafaza etmeyi içerir. Kuru

olgunlaştırma ise, ambalajlanmamış eti doğrudan sıkı kontrollü bir sıcaklık, nem ve hava akış hızı koşullarında bekletmektir (Parrish vd., 1991; Ahnström vd., 2006; Bekhit vd., 2014a; Obuz vd., 2014; Stenström vd., 2014). Olgunlaşma sırasında gevreklik için anahtar mekanizma, kas yapısal proteinlerinin endojen enzimler tarafından parçalanmasıdır ve diğer proteazların katkısı olmakla birlikte bu süreçte yer alan ana enzim μ -kalpaindir (Bekhit vd., 2014a).

a) Kuru Olgunlaştırma (Dry Aging)

Kuru olgunlaştırma, sıcaklık ve nemin kontrol altında tutulduğu bir soğutucuda, etin ambalajlanmadan olgunlaştırılması işlemidir (Smith, 2007). Yakın zamana kadar kuru olgunlaştırma tipik olarak bazı lüks restoranlar ve özel satış yerleri tarafından uygulanan bir proses olmasına rağmen, günümüzde perakende satış noktalarında da sığır etlerinin gevreklik ve lezzet özelliklerini arttırmak, bölgesel olarak oluşan duyuşal özellik çeşitliliğini gidermek için kuru olgunlaştırmadan faydalanılmaktadır. Fakat kuru olgunlaştırma, uzun zaman alan ve büyük depolama alanı gerektiren maliyeti yüksek bir işlemdir. İlave olarak yüksek miktarda fire nedeniyle büzülmeye ve traşlanması gereken önemli miktarda kabuk oluşumuna neden olur (Smith, 2007).

Yüzyıllar boyunca, kasapların sığır etlerini korumaları ve yumuşatmaları için kuru olgunlaştırma yaygın bir uygulama idi. Elli yıl öncesine kadar sığır etinin kuru olgunlaştırılması uygulanagelen bir kuraldı. Vakumlu ambalajlama tekniğinin 1960'larda geliştirilmesine kadar, sığır etinin olgunlaştırılmasında kullanılan tek uygulama kuru olgunlaştırma yöntemi idi. Vakumlu ambalajlama tekniği, sığır eti sevkiyatında önce ABD'de, daha sonra uluslararası platformda alternatif bir seçenek haline geldiğinden; 1970'lerde sığır etinin taşınması, depolanması ve olgunlaşmasında birinci yöntem olarak tercih edildi. 1980'lerde ise, pazarlanan sığır etinin %90'ından fazlası bu şekilde idi (Savell, 2008; Dashdorj vd., 2016).

Bununla birlikte kuru olgunlaştırma, yüksek olgunlaştırma firesi, trim kaybı, kontaminasyon riski, olgunlaşma koşulları ve alan gereksinimleri nedeniyle diğer geleneksel yöntemlere göre maliyetlidir. Ette eşit olarak dağılmış yağ içeriğine ihtiyaç vardır, çok zaman alıcı bir işlemdir ve özel bakım gerektirir. Bu nedenle, yalnızca

birinci sınıf kalitede ve yüksek dereceli mermerleşmeye sahip sığır eti kuru olgunlaştırılabilir. Vakumlu ambalaj olgunlaştırma ile karşılaştırıldığında, bahsedilen gereksinimler ve dezavantajlar nedeniyle kuru olgunlaştırma et endüstrisi için ek maliyet oluşturduğundan, artık evrensel olarak uygulanmamaktadır (Savell, 2008; Garlough ve Campbell 2012; Li vd., 2014). Aksine, kuru olgunlaştırılmış sığır etinin eşsiz lezzetini tercih eden ve buna para ödemeye istekli olan küçük bir tüketici pazarı bulunmaktadır. Kuru olgunlaşmış biftek, vakumlu ambalaj olgunlaşmış biftek ile neredeyse kıyaslanamaz tadıyla, çoğunlukla lüks otel, restoran, market ve gurme biftek şirketlerinde tüketime sunulmaktadır (Savell, 2008; Dashdorj vd., 2016). ABD ve Avusturalya'nın yanı sıra, Asya ülkelerinde de kuru olgunlaştırma yöntemine karşı yoğun bir ilginin varlığı gözlenmektedir. Özellikle Kore, Japonya, Singapur, Tayvan ve Hong Kong gibi birçok ülkedeki lüks restoranlar, menülerinde kuru olgunlaştırılmış sığır etini kullanmaya başlamışlardır (Farmer-Stockman, 2011; Dashdorj vd., 2016).

Kuru olgunlaştırmanın en önemli etkisi, sadece “kuru olgunlaşmış sığır eti” olarak tanımlanabilecek olan lezzeti yoğunlaştırmaktır (Warren ve Kastner, 1992; Campbell vd., 2001; Savell, 2008). Kuru olgunlaştırma sırasında, et suları etin içine emilir, protein ve yağ bileşenleri kimyasal olarak parçalanır. Bunun sonucunda da daha yoğun bir lezzet ve et aroması oluşur. Ayrıca, olgunlaşma sırasında sığır etindeki doğal enzimler, kastaki proteinleri ve bağ dokusunu parçalayarak daha yumuşak bir sığır eti elde edilir (Baird, 2008).

Kuru olgunlaştırmada dikkate alınması gereken işlem koşulları arasında olgunlaştırma süresi, depolama sıcaklığı, bağıl nem ve hava akış hızı bildirilmektedir. Optimum yumuşaklık ve lezzete sahip ürün elde etmek için, tüm bu parametreler dikkatle izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır (Dashdorj vd., 2016).

Kuru olgunlaştırma süresi hakkında çeşitli görüşler vardır ve bu tür ürün tedarikçileri kendi programı konusunda iddialıdır. Pek çok araştırmacı, kuru olgunlaştırılmış parça etler için en çok tercih edilen sürenin 14 ila 40 gün arasında olduğunu ve bu sürelerin, işlemin arzu edilen sonuçlarının oluşmasında yeterli olduğunu öne sürmektedir (Savell vd., 2007; Dashdorj vd., 2016). Bazı araştırmacılar da, 0-1 °C sıcaklıkta kuru olgunlaştırma işlemi için en uygun sürenin 14-21 gün olduğunu rapor

etmişlerdir (Khan vd., 2016). Lepper-Blilie vd. (2012), kuru olgunlaştırılmış etlerin büyük çoğunlukla 21 gün olgunlaştırıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca 28 gün olgunlaştırma, 21 gün olgunlaştırma ile karşılaştırıldığında, kuru olgunlaştırılmış ete özgü lezzet bileşenlerini önemli ölçüde arttırmadığı ifade edilmiştir (DeGeer vd., 2009). Benzer şekilde Smith vd. (2008), 21 gün olgunlaştırılan bifteğin, diğer tüm olgunlaşma dönemlerine kıyasla en yüksek sığır eti lezzet seviyesi değerini aldığını rapor ettiler. Bununla birlikte, 21 günden daha fazla sürede uygulanan olgunlaştırma, 14 günlük olgunlaştırma uygulamasına benzer şekilde sığır eti lezzet seviyesi ile sonuçlanmıştır (Smith vd., 2008). Ayrıca bazı üreticiler, kuru olgunlaşmış ette iyi bir netice elde edebilmek için gerekli olan en az sürenin 28 gün olduğunu önermişlerdir (Dashdorj vd., 2016). Ayrıca ABD Et İhracat Federasyonu, kuru olgunlaştırma süresinin 14 ila 70 gün arasında olduğunu, 28 ila 55 gün arasındaki kuru olgunlaştırma süresinin tercih edilen aralık olarak kabul edilebileceğini vurgulamaktadır (USMEF, 2014). Son zamanlarda yeni tatlar arayan şefler kuru olgunlaştırma süresini 35, 42, 56, 75 ve daha fazla gün (90 ila 240 gün) uzatarak birbirleri ile rekabet etmektedir. Bununla birlikte, 100 günden fazla uzun süreli kuru olgunlaştırma işlemi kişisel bir tercihten öteye geçmemektedir (Dashdorj vd., 2016).

Kuru olgunlaştırma için en uygun sıcaklık parametresinin 0-4 °C (32-39,2 °F) arasında olduğu bildirilmiştir. Kuru olgunlaştırma için gerekli depolama sıcaklığı, yaş olgunlaştırma için gerekli olan sıcaklıktan farklı olmamalıdır (Dashdorj vd., 2016). Kuru olgunlaştırma için sıcaklık düzeyi kritik öneme sahiptir. Depolama sıcaklığı arttıkça, olgunlaşmayı sağlayan enzimatik reaksiyonların etkinliği artacak ve ürün lezzeti gelişecektir. Fakat daha yüksek sıcaklıklar bakteriyel üremeyi hızlandıracağından kötü kokulara neden olacaktır. Bundan dolayı olgunlaştırmada seçilen sıcaklık parametresi, eti dondurmayacak şekilde en düşük seviyede olmalıdır (Savell, 2008; AMPC ve MLA, 2010). Olgunlaştırma uygulanan etin donma sıcaklığı altında bekletilmesi durumunda, olgunlaşmaya dahil olan enzimatik süreçlerin yavaşlayacağı bazı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Bu nedenle uzun süreli olgunlaştırma için ideal sıcaklığın -0,5 °C $\pm$ 1 °C olması önerilmiştir. Fakat ürün yalnızca 1-2 hafta olgunlaştırılacaksa, 2-3 °C şeklinde daha yüksek sıcaklık değerlerinin kabul edilebileceği bildirilmiştir (AMPC ve MLA, 2010; Perry, 2012).

Olgunlaşma hızı sıcaklığa bağlıdır. Avustralya Et Endüstrisi Hizmetleri, 5 °C'de 2 haftada elde edilen gevreklik düzeyi için, -0,5 °C'de yaklaşık 4 haftalık bir sürenin gerekli olacağını vurgulamaktadır. Hangi sıcaklık derecesi seçilirse seçilsin, gevreklik düzeyindeki artma oranı, olgunlaşmanın erken evrelerinde en yüksektir ve zamanla azalmaktadır (Dashdorj vd., 2016). Olgunlaştırmada sıcaklık stabilitesi önemlidir. Avustralya Et Endüstrisi Hizmetleri, dışarıdaki sıcak ve nemli havanın içeri girmesini önlemek için kuru dinlendirme odasının ayrıca bir giriş odasına sahip olmasını veya başka bir soğutulmuş alana açılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca plastik şerit bir kapının bulunmasının, depo kapısı açıkken dışarıdaki hava girişini azaltabileceği bildirilmiştir (AMPC ve MLA, 2010; Dashdorj vd., 2016).

Havadaki kontrollü bağıl nem, kuru olgunlaştırma sürecinde çok önemli bir rol oynar. Çünkü havadaki nem oranı çok yüksekse; ette bozulmaya neden olan bakteriler çoğalarak kötü tatlar gelişebilir, etler terler ve hoş olmayan yapışkan bir yüzey oluşabilir. Havadaki nem oranı çok düşükse bakteri üremesi kısıtlanır, ancak daha fazla nem buharlaşması ile ağırlık kaybı artar. Sığır eti çok çabuk kurur ve bu durum bifteğin arzu edilenden daha az sulu olmasına neden olur (Perry, 2012). Kuru olgunlaştırmada bağıl nemin %61 ila %85 arasında olması ve gerçek bağıl nemin, olgunlaştırma süreci boyunca günlük olarak kaydedilmesi önerilmektedir (DeGeer vd., 2009; Dashdorj vd., 2016). Farklı bağıl nem oranlarının, kuru olgunlaştırılmış sığır eti üzerindeki etkilerini karşılaştıran yayımlanmış az sayıda çalışma vardır. Bu alanda yapılan çalışmalardan bazıları, yaklaşık %80 bağıl nemi tercih etmiş (Parrish vd., 1991; Ahnström vd., 2006; Smith vd., 2008; Perry, 2012), Campbell vd. (2001) kuru olgunlaştırmada %75 bağıl nemi önermiş, Warren ve Kastner (1992) ise %78 $\pm$ 3 bağıl nem aralığı uygulamıştır.

Depolama alanı içinde ölü noktalar veya yüksek hız bölgeleri olmadan hava sirkülasyonunu sağlamak için, yeterli ve homojen şekilde hava akışı olmalıdır. Depolama alanında yeterli hava akışı yoksa etin kurumasını sağlayacak nem serbest kalmaz; aksine depoda hava akış hızı çok fazla ise, et çok çabuk kurur ve nihai üründe trimleme kayıpları artar (Savell, 2008). ABD Et İhracat Federasyonu, kuru olgunlaştırma için 0,5-2 m/s (1,6-6,6 ft/s) hava akışının ve ürün üzerinde 0,2-1,6 m/s hızın yeterli olması gerektiğini bildirmiştir (USMEF, 2014). Hava hızı ve akışı,

kurutma işlemi süresince sabit tutulmalıdır ve kuru olgunlaştırma işleminin başlangıcında bu çok önemlidir. Hava akışını kontrol altında tutabilmek için, uygun şekilde dizayn edilmiş bir soğutma ünitesi, paslanmaz çelik tel raflar, delikli raflar, miller veya kancalar, ilave fanlar, hava filtreleme sistemleri ve ultraviyole ışık önerilmektedir (Baird, 2008; Dashdorj vd., 2016). Taze sığır etinin mümkün olduğunca çabuk kurumasını sağlamak için dinlendirme odasının etrafındaki hava akışının arttırılması gerekir. Bu amaçla, havayı odanın etrafında farklı yönlere itmek için, bir dizi tavana monte edilmiş fan kullanılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Perry, 2012). Bozulmayı önlemek için, her bir et parçası arasında verimli ve kontrollü hava akışının sağlanması, bunun için de et parçalarının birbirinden yeterince ayrı yerleştirilmesi önerilmektedir (USMEF, 2014). Kuru olgunlaştırma uygulanacak büyük et parçalarının yağlı tarafları alta gelecek şekilde raflara yerleştirilmesi, böylece havanın et parçalarının her tarafında homojen olarak dolaşabilmesinin sağlanması belirtilmektedir. Et parçalarının kemikli olması durumunda ise (omurga kemikleri gibi), bu et parçalarının kemik üzerine dayandırılarak yerleştirilmesinin uygun olacağı bildirilmektedir (AMPC ve MLA, 2010). Araştırma verileri göz önünde bulundurularak, gıda tedarikçileri tarafından, sığır etinin kuru olgunlaştırılmasında; 28-55 gün süre, 0-4 °C sıcaklık, %75-80 bağıl nem ve 0,5-2 m/s hava akışı gibi parametrelerin, mikrobiyolojik kontaminasyonu engellediği, olgunlaşma ile gevrekliği arttırdığı ve etleri daha lezzetli hale getirdiği öne sürülmektedir (Dashdorj vd., 2016).

Sığır eti kuru olgunlaştırılmasının genellikle %30-40 olgunlaştırma kaybına neden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca olgunlaştırma sırasında et içeriğindeki nemin buharlaşmasına bağlı olarak yüzeyde kabuk oluşumunun görüldüğü vurgulanmıştır. Daha yüksek olgunlaştırma firesi ve kabuk kalınlığının, daha fazla ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Dashdorj vd., 2016; Kim vd., 2022).

Özet olarak kuru olgunlaştırma, özgün aromaya sahip, katma değerli sığır eti üretme yöntemidir. Bununla birlikte kuru olgunlaştırma, uygun lezzeti elde etmek için gerekli olan olgunlaştırma koşulları nedeniyle maliyetli bir üretimdir. Bu işlem için aynı zamanda iyi derecede mermerleşmeye sahip kaliteli sığır etine ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra, bu birinci sınıf ürün için maliyetli ödemeyi yapmaya istekli, seçici tüketicilerden oluşan özel bir pazar bulunmaktadır. Diğer taraftan kuru

olgunlaştırılmış sığır eti kalitesine ve dolayısıyla lezzetine etki eden, olgunlaştırma koşulları ile mikrobiyolojik gelişim arasındaki etkileşimle ilgili çok fazla erişilebilir bilgi bulunmamaktadır. Kuru olgunlaştırılmış sığır eti ürünlerine olan talep artışı dikkate alındığında, olgunlaştırma koşullarına ilişkin rehberlere ve tavsiyelere, bu üretimle ilgili şirketler ve perakendeciler tarafından her zamankinden daha fazla ihtiyaç hissedilmekte, kuru olgunlaştırılmış et üretimine ilişkin çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Dashdorj vd., 2016).

b) Yaş Olgunlaştırma (Wet Aging)

Yaş olgunlaştırma, en yaygın uygulanan olgunlaştırma yöntemidir ve etin vakumlu ambalajlarda olgunlaştırılmasını ifade eder (Laster vd., 2008; Dietz, 2014). Etin, vakumlu ve bariyerli bir ambalajda, soğuk depolama sıcaklıklarında olgunlaştırıldığı bu yöntem (Smith, 2007), 1960’larda vakumlu ambalajlama teknolojisinin gelişmesi ile ortaya çıktığı bildirilmektedir (Savell, 2008). Yaş olgunlaştırma işlemi, vakumla ambalajlanmış parça etlerin gevreklik, sululuk ve lezzeti en üst düzeye çıkarmak için gerekli olan bir süre boyunca, soğukta muhafaza edilmesi olarak tanımlanır (Oreskovich vd., 1988; Parrish vd., 1991; Campbell vd., 2001; Sitz vd., 2006; Eastwood vd., 2016). Yaş olgunlaştırma, et sanayinde en yaygın olarak kullanılan olgunlaştırma yöntemidir. Bu yöntemde vakum ambalajlama ile hava ortamdan uzaklaştırıldığından oksidasyon etkisi de ortadan kalkar, bu da et renginin bozulmasını ve lipid oksidasyonunu geciktirerek daha uzun olgunlaşma sürelerine imkan sağlar (Oliete vd., 2006; Franco vd., 2009; Jiang vd., 2010; Lindahl, 2011). Bununla birlikte, ambalaj içerisindeki oksijen eksikliğinin, tüketiciler için itici bir görünüme yol açan ve deoksimiyogloblin oluşumuna bağlı mor renkli ete neden olduğu rapor edilmektedir (Troy ve Kerry, 2010; Vitale vd., 2014).

Leisner vd., (1995) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, vakumlu ambalajda olgunlaştırılan sığır etlerinin depolama süresinin uzaması nedeniyle, kırmızılık (a^*) değerinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Kim vd., (2013) tarafından kuzu filetolar üzerinde yapılan bir başka çalışmada, vakum ambalaj içerisinde olgunlaştırılan etlerin olgunlaştırma süresinin 2 haftadan 9 haftaya çıkarılması ile rengin solduğu ve a^* değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Lee vd. (2008), sığır etinde

renk açılmasının (bloom) yaş olgunlaştırma zamanından etkilenmesi üzerine yapmış oldukları araştırmalarında; 14 gün veya daha az yaş olgunlaştırılan sığır bifteklerinin, 28 veya 35 gün yaş olgunlaştırılanlarla karşılaştırıldığında, daha fazla oksimiyogloblin oranına ve aynı zamanda daha canlı, daha kırmızı ve daha sarı renge sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Yaş olgunlaştırmada sürenin uzaması ile et renginde görülen olumsuz etkilerin yanı sıra, duyuşal parametrelerde de farklılıkların oluştuğu bildirilmektedir. Jeremiah ve Gibson (2003b), vakumlu paketlenmiş sığır kaburga ve kısa filetoların postmortem olgunlaştırma süresinin 28 güne çıkarılmasının, sululuğu etkilemeden tat yoğunluğu, tat beğenisi ve genel lezzetliliği arttırdığını göstermiştir. Yancey vd. (2005), 21 günden daha uzun süre yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin lezzetinin azaldığını rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar sığır etlerinin 35 gün yaş olgunlaştırılmasının, 7 veya 14 günlük yaş olgunlaştırmaya göre metalik tadı önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

1.9.3.2. Yapay Olgunlaşma

Etlerin postmortem yapay olgunlaştırılmaları günümüzde önem kazanmıştır. Çağdaş yaşamda ve beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değışiklikler sonucunda, kısa sürede hazırlanabilen etler daha çok tercih edilmektedir. Aynı zamanda tüketiciler etlerin lezzetli, gevrek ve güzel görünümlü olmasını talep etmektedir. Bu özelliklerde etlerin elde edilebilmesi için olgunlaşma önemlidir. Etlerin olgunlaştırılması ise zaman ve soğukta muhafaza ile ilişkilidir. Tüketicinin talep ettiği etlerin üretimi için, zaman kaybı ve soğuk muhafaza giderlerinin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu nedenle, etlerin kısa sürede olgunlaşmasını sağlayabilen çeşitli metotlar geliştirilmiştir (Anar, 2020). Yapay olgunlaşma, gevrek ve iyi olgunlaşmış etlere fazla talebin olduğu ülkeler ve düşük işletme sermayesi hedefleyen işletmeler tarafından uygulanmaktadır. Böylece yapay olgunlaşma metotları uygulanan etler düşük işletme sermayesi ile daha kısa sürede pazarlanabilmektedir (Öztan, 2017; Anar, 2020). Günümüzde yapay olgunlaşma için birçok farklı yöntem uygulanmaktadır. Enzim kullanımı, elektriksel uyarı (stimölasyon), kalsiyum klorit infüzyonu, ultrasonik titreşim uygulaması, hidrostatik basınç uygulaması ve

hidrodinamik basınç yöntemi bu uygulamalardan bazılarıdır (Nazli vd., 2010; Cetin vd., 2012; Cummins ve Lyng, 2017; Anar, 2020).

a) Enzim Kullanımı

Postmortem dönemde endojen enzimlerin etleri doğal olarak olgunlaştırmasının yanı sıra; bitkisel, bakteriyel, fungal ve hayvansal eksojen enzimler de infüzyon, marinasyon veya enjeksiyon şeklinde uygulanarak olgunlaşma artırılabilir. Bitkisel enzimlerden papain (*Carica papaya* bitkisinden), bromelain (ananastan) ve fisin (incir sütünden) ticari olarak pazarlanmakta ve dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bekhit vd., 2014b; Huff-Lonergan, 2014; Anar, 2020).

Et gevrekliğini geliştirmek için eksojen proteazların kullanımı, standart kalitede yumuşak et üretimi ve düşük kaliteli etlere katma değer sağlamak amacıyla son zamanlarda büyük ilgi görmüştür. Papain, bromelain ve fisin gibi et olgunlaştırıcılar kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Aktinidin (kivi meyvesinden) ve zingibain (ham zencefil özünden) gibi yeni bitki proteazları ve mikrobiyal enzim preparatları, kontrollü et olgunlaştırma ve diğer avantajlar nedeniyle son zamanlarda ilgi görmüştür (Bekhit vd., 2014b).

Bitkisel (papain, fisin, bromelain, malt), mikrobiyal (*Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*) ve hayvansal (pankreatin, pepsin, tripsin) kaynaklardan elde edilen birkaç proteaz, FDA tarafından genellikle güvenli kabul edilen (Generally Recognized as Safe; GRAS) kategorisine dahil edilmiştir (Denner, 1983; Calkins ve Sullivan, 2007; Bekhit vd., 2014b).

Çizelge 1.6: GRAS kategorisinde yer alan bazı enzimler (Calkins ve Sullivan, 2007).

Enzim	Enzim türü	Kaynak	Proteaz sınıfı
Papain	Bitkisel	Papaya	Sistein
Bromelain	Bitkisel	Ananas	Sistein
Fisin	Bitkisel	İncir	Sistein
Bacillus proteaz	Bakteriyel	<i>Bacillus subtilis</i>	Serin
Aspartik proteaz	Fungal	<i>Aspergillus oryzae</i>	Aspartik

Papain, bromelain ve fisin sistein proteaz (EC 3.4.22) sınıfındandır (Barrett vd., 2004). Genellikle tiyol veya sülfidril proteazlar olarak adlandırılırlar. Molekül ağırlıkları 21-30 kDa arasındadır ve et olgunlaştırma için üzerinde en çok çalışılan bitkisel enzimlerdir. Düşük substrat özgülüğüne sahip olan ve çok çeşitli bağların (peptit, amit, ester, tiyol ester, tiyono ester bağları) hidrolizini katalize edebilen endopeptidazlardır (Schwimmer, 1981). Papain, bromelain ve fisin sistein proteazlardır ve geniş spektrumlu aktiviteye sahiptir, çok çeşitli bağları parçalayarak çok sayıda kas proteininin degrade olmasını sağlarlar. Bu proteazlar, etin normal pH değerlerinde aktiftir (pH değeri aralıkları; papain, 5,8-7; bromelain, 5-7; fisin, 5-8). Bu proteinler için ideal sıcaklık aralığı yaklaşık 50-60 °C'dir, bu nedenle ısıtmak onları maksimum düzeyde aktif hale getirir. Aktinidin, yukarıda bahsedilen enzimlerden daha yüksek pH değerlerinde işleve sahiptir (pH değeri aralığı 7-10'dur, bununla birlikte pH değeri 5-7 aralığında çalışabilir), fakat ideal sıcaklık aralığı benzerdir. Zingibainin ise, pH 6-7 değerinde ve 60 °C sıcaklıkta en fazla işleve sahip olduğu bildirilmektedir (Huff-Lonergan, 2014).

Eksojen enzim uygulamalarıyla etlerin olgunlaştırılması, endojen enzimlere göre daha az spesifiktir ve eksojen enzimler sadece miyofibriler proteinlere değil aynı zamanda kas bağ dokusu proteinlerine de etki eder. Bitkisel enzimlerin çoğu, eti endojen enzimlerden daha fazla yumuşatma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle uygulayıcının, etin gereğinden fazla olgunlaşp aşırı yumuşak, hatta hamur gibi bir doku oluşumundan kaçınmak için süreci dikkatle izlemesi gerekir (Huff-Lonergan, 2014). Enzimlerle etin olgunlaştırılmasında en büyük zorluk, aşırı yumuşak tekstür oluşmayacak şekilde enzim uygulama düzeyinin belirlenmesidir. Enzimlerin optimum uygulanma şekillerinin belirlenmesine ile ilgili araştırmalar devam etmektedir (Bekhit vd., 2014b). Bakteriyel ve fungal enzimler önce sarkolemmayı eritir, daha sonra miyofibriler proteinleri hidrolize eder. Bitkisel enzimlerin ise miyofibriler proteinleri hidrolize etmelerinin yanında, bağ doku proteinlerinin mukopolisakkaritlerini ve bağ doku liflerini degrade ettikleri vurgulanmaktadır (Bekhit vd., 2014b; Huff-Lonergan, 2014; Anar, 2020). Araştırmacılar tarafından, bitkisel ve mikrobiyal proteazların birlikte uygulanmasının etin gevrekleştirilmesinde sinerjik bir etkiye sahip olabileceği düşünülmekte ve önerilmektedir (Arshad vd., 2016).

Ashie vd. (2002) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, papain ve bromelain gibi enzimlerin et olgunlaştırmada ortaya çıkan aşırı yumuşama ve hamurumsu doku oluşumu gibi yan etkileri nedeniyle kullanımı sınırlanmış olsa da, *Aspergillus oryzae* kaynaklı bir aspartik proteazın bu eksiklikleri gidermek için kullanılabileceği gösterilmiştir. Papainden farklı olarak bu fungal proteazın sadece miyofibriler proteinlere etki edip, bağ dokusuna etki etmediği, kendi aktivitesini sınırlayıcı özelliği nedeniyle ette aşırı yumuşama riskini ortadan kaldırdığı, etkisi öncelikle pişirme sırasında ortaya çıkıp ve ayrıca pişirme koşullarında kolayca inaktive olduğu, bu nedenle yalnızca mevcut enzimatik uygulamalar için değil, aynı zamanda yenilikçi et üreticisine paha biçilmez bir avantaj sağladığı bildirilmiştir (Ashie vd., 2002).

Pietrasik ve Shand (2006) tarafından yürütülen çalışmada, sığır etine *Aspergillus oryzae* proteazı farklı dozlarda enjekte edilerek vakum ambalaj içerisinde 1, 7, 14 gün boyunca 4  C'de saklanıp daha sonra pişirilmiştir. Araştırma sonucunda, bu enzimin soğuk depolamada nispeten etkisiz olduğu ve yumuşatma etkisinin esas olarak pişirme sırasında meydana geldiği gösterilmiştir. Bu da *Aspergillus oryzae* proteazının, papain gibi enzimlerden üstün olduğunu ve bu enzim uygulanan etin, ürün özelliklerinde herhangi bir olumsuz enzimatik değişiklik olmadan soğukta saklanabileceğini ortaya koymuştur. Papain gibi bitkisel enzimler ise, pişirmeden sonra bile soğuk depolamada etkinliğini koruyarak, hem doku bozulması, hem de lezzet kusurları riskini arttırdığı bildirilmiştir (Pietrasik ve Shand, 2006).

Etlerin olgunlaştırılmasında kullanılabilecek en uygun enzimin; bağ doku proteinleri kolajen ve elastin üzerinde zgllği olabilen, nispeten etin düşük pH değerlerinde etkili, et depolama sıcaklığında veya et pişirme sıcaklığlarında aktivite gösterebilen ve proteolitik özelliğe sahip bir enzim olması gerektiği vurgulanmıştır (Gerelt vd., 2000; Marques vd., 2010).

Papain (EC 3.4.22.4), tropikal bir bitki olan *Carica papaya* z suyundan elde edilen nonspesifik sistein veya tiyol proteazdır ve 1940'lardan beri yumuşatıcı etkileri için üzerinde araştırmalar yapılmıştır (Calkins ve Sullivan, 2007; Marques vd., 2010; Feijoo-Siota ve Villa, 2011). Bu z su; karikain, kimopapain, glisil endopeptidaz ve minör bileşen olan papain (toplam öz su proteazların %5-8'ini oluşturan) dahil olmak

üzere çeşitli proteazların bir karışımını içerir (Feijoo-Siota ve Villa, 2011; Gomes vd., 2018). Proteolitik özelliklerinden dolayı, gıda endüstrisinde etlerin olgunlaştırılmasında, ayrıca un ve bira imalatında katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Katsaros vd., 2009; Marques vd., 2010).

Papain çok geniş özgüllüğe sahip bir enzimdir ve bu nedenle, ana kas proteinlerini (bağ dokusu/kolajen ve miyofibriler proteinler) ayırım gözetmeksizin parçalayarak bazen aşırı yumuşamaya ve lapa gibi hamurumsu dokulu bir ürüne neden olur. Bu dezavantaj, papainin eti yumuşatma amacıyla ticari kullanımını sınırlandırmaktadır (Miller vd., 1989; Ashie vd., 2002; Han vd., 2009). Papain aktivitesi için en uygun sıcaklık aralığı 65-80 °C'dir; ancak Ashie vd. (2002), bir ve iki haftalık süreyle buzdolabında muhafazadan sonra, papainin sığır etlerinin yumuşaklığında önemli bir artış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca papainin yumuşatma aktivitesinin çoğunun pişirme işlemi sırasında gerçekleştiği gösterilmiştir. Papain geniş bir pH aralığında (pH 4-9) aktif olmasına rağmen, en fazla aktivitesinin pH 4-6 aralığında meydana geldiği bildirilmiştir (Calkins ve Sullivan, 2007).

Papaini inaktif hale getirmek için yüksek sıcaklık ve basınç uygulaması gerekmektedir (örneğin; papainin %95 inaktivasyonunu sağlamak için, 900 MPa ve 80 °C'de 22 dakikalık uygulama yapılması gibi) (Marques vd., 2010). Papain, bazik amino asitleri veya bunların sahip olduğu büyük hidrofobik yan zincirleri parçalar. Hidrofobik amino asitlere sahip olan peptidlerin ise, ağızda acı tat bırakan ürün oluşturduğu bildirilmektedir (Payne, 2009). Papain, olgunlaştırılmış ette gözlendiği gibi Z diskinde büyük bir bozulma gösterse de, yüzeylere nüfuz etme yeteneğinin zayıf olması nedeniyle ürüne enjekte edildiğinde çok daha etkili olmaktadır (Calkins ve Sullivan, 2007).

Aspergillus oryzae'den elde edilen aspartik proteaz, ette kendi aktivitesini sınırlayan bir proteolitik aktivite gösterir (Ashie vd., 2002). *Aspergillus*'un proteolitik aktivitesi 1950'lerden beri bilinmekte ve araştırılmaktadır (Underkofler vd., 1958). *A. oryzae* proteolitik enzimlerinin, kırmızı ve beyaz ette gevrekliği arttırıcı ajanlar olarak kullanılmasına izin verilmektedir (USDA, 1999; Gomes vd., 2018). Bu enzim için esas substrat miyofibriler proteinler olmakla birlikte, ortamda bulunması halinde az miktarda kolajen yıkımlanmasını da sağlamaktadır. Bu aspartik proteazın, 14 günlük

soğuk depolama sırasında aktivitesi düşüktür. Optimum aktivite 55 °C'de görülür ve 60 °C'de aktivitesi düşer. *Aspergillus*'tan elde edilen enzimler, asidik koşullarda aktivitesini pH 7 değerine kadar korur. Kendi aktivitesini sınırlayan enzim özelliği nedeniyle, istenmeyen aşırı yumuşak veya unumsu tekstür oluşmadan etin gevrekliğini iyileştirdiği vurgulanmaktadır (Ashie vd., 2002; Calkins ve Sullivan, 2007).

Aspergillus proteazları çok geniş bir pH aralığında aktiftir ve orta derecede bir denatürasyon sıcaklığına (≤ 70 °C) sahiptir. Örneğin, *Aspergillus oryzae*'den elde edilen aspartik proteaz, 2,5-6 pH aralığında optimal aktiviteye sahiptir ve 75 °C'de pişirildikten sonra aktivitesinin %20'den daha azının kaldığı ifade edilmiştir (Ashie vd., 2002; Bekhit vd., 2014b). Bu fungal proteazın etkisi, öncelikle etin pişirilmesi sırasında ortaya çıktığından ve ayrıca pişirme koşulları altında kolayca inaktif hale geldiğinden, özelliklerinde herhangi olumsuz bir enzimatik değişiklik olmaksızın, ürünlerin saklanması için imkan sağlayabileceği bildirilmiştir (Ashie vd., 2002).

b) Elektrik Stimülasyonu

Kesim işleminden sonra, belirli noktalardan karkaslara elektrik akımı uygulanmasına elektrik stimülasyonu adı verilir (Anar, 2020). Elektrik stimülasyonu başlangıçta, küçükbaş hayvan karkaslarında soğuk kısalması (cold shortening) oluşmasını önlemek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise, etin daha kısa sürede olgunlaşmasını sağlamak ve gevrekliğini arttırmak amacıyla uygulanmaktadır (Hwang vd., 2003; Nazli vd., 2010; Cetin vd., 2012; Juárez vd., 2012; Polidori ve Vincenzetti, 2017). Postmortem dönemde karkaslara uygulanan elektrik stimülasyonu, sinir sistemi ile bütün vücuda yayılır, tüm kaslarda kontraksiyon oluşur; kaslarda bulunan glikojen, ATP ve kreatin fosfat hızlı bir şekilde harcanır. Glikolizisin hızlanması ile postmortem hızlı bir pH düşüşü görülür. Normal olarak 15-20 saatte ulaşılan nihai pH değerine, elektrik stimülasyonundan sonra yaklaşık 4 saat içerisinde ulaşılır. Böylece karkaslar cold shortening riski olmadan kısa sürede soğutulabilir (Hwang vd., 2003; Polidori ve Vincenzetti, 2017). Elektrik stimülasyonu, kan damarlarında da kontraksiyona neden olarak kan akımının daha iyi gerçekleşmesini sağlar. Böylece daha açık ve parlak renkli etler elde edilir. Elektrik stimülasyonu uygulanan etler rigor mortise daha kısa sürede ulaşır. Daha sonra

enzimatik reaksiyonlar başlayarak etler daha kısa sürede olgunlaşır ve daha gevrek etler elde edilir (Arslan, 2013; Anar, 2020). Genel olarak, elektrik stimülasyonu uygulaması ile kesme kuvveti değerlerinin %15-30 oranında azaltıldığı ve tat panellerinin, elektrikle uyarılmış eti, uyarılmamış ete göre %10-50 daha yumuşak olarak değerlendirdiği bildirilmiştir (Juárez vd., 2012).

c) Kalsiyum Klorit İnfüzyonu

Çeşitli araştırmalar, postmortem dönemde ve rigor mortis öncesinde, kalsiyum klorit infüzyonu veya enjeksiyonunun kaslarda olgunlaşmayı hızlandırabileceğini göstermiştir (Arslan, 2013; Anar, 2020). Prerigor fazda but kaslarına kalsiyum klorür enjeksiyonunun, normal gevreklik için gereken olgunlaşma süresini postmortem bir güne indirdiği bildirilmiştir (Wheeler vd., 1991). Bu etki, kalpain sisteminin erken aktivasyonundan kaynaklanır, böylece daha fazla proteoliz ile birlikte daha gevrek et elde edilir. Fakat, kalsiyum klorür infüzyonları uygulanmış karkaslardan elde edilen etlerde kötü tatların gelişmesi, bu yöntemin ticari uygulamalardaki dezavantajı olarak ortaya çıkmaktadır (Juárez vd., 2012).

d) Ultrasonik Titreşim Uygulamaları

Ultrasonik titreşim uygulamaları yönteminde, yüksek ve düşük frekanslı ultrason dalgaları kullanılarak hücre zarları tahrip edilmekte, sarkoplazma içerisindeki lizozomal enzimler salınarak proteoliz hızlanmakta ve böylece etin olgunlaşması sağlanmaktadır (Jayasooriya vd., 2004; Dolatowski vd., 2007; Anar, 2020). Ultrason uygulamaları, et ve et ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişikliklere neden olmak için son birkaç on yılda araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Çünkü bu uygulama, kimyasal veya termal işleme yöntemlerine alternatif sağlayan fiziksel bir tekniktir. Ultrasonun, kas yapısının fiziksel zayıflaması yoluyla doğrudan veya lizozomlardan katepsinlerin ve/veya kalpainlerin aktivasyonu için hücre içi depolardan Ca^{++} iyonlarının salınması ve böylece proteoliz aktivasyonu yoluyla dolaylı olarak, etin gevrekliğini artırabilecek hücre zarı bozulmasını uyarma yeteneğinin test edildiği bildirilmiştir (Dolatowski vd., 2007).

e) Hidrostatik Basınç Uygulaması

Hidrostatik basınç uygulaması, mikroorganizmaları etkisiz hale getirerek gıda güvenliği ve raf ömrünü arttıran, böylece gıda kalitesine katkıda bulunan, 100 ile 600 MPa arasında yoğun izostatik basınç uygulaması içeren popüler ve termal olmayan bir yöntemdir (Juárez vd., 2012). Bu yöntemde, belirli basınç altındaki sudan faydalanılarak miyofibriler proteinlerin hidrolizi gerçekleşmekte, böylece etin olgunlaşması hızlandırılmaktadır (Anar, 2020). Hidrostatik basınç uygulaması (>200 MPa) sırasında, bazı makromoleküllerin doğal yapılarını değiştirerek protein çözünürlüğünü ve ürün rengini etkileyebileceği bildirilmektedir (Juárez vd., 2012).

f) Hidrodinamik Basınç Yöntemi

Hidrodinamik basınç uygulamasında, nitrometan ve amonyum nitrat kullanılarak su içerisinde kısa süreli aralıklarla yüksek basınçlı şok dalgaları meydana getirilmektedir. Böylece, şok dalgaları su içerisine yerleştirilen etin miyofibriler proteinlerine ve bağ doku kolajenine etki ederek, etin hızlı bir şekilde olgunlaşması sağlanmaktadır (Juárez vd., 2012; Anar, 2020).

1.9.4. Etin Su Tutma Kapasitesinde Meydana Gelen Değişiklikler

Sağlıklı ve normal koşullarda kesilmiş hayvanlarda kas dokusunun pH değeri, kesimden hemen sonra türlere göre 7,0-7,2 aralığındadır ve kaslarda bulunan ATP miktarı da yeterlidir. Buna bağlı olarak, bu dönemde meydana gelen aktinomyozin yapısı geçicidir ve rigor mortis henüz oluşmamıştır. Aktin ve miyozin miyofilamentleri arasında var olan boşlukta fazla miktarda su tutulabilir. Yani prerigor fazda kas dokunun STK çok yüksektir. Sığırlarda kesimden 24-48 saat sonra kaslarda gelişen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu ATP'nin tümünün harcanmasına ve pH değerinin miyofibriler proteinlerin izoelektrik noktasına yaklaşmasına (pH 5,2-5,6) bağlı olarak etin STK'nde azalma görülür. Buna karşın, izoelektrik noktadan daha düşük ve yüksek pH değerlerinde miyofibriler proteinlerin STK artar (Savell vd., 2005; Arslan, 2013; Brewer, 2014; Tayar ve Yıldırım, 2020). Kesimden sonra pH değeri düştükçe izoelektrik noktasına yaklaşır. Bu noktada, negatif ve pozitif yüklü amino asit yan zincirlerinin tümü eşittir, bu da yan zincirler arasında maksimum çekime neden olur. Bu çekim, miyofilamentleri bir arada tutar ve

herhangi bir suyun içeri girmesine izin vermez. Böylece STK büyük ölçüde azalır (Savell vd., 2005). Birlikte değerlendirildiğinde, postmortem erken dönemde görülen STK'nin az miktarda azalmasının pH değeri düşüşü ile ilgili olduğu; fakat rigor mortis sırasında STK'nin 2/3 oranındaki önemli azalmasının ATP kayıplarından, 1/3 oranında ise pH değeri düşüşünden kaynaklandığı bildirilmektedir (Brewer, 2014).

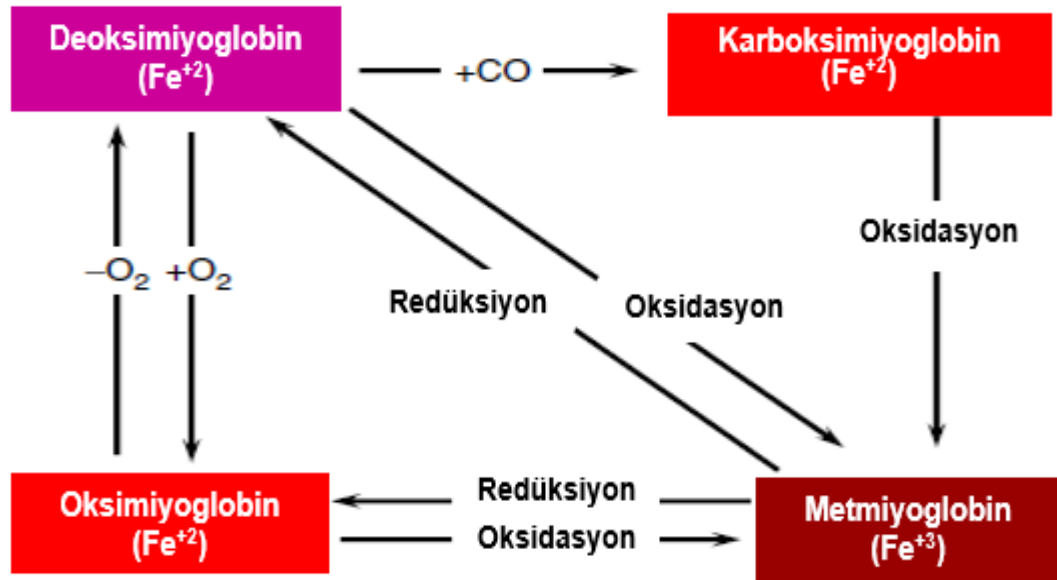
1.9.5. Etin Renginde Meydana Gelen Değişiklikler

Renk, et satın alma kararını diğer tüm kalite faktörlerinden daha fazla etkiler. Çünkü tüketiciler et rengini tazelik ve sağlıklılıkla ilişkilendirir (Mancini ve Hunt, 2005). Sığır, kuzu, domuz ve kanatlı eti renginde; hemoglobin, sitokrom C gibi diğer hem proteinler rol oynasa da, esas et renginden sorumlu protein miyoglobindir (Mancini ve Hunt, 2005). Miyoglobin, globin adı verilen bir protein ve hem adı verilen bir prostetik grupdan oluşur. Miyoglobin canlı organizmada, oksijen bağlama ve dağıtım işlevinden sorumludur. Miyoglobinin hem grubu, indirgenmiş (ferrous/ Fe^{+2}) veya oksitlenmiş (ferric/ Fe^{+3}) formda bulunabilen bir demir atomu içerir (Suman ve Joseph, 2014).

Paketlenmiş taze etlerde miyoglobin; deoksimiyoglobin, oksimiyoglobin, karboksimiyoglobin ve metmiyoglobin olarak, dört redoks şeklinden herhangi birinde bulunabilir. Deoksimiyoglobin, oksimiyoglobin ve karboksimiyoglobin durumunda demir, ferrous/ Fe^{+2} halindedir. Deoksimiyoglobin morumsu kırmızıdır, oysa oksimiyoglobin ve karboksimiyoglobin tüketici tercihi için kritik olan parlak kiraz kırmızısı rengi sağlar. Deoksimiyoglobin formunda hem demirine bağlı herhangi bir ligant yoktur, bununla birlikte hem demirine oksimiyoglobinde oksijen ve karboksimiyoglobinde karbonmonoksit (CO) bağlanır. Hem demirinin ferrous/ Fe^{+2} formdan, ferric/ Fe^{+3} forma oksidasyonu ile kahverengi metmiyoglobin oluşur ve böylece et rengi bozulmuş olur. Metmiyoglobin, ferrik heme bağlı bir su molekülüne sahiptir. Oksijen bağlayamaz ve bu nedenle fizyolojik olarak inaktiftir (Suman ve Joseph, 2014).

İlk parçalandığında açıkta bulunan et yüzeyi, erguvani veya morumsu kırmızı görünümde olan miyoglobin rengine sahiptir. Bu etin 30-45 dakika hava ile teması

sonucunda, miyoglobin havadaki oksijen ile birleşerek oksimiyoglobin meydana gelir (oksijenasyon). Böylece et rengi morumsu kırmızıdan, arzu edilen parlak kırmızı rene dönüşür (Arslan, 2013; Anar, 2020). Etlerin parçalanmasından sonra muhafaza koşullarına da bağlı olarak, etin yeterince oksijenle temas edememesi durumunda, miyoglobin az miktardaki oksijenle reaksiyona girerek metmiyoglobine oksitlenir. Böylece et yüzeyinde metmiyoglobin oluşumu nedeniyle kahverengimsi renk bozukluğu görülür. Bu şekilde yüzeyinde normal düzeyde metmiyoglobin oluşan etler bozulmuş değildir. Bu etler havanın oksijeni ile yaklaşık 30 dakika temasa geçtiğinde, et yüzeyinde tekrar oksimiyoglobin oluşmakta ve arzu edilen parlak kiraz kırmızısı renk meydana gelmektedir. Bu olay, açılma (bloom) olarak adlandırılır (Arslan, 2013; Anar, 2020). Karkas ve etlerde mikrobiyal faaliyete bağlı olarak miyoglobin parçalanmakta, böylece sulfmiyoglobin ve kolemiyoglobin oluşumu sonucunda yeşil renk görülmektedir. Daha sonraki aşamalarda oluşan oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olarak et tamamen kokuşmakta, kahverengi ve sarı renkler görülebilmektedir (Arslan, 2013; Anar, 2020).



Şekil 1.6: Miyoglobin formlarının birbirine dönüşümleri (Suman ve Joseph, 2014).

1.10. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri

Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri sığır etinin kalite niteliklerini etkileyebilmekte; etin yumuşaklık, lezzet, aroma, verim ve maliyetinde farklılıklar oluşabilmektedir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etinin kalite niteliklerinde oluşturduğu değişimler Çizelge 1.7’de özet halinde sunulmuştur (Khan vd., 2016).

Çizelge 1.7: Kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır etlerinin kalite niteliklerinin karşılaştırılması (Khan vd., 2016).

Parametreler	Kuru Olgunlaştırma	Yaş Olgunlaştırma
Yumuşaklık	Gelişmiş (Warren ve Kastner, 1992; Camphell vd., 2001; Sitz vd., 2006)	Gelişmiş (Parrish vd., 1991; Warren ve Kastner, 1992; Sitz vd., 2006)
Lezzet ve Aroma	Lezzetli (Warren ve Kastner, 1992; King vd., 1995; Camphell vd., 2001)	Çoğunlukla değişmemiş (King vd., 1995)
Verim	Düşük (Laster vd., 2008; Smith vd., 2014)	Yüksek (Laster vd., 2008; Smith vd., 2014)
Maliyet	Yüksek (Sitz vd., 2006)	Daha düşük (Sitz vd., 2006)

1.10.1. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Yumuşaklığı Üzerine Etkisi

Olgunlaştırma yönteminde işlem süresinin artmasıyla etin yumuşaklığı arttığından, zaman ve sıcaklık yumuşak bir ürün elde etmek için çok önemli iki faktördür (Khan vd., 2016). Kuru olgunlaştırma sırasında sığır etinde bulunan doğal enzimlerin faaliyetleri sonucunda daha yumuşak bir et elde edilmiş olur (Savell, 2008). Olgunlaştırılmış etin yumuşaklığı, kas tipine ve var olan bağ dokusu oranına göre değişir. Bunun nedeni, farklı kaslarda tüketicinin beklentilerine uygun yumuşaklığı elde etmek için değişen olgunlaştırma sürelerine ihtiyaç duyulmasıdır (Bratcher vd., 2005; Monson vd., 2005).

Mungure vd. (2016), yaş olgunlaştırma süresinin kesme kuvveti üzerinde önemli etkisi olduğunu ve olgunlaştırma süresinin artmasıyla (21 gün) kesme kuvvetinin azaldığını bildirmişlerdir. Olgunlaşma ile birlikte kesme kuvvetindeki azalmanın, endojen enzimler tarafından miyofibriler proteinlerin hidrolize olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır (Koohmaraie, 1996; Mungure vd., 2016).

Li vd. (2014), olgunlaştırma yöntemi ve süresinin sığır eti kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma süresi 8 günden 19 güne çıktıkça duyusal özelliklerin iyileştiği, yapılan tüketici testi sonucunda yaş olgunlaştırılan numunelere kıyasla, 21 gün torbada kuru olgunlaştırılan numunelerin tercih edildiği, bunun da torbada kuru olgunlaştırılan numunelerin, yaş olgunlaştırılan numunelerden daha fazla yumuşak ve sulu olmasına bağlanabileceği bildirilmiştir. Irurueta vd. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, manda etlerinin 15 ve 25 gün süreyle yaş olgunlaştırılması sonucunda, etlerin yumuşaklık ve çiğnenebilirlik özelliklerinin beklendiği gibi arttığı ve tekstürdeki bu iyileşmenin sığır eti ile aynı düzeyde olduğu bildirilmiştir.

1.10.2. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Lezzeti ve Aroması Üzerine Etkisi

Yaygın olarak kabul görmüş olgunlaştırma işlemi ile daha gevrek sığır eti ve ette lezzet gelişimi elde edilir (Warren ve Kastner, 1992). Kuru olgunlaştırmanın ortaya çıkan en önemli etkisi, sadece “kuru olgunlaşmış et” olarak tanımlanabilecek olan lezzeti yoğunlaştırmaktır. Kuru olgunlaştırma işlemi sırasında, et suları etin içine emilir, protein ve yağ bileşenleri kimyasal olarak parçalanır, böylece daha yoğun lezzet ve yoğun et tadı elde edilir (Dashdorj vd., 2016).

Etlerin olgunlaşma sürecinde, mikrobiyal floraya ait lipolitik enzimlerin etkisi ile ette bulunan yağlar hidrolize edilir. Bunun sonucunda gliserin, karbonil bileşikleri ve serbest yağ asitleri oluşur. Olgunlaşma sonucunda ette kendine özgü aroma, lezzet ve yapı gelişir. Bu şekilde olgunlaşan et, mutfakta kullanıma uygun hale gelir (Arslan, 2013; Anar, 2020). Etin olgunlaşması aromasını artırır. Postmortem etin olgunlaşma sürecinde ATP, ADP üzerinden AMP’ye dönüşür. AMP; inozin, inorganik fosfat ve

amonyağa parçalanır. İnozin ise, serbest fosfor asidi, riboz ve hipoksantine parçalanır. Hipoksantin etin aroma gelişimine katkı sağlar. Ayrıca amino asitler, yağ asitleri ve glutamik asit etin aroma komponentleridir (Dashdorj vd., 2016; Khan vd., 2016; Anar, 2020).

Kuru olgunlaşmış sığır etleri yoğun etli ve kavrulmuş bir tada sahip olmasıyla, kanlı ve metalik tada sahip olan yaş olgunlaşmış sığır etlerinden lezzet olarak farklıdır. Araştırmacılar tarafından kuru olgunlaştırılmış et ürünlerinin, yaş olgunlaştırılmış veya olgunlaştırılmamış et ürünlerine göre daha özgün bir tada sahip olduğu vurgulanmaktadır (Warren ve Kastner, 1992; Campbell vd., 2001; Khan vd., 2016). Campbell vd. (2001), en az 14 gün kuru olgunlaştırmanın, vakumlu (yaş) olgunlaştırmaya kıyasla etin lezzet özelliklerini iyileştirdiği ve ette bu özelliklerin geliştirilmesinin, kuru olgunlaştırma nedeniyle oluşan maliyet artışlarını dengeleyebileceğini ifade etmişlerdir.

Yancey vd. (2005), olgunlaştırma süresinin 21 günden fazla olmasının etin lezzet özelliğini azaltırken, 35 günden daha uzun bir olgunlaştırma periyodunun ise etin metalik tadını arttırabildiğini rapor etmişlerdir. Daszkiewicz vd. (2003), 0-2°C sıcaklıkta 10-14 gün olgunlaştırılan sığır eti örneklerinin, 3-7 gün olgunlaştırılanlarla karşılaştırıldığında, daha iyi bir lezzete sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırmanın, yaş olgunlaştırma veya karbondioksit ambalajlı olgunlaştırma ile karşılaştırıldığında, daha yoğun bir et lezzeti kazandırdığı tespit edilmiştir (Jeremiah ve Gibson, 2003a; Sitz vd., 2006).

Kato ve Nishimura (1987), etin olgunlaşması sırasında inozin ve hipoksantin konsantrasyonlarında artışla eş zamanlı olarak, inozin-5'-monofosfat (IMP) konsantrasyonunun azaldığını gözlemlemişlerdir. Daha yüksek IMP konsantrasyonları ve bunların yıkımlanmasıyla ortaya çıkan ürünler, postmortem olgunlaşmanın 72. saatinde tespit edilmiştir. Bu da, yaklaşık postmortem iki günde lezzet ve aroma bileşiklerinin oluşacağını göstermektedir (Miller vd., 1997). Etteki umami ve tereyağında kızartılmış tat ile yumuşaklığın, uzun olgunlaşma süreleri ile ilişkili yüksek derecede proteoliz sonucunda üretilen serbest amino asitlerin ve diğer sığır eti aroması öncülerinin artmasıyla geliştiği bildirilmiştir (Koutsidis vd., 2008).

Li vd. (2014), 8 veya 19 gün boyunca kuru olgunlaştırma torbası, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakumda (yaş) olgunlaştırıldıktan sonra sığır *longissimus* kasının et kalitesini araştırmışlardır. Duyusal panel, kesme yüzeyinin kokusu dışında, iki kuru yaşlandırma yöntemini kullanan numuneler arasında, duyusal özelliklerin çoğu için hiçbir farklılık tespit etmedi. Kuru olgunlaştırılmış biftekler, vakumda olgunlaştırılmış bifteklerle kıyasla daha fazla umami ve tereyağında kızartılmış et tadına (butter fried meat taste) sahipti. Olgunlaştırma süresi, bu çalışmadaki duyusal özelliklerin çoğunu etkiledi ve 8 günden 19 güne çıktıkça düzeldi. Bu çalışmada kullanılan etin mermerleşme düzeyi düşük olmasına rağmen, kuru olgunlaştırma yöntemleri kullanılarak olgunlaştırılan numuneler, vakumda olgunlaştırılanlara kıyasla bazı tipik duyusal özelliklerde (umami tat, tereyağında kızartılmış et tadı ve kokusu, yumuşaklık gibi) daha yüksek puanlar almıştır.

Ahnström vd., (2006), kuru olgunlaştırma torbası ve geleneksel kuru olgunlaştırma metodu ile olgunlaştırılan numuneler arasında duyusal özellikler yönünden herhangi bir fark olmadığını göstermişlerdir. Bunun yanı sıra DeGeer vd. (2009), kuru olgunlaştırma torbası ve geleneksel kuru olgunlaştırma metodu ile olgunlaştırılan numuneler arasında, sadece tatlı ve acı tatlarda farklar olduğunu bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar, kuru olgunlaştırılmış ve yaş olgunlaştırılmış numuneler arasında, sığır etinin duyusal özellikleri bakımından hiçbir fark olmadığını bildirmişler (Laster vd., 2008; Smith vd., 2008); bazıları kuru olgunlaştırılmış sığır etinin daha yoğun lezzete sahip olduğunu vurgulamışlar (Warren ve Kastner, 1992); bazı araştırmacılar ise yaş olgunlaştırılmış sığır etinin daha iyi bir lezzete sahip olduğunu rapor etmişlerdir (Parrish vd., 1991; Sitz vd., 2006).

1.10.3. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Et Rengi Üzerine Etkisi

Et yüzeyinin rengi ve renk stabilitesi, taze sığır etinin pazarlanabilirliğinde kritik özelliklerdir. Ayrıca pişmiş etin iç renginin, pişme derecesi ve tüketim noktası için bir gösterge olduğu bildirilmektedir (Suman vd., 2014). Sığır etinde kırmızı rengin korunması, tüketici tarafından satın alma kararını etkileyen bir kalite ölçüsüdür. Taze etin kırmızı rengi, onun tazeliği ile ilişkilendirildiğinden çok önemlidir. Et rengi; et

pigment içeriği, pH değeri, protein denatürasyonu ve pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Trout ve Schmidt, 1984; Khan vd., 2016).

Vitale vd. (2014), sığır *longissimus thoracis* kaslarında 14-21 gün süre ile yaş olgunlaştırmadan sonra, 0-8 günlük numunelere göre daha düşük renk stabilitesi tespit etmişler, bunun nedenini miyogloblin ve lipit oksidasyonuna bağlamışlardır.

Etin olgunlaşması sırasında meydana gelen enzimatik değişiklikler nedeniyle bazı proteinler parçalanmakta, parlak veya hafif kırmızı bir et rengi oluştuğu bildirilmektedir (Gasperlin vd., 2001; Jayasooriya vd., 2007). Olgunlaşma sırasında proteinlerin denatürasyonu ile, daha açık bir et rengi oluşmakta ve su aktivitesinde azalma görülmektedir (Jayasooriya vd., 2007). Ayrıca, olgunlaşma süresinin *longissimus dorsi* kaslarındaki enstrümantal renk parametrelerini etkilediği bildirilmektedir (Boakye ve Mittal, 1996).

CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminde a^* değeri, etin kırmızılık seviyesini belirtmekte; oksijenasyon süresi, pH değeri ve miyogloblinin oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarından etkilenmektedir (Hunt, 1991). Aynı renk ölçüm sisteminde etin parlaklık seviyesini gösteren L^* değeri ise, oksijenasyon süresinden etkilenmemekte, bununla birlikte pH değeri ile çok yakından ilgili olduğu belirtilmektedir (Brewer vd., 2001).

Li vd. (2014), kuru olgunlaştırma torbası, geleneksel kuru olgunlaştırma, yaş olgunlaştırma yöntemleri ve sürelerin (8-19 gün) sığır eti kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma süresinin parlaklık değeri (L^*) ve renk tonu (h^*) üzerinde etkisini gözlemlemişlerdir. Kuru olgunlaştırma torbasındaki numunelerin L^* değeri ve yöntemlerin tümündeki numunelerin h^* değeri, sürenin uzaması ile artmıştır. Bununla birlikte olgunlaştırma yöntemlerinin renk üzerinde etkisinin olmadığı; yaş olgunlaştırılan örneklerin, 19 gün süre ile geleneksel kuru olgunlaştırılan örneklere göre, renk koyuluğu (C^*) ve kırmızılık değerlerinin (a^*) artma eğiliminde olduğu rapor edilmiştir.

Dikeman vd. (2013) yapmış oldukları araştırmalarında; 21 gün süreyle yaş olgunlaştırılan sığır kontrfile L^* değerlerinin, geleneksel kuru olgunlaştırma ve kuru

olgunlaştırma torbası kullanılanlara göre, daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, 62,8 °C pişirme sıcaklığına sahip geleneksel kuru olgunlaştırma metodunda a^* ve b^* değerleri, diğer iki metoda göre daha düşük; 71,1 °C pişirme sıcaklığında ise daha yüksek olarak bulunmuştur.

1.10.4. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi

Etin üretimi, ambalajlanması ve işlenmesi sırasında meydana gelen nem kaybı, kalite değişikliğinin önemli bir sebebidir ve et satışları ağırlık esas alınarak yapıldığından STK yüksek ürünlerin ekonomik önemi vardır. STK ve renk, çoğu kez nihai pH ile ilişkilidir; bu özelliklerdeki değişimler etin kalite göstergesi olarak değerlendirilir. Etin STK, bağ dokularını hidrolize eden kolajenaz enziminin varlığı ve et STK'nin arttırılmasını sağlayan miyofibriller proteinlerin aktivitesiyle geliştirilebilir (Bruce vd., 2005; Khan vd., 2016). Olgunlaşma sürecinde trim, ağırlık ve pişirme kayıplarında artışa neden olduğundan, etin su içeriği göz önünde bulundurulur (Jayasooriya vd., 2007).

Kuru olgunlaştırma sırasında etin STK özelliğinde olası azalma meydana gelmektedir. Kuru olgunlaştırılan kas lifleri su tutma yeteneğini kaybetmekte ve bu nedenle et ağızda çiğnenirken daha fazla et suyu salınmaktadır. Böylece kuru olgunlaştırılmış et, yaş olgunlaştırılmış ete göre daha sulu olarak algılanmaktadır (DeGeer vd., 2009; Dashdorj vd., 2016).

1.10.5. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinde Mikroorganizmalar

Taze et, uygun pH değeri, su aktivitesi ve protein içeriği nedeniyle mikrobiyal çoğalmayı arttıran, oldukça çabuk bozulabilen bir gıdadır. Etin bozulması; kötü kokular, kötü tatlar, yapışkanlaşma (sümüksü madde), renk değişikliği ve mikrobiyal, kimyasal ve enzimatik etkiler sonucu istenmeyen dokunun meydana gelmesi ile belirginleşen ekolojik bir olgudur (Mohsina vd., 2020). Yenilebilen kanatlı ve hayvanların taze etlerinin; *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Shewanella*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*, *Proteus*, *Brochothrix*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*,

Carnobacterium, *Clostridium* gibi bozulmaya neden olan çok çeşitli bakteri türleri ile maya ve küfleri içerdiği rapor edilmiştir (Ray ve Bhunia, 2016).

Gıdalarda mikrobiyal bozulmanın, mikroorganizma sayısının 10^7 ila 10^9 kob/g, ml veya cm^2 düzeyine ulaşması ile ortaya çıktığı; başlangıçtaki mikroflora niteliği ve mikroorganizma yükünün önemli olduğu rapor edilmiştir (Erol, 2007). Etin bozulmasına neden olan mikroorganizmaların çoğalma özellikleri; başlangıçtaki mikrofloraya, kontaminasyon seviyesine, depolama süresine ve sıcaklığa bağlıdır. Genel bir kural olarak, bakteri sayısı 10^7 kob/ cm^2 veya g değerine ulaştığında ette rahatsız edici bir koku oluşur ve bu sayı yaklaşık 10^8 kob/ cm^2 veya g değerine ulaştığında ette sümüksü bir yapı görülür (O'Sullivan vd., 2018). Soğutulmuş çiğ ette aerobik bakteri sayıları için kabul edilebilir sınır 10^6 kob/g ve kabul edilemez sınır 10^7 kob/g olarak bildirilmiştir (ICMSF, 1986; EC, 1447/2007).

Campbell vd. (2001) sığır *longissimus* kasının lezzeti üzerine kuru olgunlaştırmanın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 14 gün yaş olgunlaştırılan kontrol grupları ile karşılaştırıldığında, kuru olgunlaştırılmış sığır etlerinin tümünün daha yüksek TAK sayısına sahip olduğunu ve kuru olgunlaştırma süresinin TAK sayısını etkilemediğini bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırma süresi, 21 gün boyunca mikroorganizma sayısının (kabul edilebilir sınırlara göre) düşük (3,3-3,9 log kob/g) gözlenmesinin, etlerin yüzeyinin kuruması sonucu mikrobiyal gelişimin inhibe edilmesine ve mikrobiyal gelişimi geciktirecek kadar düşük depolama sıcaklıklarına bağlı olabileceği vurgulanmıştır. Başka araştırmacılar da benzer açıklamalar yapmıştır (Ahnström vd., 2006). Ayrıca, kuru olgunlaştırma uygulamasında et yüzeyindeki a_w değerinin azalması sonucu mikrobiyal gelişimin en aza indirilebileceği bildirilmiştir (AMPC ve MLA, 2010).

Colle vd. (2015), uzun süreli (2, 14, 21, 42 ve 63 gün) yaş olgunlaştırmanın, *gluteus medius* ve *longissimus lumborum* bifteğinin, sığır eti kalite özellikleri ve tüketici duyuşsal algısı üzerindeki etkisini belirledikleri araştırmalarında, TAK sayısının her iki biftek için olgunlaşma süresinin ilerlemesi ile arttığını bildirmişlerdir. Bu araştırmada olgunlaşmanın 63. gününde TAK sayısının; *gluteus medius* için 2,3 log kob/ cm^2 , *longissimus lumborum* için 2,6 log kob/ cm^2 olduğu rapor edilmiştir.

Etlerin soğukta saklanması (≤ 5 °C) esnasında genellikle dominant olarak rastlanan *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* grubu bakteriler bozulmaya neden olurlar. Psikrotrofik mikroorganizmalar içerisinde *Pseudomonas*'lar daha iyi rekabet ederek baskın florayı oluştururlar. Etlerin soğukta muhafazası sırasında raf ömrünün, psikrotrofik mikroorganizmaların çoğalmasını etkileyen; yüzey kuruluğu (a_w değerinin düşmesi), başlangıçtaki psikrotrofik mikroorganizma yükü, depolama sıcaklığı, pH değeri ve paketleme uygulamaları gibi etkenlere bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır (Erol, 2007; Ray ve Bhunia, 2016).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (2011), Ek-2 Üretim Hijyeni Kriterlerinde sığır, koyun ve keçi karkaslarında bulunabilecek *Enterobacteriaceae* limitleri; 1,51 log kob/cm² ila 2,51 log kob/cm² olarak belirtilmiştir.

Hem kuru, hem de yaş olgunlaştırılan etlerin tüketimlerinin sağlığa uygunlukları için raf ömürleri *Enterobacteriaceae* ve *E. coli* analizleri ile doğrulanmalıdır. Bu amaçla yapılacak mikrobiyolojik analizlerde sağlığa uygunluk kritik limitlerinin, *Enterobacteriaceae* için 3 log kob/g ve *E.coli* için 1 log kob/g olduğu bildirilmiştir (Dashdorj vd., 2016).

Wisconsin Üniversitesi Et İşleme Doğrulama Merkezi tarafından yapılan bir araştırmada, kuru olgunlaştırma öncesi sığır karkas numunelerinde; %69 (0,57 log kob/cm²) *E. coli*, %84 (0,79 log kob/cm²) koliform ve %93 (0,86 log kob/cm²) *Enterobacteriaceae* tespit edildiğini bildirilmiştir. Ancak 6 gün kuru olgunlaştırılmış karkas numunelerinde; %8 (-0,77 log kob/cm²) *E. coli*, %17 (-0,64 log kob/cm²) koliform ve %37 (0,69 log kob/cm²) *Enterobacteriaceae* tespit edilmiştir. Bu nedenle kuru olgunlaştırmanın, *E. coli*'ye karşı etkili bir müdahale uygulaması olabileceği ileri sürülmektedir (İnt. Kay. 2; Dashdorj vd., 2016).

Fakültatif anaerop ve psikrotrofik özellikte olan *Brochothrix thermosphacta*'nın, vakumla ve modifiye atmosfer paketleme yöntemiyle paketlenen et ve et ürünlerinde oluşturduğu metabolizma ürünleri ile istenmeyen aroma ve lezzet değişikliğine neden olarak bozulmaya yol açtığı vurgulanmaktadır (Özdemir ve Şireli, 2001).

Uzun süreli doğal olgunlaştırma sürecinde bakteri, maya ve küf gibi mikroorganizmalar sığır etinin hem yüzeyinde, hem de iç kısmında gelişebilirler. Bu mikroorganizmalar sığır eti bileşenlerini metabolize ederek, ete benzersiz lezzetler kazandıran çeşitli metabolitleri ortaya çıkarabilirler (Kim vd., 2021). Diğer yandan lipit peroksidasyonu sonucu lezzet bozulmalarına neden olabilirler (Kim vd., 2021).

Kuru olgunlaştırılmış sığır etinin yüzeyinde (kabuk) çok sayıda mikroorganizma kolonize olabilir. Kabuktaki mikroorganizma kümeleri sürekli olarak değişebilir (Ryu vd., 2020). Laktik asit bakteri (LAB)'leri, diğer türlerin gelişimini engelleyecek antimikrobiyal maddeler sentezleyebilir ve hidrojen peroksit üretimi nedeniyle yeşil renk oluşumuna neden olabilir (Kim vd., 2021). *Pseudomonas* spp. ette bozulmaya neden olan başlıca bakterilerden biridir. Glikoz, laktat ve amino asitleri metabolize ederek sümüksü madde ve kötü tat oluşumuna neden olurlar (Kim vd., 2021). Laktobasiller anaerobik koşullar altında, *Pseudomonas* spp. ise aerobik koşullar altında baskındır (Kim vd., 2021).

LAB'lerinden başlıca; *Carnobacterium* spp., *Lactobacillus* spp. ve *Leuconostoc* spp.'nin vakum ambalajlı etlerde dominant bakteriler olduğu bildirilmiştir (Borch vd., 1996). Bu bakterilerin laktik asit, sümüksü madde ve CO₂ ürettikleri bilinmektedir (Huis in't Veld, 1996; Gram vd., 2002; Nychas vd., 2008).

Huis in't Veld (1996), LAB'nin genellikle aerobik soğutma koşullarında yavaş geliştiğini ve kısmen *Pseudomonas* spp. ile rekabet edebileceğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı, yaş olgunlaştırılan sığır etleriyle karşılaştırıldığında, kuru olgunlaştırılan sığır etlerinde gözlenen daha yüksek TAK sayılarını ve daha düşük LAB sayılarını buna dayanarak açıklamıştır.

1.11. Enzim Uygulamalarının Etin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri

Etin gevrekleştirilmesi, genellikle bitkisel (papain, bromelain ve fisin) ya da mikrobiyal (bakteriyel ve fungal) orijinli eksojen proteolitik enzimlerle gerçekleştirilebilmektedir (Abdel-Naeem ve Mohamed, 2016; Arshad vd., 2016).

Calkins ve Sullivan (2007), sığır eti yumuşaklığının eksojen enzimlerle arttırılması ile ilgili yaptıkları araştırmalarında, papain enzimi (9 ppm) uygulanan örneklerin Warner-Bratzler kesme kuvveti değerinin en düşük, daha sonra sırasıyla bromelain (14,5 ppm) ve fisin (9 ppm) enzimleri uygulanan örneklerin daha düşük Warner-Bratzler kesme kuvveti değerlerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada kontrol grubu etlerinin ise en yüksek Warner-Bratzler kesme kuvveti değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir.

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), ananas kabuklarından elde edilen bromelain ekstraktının kaslı gıdaların yumuşatılmasına etkisini araştırmışlardır. Sığır eti, tavuk ve kalamar örnekleri üzerinde gerçekleştirilen araştırma sonucunda, ananas kabuklarından elde edilen bromelain ekstraktının, etlerin diğer kalite niteliklerini olumsuz etkilemeden, hem miyofibriler, hem de bağ doku proteinlerini hidrolize ederek etin yumuşamasını sağladığını belirtmişlerdir.

Sullivan ve Calkins (2010); papain, fisin, bromelain, homojenize taze zencefil, *Bacillus subtilis* proteazı ve iki *Aspergillus oryzae* proteazının, *Triceps brachii* ve *Supraspinatus* kasları üzerindeki yumuşatma düzeyini ve etki şeklini belirlemek için araştırma yapmışlardır. Enzimle muamele edilmiş etlerin, hem duyuşal hem de enstrümantal analizler sonucunda yumuşaklığının arttığı gösterilmiştir. Papain, ette yumuşaklığı iyileştirme konusunda en büyük etkiyi göstermiştir, ancak sululuk ve dokusal değişiklikler olumsuz etkilenebileceğinden, dikkatli kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Bromelain, yumuşaklığı arttırmış ve kolajeni, miyofibriler proteinlerden daha fazla yıkımlamıştır. Fisin, hem miyofibriler proteinlerin, hem de kolajenin en dengeli yıkımlanmasını sağlamıştır. *Bacillus* ve her iki *Aspergillus* proteazının, kolajene kıyasla tercihen miyofibriler proteinleri degrade etme eğiliminde olduğu ve iyi duyuşal sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Zencefilin, etin yumuşatılmasında kullanım için potansiyel gösterdiği, ancak lezzet sorunları nedeniyle kullanım düzeyinin sınırlı olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada araştırılan enzimlerle, yüksek veya düşük bağ dokusuna sahip kaslar arasında hiçbir fark olmaksızın, miyofibriler proteinler ve kolajenin yıkımlanarak yumuşaklığın arttırılabileceği sonucuna varılmıştır (Sullivan ve Calkins, 2010).

Istrati vd. (2012a), eksojen enzim preparatları (papain ve bromelain) ve doğal enzim kaynaklarının (papaya ve ananas meyvesi) sığır eti yumuşaklığına etkisini inceledikleri araştırmanın sonucunda, papain ve bromelain enzimlerinin proteolitik etkisi ile yumuşak dokulu etler elde edilmesinin sağlandığını belirtmişlerdir. Papain solüsyonu enjekte edilen numunelerin rijitlik indeksinin diğer numunelere göre daha yüksek olmasına rağmen, papainin kas dokusunu tahrip edici etkiye sahip olması nedeniyle, bu numunelerin su tutma kapasitesinin düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca et yumuşama oranlarının büyüktür küçüğe doğru; papain, bromelain enzimleri uygulanan numuneler, papaya meyvesi, ananas meyvesi uygulanan numuneler ve kontrol numunesi şeklinde olduğu rapor edilmiştir.

Istrati vd. (2012b) yapmış oldukları başka bir çalışmada, sığır etine farklı konsantrasyonlarda papain ve bromelain ile bu iki enzimin karışımını enjekte ederek, enzimatik yumuşamayı değerlendirmişlerdir. Araştırmanın sonucunda papain ve bromelain enzimlerinin, bağ dokusu ve miyofibriler proteinlere etki ederek sığır etinde önemli bir yumuşama sağlandığını bildirmişlerdir. Papain ile bromelain enzimlerinin beraber uygulanması, sadece papain kullanılan ve kontrol numunelerine kıyasla bağ dokusu üzerinde sinerjik etki göstermiştir. Hem papain hem de bromelain ve bu enzimlerin karışımı, olgunlaştırma süresi boyunca kontrole göre sertlik indeksinin artmasını sağlamıştır. En yüksek sertlik indeksi değerleri, papain enjekte edilen numunelerde 4 °C'de 48 saat olgunlaştırmada kaydedilmiştir, bunu bromelain enjekte edilmiş numuneler ile papain ve bromelain enjekte edilmiş numuneler izlemiştir. En düşük sertlik indeksi değerleri kontrol numunesinde kaydedilmiştir. Papain ve bromelain enzimlerinin karışımı sığır etinin yumuşamasına katkı sağlamış, ancak bu iki enzim karışımı için, sadece papain ya da sadece bromelain ile yumuşatmaya kıyasla üstünlük için bir bulgu kaydedilememiştir (Istrati vd., 2012b).

Ashie vd. (2002), *Aspergillus oryzae* proteazı (aspartik proteaz, fungal proteaz) ve papainin, et proteinleri ve sığır eti yumuşaklığı üzerindeki etkilerini, hidroksprolin salınımı ve miyofibriler proteinlerin parçalanmasını ölçülerek değerlendirmişlerdir. Sığır etlerine enjekte edilen aspartik proteaz ve papainin, Warner-Bratzler kesme kuvvetinde azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Papain dozu arttıkça yumuşaklığın artmaya devam ettiği, 0,01 AU/100 g üzerindeki dozlarda, papainle muamele edilmiş

etin, çok aşırı yumuşak olduğu ve yumuşaklık değerlendirmesi için örnek alınamadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte fungal proteazın, kesme kuvvetini yaklaşık %25 ila %30 oranında azalttığı ve 0,01 AU/100 g dozundan daha yüksek dozlarda, yumuşaklıkta daha fazla artış göstermediği bildirilmiştir (Ashie vd., 2002).

Ashie vd. (2002) araştırmalarının sonucunda; GRAS sınıfında olan papain ve bromelain gibi enzimlerin arzu edilmeyen etkileri nedeniyle et yumuşatıcı olarak kullanımları sınırlanmış olsa bile, fungal proteazın istenmeyen bu etkileri gidermek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca papainden farklı olarak, fungal proteazın yalnızca miyofibriler proteinlere etki edip bağ doku proteinlerine etki etmediği, böylece kendi kendini sınırlayıcı özelliği nedeniyle ette aşırı yumuşama riskini ortadan kaldırdığını vurgulamışlardır. Bunun yanı sıra, fungal proteaz etkisinin öncelikle pişirme sırasında ortaya çıktığı ve 60 °C'yi aşan pişirme sıcaklıklarında bu enzimin inaktive edildiği, bu nedenle ürün özelliklerinde herhangi bir olumsuz enzimatik değişiklik olmaksızın, bu etlerin donmuş veya soğutulmuş olarak saklanabildiğini ifade etmişlerdir. Tüketiciler tarafından “perakende satışa hazır et” ve diğer hazır gıda ürünleri daha fazla tercih edildiğinden, fungal proteazın sadece mevcut enzimatik işlevler için kullanılmakla kalmayıp, aynı zamanda yeni ürünler geliştirebilmek için et sanayine fırsatlar sunduğunu vurgulamışlardır.

Akpan ve Omojola (2015), sığır etini yumuşatmak için farklı derişimlerde (%0; %0,2; %0,4; %0,6; %0,8 ve %1) papain enzimi kullanmışlar ve etin kalite özelliklerini değerlendirmişlerdir. Enzim derişimi arttıkça pişirme kaybının arttığı, enzim enjekte edilen ve edilmeyen numunelerin STK değerlerinde önemli bir fark olmadığı ve enzim derişimlerindeki artışla birlikte Warner-Bratzler kesme kuvvetinin doğrusal olarak azaldığını bildirmişlerdir. Duyusal olarak lezzet, sululuk, parçalanma kolaylığı, çiğneme sonrası kalıntı ve genel kabul edilebilirlik açısından deneysel gruplar arasında önemli farklılıklar olmadığı, ancak %0,6 papain ile muamele edilen etlerin, diğer gruptaki etlerden daha iyi derecelendirildiği tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, sığır etinin yumuşatılmasında %0,6'ya kadar papain seviyesinin uygun olduğu, bu oranın üzerindeki papain seviyelerinin, etin tekstürü ve kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahip olabileceği rapor edilmiştir.

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Sığır Eti Örnekleri

Çalışmada kullanılan sığır kontrfile (*M. longissimus lumborum*), Afyonkarahisar ilinde et ve et ürünleri alanında faaliyet gösteren özel bir şirketten (Vahdet Et ve Gıda Sanayi Ticaret Anonim Şirketi, Şuhut/Afyonkarahisar) temin edildi.

2.1.2. Olgunlaştırma Uygulamalarında Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

1. Et olgunlaştırma dolabı (Iceinox Refrigeration, Model: DAG 610, Yeni Süper Gaz San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul)
2. Vakumlama makinesi (Multivac C550, MULTIVAC Sepp Haggenmüller SE & Co. KG, Bahnhofstr. 4, 87787 Wolfertschwenden, Almanya)
3. Bariyerli plastik vakumlama torbası (Cryovac® BB3050 Bag, Sealed Air S.A.S, France)

2.1.3. Enzim Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler

1. *Carica papaya* papaini, ≥ 3 U/mg (EC 3.4.22.2, Sigma-Aldrich 76220)
2. *Aspergillus oryzae* proteazı, ≥ 500 U/g (EC 232-752-2, Sigma-Aldrich P6110)
3. %0,9 İzotonik sodyum klorür solüsyonu
4. Tek iğneli enjeksiyon şırıngası

2.1.4. Laboratuvarında Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

1. Tekstür analiz cihazı (TA.XT plus Texture Analyser, Stable Micro Systems Ltd., Vienna Court, Lammas Road, Godalming, Surrey GU7 1YL, UK)
2. Renk spektrofotometresi (HunterLab MiniScan EZ, Model number 4500L, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA 20190, USA)

3. Et kimyasal analiz cihazı [FOSS FoodScan™ Near-Infrared (NIR) Spectrophotometer, Foss Analytical AB Pal Anders Vag 2 PO Box 70 Hoganas, 263 21 Sweden]
4. Taşınabilir pH ölçüm cihazı (Testo 205 pH meter, Testo AG, Lenzkirch, Germany)
5. Su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina AG LabMaster-aw neo, Switzerland)
6. Soğutmalı santrifüj (Thermo Scientific, SL 16R, Thermo Fisher Scientific, Thermo Electron LED GmbH, Germany)
7. Spektrofotometre (Thermo Scientific Multiskan Go Type 1510 Spectrophotometer, Thermo Fisher Scientific, Finland)
8. Homojenizatör (Daihan Homogenizer HG-15D, Daihan Scientific Co., Ltd., Korea)
9. Stomacher cihazı (Easy Mix Stomacher, AES Chemunex, France)
10. Gravimetrik Seyreltici (Dilumat S, AES Chemunex, France)
11. Mikro terazi (Kern, ABT 220-5DNM, Germany)
12. Dijital hassas terazi (Kern, PLJ 700-3CM, Germany)
13. Terazi (Desis, Model: ACS-H7C, P.R.C.)
14. Alarmlı dijital barbekü et termometresi (TFA 14.1509.01, TFA Dostmann, Germany)
15. Metal problu dijital gıda termometresi (Joytech TP101, China)
16. Su banyosu (Nüve, NB 20, Türkiye)
17. Su distile cihazı (Nüve, ND 8, Türkiye)
18. Isıtmalı manyetik karıştırıcı (Thermo Scientific, Thermo Fisher Scientific, Germany)
19. Vorteks mikser (Thermo Scientific LP, Thermo Fisher Scientific, Germany)
20. Etüv (Blulab, Türkiye)
21. Otoklav (Alp Co., Ltd., Japan)
22. Buzdolabı
23. Elektroturbo fırın (MF 30 QB, Arçelik, Türkiye)
24. Şeffaf pleksi levha (200 x 200 x 4 mm)
25. Cam malzemeler ve diğer laboratuvar malzemeleri

2.1.5. Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Çözeltiler

1. Trichloroacetic acid (Merck 100807)
2. Propyl gallate (Sigma-Aldrich P3130)
3. Ethylenediaminetetraacetic acid (Sigma-Aldrich E9884)
4. 2-Thiobarbituric acid (Merck 108180)
5. 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (Merck T9889)
6. Buffered Peptone Water (Merck 107228)

2.1.6. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besi Yerleri

1. Plate Count Agar (Oxoid CM0325)
2. Violet Red Bile Dextrose Agar (Merck 110275)
3. Streptomycin Thallous Acetate Actidione Agar Base (Oxoid CM0881)
4. STAA Selective Supplement (Oxoid SR0151)
5. Pseudomonas CFC/CN Agar (Merck 107620)
6. Pseudomonas Ceftrimide Fucidin Cephalotin Selective Supplement (Merck 107627)
7. de Man, Rogosa and Sharpe Agar (Merck 110660)
8. Dichloran-rose Bengal Chloramphenicol Agar (Merck 100466)
9. Microbact Oxidase Detection Strips (Oxoid MB0266)

2.2. Metot

2.2.1. Sığır Etlerinin Deneyisel Uygulamalar İçin Hazırlanması

Etler, aynı beslenme prosedürüne tabi tutulmuş, 22-24 aylık 300-350 kg karkas ağırlığında ve besi durumu iyi olan simental ırkı erkek sığırlardan elde edildi. Sığırların kesimi; hayvan refahına, hijyen kurallarına, tekniğine ve İslami kurallara uygun olarak gerçekleştirildi. Karkaslar, kesimi takiben 0-4 °C soğuk depoda 48 saat soğutuldu. Bu sürenin sonunda karkaslar parçalanarak kemikli ve kemiksiz kontrfileler (*M. longissimus lumborum*) hazırlandı. Bu araştırma 12 adet karkas üzerinde, 3 tekrar ve 4 paralel olarak gerçekleştirildi (n=12). Aynı hayvanlara ait sağ

yarım karkaslardan elde edilen 12 adet kemikli kontrfile kuru olgunlaştırmada (dry aging) ve sol yarım karkaslardan elde edilen 12 adet kemiksiz kontrfile ise yaş olgunlaştırmada (wet aging) kullanıldı. Kemikli ve kemiksiz kontrfileler, biri kontrol grubu olmak üzere dörder gruba ayrılarak (ikisi kontrol grubu olmak üzere toplam sekiz grup) önceden belirlenen enzim solüsyonları ile muamele edildi.

Sığırların kesimi, karkasların soğutulması, parçalanması ve enzim solüsyonlarının etlere enjeksiyonu, etlerin temin edildiği özel et ve et ürünleri şirketinde gerçekleştirildi. Hazırlanan kemikli ve kemiksiz kontrfileler, hijyen kurallarına uygun olarak ve soğuk zincir altında Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilerek deneysel aşamaya geçildi. Enzim uygulaması sonrası kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan deneysel gruplar Çizelge 2.1'de özetlendi.

Çizelge 2.1: Eksojen enzimler uygulanarak kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan *longissimus lumborum* kaslarına ait deneysel gruplar.

GRUP	AÇIKLAMA
KK	Eksojen enzim uygulanmadan kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etler
K1	0,005 g/kg papain ve 0,005 g/kg fungal proteaz uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
K2	0,0075 g/kg papain ve 0,0075 g/kg fungal proteaz uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
K3	0,010 g/kg papain ve 0,010 g/kg fungal proteaz uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
YK	Eksojen enzim uygulanmadan yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etler
Y1	0,005 g/kg papain ve 0,005 g/kg fungal proteaz uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
Y2	0,0075 g/kg papain ve 0,0075 g/kg fungal proteaz uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
Y3	0,010 g/kg papain ve 0,010 g/kg fungal proteaz uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler

2.2.2. Sığır Etlerine Enzim Uygulanması, Olgunlaştırma İşlemleri ve Laboratuvar Analizleri

Her bir grup için Çizelge 2.2'de belirtilen oranlarda, steril %0,9 izotonik sodyum klorürle hazırlanan 3 farklı konsantrasyondaki (0,05 g/L, 0,075 g/L ve 0,1 g/L) *Carica papaya* papaini ve *Aspergillus oryzae* proteazının 1:1 oranındaki karışım solüsyonları, et ağırlığı esas alınarak %10 oranında (w/w) enjekte edildi. Kontrol

gruplarına sadece %10 oranında steril %0,9 izotonik sodyum klorür enjekte edildi. Enjeksiyonlar, tek iğneli enjeksiyon şırıngası ile manuel olarak, kas lifleri yönüne dik olacak şekilde ve eşit aralıklarla (solüsyonların ete homojen bir şekilde dağılması için) gerçekleştirildi. Enjeksiyon sırasında dışarıya sızan solüsyonlar ete tekrar enjekte edildi (Ionescu vd., 2008; Istrati, 2008; Eom vd., 2015). Her bir gruba ait örnekler belirtilen şekilde hazırlandıktan sonra, 28 gün süre ile kuru veya yaş olgunlaştırma işlemine tabi tutuldu.

Olgunlaştırma dolabının (Iceinox Refrigeration, Model: DAG 610, Yeni Süper Gaz San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul) raflarına kabuk yağları üst tarafa gelecek şekilde yerleştirilen kemikli kontrfileler için, 1 °C sıcaklık ve %85 bağıl nem şartlarında kuru olgunlaştırma gerçekleştirildi. Hava akış hızı normal soğutma koşulları ile sınırlı idi. Ortamdaki mikrobiyal çoğalmayı azaltmak için ultraviyole lambası kullanıldı. Yaş olgunlaştırma uygulamasında kemiksiz kontrfileler, yüksek oksijen ve nem bariyer özelliğine sahip plastik vakumlama torbası (Cryovac® BB3050 Bag, kalınlık 50 µm; oksijen geçirgenlik oranı, 23 °C ve %0 relatif rutubette, 20 cm³/m², 24 saat, bar; su buharı geçirgenlik oranı 38 °C ve %90 relatif rutubette, maksimum 10 g/24 saat, m²) ile vakumlandıktan sonra 1 °C sıcaklıkta bekletildi.

Çizelge 2.2: Sığır etlerine uygulanan enzim çeşitleri, oranları ve olgunlaştırma yöntemleri.

Enzim Uygulamaları	Olgunlaştırma Yöntemi	
	Kuru Olgunlaştırma (g/kg)	Yaş Olgunlaştırma (g/kg)
Kontrol Grubu	Enzim uygulanmadı	Enzim uygulanmadı
1.Grup	0,005 P + 0,005 FP	0,005 P + 0,005 FP
2.Grup	0,0075 P + 0,0075 FP	0,0075 P + 0,0075 FP
3.Grup	0,010 P + 0,010 FP	0,010 P + 0,010 FP

1.Grup: K1 ve Y1 grupları, 2.Grup: K2 ve Y2 grupları, 3.Grup: K3 ve Y3 grupları, P: papain, FP: fungal proteaz.

Deneyssel numuneler üzerinde olgunlaştırma evrelerinin 0, 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde; mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., laktik asit bakteri, maya ve küf sayımı), fizikokimyasal analizler (pH değeri, su aktivitesi değeri, protein, yağ, nem, tuz, kolajen miktarı, ağırlık kaybı, pişirme kaybı, su tutma

kapasitesi, tiyobarbitürük asit değeri), renk analizleri (L^* , a^* , b^* , C^* , h^* değerleri), tekstür profil analizi, Warner-Bratzler shear force analizi ve duyuusal analizler (tekstür, sululuk, lezzet, genel beğeni) gerçekleştirildi. Etlere enzim enjeksiyonlarından hemen önce kuru ve yaş olgunlaştırma aşamalarının başlangıcı, sıfırncı gün olarak kabul edildi. Deneysel numuneler üzerinde yapılan analizler ile ilgili özet bilgiler Çizelge 2.3’de verildi.

Çizelge 2.3: Deneysel numuneler üzerinde gerçekleştirilen analizler.

Mikrobiyolojik Analizler	Fizikokimyasal Analizler	Duyuusal Analizler
• Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	• pH Değeri	• Su Tutma Kapasitesi
• Psikrotrofik Bakteri	• Su Aktivitesi Değeri	• Tiyobarbitürük Asit Değeri
• <i>Enterobacteriaceae</i>	• Yağ, Nem, Protein, Tuz, Kolajen Miktarı	• Renk Analizi
• <i>Brochothrix thermosphacta</i>	• Ağırlık Kaybı	• Tekstür Profil Analizi
• <i>Pseudomonas</i> spp.	• Pişirme Kaybı	• Warner-Bratzler Shear Force Analizi
• Laktik Asit Bakteri		
• Maya-Küf		

2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Olgunlaştırmanın 0, 2., 7., 14., 21., 28. günlerinde, her grup için ayrı olacak şekilde aseptik koşullar altında ve steril poşetlere 25’er gram sığır eti örneklerinden örneği temsil edecek şekilde alınarak, üzerine 225 ml steril peptonlu su ilave edildi ve stomacherde homojenize edildi. Elde edilen ana dilüsyondan, aynı sulandırıcı ve her dilüsyon için farklı steril pipetler kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlandı ve aranılan mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutuldu (TS EN ISO 6887-1, 2017).

2.2.3.1. Toplam Aerobik Koloni Sayımı

Toplam aerobik koloni (TAK) sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA) (Oxoid CM0325) kullanıldı. Seyreltme yapılan tüplerden 1'er ml alınarak, çift katlı dökme plak yöntemine göre ekim yapılan plaklar, 30 °C'de 72 saat aerobik olarak inkübe edildikten sonra gelişen bütün koloniler sayıldı (TS EN ISO 4833-1, 2014).

2.2.3.2. Psikrotrofik Bakteri Sayımı

Psikrotrofik bakterilerin sayımında PCA (Oxoid CM0325) besi yeri kullanıldı. Seyreltme yapılan tüplerden 0,1 ml alınarak yayma plak yöntemi ile ekim yapılan plaklar, 6,5 °C'de 10 gün aerobik inkübasyonun ardından değerlendirildi (TS ISO 17410, 2004).

2.2.3.3. *Enterobacteriaceae* Sayımı

Enterobacteriaceae grubu bakterilerin sayımında, Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agar (Merck 110275) besi yeri kullanıldı. Çift katlı dökme plak yöntemi ile 1'er ml inoküle edilen örnek dilüsyonları, 37 °C'de 24 saat aerobik olarak inkübe edildikten sonra 0,5 mm ve daha büyük çaplı tipik koloniler sayıldı. Besi yerine dökülen ikinci tabaka ile yaygın üreme önlenmekte ve yarı anaerobik şartlar sağlanmaktadır (TS EN ISO 21528-2, 2018).

2.2.3.4. *Brochothrix thermosphacta* Sayımı

Brochothrix thermosphacta sayımında, Streptomycin Thallous Acetate Actidione (STAA) Agar seçici besi yerine (STAA Agar Base, Oxoid CM0881 ve STAA Selective Supplement, Oxoid SR0151) örnekler yayma plak yöntemi ile 0,1 ml inoküle edildikten sonra, 22-25 °C'de 48 saat aerobik olarak inkübe edildi. Kirli beyaz renkte parlak, 0,75 mm veya daha büyük çaptaki, yuvarlak veya dairesel tipik koloniler sayıldı. Kolonilerin *Pseudomonas* spp.'den ayrımı için oksidaz testi uygulanarak (Microbact Oxidase Detection Strips, Oxoid MB0266), oksidaz negatif koloniler *B. thermosphacta* olarak kaydedildi (TS ISO 13722, 2000).

2.2.3.5. *Pseudomonas* spp. Sayımı

Pseudomonas spp. sayımında, *Pseudomonas* Cetrimide Fucidin Cephalotin (CFC) Selective Supplement (Merck 107627) ilaveli *Pseudomonas* CFC/CN Agar (Merck 107620) besi yeri kullanılarak, yayma plak yöntemine göre 0,1 ml ekim yapılan örnekler, 25 °C’de 48 saat aerobik inkübasyondan sonra sayıldı. Her bir plaktan rastgele seçilen beş adet koloniye oksidaz testi uygulanarak (Microbact Oxidase Detection Strips, Oxoid MB0266), oksidaz pozitif koloniler *Pseudomonas* spp. olarak kaydedildi (TS EN ISO 13720, 2011).

2.2.3.6. Laktik Asit Bakteri Sayımı

Laktik asit bakteri (LAB) türlerinin sayımı için, de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Agar (Merck 110660) kullanılarak yayma plak yöntemi uygulandı. Petri plakları 30 °C’de 72 saat anaerobik jarda inkübasyon sonucunda değerlendirilip, toplu iğne başı büyüklüğündeki pembe-beyaz kolonilerin sayımı yapıldı (TS ISO 15214, 2015).

2.2.3.7. Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı için, örneklerden hazırlanan dilüsyonların Dichloran-rose bengal chloramphenicol (DRBC) Agara (Merck 100466) yayma plak yöntemi ile 0,1 ml inokülasyonunu takiben, petri plaklarının 25 °C’de 5 gün aerobik olarak inkübasyonu sonucunda değerlendirildi (TS ISO 21527-1, 2014).

2.2.4. Fizikokimyasal Analizler

2.2.4.1. pH Değerinin Belirlenmesi

Sığır etlerinin pH değerlerinin belirlenmesi, batırma probu bulunan ve daha önceden kalibre edilmiş taşınabilir bir pH ölçüm cihazının (Testo 205, Germany) ete birkaç farklı noktadan 1-2 cm derinliğe batırılmasıyla belirlendi (TS 3136 ISO 2917, 2002). Her bir örnek için 4 farklı noktadan ölçüm yapılarak, bu ölçümlerin ortalamaları alındı.

2.2.4.2. Su Aktivitesi Değerinin Belirlenmesi

Küçük parçalar haline getirilen et örnekleri, su aktivitesi (a_w) ölçüm cihazı (Novasina AG LabMaster-aw neo, Switzerland) kullanılarak, Association of Official Analytical Chemists (AOAC) tarafından önerilen metoda göre ölçüldü (AOAC, 1990).

2.2.4.3. Protein, Yağ, Nem, Tuz ve Kolajen Miktarının Belirlenmesi

Yakın kızılötesi transmisyon teknolojisi prensibine göre çalışan et kimyasal analiz cihazı [FOSS FoodScan™ Near-Infrared (NIR) Spectrophotometer, Foss Analytical AB Pal Anders Vag 2 PO Box 70 Hoganas, 263 21 Sweden] kullanılarak örneklerin protein, yağ, nem, tuz ve kolajen miktarları belirlendi (Anderson, 2007).

2.2.4.4. Ağırlık Kaybının Belirlenmesi

Kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerdeki ağırlıkları, olgunlaştırma sürelerinin başlangıcında ve sonunda terazi (Desis, Model: ACS-H7C, P.R.C.) ile tartılarak kaydedildi. Yaş olgunlaştırma uygulanan gruplar ağırlık kaybının belirlenmesi sırasında vakumlu ambalajından çıkarıldı ve ambalaj içerisine sızan su giderilerek tartıldı. Olgunlaştırma sırasındaki ağırlık kaybı aşağıdaki şekilde hesaplandı (Li vd., 2013).

Toplam Ağırlık Kaybı (%) = $\frac{[\text{Olgunlaştırma Öncesi Ağırlık (g)} - \text{Olgunlaştırma Sonrası Ağırlık (g)}]}{\text{Olgunlaştırma Öncesi Ağırlık (g)}} \times 100$

2.2.4.5. Pişirme Kaybının Belirlenmesi

Kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma uygulanan etlerden 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerde yaklaşık 20 mm kalınlığında ve standart ağırlıklarda dilimler kesilerek tartıldı ve plastik torbalara konuldu. Örnekler, sürekli kaynayan bir su banyosuna, içerisine su almayacak şekilde yerleştirildi. Örneklerin geometrik merkezine yerleştirilen çelik problu dijital barbekü et termometresi (TFA 14.1509.01, TFA Dostmann, Germany) ile iç sıcaklık izlenerek 75 °C'ye ulaşınca kadar bekletildi. İç sıcaklık 75 °C'ye ulaşınca, örnekler su banyosundan çıkarılarak sıcaklık artışını

durdurmak için buzlu su içerisinde soğutuldu ve daha sonra oda sıcaklığına ulaşınca kadar 1-5 °C sıcaklıkta bekletildi. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler plastik torbadan çıkarılarak kurutma kağıdı ile hafifçe kurutuldu ve tartıldı. Pişirme kaybı aşağıdaki şekilde hesaplandı (Honikel, 1998).

$$\text{Pişirme Kaybı (\%)} = [\text{Pişirme Öncesi Ağırlık (g)} - \text{Pişirme Sonrası Ağırlık (g)}] / \text{Pişirme Öncesi Ağırlık (g)} \times 100$$

2.2.4.6. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Su tutma kapasitesi (STK) belirlenmesinde mekanik kuvvet uygulama yöntemi kullanıldı. DeneySEL grUplardan dijital hassas terazi (Kern PLJ 700-3CM, Germany) ile 3 g örnek tartılarak iki filtre kağıdının arasına konuldu. Filtre kâğıtları arasındaki örnek şeffaf pleksi levhalar arasına yerleştirildi ve üzerine 5 kg ağırlık konuldu. Kronometre ile 5 dakika tutularak oda sıcaklığında bekletildi. Beş dakika sonunda ağırlık kaldırılıp, iki filtre kağıdı arasındaki et tekrar tartıldı ve aşağıdaki formüle göre STK belirlendi (Grau ve Hamm, 1957).

$$\text{STK (\%)} = [\text{İlk Tartım Ağırlığı (g)} - \text{Son Tartım Ağırlığı (g)}] / \text{İlk Tartım Ağırlığı (g)} \times 100$$

2.2.4.7. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri Analizi

Lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) olarak ölçüldü ve µmol malondialdehit (MDA) olarak ifade edildi. TBARS, Raghavan ve Hultin (2005) tarafından modifiye edilen Lemon (1975) yöntemine göre ölçüldü. Bu prosedüre göre, 1 g numuneye 3 ml ekstraksiyon solüsyonu [%7.5 trikloroasetik asit (TCA), %0,1 propil gallat, %0,1 etilendiamin tetraasetik asit (EDTA)] ilave edilerek homojenizatör (Daihan Homogenizer HG-15D, Daihan Scientific Co., Ltd., Korea) ile homojenize edildi. Elde edilen homojenizat filtre kağıdı (Whatman No.1) kullanılarak süzüldü. Süzüntüden 2 ml alınarak, 2 ml 0,02 M tiyobarbitürik asit (TBA) çözeltisine karıştırıldı ve karışım kaynar su banyosunda 40 dakika ısıtıldı. Ardından numune soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutuldu. Daha sonra oluşan rengin absorbans değeri spektrofotometre ile (Thermo

Scientific Multiskan Go Type 1510 Spectrophotometer, Thermo Fisher Scientific, Finland) 532 nm’de ölçüldü. TBARS değeri, elde edilen absorbans değerinden ve 1,1,3,3 tetraetoksipropan (TEP) kullanılarak belirlenen standart eğrisinden faydalanılarak, aşağıdaki formüle göre $\mu\text{mol MDA/kg}$ örnek olarak hesaplandı (Sørensen ve Jørgensen, 1996; Dekkers vd., 2011).

$$\text{TBARS } (\mu\text{mol MDA/kg}) = \frac{C_{\text{MDA}} \cdot \left[V_{\text{TCA}} + \left(\frac{100\% + \% \text{ dry matter}}{100\%} \cdot M_s \right) \right]}{M_s}$$

C_{MDA} , TEB standart eğrisinden okunan MDA miktarını (μmol); V_{TCA} , kullanılan TCA hacmini (ml); M_s , örneğin kütlesini (g); % dry matter, örneğin kuru madde yüzdesini ifade eder. Bu formülden hesaplanan $\mu\text{mol MDA/kg}$, mg MDA/kg olarak ifade edildi.

2.2.4.8. Renk Analizi

Renk analizi, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l’Éclairage; CIE) tarafından geliştirilen ve renk uzayında üç boyutlu renk ölçümünü esas alan CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi ile belirlendi. Et örneklerinin CIE L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerinin ölçümünde, renk spektrofotometresi HunterLab MiniScan EZ (Model number 4500L, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA 20190, USA) kullanıldı (Aydınlatıcı D65, 10° gözlemci, 32 mm çaplı açıklık/ölçüm portu). Ölçüm öncesi, cihaz ile birlikte sağlanan, standart beyaz seramik karo ve siyah cam kullanılarak talimatlara göre kolorimetrenin standart kalibrasyonu yapıldı. Yaş olgunlaştırmaya ait etler, oksijenasyon sağlanması için renk analizi öncesi vakum ambalajlarından çıkarılarak, 1°C ’de 30 dakika bekletildi. Her bir örnekten yağsız tarafları görüntülenecek şekilde 6 ölçüm yapıldı. Renk uzayında X ekseninde a^* değerleri, Y ekseninde b^* değerleri ve Z ekseninde L^* değerleri temsil edildi. X eksenini boyunca, pozitif a^* kırmızıyı ve negatif a^* yeşili temsil etti (kırmızı için $+60$ ’dan, yeşil için -60 ’a kadar). Y eksenini boyunca, pozitif b^* sarıyı ve negatif b^* maviyi temsil etti (sarı için $+60$ ’tan, mavi için -60 ’a kadar). Z eksenindeki üçüncü boyut L^* , 100’ün beyaz ve 0’ın siyah olduğu sayısal değerlerle temsil edildi. Renk koyuluğu [chroma (C^*)]; rengin güçlülüğü veya zayıflığı, başka bir deyişle doygunluk indeksi ile renk açısı/ton açısı [hue angle (h^*)] değerleri,

analizler sonucunda elde edilen veriler esas alınarak aşağıdaki formüllere göre hesaplandı (CIE, 1978; AMSA, 2012; Warner, 2014).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

Daha büyük L^* değeri, daha açık rengi; daha büyük a^* değeri, daha kırmızı rengi; daha büyük b^* değeri, daha sarı rengi; daha büyük C^* değeri, daha büyük toplam rengi/daha canlı rengi; daha büyük h^* değeri, kırmızıdan sarıya daha fazla geçişi ifade eder (AMSA, 1991; Lee vd., 2008).

2.2.4.9. Tekstür Profil Analizi

Örneklerin tekstür profil analizi (TPA), TA.XT plus Tekstür Analiz Cihazı (TA.XT plus Texture Analyser, Stable Micro Systems Ltd., Vienna Court, Lammas Road, Godalming, Surrey GU7 1YL, UK) ile belirlendi. Bunun için, olgunlaştırmanın 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde her bir grubu temsil edecek şekilde, kas lifleri uzunlaması eksenine paralel olarak ve lif eksen boyunca yaklaşık 50 mm boyunda standart ağırlıklarda dilimler kesildi. Gözle görülen yağ ve bağ dokular uzaklaştırıldıktan sonra örnekler plastik torbalara konuldu ve sürekli kaynayan bir su banyosuna, torba içerisine su girmeyecek şekilde yerleştirildi. İç sıcaklık, örneklerin geometrik merkezlerine yerleştirilen çelik problu dijital barbekü et termometresi (TFA 14.1509.01, TFA Dostmann, Germany) ile izlenerek 75 °C'ye ulaşınca kadar bekletildi. İç sıcaklık 75 °C'ye ulaşınca, örnekler su banyosundan çıkarılarak, sıcaklık artışını durdurmak için buzlu su içerisinde soğutuldu ve 1-5 °C'de oda sıcaklığına kadar soğuması beklendi (Honikel, 1998; Lorenzo vd., 2015). TPA testinde, 30 kg yük hücresi kapasiteli cihazın, 36 mm çaplı (P/36R) ve 1017, 88 mm² temas yüzeyli alüminyum silindirik düz uçlu pistonu kullanıldı. Piston penetrasyon yönü, boyutları 10 x 10 x 10 mm olan et örneği parçalarının kas lifi eksenine dik olarak, 2 mm/s ön test hızı, 2 mm/s test hızı, 5 mm/s test sonrası hızı ve 5 g tetikleme kuvveti kullanılarak hareket ettirildi, örnek kalınlığının %40'ı oranında sıkıştırıldı. Analiz tekniğine uygun olarak, her örnek için pistonla iki ardışık sıkıştırma uygulandı. İki sıkıştırma döngüsü arasında 1 saniyelik bir sürenin geçmesine izin verildi. Analizler oda sıcaklığında, her bir örnek için 3 tekrarlı ve 4'er paralel ölçüm

olacak şekilde gerçekleştirildi (Honikel, 1998; Alfaig vd., 2013; Harkouss, 2015). İstatistiksel analizler için her bir örnek ölçümlerinin ortalaması kullanıldı. TPA testi sırasında, örneklerin direnci her 0,005 saniyede Texture Exponent bilgisayar yazılımı (TE32 Versiyon 6, 1, 13, 0) kullanılarak kaydedildi ve bir kuvvet-zaman (gram-saniye) eğrisi çizildi. Örnekler için sertlik (g), dış yapışkanlık (g.s), elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık (g), çiğnenebilirlik (g) ve esneklik özellikleri kuvvet-zaman eğrisinden, aşağıda açıklandığı şekilde hesaplandı. Genelleştirilmiş enstrümantal TPA eğrisi Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Sertlik (hardness); belirli bir deformasyona ulaşmak için gerekli kuvvettir (Civille ve Szczesniak, 1973). TPA testinde birinci sıkıştırma örneğe uygulanan maksimum kuvvetin ölçüsüdür. Şekil 2.1’deki pik yüksekliktir (Sertlik 1) (Honikel, 1998).

Dış yapışkanlık (adhesiveness); gıdanın yüzeyi ile gıdanın temas ettiği diğer malzemelerin yüzeyi arasındaki çekici kuvvetlerin üstesinden gelmek için gerekli çalışmadır (Civille ve Szczesniak, 1973). TPA testinde birinci sıkıştırma gıda yüzeyi ile baskı pistonu arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli olan ıdır. Şekil 2.1’de birinci sıkıştırma görülen negatif alandır (Alan 3) (Kayaardı vd., 2015).

Elastikiyet (springiness); deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra, deforme olmuş bir malzemenin, deforme olmamış durumuna geri dönme oranıdır (Civille ve Szczesniak, 1973). TPA testinde ikinci sıkıştırma işlemi sırasında geçen zamanın, birinci sıkıştırma sırasında geçen zamana (Uzunluk 2/Uzunluk 1) oranıdır (Andronikov vd., 2013; Kayaardı vd., 2015).

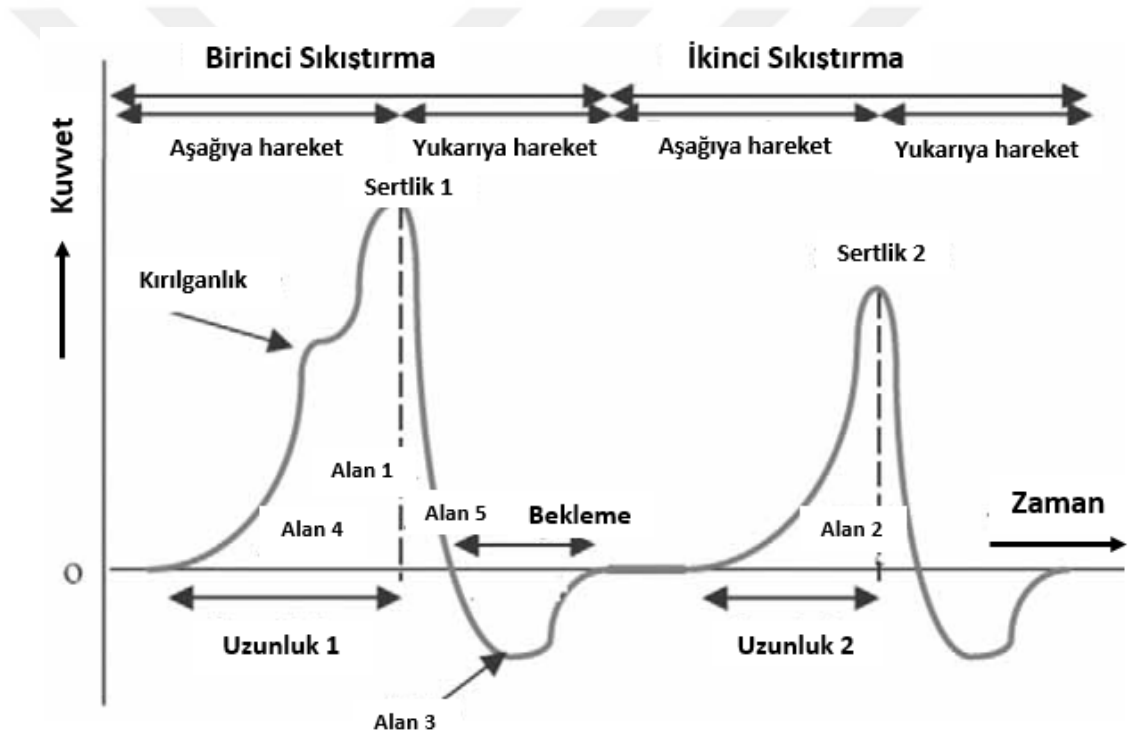
İç yapışkanlık (cohesiveness); bir malzemenin kırılmadan önce deforme olabilme derecesidir (Civille ve Szczesniak, 1973). Gıda maddesinin içyapısını şekillendiren iç bağların güçlülüğü veya dayanıklılığıdır (Kilcast, 2004). TPA testinde ikinci sıkıştırma sırasında oluşan eğrinin alanının, birinci sıkıştırma sırasında oluşan eğrinin alanına (Alan 2/Alan 1) oranıdır (Honikel, 1998).

Sakızimsılık (gumminess); düşük derecede sertliğe ve yüksek derecede yapışkanlığa sahip yarı katı bir gıdanın, yutulmaya hazır bir duruma gelmesi için gereken enerjidir (Civille ve Szczesniak, 1973). TPA testinde sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin

çarpımı (Sertlik 1 x İç yapışkanlık) ile hesaplanır (Andronikov vd., 2013; Kayaardı vd., 2015).

Çiğnenebilirlik (chewiness); katı bir gıdanın çiğnenerek yutulmaya hazır hale gelmesi için gereken enerjidir (Civille ve Szczesniak, 1973). TPA testinde sakızimsılık ve elastikiyet değerlerinin çarpımı (Sertlik 1 x İç yapışkanlık x Elastikiyet) ile hesaplanır (Andronikov vd., 2013; Kayaardı vd., 2015).

Esneklik (resilience); bir ürünün orijinal yüksekliğini geri kazanma yeteneğidir (Wee vd., 2018). TPA testinde, Şekil 2.1’de olduğu gibi Alan 5/Alan 4 oranı ile hesaplanır (Andronikov vd., 2013).



Şekil 2.1: Genelleştirilmiş enstrümantal TPA eğrisi (Andronikov vd., 2013)

2.2.4.10. Warner-Bratzler Shear Force Analizi

Örneklerin Warner-Bratzler shear force (WBSF) analizi, TA.XT plus Tekstür Analiz Cihazı ile olgunlaştırmanın 0., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde yapıldı. Örnekler, TPA testinde belirtilen prosedüre göre pişirildi. Pişmiş etlerin hasar görmemesine dikkat edilerek ve grupları temsil edecek şekilde 10 x 10 x 30 mm (yükseklik x en x boy)

boyutlarında, kas lifleri uzunlaması eksenine paralel olacak şekilde örnekler hazırlandı. TA.XT plus Tekstür Analiz Cihazının V şeklinde üçgen yarıklı Warner-Bratzler kesme bıçağı aşağıya doğru hareket ederken, hazırlanan et örnekleri, kas lifi eksenine dik açılarla kesildi. Örneklerin kesilmeye karşı direnci her 0,002 saniyede Texture Exponent bilgisayar yazılımı (TE32 Versiyon 6, 1, 13, 0) tarafından kaydedilerek kuvvet-deformasyon eğrisi oluşturuldu. Bu eğriden elde edilen birinci WBSF değeri olan maksimum kesme kuvveti (Møller, 1980), kuvvet-zaman eğrisinin en yüksek tepe noktasıdır ve numunenin kesilmeye karşı maksimum direncini ifade eder (firmness, WB kesme kuvveti; g). İkinci WBSF değeri, elde edilen eğrinin altındaki alandır ve numuneyi kesmek için gereken toplam işi ifade eder (toughness, WB sertlik; g.s) (Franco vd., 2009). Analizler oda sıcaklığında, her bir örnek için 3 tekrarlı ve 4'er paralel ölçüm olacak şekilde gerçekleştirildi (Honikel, 1998). İstatistiksel analizler için her bir örnek ölçümlerinin ortalaması kullanıldı. WBSF analizinde kullanılan test parametreleri; test öncesi hız 2 mm/s, test hızı 2 mm/s, test sonrası hız 10 mm/s, yük hücresi ağırlığı 30 kg, distance 25 mm, tetikleme kuvveti 20 g'dır.

2.2.5. Duyusal Analizler

Araştırmanın 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde her bir gruptan duyusal analiz için yaklaşık 20 mm kalınlığında alınan örnekler, vakumlu paketlenerek hemen donduruldu ve -18 °C'de muhafaza edildi. Dondurulan örnekler, duyusal analiz yapılmadan bir gün öncesinde 4 °C'de 24 saat süre ile çözündürüldü. Çözündürülen örnekler elektrikli fırında 180 °C'de iç sıcaklığı 80 °C olacak şekilde pişirildi. Pişirme sırasında çelik problu dijital barbekü et termometresi (TFA 14.1509.01, TFA Dostmann, Germany), örneklerin geometrik merkezine yerleştirilerek iç sıcaklık izlendi. Ardından pişirilen örnekler dışarı alınıp gözle görülen deri altı yağ dokuları giderildikten sonra, yaklaşık 10 x 10 x 10 mm boyutlarında 12 eşit parçaya kesildi. Kesilen örnekler alüminyum folyolara sarılarak rastgele üç basamaklı sayılarla tanımlandı, duyusal analize kadar 60 °C sıcaklıkta muhafaza edildi (Huidobro, 2005; Ekiz vd., 2009). Örneklerin duyusal analiz için hazırlanması, duyusal değerlendirmelerin yapıldığı odadan farklı bir odada gerçekleştirildi. Duyusal değerlendirmeler beyaz ışıklı floresans lambalarla ofis alanındaki gibi aydınlatılmış,

22-24 °C sıcaklıkta, iyi havalandırılmış ve %45-55 bağıl neme sahip odalarda gerçekleştirildi. Örnekler panelistlere, aynı büyüklükte, renkte tabaklar ve paslanmaz çelik çatal ile sunuldu. Deneysel gruplara ait örneklerin duysal değerlendirmeleri, yarı eğitilmiş 6 panelist tarafından, tekstür, sululuk, lezzet (tat ve koku algılarının bileşimi) ve genel beğeni düzeyleri; en yüksek puan 9, sevilen özellikleri, en düşük puan 1, sevilmeyen özellikleri belirtecek şekilde, 1-9 arasında ve çizelgede belirtilen puan skalası tanımlarına göre hedonik skala yöntemi ile gerçekleştirildi. Panelistler duysal analizlerden önce, duysal özellikler, duysal değerlendirme formu, puanlama skalasının nasıl kullanılacağı hakkında bilgilendirildi. Örnekler, rastgele bir sırayla panelistlere sunuldu. Seans başına yalnızca sekiz örnek değerlendirildi. Örnekler, panelistler tarafından en az 4-6 çiğneme hareketinden sonra (her panelist için her örnekten iki tane) değerlendirildi ve verilen puanların ortalaması alındı. Bir önceki örneğin ağızda kalan tadının giderilmesi için, panelistler örnek grupları arasında ekmek ve oda sıcaklığında deiyonize su tüketti (Huidobro, 2005; Dikeman vd., 2013; Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2019). Panelistler tarafından kullanılan duysal değerlendirme formu Çizelge 2.4'te gösterilmiştir.

2.2.6. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, grup ortalamaları arasında istatistiksel farklılıkların olup olmadığının test edilmesinde tek yönlü ANOVA varyans analizi kullanıldı. Gruplara ait ortalamalarda görülen farklılıkların hangi gruplar arasında olduğu Duncan testi ile belirlendi. Verilerin ikili grup karşılaştırmaları ise, bağımsız iki örnek t-testi ile gerçekleştirildi. Tüm analizlerde $p < 0,05$ ($\alpha = 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Çizelge 2.4: Duyusal değerlendirme formu.

PANELİSTİN ADI SOYADI:

TARİH:

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

ÖRNEKLER	TEKSTÜR									SULULUK									LEZZET									GENEL BEĞENİ								
	PUANLAR									PUANLAR									PUANLAR									PUANLAR								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

PUANLAMA SKALASI PUAN TANIMLARI

- | | | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 Aşırı sert | 1 Aşırı kuru | 1 Aşırı lezzetsiz | 1 Kabul edilemez |
| 2 Çok sert | 2 Çok kuru | 2 Çok lezzetsiz | 2 Hiç beğenmedim |
| 3 Sert | 3 Kuru | 3 Lezzetsiz | 3 Beğenmedim |
| 4 Ne sert, ne gevrek | 4 Ne kuru, ne sulu | 4 Ne lezzetsiz, ne lezzetli | 4 Ne beğendim, ne beğenmedim |
| 5 Orta derecede gevrek | 5 Orta derecede sulu | 5 Orta derecede lezzetli | 5 Orta derecede beğendim |
| 6 Oldukça gevrek | 6 Oldukça sulu | 6 Oldukça lezzetli | 6 Oldukça beğendim |
| 7 Gevrek | 7 Sulu | 7 Lezzetli | 7 Beğendim |
| 8 Çok gevrek | 8 Çok sulu | 8 Çok lezzetli | 8 Çok beğendim |
| 9 Mükemmel | 9 Mükemmel | 9 Mükemmel | 9 Mükemmel |

Değerlendirmelerinizi, puanlama skalası puan tanımlarına göre, kutucuklara X işareti koyarak yapabilirsiniz. Katılımınız için teşekkür ederiz.

Notlar:.....

3. BULGULAR

Proteolitik enzimler (papain ve fungal proteaz) enjekte edilerek, kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma uygulanan sığır kontrfile örnekleri, olgunlaştırmanın 0., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde; mikrobiyolojik (TAK, psikrotrofik bakteri, *Enterobacteriaceae* grubu bakteri, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., LAB, maya ve küf), fizikokimyasal (pH değeri, a_w değeri, protein, yağ, nem, tuz ve kolajen miktarı, ağırlık kaybı, pişirme kaybı, STK, TBARS değeri), renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h^* değerleri), tekstürel (TPA, WBSF analizi) ve duyuşsal (tekstür, sululuk, lezzet, genel beğeni) analizlere tabi tutulmuştur.

Deneysel uygulamalar süresince numunelerin kuru ve yaş olgunlaştırmalarının gerçekleştirildiği et olgunlaştırma dolabı Resim 3.1’de gösterilmiştir.

Enzim uygulamalarını takiben 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca 3 tekrar ve 4 paralel olarak analizleri yapılan 12 adet sığır karkasına ait 24 adet kontrfilenin analizlerinden elde edilen bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 3.1-3.108’de ve bu sonuçlara ait grafikler Şekil 3.1-3.38’de gösterilmiştir.



Resim 3.1: Numunelerin olgunlaştırma işleminin gerçekleştirildiği et olgunlaştırma dolabı.

3.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Proteolitik enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırma işlemi gerçekleştirilen sığır etlerinin mikrobiyolojik analiz bulguları ve bunlara ait istatistik analiz sonuçları, çizelgeler ve grafikler şeklinde alt başlıklarda verilmiştir.

3.1.1. Toplam Aerobik Koloni

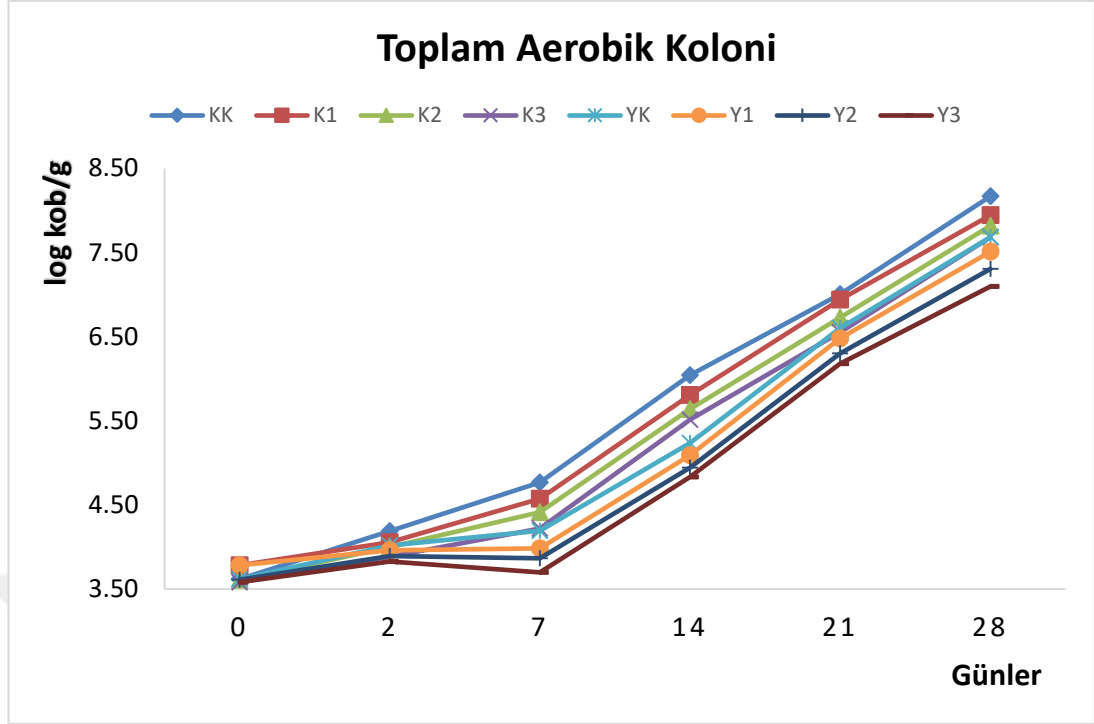
Proteolitik enzim ilavesiyle kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfile örneklerinin TAK sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.1-3.3’de ve bu sonuçlara ait grafik Şekil 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	3,62±0,16 ^F	4,19±0,05 ^{aE}	4,77±0,07 ^{a*D}	6,04±0,05 ^{a*C}	7,01±0,16 ^{a*B}	8,17±0,06 ^{a*A}
	K1	3,78±0,13 ^E	4,06±0,10 ^{abE}	4,57±0,07 ^{ab*D}	5,81±0,10 ^{b*C}	6,94±0,04 ^{ab*B}	7,94±0,11 ^{ab*A}
	K2	3,61±0,11 ^F	4,00±0,06 ^{abcE}	4,41±0,04 ^{bc*D}	5,64±0,09 ^{bc*C}	6,73±0,07 ^{bc*B}	7,82±0,05 ^{b*A}
	K3	3,58±0,10 ^F	3,88±0,08 ^{bcE}	4,22±0,10 ^{c*D}	5,51±0,05 ^{c*C}	6,55±0,05 ^{c*B}	7,68±0,05 ^{bc*A}
Y	YK	3,62±0,16 ^E	4,02±0,06 ^{abcD}	4,19±0,05 ^{cd*D}	5,24±0,08 ^{d*C}	6,60±0,10 ^{c*B}	7,68±0,12 ^{bc*A}
	Y1	3,78±0,13 ^D	3,96±0,04 ^{bcd}	3,98±0,10 ^{de*D}	5,09±0,04 ^{de*C}	6,48±0,05 ^{cd*B}	7,51±0,09 ^{cd*A}
	Y2	3,61±0,11 ^E	3,89±0,04 ^{bcd}	3,86±0,06 ^{ef*D}	4,94±0,06 ^{ef*C}	6,30±0,05 ^{de*B}	7,31±0,10 ^{de*A}
	Y3	3,58±0,10 ^D	3,83±0,06 ^{cd}	3,70±0,10 ^{f*D}	4,83±0,03 ^{f*C}	6,18±0,02 ^{e*B}	7,10±0,14 ^{e*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.1: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.2: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının TAK sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	3,62±0,11 ^F	4,10±0,05 ^{a*E}	4,48±0,10 ^{a*D}	5,64±0,13 ^{aC}	6,80±0,11 ^{a*B}	7,93±0,10 ^{a*A}
1.Grup	3,78±0,09 ^E	4,01±0,05 ^{ab*E}	4,28±0,11 ^{ab*D}	5,45±0,12 ^{abC}	6,71±0,08 ^{ab*B}	7,73±0,09 ^{ab*A}
2.Grup	3,61±0,07 ^E	3,94±0,04 ^{bc*D}	4,14±0,09 ^{bc*D}	5,29±0,12 ^{abC}	6,51±0,08 ^{bc*B}	7,56±0,09 ^{bc*A}
3.Grup	3,58±0,07 ^E	3,85±0,05 ^{c*D}	3,96±0,10 ^{c*D}	5,17±0,11 ^{bc}	6,37±0,06 ^{c*B}	7,39±0,11 ^{c*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, n=12, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.3: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde TAK sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	3,65±0,06 ^F	4,03±0,04 ^{*E}	4,49±0,05 ^{**D}	5,75±0,05 ^{**C}	6,81±0,06 ^{**B}	7,90±0,05 ^{**A}
Y	3,65±0,06 ^E	3,92±0,03 ^D	3,93±0,05 ^D	5,02±0,04 ^C	6,39±0,05 ^B	7,40±0,07 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,001, n=24, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.1.2. Psikrotrofik Bakteri

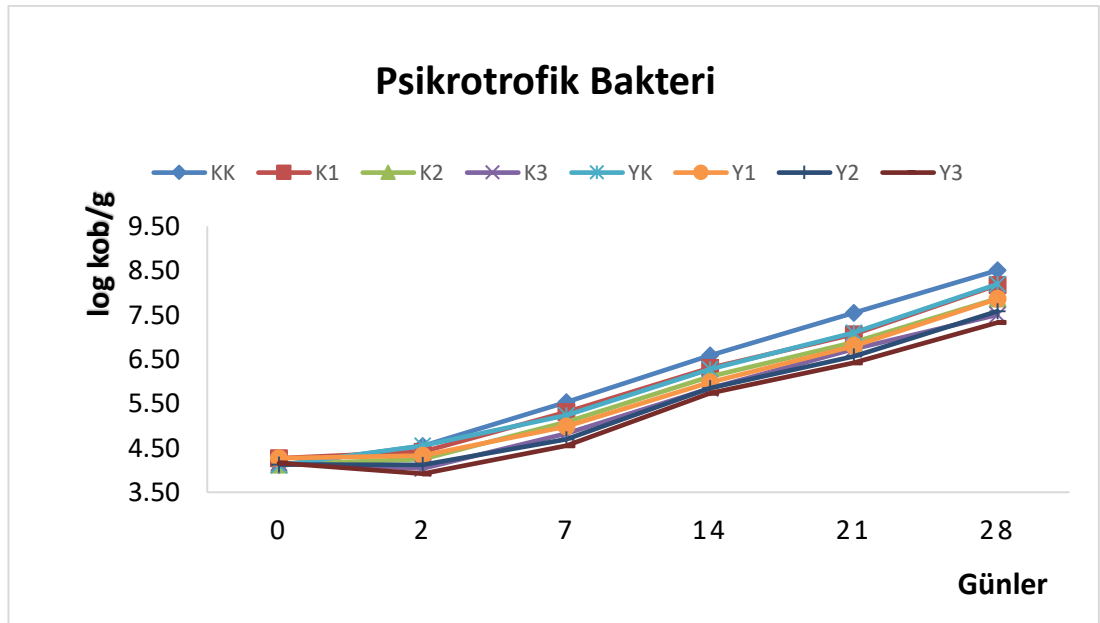
İlave enzimlerle birlikte kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin psikrotrofik bakteri sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.4-3.6’da ve grafik Şekil 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.4: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	4,11±0,08 ^F	4,55±0,16 ^{aE}	5,53±0,07 ^{aD}	6,59±0,04 ^{aC}	7,55±0,04 ^{aB}	8,51±0,07 ^{aA}
	K1	4,27±0,03 ^E	4,42±0,07 ^{abE}	5,31±0,03 ^{abD}	6,31±0,10 ^{abC}	7,07±0,16 ^{bbB}	8,18±0,06 ^{baA}
	K2	4,13±0,08 ^E	4,25±0,05 ^{bcdE}	5,09±0,05 ^{bcdD}	6,11±0,06 ^{bcdC}	6,88±0,13 ^{bcB}	7,87±0,07 ^{caA}
	K3	4,16±0,05 ^E	4,04±0,07 ^{deE}	4,83±0,14 ^{deD}	5,85±0,12 ^{deC}	6,73±0,10 ^{cdB}	7,51±0,14 ^{daA}
Y	YK	4,11±0,08 ^F	4,55±0,06 ^{aE}	5,24±0,05 ^{bcD}	6,28±0,07 ^{bcC}	7,10±0,13 ^{bbB}	8,20±0,04 ^{baA}
	Y1	4,27±0,03 ^E	4,33±0,06 ^{abcE}	4,99±0,10 ^{cdD}	5,98±0,17 ^{cdeC}	6,80±0,12 ^{bcB}	7,87±0,07 ^{caA}
	Y2	4,13±0,08 ^E	4,12±0,03 ^{cdeE}	4,69±0,13 ^{efD}	5,86±0,09 ^{deC}	6,57±0,08 ^{cdB}	7,59±0,11 ^{cdA}
	Y3	4,16±0,05 ^E	3,92±0,08 ^{eE}	4,55±0,08 ^{fD}	5,74±0,11 ^{eC}	6,43±0,06 ^{dB}	7,33±0,17 ^{daA}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.2: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.5: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	4,13±0,05 ^F	4,55±0,08 ^{aE}	5,38±0,06 ^{aD}	6,43±0,06 ^{aC}	7,32±0,10 ^{aB}	8,35±0,06 ^{aA}
1.Grup	4,25±0,02 ^E	4,37±0,05 ^{bE}	5,15±0,07 ^{bD}	6,15±0,10 ^{bC}	6,93±0,10 ^{bB}	8,02±0,06 ^{bA}
2.Grup	4,11±0,05 ^E	4,18±0,03 ^{cE}	4,89±0,09 ^{cD}	5,98±0,06 ^{bcC}	6,73±0,08 ^{bcB}	7,73±0,08 ^{cA}
3.Grup	4,16±0,03 ^E	3,98±0,06 ^{dE}	4,69±0,09 ^{cD}	5,79±0,08 ^{cC}	6,58±0,07 ^{cB}	7,42±0,11 ^{dA}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=12, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.6: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde psikrotrofik bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	4,17±0,03 ^E	4,31±0,06 ^E	5,19±0,07 ^{**D}	6,21±0,07 ^{*C}	7,06±0,08 ^{**B}	8,02±0,09 ^{*A}
Y	4,17±0,03 ^E	4,23±0,06 ^E	4,87±0,07 ^D	5,96±0,07 ^C	6,72±0,07 ^B	7,74±0,08 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=24, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakteri

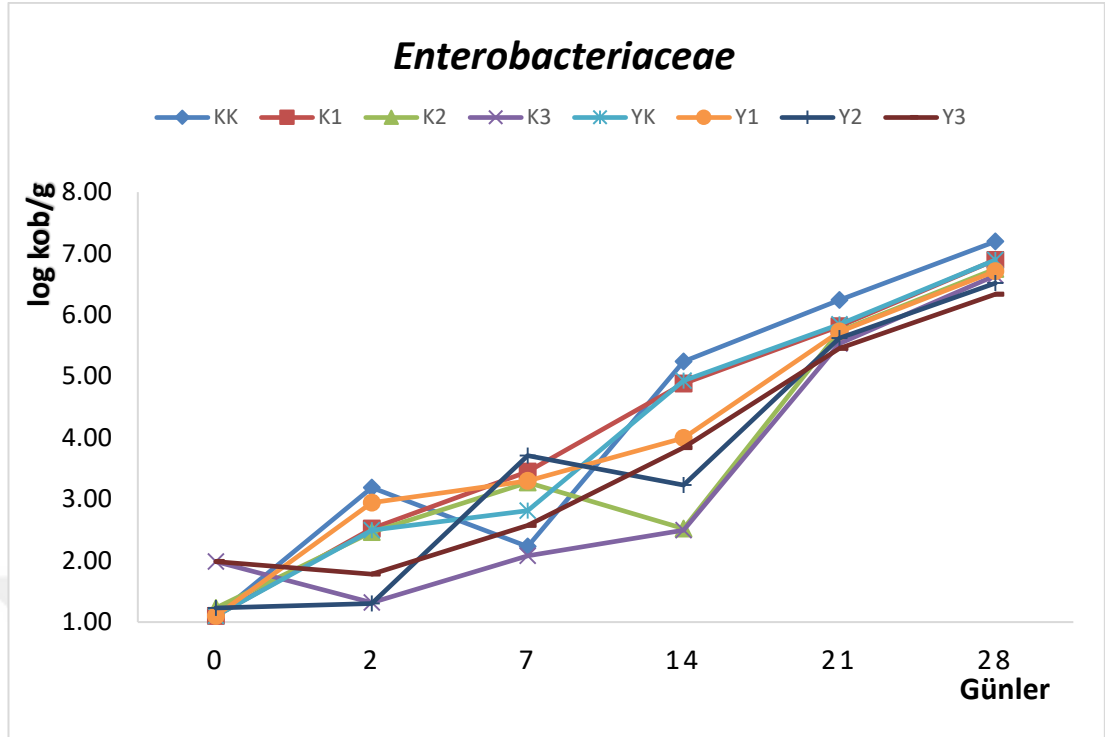
Kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin *Enterobacteriaceae* familyası bakteri sayısı değişimleri istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.7-3.9'da ve grafik Şekil 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *Enterobacteriaceae* familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	1,10±0,70 ^D	3,19±0,64 ^C	2,23±1,00 ^{CD}	5,25±0,04 ^B	6,24±0,12 ^{aAB}	7,20±0,03 ^{a*A}
	K1	1,10±0,70 ^E	2,52±0,81 ^{DE}	3,45±0,69 ^{CD}	4,88±0,07 ^{BC}	5,82±0,10 ^{bAB}	6,90±0,05 ^{b*A}
	K2	1,23±0,78 ^B	2,47±0,78 ^B	3,27±0,67 ^B	2,52±1,13 ^B	5,74±0,09 ^{bcA}	6,75±0,04 ^{c*A}
	K3	1,98±0,90 ^B	1,32±0,83 ^B	2,08±0,93 ^B	2,50±1,12 ^B	5,53±0,09 ^{bcA}	6,64±0,04 ^{c*A}
Y	YK	1,10±0,70 ^C	2,50±0,80 ^C	2,82±0,89 ^C	4,93±0,03 ^B	5,85±0,17 ^{bAB}	6,90±0,03 ^{b*A}
	Y1	1,10±0,70 ^C	2,95±0,60 ^B	3,30±0,67 ^B	4,00±0,81 ^B	5,73±0,10 ^{bcA}	6,71±0,04 ^{c*A}
	Y2	1,23±0,78 ^C	1,30±0,82 ^C	3,71±0,14 ^B	3,23±1,02 ^B	5,62±0,10 ^{bcA}	6,52±0,03 ^{d*A}
	Y3	1,98±0,90 ^C	1,78±0,80 ^C	2,58±0,82 ^C	3,84±0,77 ^{BC}	5,46±0,09 ^{cAB}	6,34±0,04 ^{e*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı üst simge harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=6, mean±SE, Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.3: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *Enterobacteriaceae* familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.8: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının *Enterobacteriaceae* familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	1,10±0,47 ^D	2,84±0,50 ^C	2,52±0,64 ^C	5,09±0,05 ^{aB}	6,04±0,12 ^{a*AB}	7,05±0,05 ^{a*A}
1.Grup	1,10±0,47 ^D	2,73±0,48 ^C	3,37±0,46 ^C	4,44±0,41 ^{abB}	5,77±0,07 ^{b*A}	6,81±0,04 ^{b*A}
2.Grup	1,23±0,52 ^D	1,88±0,57 ^{CD}	3,49±0,33 ^B	2,88±0,73 ^{bBC}	5,68±0,07 ^{bc*A}	6,63±0,04 ^{c*A}
3.Grup	1,98±0,61 ^{BC}	1,55±0,55 ^C	2,33±0,59 ^{BC}	3,17±0,68 ^{bB}	5,49±0,06 ^{c*A}	6,49±0,05 ^{d*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,001$, $n=12$, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.9: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde *Enterobacteriaceae* familyası bakteri sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	1,35±0,37 ^E	2,37±0,39 ^D	2,76±0,41 ^D	3,79±0,46 ^C	5,83±0,07 ^B	6,87±0,05 ^{*A}
Y	1,35±0,37 ^E	2,13±0,38 ^E	3,10±0,34 ^D	4,00±0,38 ^C	5,66±0,06 ^B	6,62±0,05 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). $n=24$, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.1.4. *Brochothrix thermosphacta*

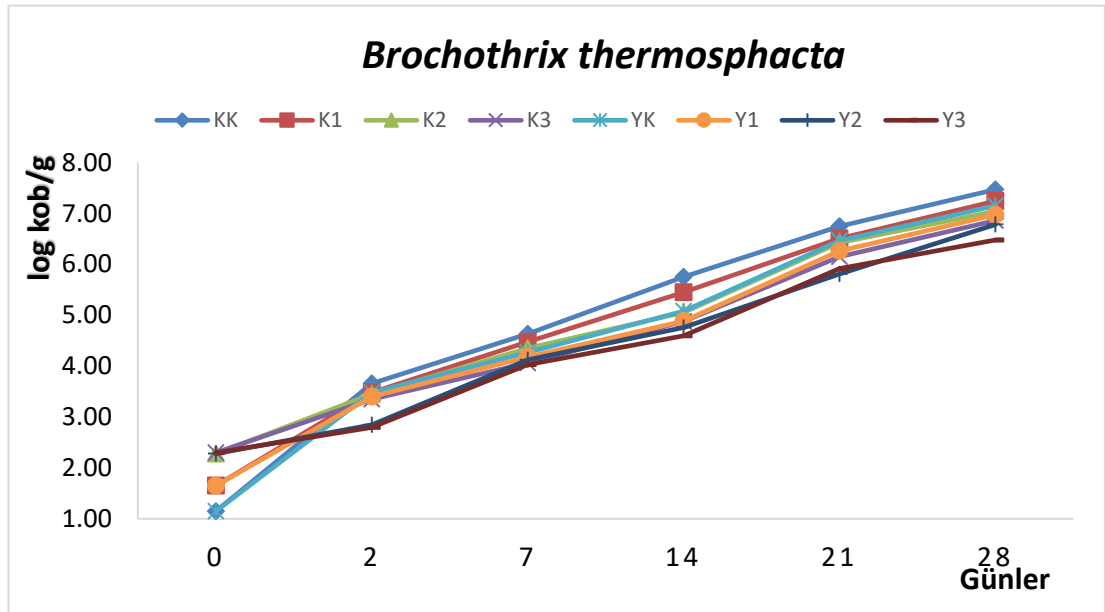
Enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin *B. thermosphacta* sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.10-3.12’de ve grafik Şekil 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *B. thermosphacta* sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	1,15±0,73 ^E	3,66±0,09 ^D	4,63±0,12 ^{aC}	5,75±0,08 ^{a*B}	6,75±0,15 ^{a*A}	7,47±0,08 ^{a*A}
	K1	1,65±0,74 ^E	3,48±0,08 ^D	4,47±0,07 ^{abC}	5,45±0,08 ^{ab*B}	6,51±0,18 ^{ab*A}	7,24±0,08 ^{ab*A}
	K2	2,28±0,72 ^D	3,45±0,07 ^C	4,35±0,07 ^{abcBC}	5,05±0,21 ^{bc*B}	6,43±0,13 ^{ab*A}	7,04±0,09 ^{bcd*A}
	K3	2,30±0,73 ^D	3,35±0,05 ^C	4,06±0,17 ^{cdBC}	4,88±0,16 ^{cd*B}	6,15±0,13 ^{bcd*A}	6,86±0,07 ^{cd*A}
Y	YK	1,15±0,73 ^D	3,48±0,08 ^C	4,27±0,08 ^{bcdBC}	5,08±0,16 ^{bc*B}	6,46±0,10 ^{ab*A}	7,15±0,09 ^{bc*A}
	Y1	1,65±0,74 ^D	3,40±0,06 ^C	4,18±0,08 ^{bcdBC}	4,89±0,16 ^{cd*B}	6,27±0,09 ^{bc*A}	6,97±0,08 ^{bcd*A}
	Y2	2,28±0,72 ^D	2,85±0,57 ^D	4,12±0,05 ^{cdC}	4,76±0,14 ^{cd*BC}	5,81±0,21 ^{d*AB}	6,78±0,12 ^{d*A}
	Y3	2,30±0,73 ^C	2,80±0,56 ^C	4,03±0,07 ^{dB}	4,60±0,08 ^{d*B}	5,92±0,10 ^{cd*A}	6,48±0,15 ^{e*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.4: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *B. thermosphacta* sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.11: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının *B. thermosphacta* sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	1,15±0,49 ^F	3,57±0,06 ^E	4,45±0,09 ^{aD}	5,42±0,13 ^{aC}	6,60±0,09 ^{aB}	7,31±0,07 ^{a*A}
1.Grup	1,65±0,50 ^F	3,44±0,05 ^E	4,33±0,07 ^{aD}	5,17±0,12 ^{abC}	6,39±0,10 ^{abB}	7,11±0,07 ^{ab*A}
2.Grup	2,28±0,49 ^E	3,15±0,29 ^D	4,24±0,06 ^{abC}	4,91±0,13 ^{bcC}	6,12±0,15 ^{bcB}	6,91±0,08 ^{b*A}
3.Grup	2,30±0,49 ^E	3,08±0,28 ^D	4,05±0,09 ^{bcC}	4,74±0,09 ^{cB}	6,03±0,08 ^{cA}	6,67±0,10 ^{c*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=12, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.12: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde *B. thermosphacta* sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	1,85±0,35 ^F	3,49±0,04 ^E	4,38±0,07 ^{*D}	5,28±0,10 ^{*C}	6,46±0,08 ^{*B}	7,15±0,06 ^{*A}
Y	1,85±0,35 ^F	3,13±0,20 ^E	4,15±0,04 ^D	4,83±0,07 ^C	6,11±0,08 ^B	6,85±0,07 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). n=24, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.1.5. *Pseudomonas* spp.

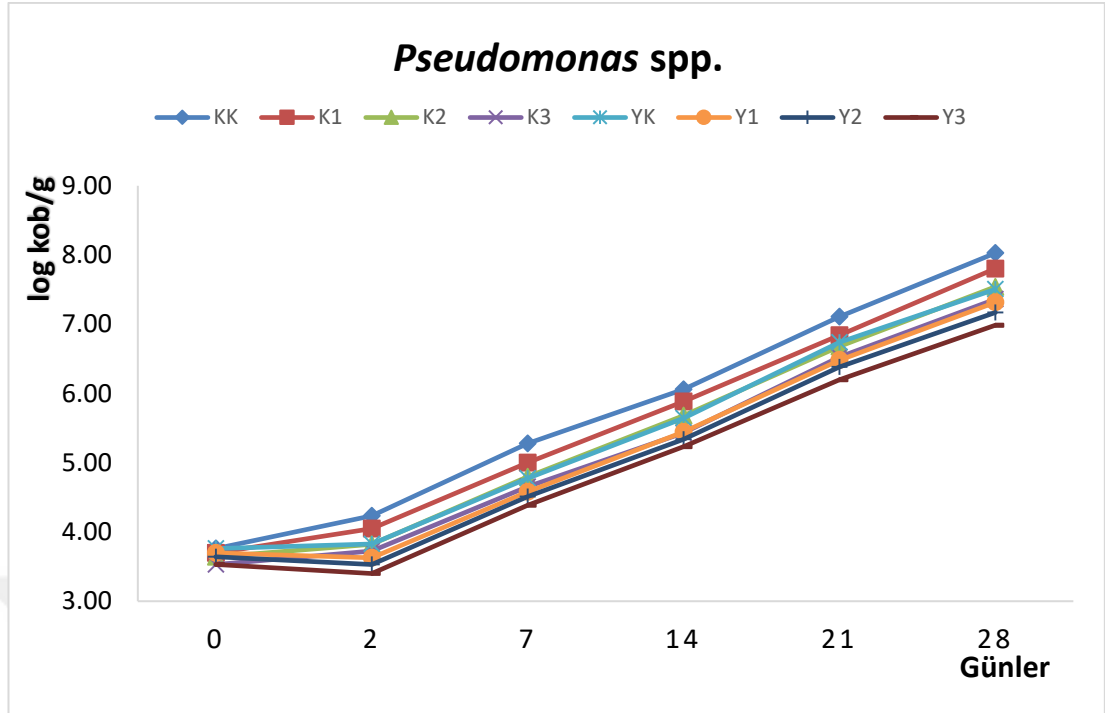
Proteolitik enzim ilavesi ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.13-3.15’de ve grafik Şekil 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *Pseudomonas* spp. sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	3,76±0,08 ^F	4,23±0,05 ^{aE}	5,28±0,05 ^{aD}	6,06±0,14 ^{aC}	7,11±0,06 ^{aB}	8,03±0,06 ^{aA}
	K1	3,70±0,10 ^F	4,05±0,10 ^{abE}	5,00±0,11 ^{bD}	5,88±0,09 ^{abC}	6,84±0,11 ^{bB}	7,81±0,08 ^{bA}
	K2	3,64±0,08 ^E	3,82±0,14 ^{bcE}	4,80±0,07 ^{bcD}	5,68±0,08 ^{bcC}	6,68±0,07 ^{bcB}	7,54±0,07 ^{cA}
	K3	3,53±0,11 ^E	3,73±0,10 ^{cdE}	4,65±0,10 ^{cdD}	5,43±0,11 ^{cdeC}	6,53±0,09 ^{cdB}	7,36±0,11 ^{cdeA}
Y	YK	3,76±0,08 ^E	3,83±0,06 ^{bcE}	4,78±0,08 ^{bcD}	5,64±0,11 ^{bcdC}	6,74±0,07 ^{bcB}	7,51±0,06 ^{cdA}
	Y1	3,70±0,10 ^E	3,63±0,12 ^{cdeE}	4,58±0,11 ^{cdeD}	5,45±0,13 ^{cdeC}	6,48±0,10 ^{cdB}	7,32±0,05 ^{deA}
	Y2	3,64±0,08 ^E	3,53±0,08 ^{deE}	4,51±0,05 ^{deD}	5,34±0,06 ^{deC}	6,38±0,06 ^{deB}	7,17±0,05 ^{efA}
	Y3	3,53±0,11 ^E	3,40±0,06 ^{eE}	4,39±0,04 ^{eD}	5,23±0,08 ^{eC}	6,20±0,10 ^{eB}	6,99±0,06 ^{fA}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.5: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde *Pseudomonas* spp. sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.14: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının *Pseudomonas* spp. sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	3,76±0,05 ^F	4,03±0,07 ^{aE}	5,03±0,09 ^{a*D}	5,85±0,11 ^{aC}	6,93±0,07 ^{a*B}	7,77±0,09 ^{a*A}
1.Grup	3,70±0,07 ^E	3,84±0,10 ^{abE}	4,79±0,10 ^{b*D}	5,67±0,10 ^{abC}	6,66±0,09 ^{b*B}	7,56±0,09 ^{ab*A}
2.Grup	3,64±0,05 ^E	3,68±0,09 ^{bcE}	4,66±0,06 ^{bc*D}	5,51±0,07 ^{bcC}	6,53±0,06 ^{bc*B}	7,36±0,07 ^{bc*A}
3.Grup	3,53±0,07 ^E	3,56±0,08 ^{cE}	4,52±0,06 ^{c*D}	5,33±0,07 ^{cC}	6,36±0,08 ^{c*B}	7,17±0,08 ^{c*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,01$). *: $p < 0,001$, $n=12$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 3.15: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde *Pseudomonas* spp. sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	3,66±0,05 ^F	3,96±0,06 ^{*E}	4,93±0,06 ^{*D}	5,76±0,07 ^{*C}	6,79±0,06 ^{*B}	7,68±0,06 ^{*A}
Y	3,66±0,05 ^E	3,60±0,05 ^E	4,56±0,05 ^D	5,42±0,06 ^C	6,45±0,06 ^B	7,24±0,05 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,001$). $n=24$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$).

3.1.6. Laktik Asit Bakteri

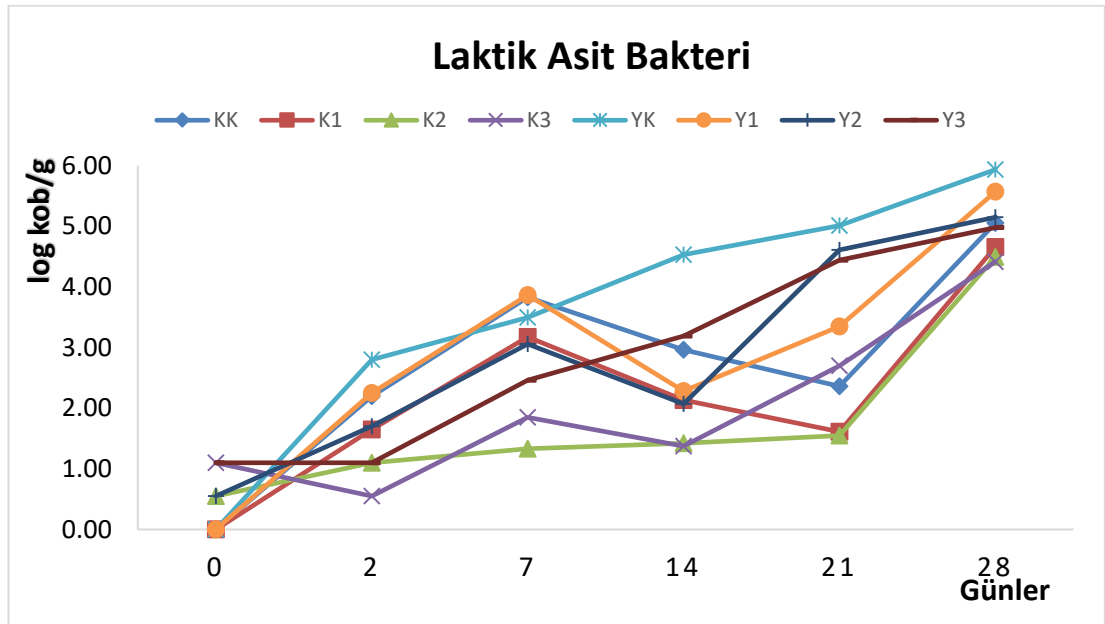
İlave enzimlerle 28 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin LAB sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.16-3.18’de ve grafik Şekil 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,00±0,00 ^C	2,20±0,70 ^B	3,83±0,14 ^{AB}	2,96±0,94 ^B	2,36±1,06 ^{bcB}	5,06±0,08 ^{c*A}
	K1	0,00±0,00 ^C	1,65±0,74 ^{BC}	3,18±0,64 ^{AB}	2,14±0,96 ^{BC}	1,61±1,02 ^{cBC}	4,66±0,09 ^{cde*A}
	K2	0,55±0,55 ^B	1,10±0,70 ^B	1,33±0,84 ^B	1,42±0,90 ^B	1,55±0,98 ^{cB}	4,50±0,09 ^{de*A}
	K3	1,10±0,70 ^B	0,55±0,55 ^B	1,85±0,83 ^B	1,37±0,87 ^B	2,70±0,86 ^{abcAB}	4,42±0,05 ^{e*A}
Y	YK	0,00±0,00 ^E	2,80±0,56 ^D	3,50±0,71 ^{CD}	4,53±0,07 ^{BC}	5,01±0,08 ^{aAB}	5,94±0,16 ^{a*A}
	Y1	0,00±0,00 ^C	2,25±0,71 ^B	3,87±0,11 ^{AB}	2,28±1,02 ^B	3,35±1,06 ^{abcB}	5,57±0,21 ^{ab*A}
	Y2	0,55±0,55 ^D	1,70±0,76 ^{CD}	3,06±0,63 ^{BC}	2,07±0,95 ^{CD}	4,61±0,10 ^{abAB}	5,15±0,24 ^{bc*A}
	Y3	1,10±0,70 ^C	1,10±0,70 ^C	2,46±0,78 ^{BC}	3,19±0,65 ^{AB}	4,44±0,10 ^{abA}	4,98±0,27 ^{cd*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.6: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.17: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının LAB sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,29±0,20 ^C	2,50±0,44 ^B	3,66±0,35 ^{aB}	3,75±0,51 ^B	3,69±0,65 ^B	5,50±0,16 ^{a*A}
1.Grup	0,21±0,21 ^D	1,95±0,50 ^C	3,52±0,33 ^{abB}	2,21±0,67 ^{BC}	2,48±0,75 ^{BC}	5,12±0,17 ^{ab*A}
2.Grup	0,55±0,37 ^D	1,40±0,50 ^{CD}	2,19±0,56 ^{bBC}	1,75±0,63 ^{BCD}	3,08±0,66 ^B	4,82±0,16 ^{b*A}
3.Grup	1,10±0,47 ^{CD}	0,83±0,43 ^D	2,16±0,55 ^{bCD}	2,28±0,59 ^{BC}	3,57±0,49 ^{AB}	4,70±0,16 ^{b*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, n=12, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.18: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde LAB sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,41±0,23 ^D	1,38±0,34 ^{CD}	2,55±0,38 ^B	1,97±0,45 ^{BC}	2,06±0,47 ^{BC}	4,66±0,06 ^A
Y	0,41±0,23 ^E	1,96±0,35 ^D	3,22±0,31 ^C	3,02±0,41 ^C	4,35±0,28 ^{*B}	5,41±0,13 ^{*A}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=24, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.1.7. Maya ve Küf

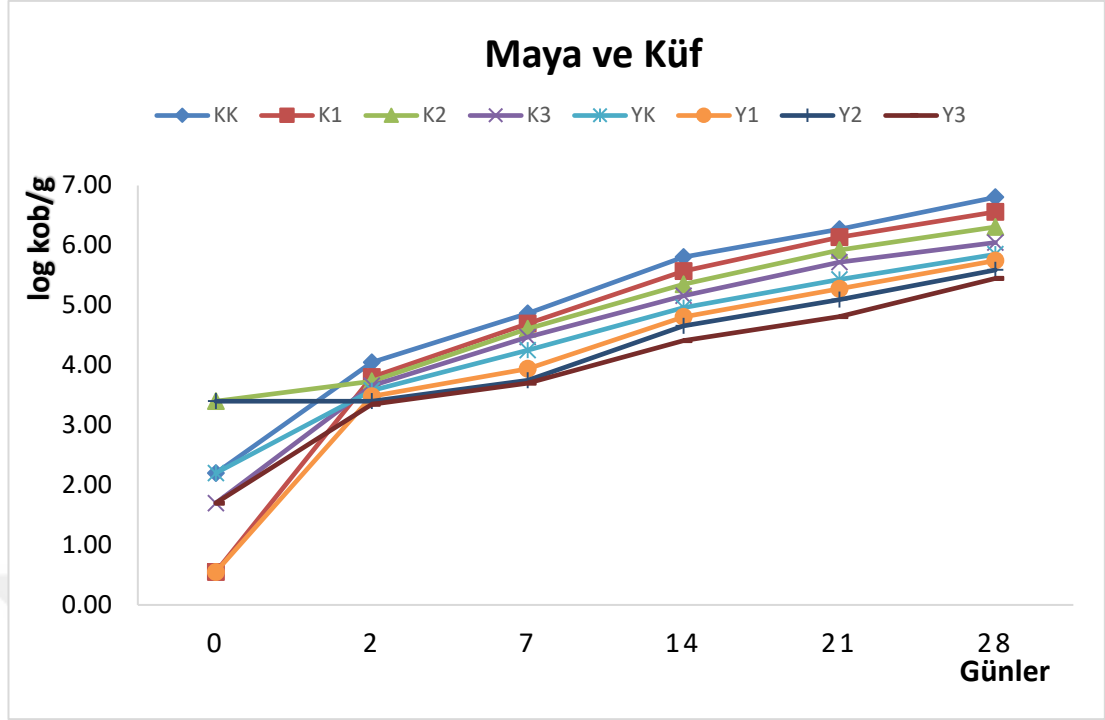
Proteolitik enzim uygulaması ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin maya ve küf sayısındaki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.19-3.21’de ve grafik Şekil 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	2,20±0,70 ^{abD}	4,05±0,04 ^{a*C}	4,86±0,06 ^{a*C}	5,81±0,05 ^{a*B}	6,27±0,10 ^{a*AB}	6,80±0,07 ^{a*A}
	K1	0,55±0,55 ^{bE}	3,80±0,16 ^{ab*D}	4,70±0,08 ^{ab*C}	5,57±0,07 ^{ab*B}	6,14±0,10 ^{a*AB}	6,56±0,08 ^{ab*A}
	K2	3,40±0,06 ^{aF}	3,73±0,14 ^{bc*E}	4,61±0,13 ^{ab*D}	5,35±0,12 ^{bc*C}	5,92±0,16 ^{ab*B}	6,31±0,06 ^{bc*A}
	K3	1,70±0,76 ^{abD}	3,66±0,09 ^{bcd*C}	4,47±0,10 ^{ab*BC}	5,16±0,11 ^{cd*AB}	5,72±0,11 ^{bc*A}	6,05±0,11 ^{cd*A}
Y	YK	2,20±0,70 ^{abD}	3,58±0,10 ^{bcd*C}	4,25±0,14 ^{bc*BC}	4,96±0,14 ^{de*AB}	5,43±0,13 ^{cd*A}	5,85±0,21 ^{de*A}
	Y1	0,55±0,55 ^b	3,48±0,08 ^{cd*}	3,94±0,19 ^{cd*}	4,81±0,05 ^{ef*}	5,28±0,11 ^{d*}	5,75±0,10 ^{def*}
	Y2	3,40±0,06 ^a	3,40±0,06 ^{d*}	3,75±0,21 ^{d*}	4,66±0,09 ^{fg*}	5,09±0,10 ^{de*}	5,59±0,11 ^{ef*}
	Y3	1,70±0,76 ^{ab}	3,35±0,05 ^{d*}	3,70±0,18 ^{d*}	4,41±0,07 ^{g*}	4,81±0,14 ^{e*}	5,45±0,11 ^{f*}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=6, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g).

Çizelge 3.20: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	2,20±0,47 ^{b*E}	3,81±0,09 ^D	4,56±0,12 ^C	5,38±0,14 ^{aB}	5,85±0,15 ^{AB}	6,33±0,18 ^{aA}
1.Grup	0,55±0,37 ^{c*E}	3,64±0,10 ^D	4,32±0,15 ^C	5,19±0,12 ^{aB}	5,71±0,15 ^{AB}	6,15±0,14 ^{abA}
2.Grup	3,40±0,04 ^{a*E}	3,57±0,09 ^E	4,18±0,17 ^D	5,01±0,13 ^{abC}	5,51±0,15 ^B	5,95±0,12 ^{abA}
3.Grup	1,70±0,51 ^{b*D}	3,51±0,07 ^C	4,08±0,15 ^C	4,79±0,13 ^{bB}	5,27±0,16 ^{AB}	5,75±0,12 ^{bA}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=12, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.21: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde maya ve küf sayısına etkisi (log kob/g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	1,96±0,35 ^E	3,81±0,06 ^{*D}	4,66±0,05 ^{*C}	5,47±0,07 ^{*B}	6,01±0,07 ^{*A}	6,43±0,07 ^{*A}
Y	1,96±0,35 ^F	3,45±0,04 ^E	3,91±0,10 ^D	4,71±0,06 ^C	5,15±0,07 ^B	5,66±0,07 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=24, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2. Fizikokimyasal Analiz Bulguları

3.2.1. pH Değerleri

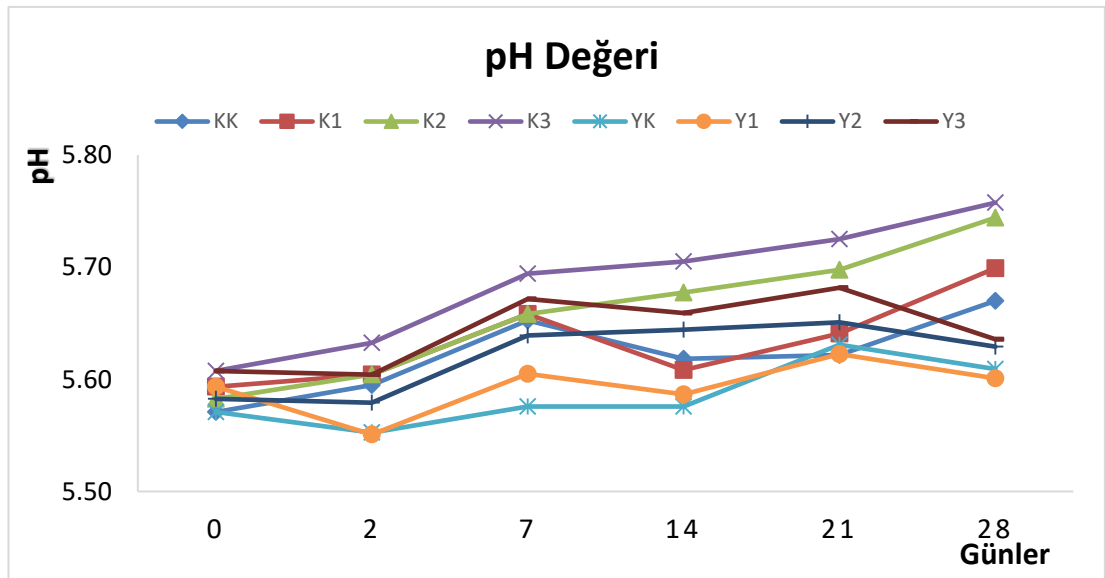
İlave enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.22-3.24’de ve grafik Şekil 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,57±0,02 ^D	5,60±0,01 ^{abcCD}	5,65±0,01 ^{b*AB}	5,62±0,01 ^{cd*BC}	5,62±0,01 ^{d*BC}	5,67±0,01 ^{c*A}
	K1	5,59±0,01 ^D	5,60±0,02 ^{abCD}	5,66±0,01 ^{ab*B}	5,61±0,02 ^{cde*CD}	5,64±0,01 ^{cd*BC}	5,70±0,01 ^{b*A}
	K2	5,58±0,01 ^C	5,60±0,02 ^{abC}	5,66±0,02 ^{ab*B}	5,68±0,01 ^{ab*B}	5,70±0,01 ^{b*B}	5,74±0,01 ^{a*A}
	K3	5,61±0,01 ^C	5,63±0,02 ^{aC}	5,69±0,01 ^{a*B}	5,71±0,01 ^{a*B}	5,73±0,01 ^{a*AB}	5,76±0,01 ^{a*A}
Y	YK	5,57±0,02 ^C	5,55±0,01 ^{cC}	5,58±0,01 ^{d*BC}	5,58±0,01 ^{e*BC}	5,63±0,01 ^{cd*A}	5,61±0,01 ^{de*AB}
	Y1	5,59±0,01 ^A	5,55±0,01 ^{cB}	5,61±0,01 ^{cd*A}	5,59±0,01 ^{de*A}	5,62±0,01 ^{d*A}	5,60±0,01 ^{e*A}
	Y2	5,58±0,01 ^B	5,58±0,01 ^{bcB}	5,64±0,01 ^{bc*A}	5,64±0,02 ^{bc*A}	5,65±0,01 ^{c*A}	5,63±0,01 ^{d*A}
	Y3	5,61±0,01 ^C	5,60±0,01 ^{abC}	5,67±0,01 ^{ab*A}	5,66±0,01 ^{b*AB}	5,68±0,01 ^{b*A}	5,64±0,01 ^{d*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=12$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi.

Çizelge 3.23: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının pH değerlerine etkisi.

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,57±0,01 ^D	5,57±0,01 ^{bD}	5,61±0,01 ^{c**BC}	5,60±0,01 ^{b**CD}	5,63±0,01 ^{c**AB}	5,65±0,01 ^{b*A}
1.Grup	5,59±0,01 ^B	5,58±0,01 ^{bB}	5,63±0,01 ^{bc**A}	5,60±0,01 ^{b**B}	5,63±0,01 ^{c**A}	5,65±0,01 ^{b*A}
2.Grup	5,58±0,01 ^C	5,59±0,01 ^{abC}	5,65±0,01 ^{b**B}	5,66±0,01 ^{a**AB}	5,67±0,01 ^{b**AB}	5,69±0,01 ^{a*A}
3.Grup	5,61±0,01 ^B	5,62±0,01 ^{aB}	5,68±0,01 ^{a**A}	5,68±0,01 ^{a**A}	5,70±0,01 ^{a**A}	5,70±0,01 ^{a*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$, **: $p<0,001$, $n=24$, $\text{mean}\pm\text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.24: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde pH değerlerine etkisi.

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	5,59±0,01 ^C	5,61±0,01 ^{*C}	5,67±0,01 ^{**B}	5,65±0,01 ^{*B}	5,67±0,01 ^{*B}	5,72±0,01 ^{**A}
Y	5,59±0,01 ^C	5,57±0,01 ^C	5,62±0,01 ^B	5,62±0,01 ^B	5,65±0,01 ^A	5,62±0,01 ^B

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). **: $p<0,001$, $n=48$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.2.2. Su Aktivitesi Değerleri

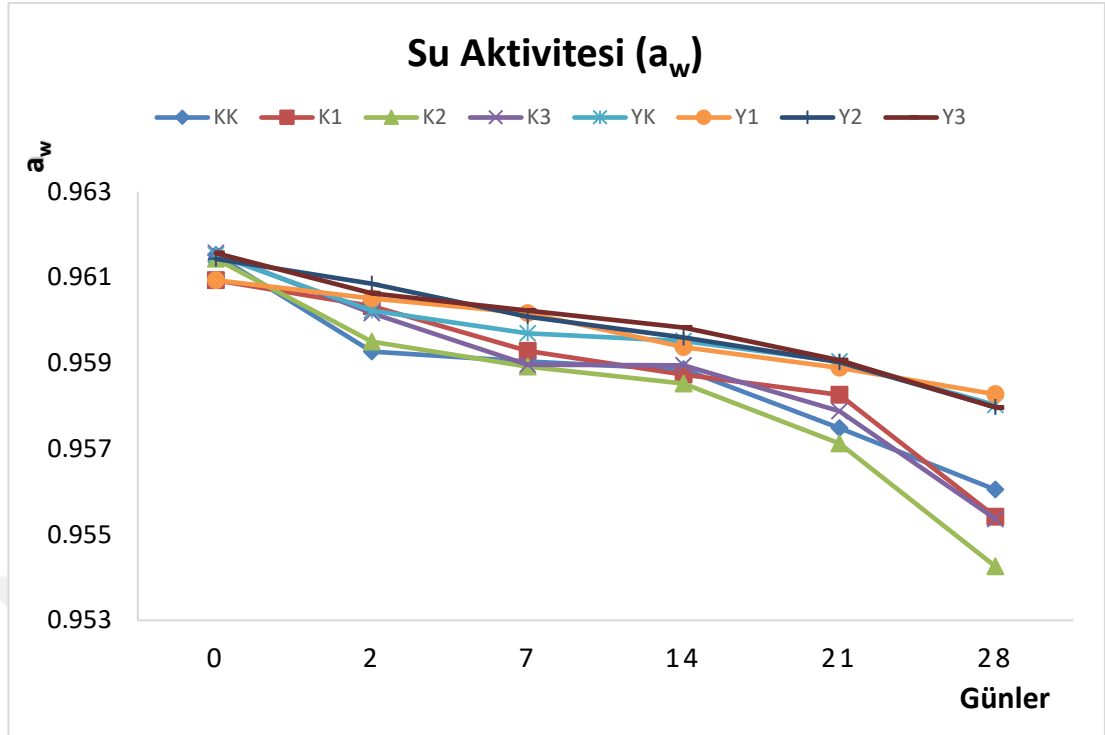
Proteolitik enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin a_w değerlerindeki değişimlere ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.25-3.27’de ve grafik Şekil 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,962±0,00 ^A	0,959±0,00 ^B	0,959±0,00 ^{cB}	0,959±0,00 ^{cd*B}	0,957±0,00 ^{cd*C}	0,956±0,00 ^{b*D}
	K1	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^{AB}	0,959±0,00 ^{bcBC}	0,959±0,00 ^{d*C}	0,958±0,00 ^{b*C}	0,955±0,00 ^{b*D}
	K2	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,959±0,00 ^{cB}	0,959±0,00 ^{d*C}	0,957±0,00 ^{d*D}	0,954±0,00 ^{c*E}
	K3	0,962±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,959±0,00 ^{cBC}	0,959±0,00 ^{bcd*C}	0,958±0,00 ^{bc*C}	0,955±0,00 ^{b*D}
Y	YK	0,962±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,960±0,00 ^{abcBC}	0,960±0,00 ^{ab*BC}	0,959±0,00 ^{a*C}	0,958±0,00 ^{a*D}
	Y1	0,961±0,00 ^A	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^{abAB}	0,959±0,00 ^{abc*BC}	0,959±0,00 ^{a*C}	0,958±0,00 ^{a*C}
	Y2	0,961±0,00 ^A	0,961±0,00 ^{AB}	0,960±0,00 ^{abBC}	0,960±0,00 ^{a*CD}	0,959±0,00 ^{a*D}	0,958±0,00 ^{a*E}
	Y3	0,962±0,00 ^A	0,961±0,00 ^{AB}	0,960±0,00 ^{aBC}	0,960±0,00 ^{a*BC}	0,959±0,00 ^{a*CD}	0,958±0,00 ^{a*D}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=12$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi.

Çizelge 3.26: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının a_w değerlerine etkisi.

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,962±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,959±0,00 ^B	0,959±0,00 ^B	0,958±0,00 ^C	0,957±0,00 ^D
1.Grup	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^{AB}	0,960±0,00 ^{BC}	0,959±0,00 ^{CD}	0,959±0,00 ^D	0,957±0,00 ^E
2.Grup	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,960±0,00 ^{BC}	0,959±0,00 ^C	0,958±0,00 ^D	0,956±0,00 ^E
3.Grup	0,962±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,960±0,00 ^{BC}	0,959±0,00 ^{CD}	0,958±0,00 ^D	0,957±0,00 ^E

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). $n=24$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.27: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde a_w değerlerine etkisi.

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,961±0,00 ^A	0,960±0,00 ^B	0,959±0,00 ^C	0,959±0,00 ^C	0,958±0,00 ^D	0,955±0,00 ^E
Y	0,961±0,00 ^A	0,961±0,00 ^{*B}	0,960±0,00 ^{**C}	0,960±0,00 ^{**C}	0,959±0,00 ^{**D}	0,958±0,00 ^{**E}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). **: $p<0,001$, $n=48$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.2.3. Protein Miktarı

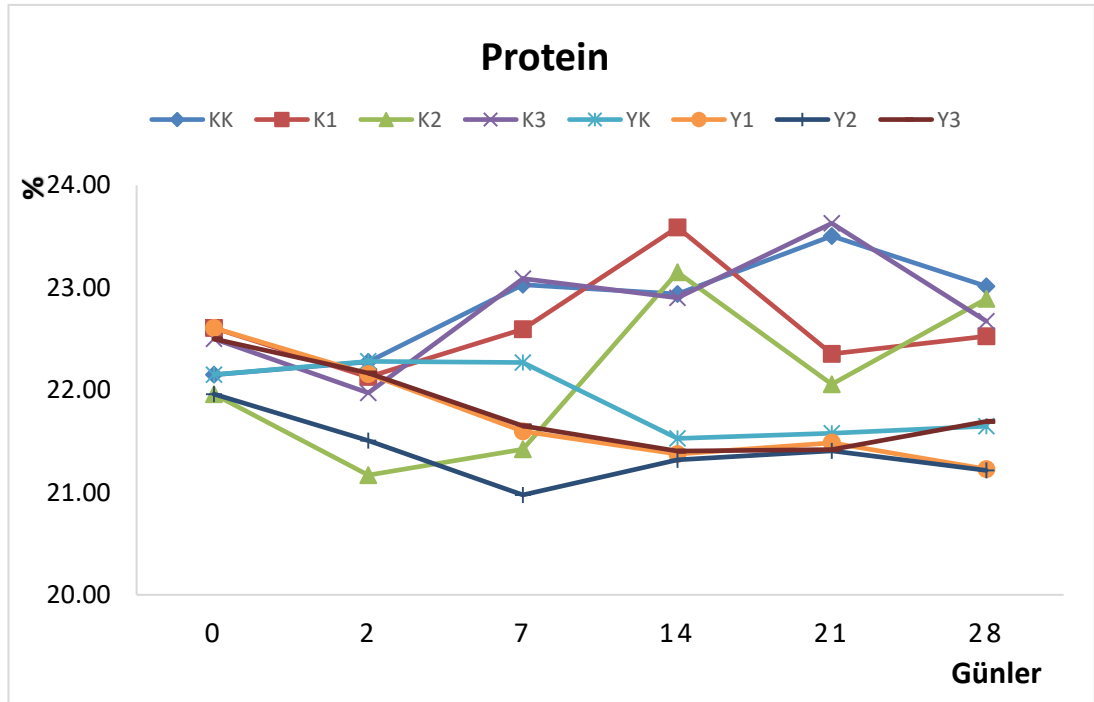
İlave enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin protein miktarı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.28-3.30'da ve grafik Şekil 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	22,2±0,08 ^b *C	22,3±0,09 ^a C	23,0±0,09 ^a *B	22,9±0,05 ^a *B	23,5±0,15 ^a *A	23,0±0,19 ^a *B
	K1	22,6±0,05 ^a *B	22,1±0,12 ^{ab} B	22,6±0,17 ^{ab} *B	23,6±0,54 ^a *A	22,4±0,13 ^b *B	22,5±0,19 ^a *B
	K2	22,0±0,17 ^b *B	21,2±0,16 ^c C	21,4±0,04 ^{cd} *C	23,2±0,25 ^a *A	22,1±0,05 ^{bc} *B	22,9±0,23 ^a *A
	K3	22,5±0,09 ^a *BC	22,0±0,17 ^{ab} C	23,1±0,03 ^a *AB	22,9±0,11 ^a *B	23,6±0,41 ^a *A	22,7±0,10 ^a *B
Y	YK	22,2±0,08 ^b *A	22,3±0,10 ^a A	22,3±0,07 ^b *A	21,5±0,25 ^b *B	21,6±0,09 ^c *B	21,7±0,15 ^b *B
	Y1	22,6±0,05 ^a *A	22,2±0,27 ^{ab} AB	21,6±0,32 ^{cd} *BC	21,4±0,25 ^b *C	21,5±0,18 ^c *C	21,2±0,16 ^b *C
	Y2	22,0±0,17 ^b *	21,5±0,37 ^{bc}	21,0±0,24 ^d *	21,3±0,10 ^b *	21,4±0,23 ^c *	21,2±0,34 ^b *
	Y3	22,5±0,09 ^a *A	22,2±0,40 ^{ab} AB	21,7±0,41 ^c *B	21,4±0,08 ^b *B	21,4±0,25 ^c *B	21,7±0,20 ^b *B

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%).

Çizelge 3.29: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının protein miktarına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	22,15±0,06 ^{b**}	22,28±0,07 ^{a*}	22,65±0,10 ^{a**}	22,23±0,19	22,54±0,22 ^a	22,33±0,18
1.Grup	22,61±0,04 ^{a**}	22,14±0,15 ^{a*}	22,10±0,21 ^{b**}	22,48±0,37	21,92±0,14 ^{ab}	21,88±0,18
2.Grup	21,96±0,12 ^{b**A}	21,34±0,20 ^{b*B}	21,20±0,13 ^{c**B}	22,23±0,23 ^A	21,73±0,13 ^{bAB}	22,05±0,27 ^A
3.Grup	22,50±0,06 ^{a**}	22,07±0,21 ^{a*}	22,37±0,25 ^{ab**}	22,15±0,17	22,52±0,33 ^a	22,18±0,15

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.30: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde protein miktarına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	22,30±0,06 ^D	21,89±0,09 ^E	22,53±0,11 ^{*CD}	23,14±0,15 ^{*A}	22,89±0,15 ^{*AB}	22,78±0,09 ^{*BC}
Y	22,30±0,06 ^A	22,03±0,16 ^A	21,62±0,15 ^B	21,41±0,09 ^B	21,47±0,10 ^B	21,45±0,11 ^B

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.4. Yağ Miktarı

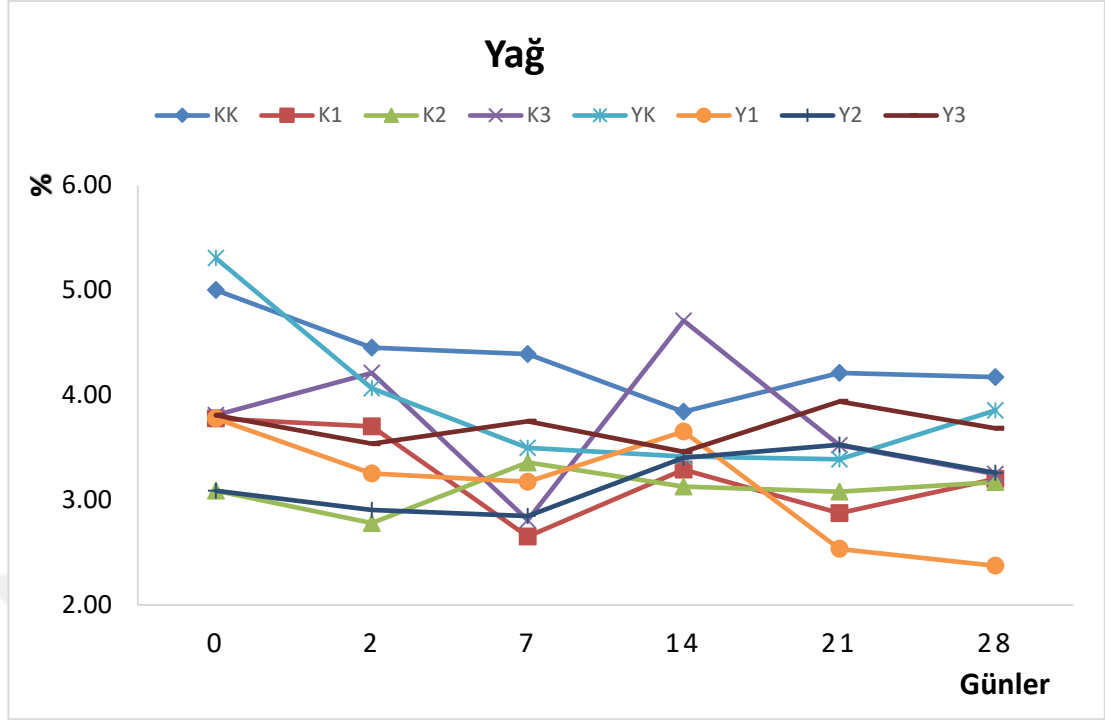
Proteolitik enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin yağ miktarı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.31-3.33'de ve grafik Şekil 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,0±0,16 ^{a**A}	4,5±0,34 ^{a*AB}	4,4±0,25 ^{a**B}	3,8±0,10 ^{bB}	4,2±0,16 ^{a**B}	4,2±0,08 ^{a**B}
	K1	3,8±0,25 ^{b**A}	3,7±0,42 ^{abc*A}	2,7±0,04 ^{d**B}	3,3±0,26 ^{bAB}	2,9±0,08 ^{cd**B}	3,2±0,28 ^{c**AB}
	K2	3,1±0,31 ^{b**}	2,8±0,08 ^{c*}	3,4±0,39 ^{bc**}	3,1±0,16 ^b	3,1±0,19 ^{cd**}	3,2±0,25 ^{c**}
	K3	3,8±0,28 ^{b**AB}	4,2±0,39 ^{a*AB}	2,8±0,11 ^{cd**C}	4,7±0,39 ^{aA}	3,5±0,42 ^{abc**BC}	3,3±0,18 ^{bc**BC}
Y	YK	5,3±0,19 ^{a**A}	4,1±0,30 ^{ab*B}	3,5±0,16 ^{b**B}	3,4±0,17 ^{bB}	3,4±0,33 ^{bc**B}	3,9±0,24 ^{ab**B}
	Y1	3,8±0,25 ^{b**A}	3,3±0,10 ^{bc*B}	3,2±0,19 ^{bcd**B}	3,7±0,25 ^{bAB}	2,5±0,04 ^{d**C}	2,4±0,10 ^{d**C}
	Y2	3,1±0,31 ^{b**}	2,9±0,33 ^{c*}	2,9±0,25 ^{cd**}	3,4±0,48 ^b	3,5±0,37 ^{abc**}	3,3±0,29 ^{bc**}
	Y3	3,8±0,28 ^{b**}	3,5±0,23 ^{abc*}	3,8±0,07 ^{b**}	3,5±0,42 ^b	3,9±0,06 ^{ab**}	3,7±0,12 ^{abc**}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%).

Çizelge 3.32: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının yağ miktarına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,16±0,13 ^{aA}	4,26±0,23 ^{aB}	3,95±0,17 ^{aBC}	3,63±0,11 ^C	3,80±0,20 ^{aBC}	4,01±0,13 ^{aBC}
1.Grup	3,78±0,17 ^{bA}	3,48±0,22 ^{bA}	2,91±0,11 ^{bB}	3,47±0,18 ^A	2,71±0,06 ^{bB}	2,79±0,17 ^{cB}
2.Grup	3,09±0,22 ^c	2,84±0,17 ^c	3,10±0,23 ^b	3,27±0,25	3,30±0,21 ^a	3,22±0,19 ^b
3.Grup	3,81±0,20 ^b	3,87±0,23 ^{ab}	3,28±0,12 ^b	4,09±0,31	3,73±0,21 ^a	3,47±0,11 ^b

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,001$). $n=24$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 3.33: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde yağ miktarına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	3,92±0,16 ^A	3,79±0,19 ^{AB}	3,30±0,15 ^C	3,74±0,15 ^{ABC}	3,42±0,14 ^{BC}	3,45±0,12 ^{BC}
Y	4,00±0,17 ^A	3,44±0,14 ^B	3,32±0,10 ^B	3,48±0,17 ^B	3,35±0,14 ^B	3,29±0,13 ^B

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p > 0,05$). $n=48$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$).

3.2.5. Nem Miktarı

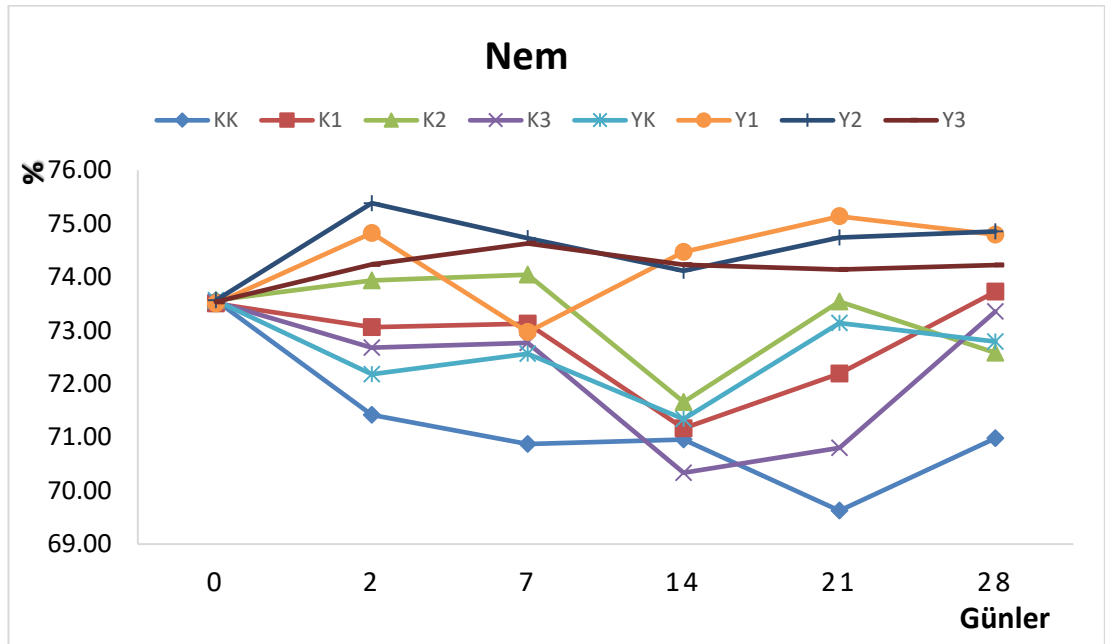
Enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin nem miktarı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.34-3.36’da ve grafik Şekil 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	73,6±0,16 ^A	71,4±0,21 ^{eB}	70,9±0,31 ^{dB}	71,0±0,19 ^{bB}	69,6±0,58 ^{fC}	71,0±0,20 ^{dB}
	K1	73,5±0,26 ^A	73,1±0,52 ^{cdA}	73,1±0,54 ^{bcA}	71,2±0,87 ^{bB}	72,2±0,52 ^{deAB}	73,7±0,25 ^{abcA}
	K2	73,6±0,34 ^A	73,9±0,49 ^{bcA}	74,0±0,51 ^{abA}	71,7±0,29 ^{bB}	73,5±0,35 ^{bcdA}	72,6±0,71 ^{cAB}
	K3	73,5±0,23 ^A	72,7±0,33 ^{dA}	72,8±0,23 ^{bcA}	70,3±0,52 ^{bB}	70,8±0,93 ^{efB}	73,4±0,33 ^{bcA}
Y	YK	73,6±0,16 ^A	72,2±0,48 ^{deBC}	72,6±0,20 ^{cAB}	71,3±0,77 ^{bC}	73,1±0,28 ^{cdAB}	72,8±0,12 ^{cAB}
	Y1	73,5±0,26 ^{BC}	74,8±0,31 ^{abA}	73,0±0,67 ^{bcC}	74,5±0,35 ^{aAB}	75,1±0,14 ^{aA}	74,8±0,17 ^{aA}
	Y2	73,6±0,34	75,4±0,43 ^a	74,7±0,72 ^a	74,1±0,57 ^a	74,7±0,54 ^{ab}	74,9±0,71 ^a
	Y3	73,5±0,23	74,2±0,32 ^{abc}	74,6±0,14 ^a	74,2±0,43 ^a	74,1±0,24 ^{abc}	74,2±0,10 ^{ab}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%).

Çizelge 3.35: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının nem miktarına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	73,6±0,11 ^A	71,8±0,27 ^{c*B}	71,7±0,25 ^{c*B}	71,2±0,39 ^{bB}	71,4±0,48 ^{c*B}	71,9±0,22 ^{b*B}
1.Grup	73,5±0,18	73,9±0,35 ^{ab*}	73,1±0,42 ^{b*}	72,8±0,57 ^a	73,7±0,41 ^{ab*}	74,3±0,18 ^{a*}
2.Grup	73,6±0,23 ^{AB}	74,7±0,35 ^{a*A}	74,4±0,44 ^{a*A}	72,9±0,41 ^{aB}	74,1±0,34 ^{a*A}	73,7±0,55 ^{a*AB}
3.Grup	73,5±0,16 ^{AB}	73,5±0,28 ^{b*AB}	73,7±0,23 ^{ab*A}	72,3±0,52 ^{abC}	72,5±0,58 ^{bc*BC}	73,8±0,19 ^{a*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.36: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde nem miktarına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	73,54±0,12 ^A	72,77±0,24 ^B	72,70±0,26 ^B	71,03±0,27 ^C	71,54±0,37 ^C	72,66±0,26 ^B
Y	73,54±0,12	74,16±0,26 ^{**}	73,72±0,28 [*]	73,54±0,33 ^{**}	74,29±0,20 ^{**}	74,17±0,22 ^{**}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,001, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.6. Tuz Miktarı

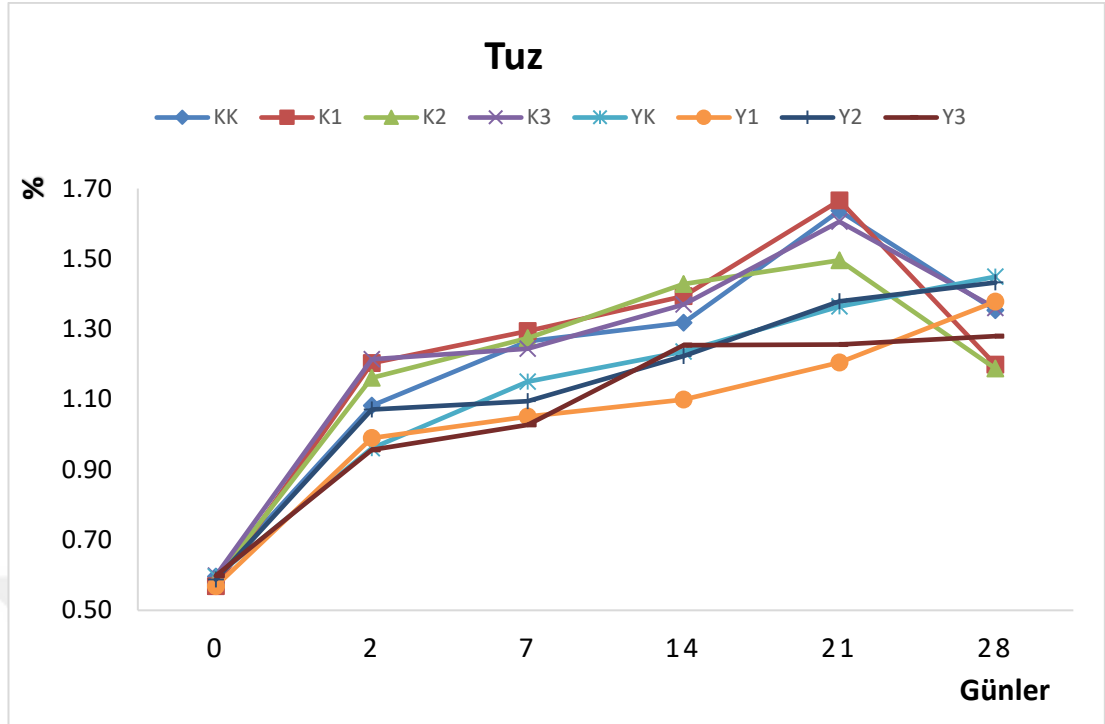
Proteolitik enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin tuz miktarı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.37-3.39'da ve grafik Şekil 3.13'de verilmiştir.

Çizelge 3.37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,60±0,03 ^C	1,08±0,04 ^B	1,27±0,05 ^{aB}	1,32±0,06 ^{AB}	1,64±0,23 ^A	1,35±0,11 ^{AB}
	K1	0,57±0,03 ^C	1,20±0,07 ^B	1,29±0,06 ^{aB}	1,39±0,08 ^{AB}	1,67±0,23 ^A	1,20±0,11 ^B
	K2	0,59±0,04 ^D	1,16±0,04 ^C	1,27±0,07 ^{aABC}	1,43±0,10 ^{AB}	1,50±0,15 ^A	1,19±0,02 ^{BC}
	K3	0,60±0,04 ^C	1,21±0,07 ^B	1,24±0,08 ^{abB}	1,37±0,13 ^{AB}	1,61±0,18 ^A	1,36±0,10 ^{AB}
Y	YK	0,60±0,03 ^E	0,96±0,10 ^D	1,15±0,10 ^{abcCD}	1,24±0,03 ^{BC}	1,36±0,05 ^{AB}	1,45±0,06 ^A
	Y1	0,57±0,03 ^D	0,99±0,10 ^C	1,05±0,06 ^{bcBC}	1,10±0,04 ^{BC}	1,21±0,02 ^B	1,38±0,07 ^A
	Y2	0,59±0,04 ^C	1,07±0,08 ^B	1,10±0,04 ^{abcB}	1,22±0,10 ^{AB}	1,38±0,11 ^A	1,43±0,10 ^A
	Y3	0,60±0,04 ^C	0,96±0,09 ^B	1,03±0,05 ^{cAB}	1,25±0,13 ^A	1,26±0,10 ^A	1,28±0,05 ^A

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%).

Çizelge 3.38: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının tuz miktarına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,60±0,02 ^E	1,02±0,05 ^D	1,21±0,06 ^C	1,28±0,03 ^{BC}	1,50±0,12 ^A	1,40±0,06 ^{AB}
1.Grup	0,57±0,02 ^C	1,10±0,06 ^B	1,17±0,05 ^B	1,25±0,05 ^{AB}	1,44±0,12 ^A	1,29±0,07 ^{AB}
2.Grup	0,59±0,02 ^D	1,12±0,05 ^C	1,18±0,04 ^{BC}	1,33±0,07 ^{AB}	1,44±0,09 ^A	1,31±0,06 ^{AB}
3.Grup	0,60±0,03 ^D	1,09±0,06 ^C	1,14±0,05 ^{BC}	1,31±0,09 ^{AB}	1,43±0,11 ^A	1,32±0,06 ^{AB}

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). $n=24$, $\text{mean} \pm \text{SE}$. A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.39: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde tuz miktarına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,59±0,02 ^D	1,17±0,03 ^{*C}	1,27±0,03 ^{**BC}	1,38±0,05 ^{*B}	1,60±0,10 ^{*A}	1,28±0,05 ^{BC}
Y	0,59±0,02 ^D	0,99±0,05 ^C	1,08±0,03 ^C	1,20±0,04 ^B	1,30±0,04 ^{AB}	1,39±0,04 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). **: $p<0,001$, $n=48$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.2.7. Kolajen Miktarı

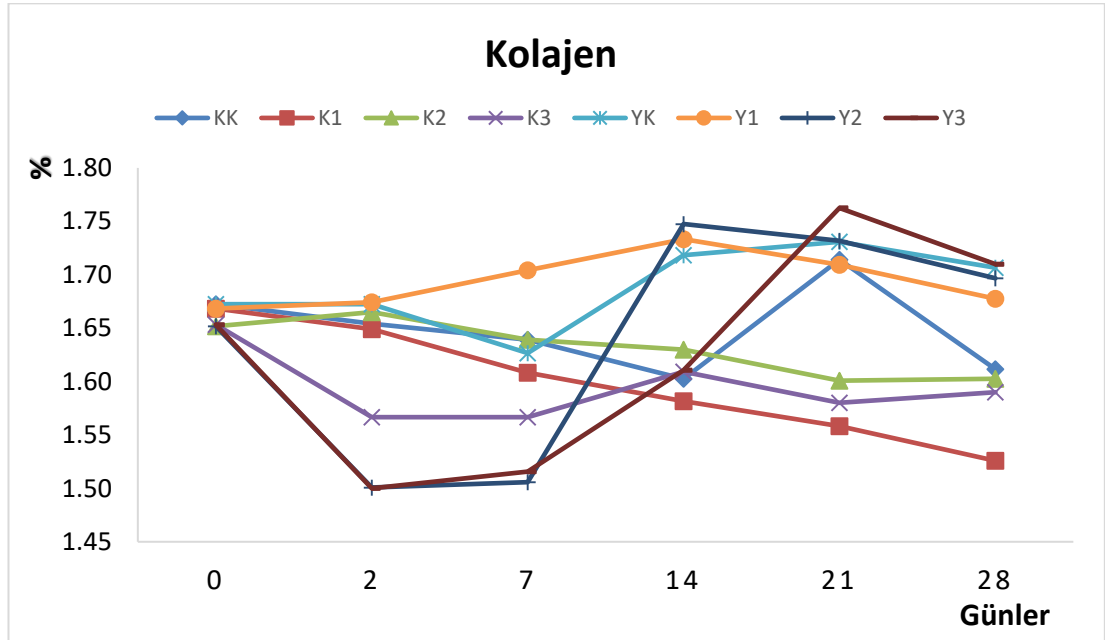
İlave enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin kolajen miktarı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.40-3.42’de ve grafik Şekil 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.40: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	1,67±0,05	1,65±0,06 ^{ab}	1,64±0,06	1,60±0,04 ^{bc}	1,71±0,03 ^{a*}	1,61±0,04
	K1	1,67±0,05	1,65±0,06 ^{ab}	1,61±0,05	1,58±0,04 ^c	1,56±0,03 ^{b*}	1,53±0,04
	K2	1,65±0,03	1,67±0,04 ^a	1,64±0,04	1,63±0,06 ^{abc}	1,60±0,03 ^{b*}	1,60±0,05
	K3	1,65±0,03	1,57±0,05 ^{ab}	1,57±0,06	1,61±0,04 ^{bc}	1,58±0,04 ^{b*}	1,59±0,07
Y	YK	1,67±0,05	1,67±0,05 ^a	1,63±0,05	1,72±0,05 ^{ab}	1,73±0,05 ^{a*}	1,71±0,03
	Y1	1,67±0,05	1,67±0,04 ^a	1,70±0,03	1,73±0,03 ^{ab}	1,71±0,04 ^{a*}	1,68±0,06
	Y2	1,65±0,03 ^A	1,50±0,03 ^{bb}	1,51±0,03 ^B	1,75±0,04 ^{aA}	1,73±0,03 ^{a*A}	1,70±0,03 ^A
	Y3	1,65±0,03 ^{AB}	1,50±0,06 ^{bc}	1,52±0,06 ^C	1,61±0,03 ^{bcBC}	1,76±0,03 ^{a*A}	1,71±0,03 ^{AB}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%).

Çizelge 3.41: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının kolajen miktarına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	1,67±0,04	1,66±0,04 ^a	1,63±0,04	1,66±0,03	1,72±0,03	1,66±0,03
1.Grup	1,67±0,03	1,66±0,04 ^a	1,66±0,03	1,66±0,03	1,63±0,03	1,60±0,04
2.Grup	1,65±0,02 ^{ABC}	1,58±0,03 ^{abBC}	1,57±0,03 ^C	1,69±0,04 ^A	1,67±0,02 ^{AB}	1,65±0,03 ^{ABC}
3.Grup	1,65±0,02 ^A	1,53±0,04 ^{bB}	1,54±0,04 ^B	1,61±0,02 ^{AB}	1,67±0,03 ^A	1,65±0,04 ^A

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.42: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde kolajen miktarına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	1,66±0,02	1,63±0,03	1,61±0,03	1,61±0,02	1,61±0,02	1,58±0,03
Y	1,66±0,02 ^B	1,59±0,02 ^C	1,59±0,02 ^C	1,70±0,02 ^{*AB}	1,73±0,02 ^{**A}	1,70±0,02 ^{*AB}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). **: p<0,001, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.8. Ağırlık Kaybı

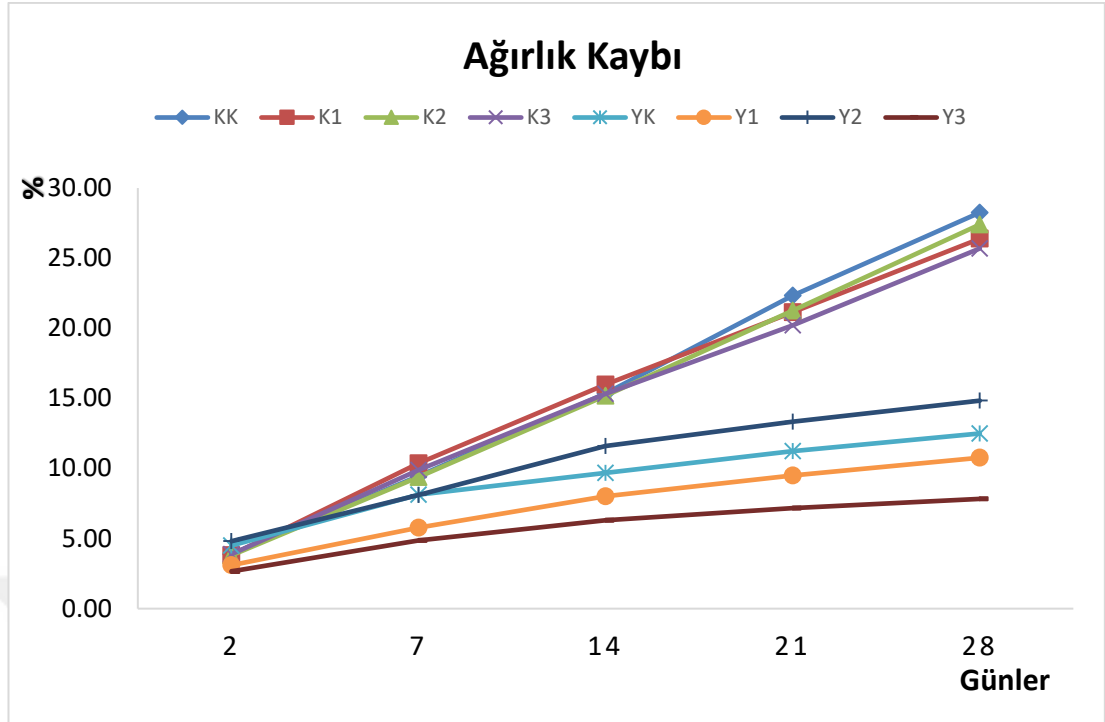
Enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin ağırlık kaybı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.43-3.45’de ve grafik Şekil 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.43: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%).

Yöntem	Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	3,87±0,37 ^E	9,44±1,05 ^{aD}	15,34±1,67 ^{ab*C}	22,32±1,31 ^{a*B}	28,25±1,35 ^{a*A}
	K1	3,82±0,21 ^D	10,37±1,19 ^{aC}	15,99±1,70 ^{a*B}	21,15±2,14 ^{a*AB}	26,39±2,57 ^{a*A}
	K2	3,80±0,29 ^E	9,39±1,10 ^{aD}	15,18±1,27 ^{ab*C}	21,27±1,64 ^{a*B}	27,40±1,82 ^{a*A}
	K3	3,88±0,43 ^E	9,89±1,12 ^{aD}	15,33±1,50 ^{ab*C}	20,20±1,25 ^{a*B}	25,69±1,52 ^{a*A}
Y	YK	4,50±0,24 ^E	8,12±0,25 ^{abD}	9,67±0,13 ^{cd*C}	11,23±0,06 ^{b*B}	12,49±0,20 ^{b*A}
	Y1	3,10±0,26 ^D	5,78±0,60 ^{bcC}	8,02±1,10 ^{cd*BC}	9,49±0,85 ^{bc*AB}	10,76±1,00 ^{bc*A}
	Y2	4,81±0,95 ^D	8,10±1,20 ^{abC}	11,59±0,52 ^{bc*B}	13,34±0,67 ^{b*AB}	14,83±0,86 ^{b*A}
	Y3	2,66±0,02 ^C	4,86±0,65 ^{cbC}	6,29±0,60 ^{d*AB}	7,17±0,88 ^{c*A}	7,83±0,95 ^{c*A}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=3, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%).

Çizelge 3.44: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının ağırlık kaybına etkisi (%).

Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	4,19±0,24 ^D	8,78±0,57 ^{CD}	12,51±1,47 ^{BC}	16,78±2,55 ^{AB}	20,37±3,58 ^A
1.Grup	3,46±0,22 ^C	8,08±1,19 ^{BC}	12,01±2,00 ^{AB}	15,32±2,80 ^A	18,58±3,71 ^A
2.Grup	4,30±0,50 ^D	8,75±0,78 ^{CD}	13,39±1,01 ^{BC}	17,31±1,94 ^{AB}	21,12±2,95 ^A
3.Grup	3,27±0,33 ^C	7,38±1,27 ^{BC}	10,81±2,15 ^{ABC}	13,69±2,99 ^{AB}	16,76±4,07 ^A

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). $n=6$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.45: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde ağırlık kaybına etkisi (%).

Yöntem	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	3,84±0,14 ^E	9,77±0,49 ^{*D}	15,46±0,67 ^{*C}	21,24±0,73 ^{*B}	26,93±0,85 ^{*A}
Y	3,77±0,35 ^D	6,72±0,54 ^C	8,89±0,66 ^B	10,31±0,75 ^{AB}	11,48±0,85 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). $n=12$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.2.9. Pişirme Kaybı

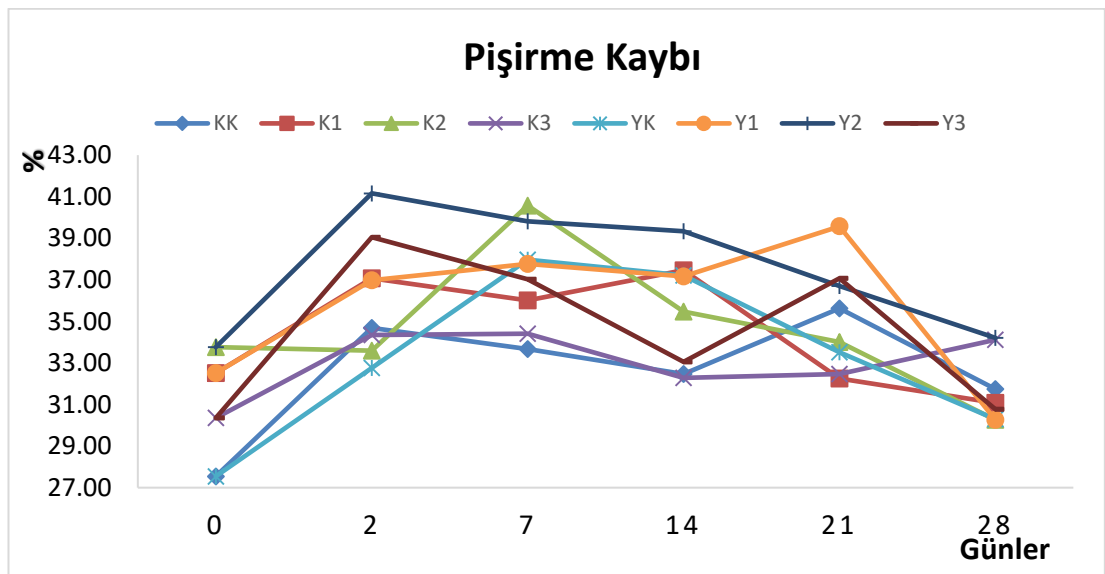
Proteolitik enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin pişirme kaybı değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.46-3.48’de ve grafik Şekil 3.16’de verilmiştir.

Çizelge 3.46: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	27,6±1,74 ^B	34,7±0,88 ^{cd*A}	33,7±1,09 ^{dA}	32,5±1,43 ^{b*A}	35,6±1,30 ^{abcA}	31,7±1,78 ^A
	K1	32,5±1,49 ^{BC}	37,1±1,39 ^{bc*A}	36,0±1,06 ^{bcdAB}	37,5±1,26 ^{a*A}	32,3±1,22 ^{cBC}	31,1±2,00 ^C
	K2	33,8±2,23 ^B	33,6±1,74 ^{cd*B}	40,6±0,76 ^{aA}	35,5±0,93 ^{ab*AB}	34,0±1,79 ^{bcB}	30,3±3,35 ^B
	K3	30,4±1,38	34,4±1,03 ^{cd*}	34,4±1,13 ^{cd}	32,3±0,70 ^{b*}	32,5±1,64 ^{bc}	34,1±1,87
Y	YK	27,6±1,74 ^D	32,8±1,74 ^{d*BC}	38,0±1,75 ^{abcA}	37,2±0,96 ^{a*AB}	33,5±1,63 ^{bcABC}	30,3±1,54 ^{CD}
	Y1	32,5±1,49 ^{BC}	37,0±1,71 ^{bc*AB}	37,8±1,41 ^{abcA}	37,2±1,59 ^{a*AB}	39,6±1,23 ^{aA}	30,3±2,06 ^C
	Y2	33,8±2,23 ^C	41,2±0,85 ^{a*A}	39,8±1,10 ^{abA}	39,3±1,51 ^{a*AB}	36,7±1,77 ^{abcABC}	34,2±2,37 ^{BC}
	Y3	30,4±1,38 ^C	39,1±0,99 ^{ab*A}	37,0±1,39 ^{abcdAB}	33,1±1,67 ^{b*BC}	37,1±1,04 ^{abAB}	30,8±2,03 ^C

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%).

Çizelge 3.47: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının pişirme kaybına etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	27,92±1,18 ^{bc}	33,72±0,98 ^{AB}	35,82±1,10 ^{ba}	34,83±0,98 ^{abA}	34,57±1,04 ^A	31,02±1,16 ^B
1.Grup	32,45±0,99 ^{aB}	37,03±1,08 ^A	36,89±0,88 ^{ba}	37,31±0,99 ^{aA}	35,91±1,14 ^A	30,80±1,40 ^B
2.Grup	33,76±1,44 ^{aBC}	37,38±1,23 ^{AB}	40,20±0,66 ^{aA}	37,40±0,96 ^{aAB}	35,36±1,26 ^{BC}	31,82±1,95 ^C
3.Grup	30,48±0,97 ^{abC}	36,70±0,85 ^A	35,72±0,92 ^{ba}	32,66±0,89 ^{bBC}	34,77±1,07 ^{AB}	32,45±1,39 ^{BC}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.48: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde pişirme kaybına etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	31,04±0,91 ^D	34,93±0,66 ^{AB}	36,17±0,63 ^A	34,42±0,63 ^{AB}	33,59±0,76 ^{BC}	31,80±1,15 ^{CD}
Y	31,04±0,91 ^B	37,49±0,81 ^{*A}	38,15±0,71 ^{*A}	36,69±0,78 ^{*A}	36,72±0,77 ^{**A}	31,39±1,01 ^B

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.10. Su Tutma Kapasitesi

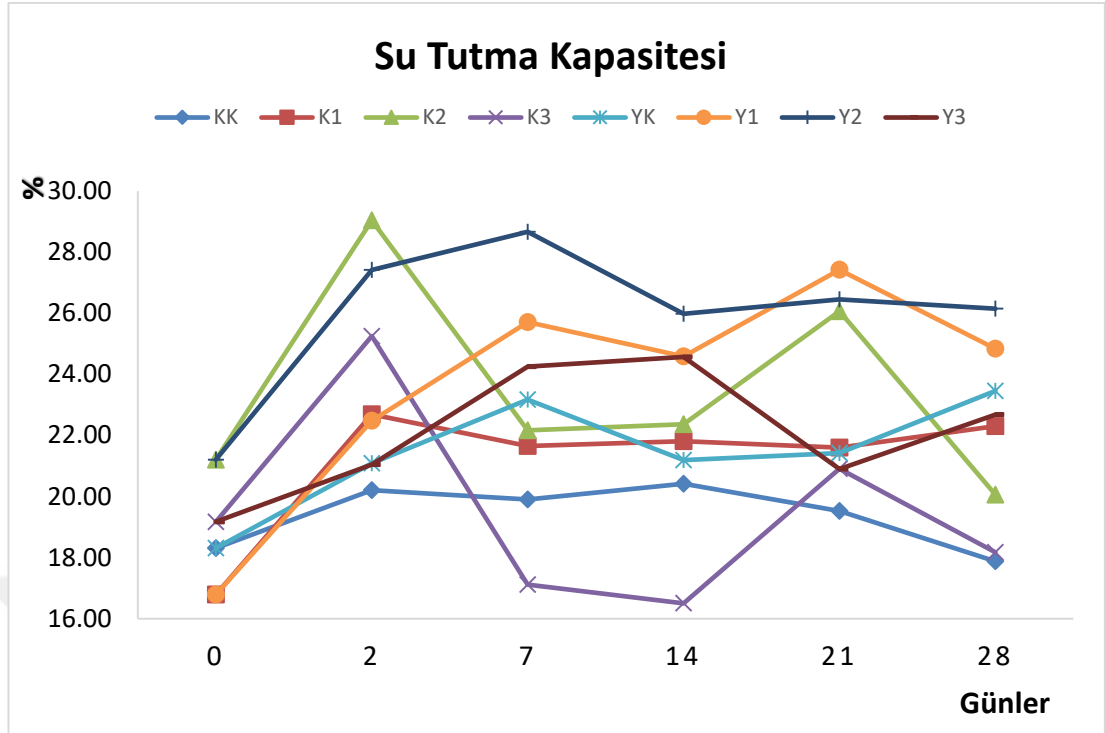
Enzim uygulamalarını takiben kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin STK değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.49-3.51’de ve grafik Şekil 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.49: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	18,3±0,66	20,2±0,80 ^c	19,9±0,95 ^{de}	20,4±0,98 ^c	19,5±1,22 ^b	17,9±1,10 ^c
	K1	16,8±1,13 ^B	22,7±1,48 ^{bcA}	21,7±1,40 ^{cdA}	21,8±1,30 ^{bcA}	21,6±1,12 ^{ba}	22,3±1,39 ^{abA}
	K2	21,2±2,02 ^{BC}	29,0±1,21 ^{aA}	22,2±1,42 ^{bcdBC}	22,4±2,08 ^{abcBC}	26,1±1,48 ^{aAB}	20,1±1,97 ^{bcC}
	K3	19,2±1,50 ^{BC}	25,3±1,60 ^{abA}	17,1±1,19 ^{eBC}	16,5±1,14 ^{dC}	20,9±1,52 ^{bB}	18,2±1,14 ^{cBC}
Y	YK	18,3±0,66	21,1±1,95 ^{bc}	23,2±1,43 ^{bcd}	21,2±0,81 ^{bc}	21,4±0,63 ^b	23,5±1,67 ^{ab}
	Y1	16,8±1,13 ^C	22,5±1,07 ^{bcB}	25,7±1,07 ^{abA}	24,6±0,98 ^{abAB}	27,4±0,73 ^{aA}	24,8±0,91 ^{aAB}
	Y2	21,2±2,02 ^B	27,4±1,23 ^{aA}	28,7±1,55 ^{aA}	26,0±0,87 ^{aA}	26,5±1,39 ^{aA}	26,2±1,65 ^{aA}
	Y3	19,2±1,50 ^B	21,1±1,30 ^{bcAB}	24,3±1,15 ^{bcA}	24,6±1,60 ^{abA}	20,9±0,91 ^{bAB}	22,7±0,84 ^{abAB}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%).

Çizelge 3.50: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının STK değerlerine etkisi (%).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	19,3±0,56	20,7±1,03 ^{b**}	21,5±0,91 ^{b*}	21,0±0,65 ^b	20,9±0,76 ^{c**}	20,7±1,14
1.Grup	17,9±0,95 ^B	22,6±0,89 ^{b***A}	23,7±0,96 ^{ab*A}	23,4±0,86 ^{abA}	24,8±0,87 ^{b**A}	23,6±0,85 ^A
2.Grup	21,8±1,46 ^C	28,2±0,86 ^{a***A}	25,4±1,23 ^{a*ABC}	24,3±1,16 ^{aBC}	27,6±1,21 ^{a**AB}	23,1±1,41 ^C
3.Grup	20,1±1,11	23,2±1,10 ^{b**}	20,7±1,10 ^{b*}	20,8±1,29 ^b	21,2±0,89 ^{c**}	20,4±0,84

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.51: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde STK değerlerine etkisi (%).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	18,9±0,72 ^C	24,3±0,79 ^A	20,2±0,67 ^{BC}	20,3±0,77 ^{BC}	22,1±0,77 ^B	19,6±0,74 ^C
Y	18,9±0,72 ^C	23,0±0,79 ^B	25,5±0,70 ^{**A}	24,1±0,60 ^{**AB}	24,4±0,74 ^{*AB}	24,3±0,67 ^{**AB}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,001, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.11. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri

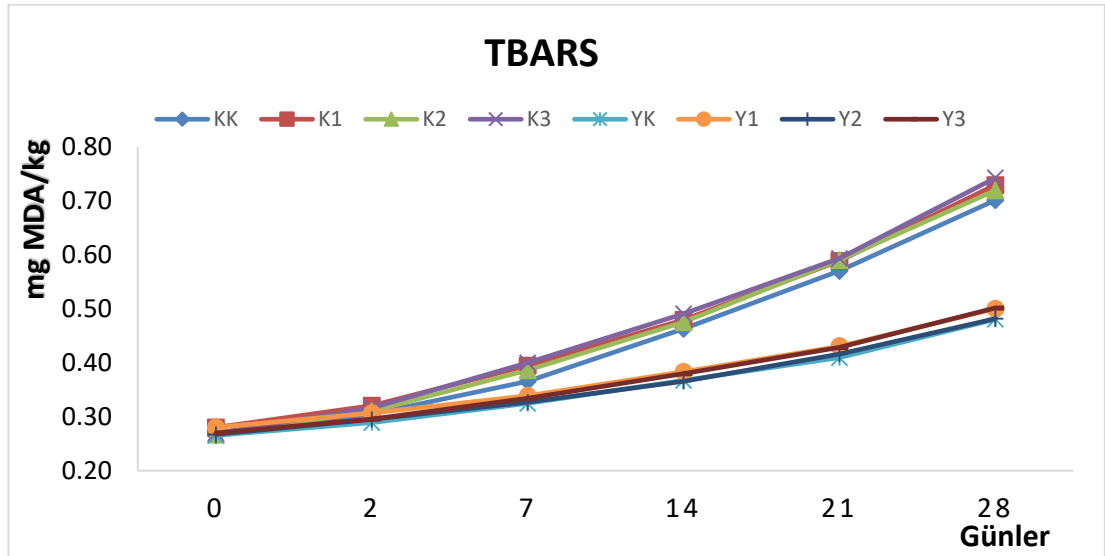
Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin TBARS değeri değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.52-3.54’de ve grafik Şekil 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.52: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,27±0,00 ^{bF}	0,31±0,00 ^{abE}	0,37±0,00 ^{bdD}	0,46±0,00 ^{bcC}	0,57±0,00 ^{bbB}	0,70±0,01 ^{baA}
	K1	0,28±0,00 ^{aF}	0,32±0,00 ^{aE}	0,40±0,01 ^{aD}	0,48±0,00 ^{abC}	0,59±0,01 ^{aB}	0,73±0,01 ^{aA}
	K2	0,27±0,00 ^{bF}	0,31±0,01 ^{abE}	0,39±0,00 ^{abD}	0,48±0,00 ^{abC}	0,59±0,00 ^{aB}	0,72±0,01 ^{abA}
	K3	0,27±0,00 ^{bF}	0,32±0,00 ^{aE}	0,40±0,01 ^{aD}	0,49±0,00 ^{aC}	0,59±0,00 ^{aB}	0,74±0,01 ^{aA}
Y	YK	0,27±0,00 ^{bF}	0,29±0,00 ^{cE}	0,33±0,01 ^{cD}	0,37±0,01 ^{cdC}	0,41±0,00 ^{dB}	0,48±0,01 ^{cA}
	Y1	0,28±0,00 ^{aF}	0,31±0,01 ^{abE}	0,34±0,01 ^{cD}	0,38±0,01 ^{cC}	0,43±0,01 ^{cB}	0,50±0,01 ^{cA}
	Y2	0,27±0,00 ^{bF}	0,30±0,01 ^{bcE}	0,33±0,01 ^{cD}	0,37±0,01 ^{dc}	0,42±0,01 ^{cdB}	0,48±0,01 ^{cA}
	Y3	0,27±0,00 ^{bF}	0,30±0,01 ^{bcE}	0,33±0,01 ^{cD}	0,38±0,01 ^{cdC}	0,43±0,01 ^{cB}	0,50±0,01 ^{cA}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et).

Çizelge 3.53: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,27±0,00 ^{b*E}	0,30±0,00 ^{bE}	0,35±0,01 ^D	0,42±0,01 ^C	0,49±0,02 ^B	0,59±0,02 ^A
1.Grup	0,28±0,00 ^{a*E}	0,31±0,00 ^{aE}	0,37±0,01 ^D	0,43±0,01 ^C	0,51±0,02 ^B	0,62±0,02 ^A
2.Grup	0,27±0,00 ^{b*E}	0,30±0,00 ^{abE}	0,36±0,01 ^D	0,42±0,01 ^C	0,50±0,02 ^B	0,60±0,03 ^A
3.Grup	0,27±0,00 ^{b*E}	0,31±0,00 ^{abE}	0,37±0,01 ^D	0,44±0,01 ^C	0,51±0,02 ^B	0,62±0,03 ^A

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001. n=24, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.54: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde TBARS değerlerine etkisi (mg MDA/kg et).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,27±0,00 ^F	0,31±0,00 ^{*E}	0,39±0,00 ^{*D}	0,48±0,00 ^{*C}	0,59±0,00 ^{*B}	0,72±0,00 ^{*A}
Y	0,27±0,00 ^F	0,30±0,00 ^E	0,33±0,01 ^D	0,37±0,00 ^C	0,42±0,00 ^B	0,49±0,00 ^A

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

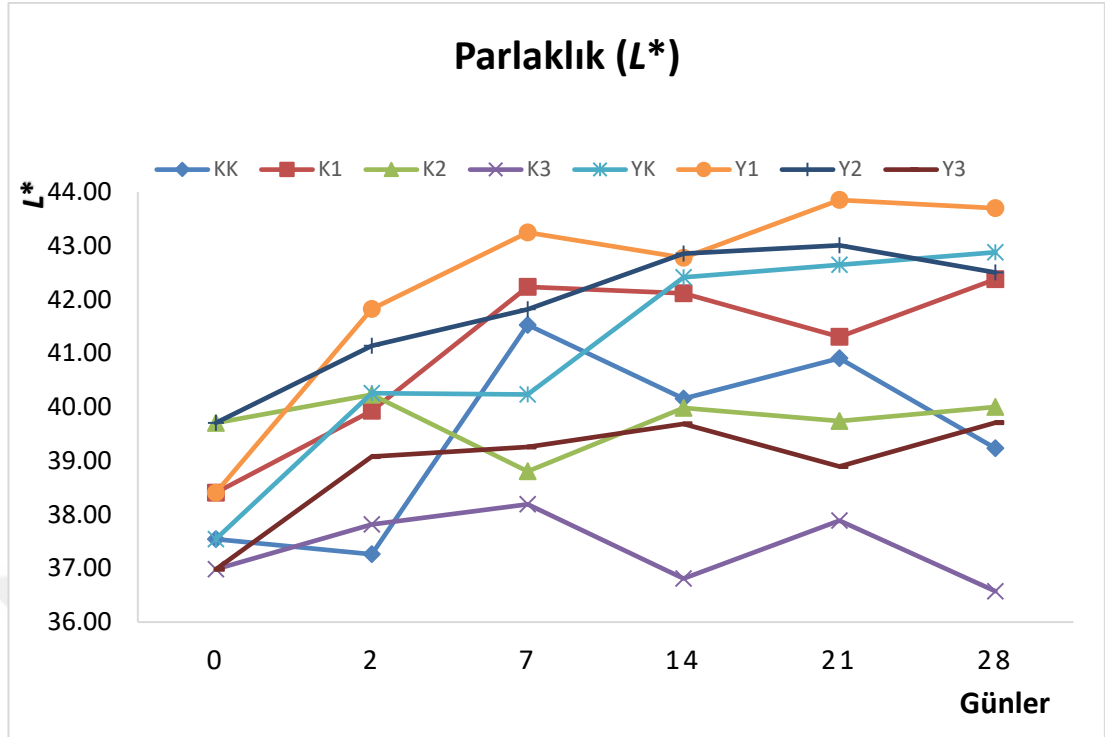
3.2.12. Renk Analizi

Enzim uygulamalarını takiben kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin L^* , a^* , b^* , C^* ve h^* değerleri değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.55-3.69'da ve grafikler Şekil 3.19-3.23'de verilmiştir.

Çizelge 3.55: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L^*).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	37,5±0,53 ^{bBC}	37,3±1,30 ^C	41,5±0,98 ^{abc*A}	40,2±0,92 ^{ab**AB}	40,9±0,91 ^{bc**A}	39,2±0,62 ^{c**ABC}
	K1	38,4±0,34 ^{abC}	39,9±0,72 ^{BC}	42,2±0,83 ^{ab*A}	42,1±0,56 ^{ab**A}	41,3±0,33 ^{abc**AB}	42,4±0,63 ^{ab**A}
	K2	39,7±0,84 ^a	40,2±1,27	38,8±0,11 ^{cd*}	40,0±1,02 ^{b**}	39,7±1,09 ^{cd**}	40,0±0,97 ^{bc**}
	K3	37,0±0,80 ^b	37,8±1,34	38,2±0,85 ^{d*}	36,8±0,89 ^{c**}	37,9±1,06 ^{d**}	36,6±1,07 ^{d**}
Y	YK	37,5±0,53 ^{bB}	40,3±1,03 ^A	40,2±0,84 ^{abcd*A}	42,4±1,22 ^{ab**A}	42,7±0,58 ^{ab**A}	42,9±0,72 ^{a**A}
	Y1	38,4±0,34 ^{abC}	41,8±0,60 ^B	43,3±0,65 ^{a*AB}	42,8±0,48 ^{a**AB}	43,9±0,58 ^{a**A}	43,7±0,50 ^{a**A}
	Y2	39,7±0,84 ^a	41,1±1,13	41,8±1,28 ^{abc*}	42,9±0,94 ^{a**}	43,0±1,03 ^{ab**}	42,5±0,79 ^{ab**}
	Y3	37,0±0,80 ^b	39,1±1,22	39,3±1,25 ^{bcd*}	39,7±0,93 ^{b**}	38,9±1,21 ^{cd**}	39,7±1,22 ^{c**}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L*).

Çizelge 3.56: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının parlaklık değerlerine etkisi (L*).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	37,5±0,37 ^{bc*B}	38,8±0,86 ^B	40,9±0,64 ^{abA}	41,3±0,78 ^{a*A}	41,8±0,55 ^{a*A}	41,1±0,56 ^{b*A}
1.Grup	38,4±0,24 ^{b*C}	40,9±0,49 ^B	42,7±0,53 ^{aA}	42,5±0,37 ^{a*A}	42,6±0,39 ^{a*A}	43,0±0,41 ^{a*A}
2.Grup	39,7±0,59 ^{a*}	40,7±0,84	40,3±0,88 ^{bc}	41,4±0,73 ^{a*}	41,4±0,79 ^{a*}	41,3±0,65 ^{b*}
3.Grup	37,0±0,56 ^{c*}	38,5±0,90	38,7±0,75 ^c	38,3±0,68 ^{b*}	38,4±0,80 ^{b*}	38,1±0,84 ^{c*}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=36, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.57: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde parlaklık değerlerine etkisi (L*).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	38,2±0,35 ^B	38,8±0,60 ^{AB}	40,2±0,51 ^A	39,8±0,48 ^A	40,0±0,47 ^A	39,6±0,48 ^{AB}
Y	38,2±0,35 ^C	40,6±0,52 ^{*B}	41,1±0,54 ^{AB}	41,9±0,48 ^{**AB}	42,1±0,49 ^{**A}	42,2±0,45 ^{***A}

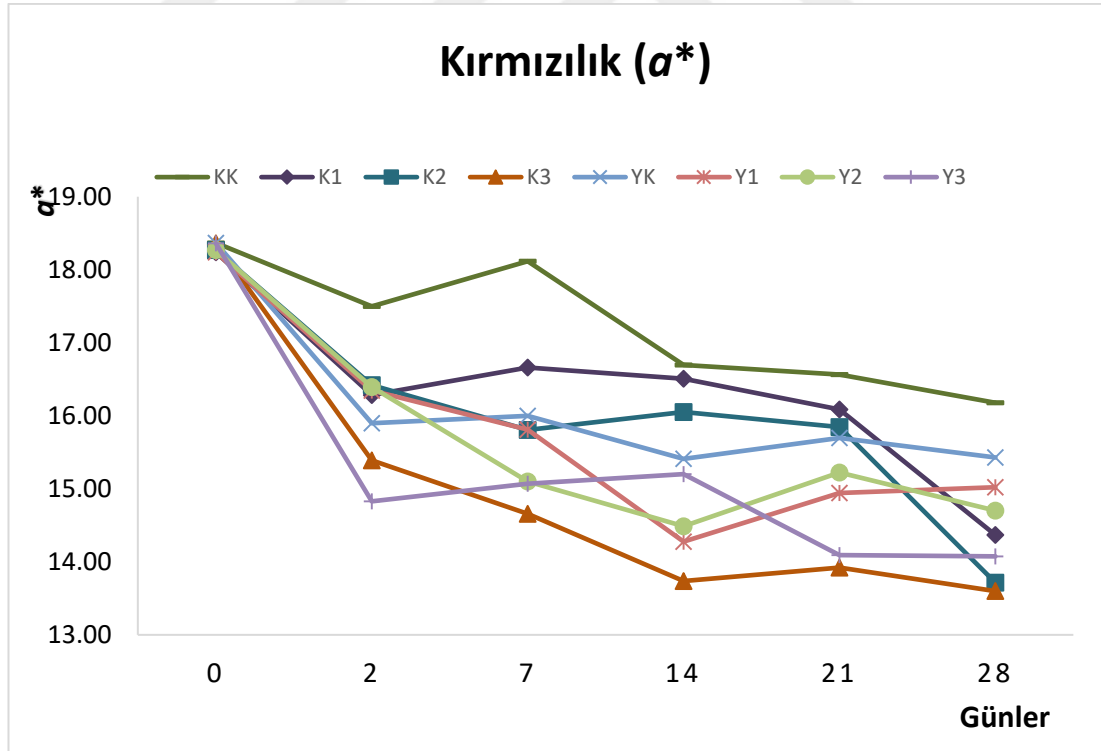
*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, ***: p<0,001, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.58: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (a^*).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	18,4±0,27 ^A	17,5±0,32 ^{aAB}	18,1±0,66 ^{a*A}	16,7±0,28 ^{a*BC}	16,6±0,32 ^{a*BC}	16,2±0,37 ^{a*C}
	K1	18,2±0,40 ^A	16,3±0,43 ^{abB}	16,7±0,50 ^{ab*B}	16,5±0,26 ^{a*B}	16,1±0,35 ^{ab*B}	14,4±0,28 ^{bcd*^C}
	K2	18,3±0,13 ^A	16,4±0,74 ^{abB}	15,8±0,31 ^{bc*B}	16,1±0,31 ^{ab*B}	15,9±0,48 ^{abc*B}	13,7±0,37 ^{de*C}
	K3	18,4±0,23 ^A	15,4±0,47 ^{bcB}	14,7±0,44 ^{c*BC}	13,7±0,28 ^{e*C}	13,9±0,28 ^{e*C}	13,6±0,35 ^{e*C}
Y	YK	18,4±0,27 ^A	15,9±0,40 ^{bcB}	16,0±0,70 ^{bc*B}	15,4±0,48 ^{bc*B}	15,7±0,27 ^{abc*B}	15,4±0,41 ^{ab*B}
	Y1	18,2±0,40 ^A	16,4±0,27 ^{abB}	15,8±0,56 ^{bc*BC}	14,3±0,37 ^{de*D}	14,9±0,36 ^{cd*CD}	15,0±0,46 ^{bc*CD}
	Y2	18,3±0,13 ^A	16,4±0,40 ^{abB}	15,1±0,52 ^{bc*C}	14,5±0,38 ^{cde*C}	15,2±0,30 ^{bc*C}	14,7±0,26 ^{bcd*C}
	Y3	18,4±0,23 ^A	14,8±0,29 ^{cB}	15,1±0,52 ^{bc*B}	15,2±0,48 ^{bcd*B}	14,1±0,33 ^{de*B}	14,1±0,27 ^{cde*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=18$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (a^*).

Çizelge 3.59: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının kırmızılık değerlerine etkisi (*a**).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	18,4±0,19 ^A	16,7±0,29 ^{aBC}	17,1±0,51 ^{aB}	16,1±0,29 ^{aC}	16,1±0,22 ^{a*C}	15,8±0,28 ^{a*C}
1.Grup	18,2±0,28 ^A	16,3±0,25 ^{aB}	16,2±0,38 ^{abBC}	15,4±0,29 ^{aCD}	15,5±0,26 ^{a*BCD}	14,7±0,27 ^{b*D}
2.Grup	18,3±0,09 ^A	16,4±0,41 ^{aB}	15,5±0,31 ^{bcC}	15,3±0,28 ^{abC}	15,5±0,28 ^{a*C}	14,2±0,24 ^{bc*D}
3.Grup	18,4±0,16 ^A	15,1±0,27 ^{bB}	14,9±0,34 ^{cB}	14,5±0,30 ^{bBC}	14,0±0,22 ^{b*C}	13,8±0,22 ^{c*C}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=36$, $\text{mean}\pm\text{SE}$.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.60: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde kırmızılık değerlerine etkisi (*a**).

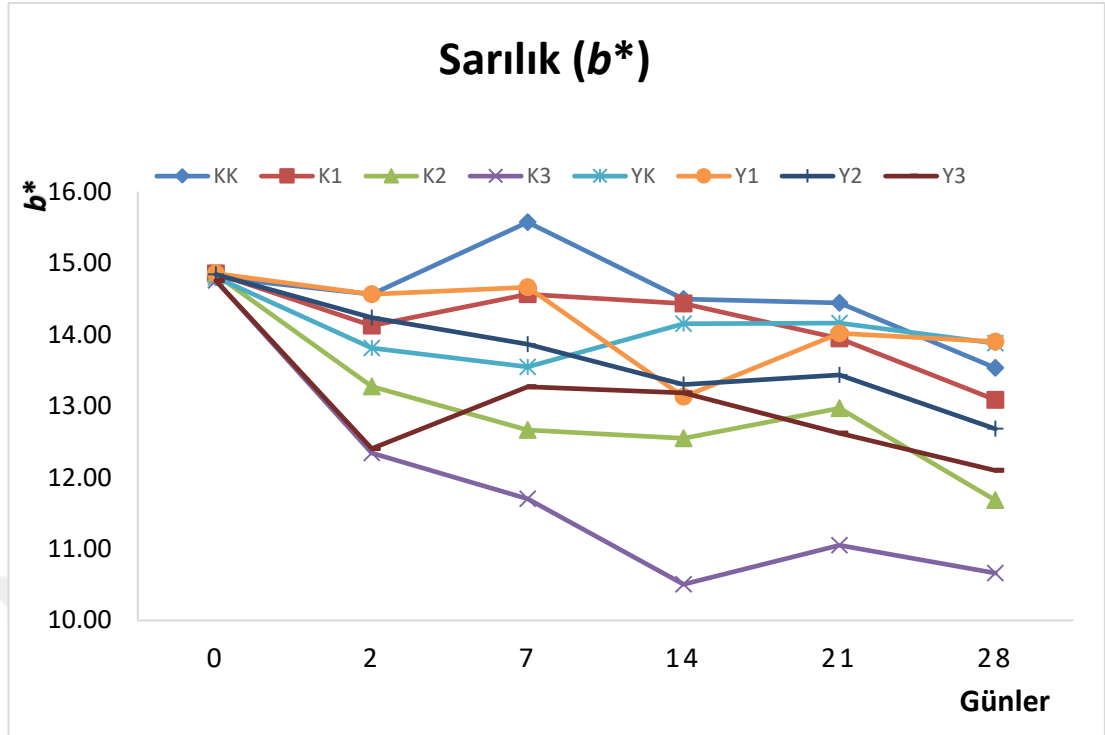
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	18,3±0,13 ^A	16,4±0,27 ^B	16,3±0,28 ^{*B}	15,8±0,20 ^{**BC}	15,6±0,22 ^{*C}	14,5±0,21 ^D
Y	18,3±0,13 ^A	15,9±0,18 ^B	15,5±0,29 ^{BC}	14,8±0,22 ^D	15,0±0,17 ^{CD}	14,8±0,19 ^D

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). **: $p<0,01$, $n=72$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.61: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde sarılık değerlerine etkisi (*b**).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	14,8±0,40	14,6±0,62 ^a	15,6±0,28 ^{a*}	14,5±0,53 ^{a*}	14,4±0,35 ^{a*}	13,5±0,32 ^{ab*}
	K1	14,9±0,37 ^A	14,1±0,41 ^{aA}	14,6±0,41 ^{ab*A}	14,4±0,24 ^{a*A}	13,9±0,36 ^{ab*AB}	13,1±0,28 ^{ab*B}
	K2	14,8±0,50 ^A	13,3±0,32 ^{abB}	12,7±0,29 ^{cd*BC}	12,6±0,26 ^{c*BC}	13,0±0,57 ^{bc*B}	11,7±0,26 ^{d*C}
	K3	14,8±0,68 ^A	12,3±0,53 ^{bB}	11,7±0,43 ^{d*BC}	10,5±0,38 ^{d*C}	11,1±0,38 ^{d*BC}	10,7±0,18 ^{e*C}
Y	YK	14,8±0,40	13,8±0,57 ^a	13,6±0,52 ^{bc*}	14,2±0,36 ^{ab*}	14,2±0,28 ^{ab*}	13,9±0,38 ^{a*}
	Y1	14,9±0,37 ^A	14,6±0,23 ^{aA}	14,7±0,42 ^{ab*A}	13,1±0,30 ^{bc*B}	14,0±0,34 ^{ab*AB}	13,9±0,41 ^{a*AB}
	Y2	14,8±0,50 ^A	14,2±0,47 ^{aAB}	13,9±0,38 ^{bc*ABC}	13,3±0,5 ^{abc*BC}	13,4±0,5 ^{abc*BC}	12,7±0,27 ^{bc*C}
	Y3	14,8±0,68 ^A	12,4±0,35 ^{bB}	13,3±0,51 ^{c*B}	13,2±0,55 ^{bc*B}	12,6±0,28 ^{c*B}	12,1±0,37 ^{cd*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=18$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde sarılıkdeğerlerine etkisi (b*).

Çizelge 3.62: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sarılık değerlerine etkisi (b*).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	14,8±0,28	14,2±0,42 ^a	14,6±0,34 ^a	14,3±0,32 ^a	14,3±0,22 ^a	13,7±0,25 ^a
1.Grup	14,9±0,26 ^A	14,3±0,23 ^{aABC}	14,6±0,29 ^{aAB}	13,8±0,22 ^{abCD}	14,0±0,25 ^{abBCD}	13,5±0,25 ^{aD}
2.Grup	14,8±0,35 ^A	13,8±0,29 ^{aB}	13,3±0,26 ^{bB}	12,9±0,29 ^{bBC}	13,2±0,37 ^{bB}	12,2±0,21 ^{bC}
3.Grup	14,8±0,48 ^A	12,4±0,31 ^{bBC}	12,5±0,35 ^{bB}	11,9±0,40 ^{cBC}	11,8±0,27 ^{cBC}	11,4±0,24 ^{cC}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,001). n=36, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.63: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde sarılık değerlerine etkisi (b*).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	14,81±0,25 ^A	13,58±0,26 ^B	13,62±0,25 ^B	13,00±0,27 ^B	13,10±0,26 ^B	12,24±0,19 ^C
Y	14,81±0,25 ^A	13,75±0,23 ^{BC}	13,84±0,23 ^B	13,44±0,22 ^{BC}	13,56±0,19 ^{BC}	13,14±0,20 ^{*C}

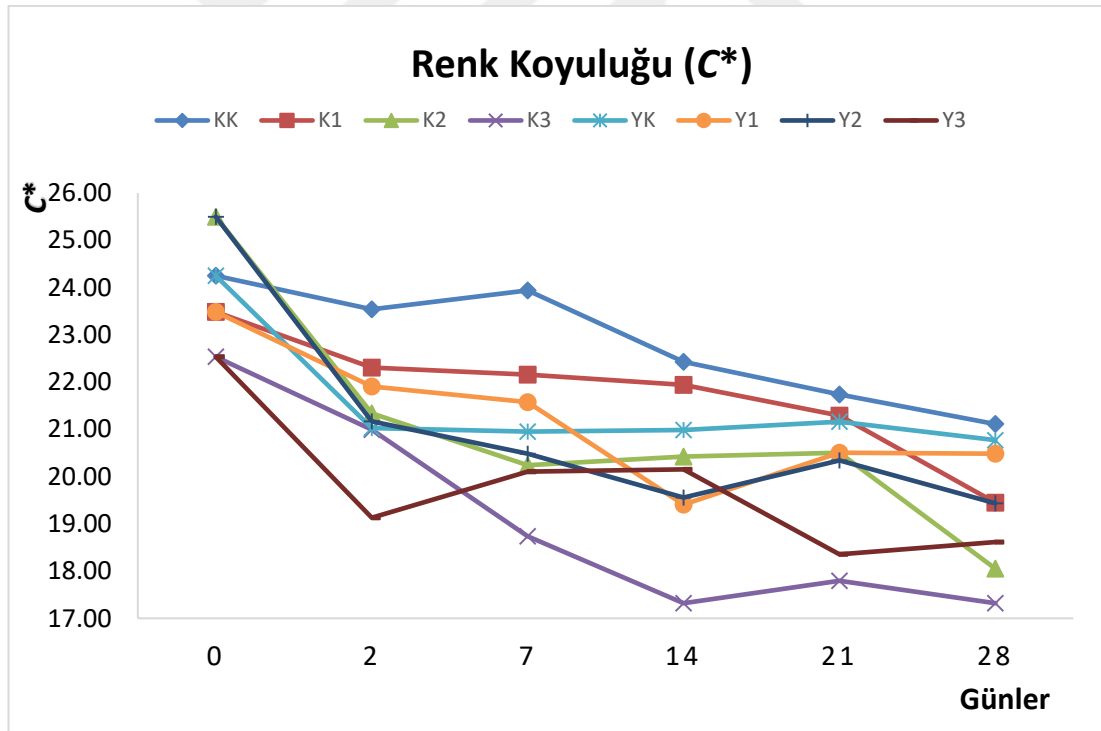
*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.64: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	24,3±0,46 ^{abA}	23,5±0,61 ^{a*AB}	23,9±0,61 ^{a*AB}	22,4±0,62 ^{a*BC}	21,7±0,53 ^{a*C}	21,1±0,56 ^{a*C}
	K1	23,5±0,56 ^{abA}	22,3±0,80 ^{ab*AB}	22,2±0,59 ^{ab*AB}	21,9±0,31 ^{a*AB}	21,3±0,49 ^{a*B}	19,5±0,35 ^{bc*C}
	K2	25,5±0,62 ^{aA}	21,3±0,68 ^{b*B}	20,2±0,72 ^{bc*B}	20,4±0,41 ^{b*B}	20,5±0,72 ^{a*B}	18,1±0,35 ^{cd*C}
	K3	22,5±0,89 ^{bA}	21,0±0,94 ^{b*A}	18,7±0,59 ^{c*B}	17,3±0,43 ^{c*B}	17,8±0,44 ^{b*B}	17,3±0,45 ^{d*B}
Y	YK	24,3±0,46 ^{abA}	21,0±0,61 ^{b*B}	21,0±0,84 ^{b*B}	21,0±0,45 ^{ab*B}	21,2±0,34 ^{a*B}	20,8±0,55 ^{ab*B}
	Y1	23,5±0,56 ^{abA}	21,9±0,30 ^{ab*B}	21,6±0,68 ^{b*B}	19,4±0,45 ^{b*C}	20,5±0,45 ^{a*BC}	20,5±0,61 ^{ab*BC}
	Y2	25,5±0,62 ^{aA}	21,2±0,39 ^{b*B}	20,5±0,50 ^{bc*BC}	19,6±0,59 ^{b*C}	20,3±0,51 ^{a*BC}	19,4±0,32 ^{bc*C}
	Y3	22,5±0,89 ^{bA}	19,1±0,37 ^{c*B}	20,1±0,62 ^{bc*B}	20,2±0,69 ^{b*B}	18,4±0,54 ^{b*B}	18,6±0,53 ^{cd*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). *: $p<0,001$, $n=18$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C^*).

Çizelge 3.65: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının renk koyuluğu değerlerine etkisi (C*).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	24,3±0,32 ^{ab*A}	22,3±0,47 ^{aB}	22,5±0,57 ^{a*B}	21,7±0,40 ^{a*BC}	21,5±0,31 ^{a*BC}	20,9±0,39 ^{a*C}
1.Grup	23,5±0,39 ^{bc*A}	22,1±0,42 ^{aB}	21,9±0,45 ^{a*BC}	20,7±0,34 ^{ab*D}	20,9±0,33 ^{a*CD}	20,0±0,36 ^{b*D}
2.Grup	25,5±0,43 ^{a*A}	21,3±0,39 ^{abB}	20,4±0,43 ^{b*BC}	20,0±0,36 ^{b*C}	20,4±0,44 ^{a*BC}	18,7±0,26 ^{c*D}
3.Grup	22,5±0,62 ^{c*A}	20,1±0,52 ^{bB}	19,4±0,44 ^{b*BC}	18,7±0,47 ^{c*BCD}	18,1±0,35 ^{b*CD}	18,0±0,36 ^{c*D}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=36, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.66: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde renk koyuluğu değerlerine etkisi (C*).

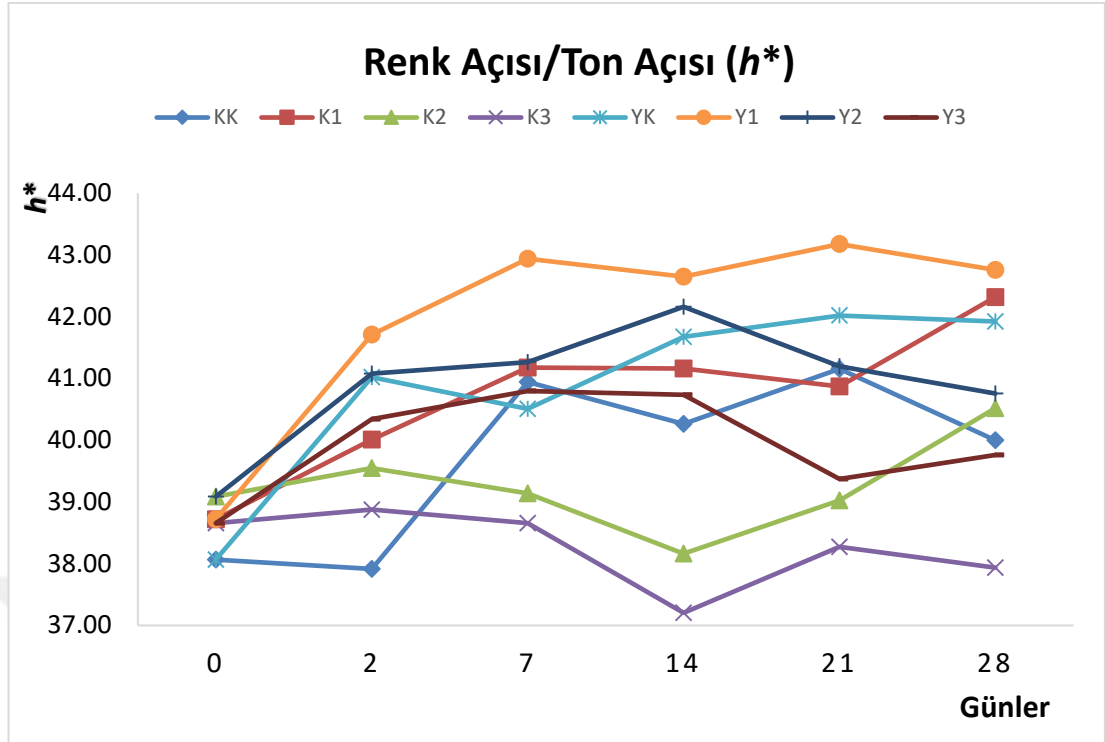
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	23,94±0,34 ^A	22,04±0,40 ^{**B}	21,27±0,39 ^{BC}	20,53±0,33 ^C	20,33±0,33 ^C	18,98±0,27 ^D
Y	23,94±0,34 ^A	20,81±0,24 ^B	20,78±0,33 ^B	20,03±0,28 ^{BC}	20,09±0,26 ^{BC}	19,83±0,27 ^{*C}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.67: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h*).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	38,1±0,51 ^B	37,9±1,11 ^B	40,9±0,90 ^{abcA}	40,3±0,87 ^{b*AB}	41,2±0,68 ^{abc*A}	40,0±0,51 ^{cd*AB}
	K1	38,7±0,36 ^C	40,0±0,59 ^{BC}	41,2±0,69 ^{abAB}	41,2±0,43 ^{ab*AB}	40,9±0,29 ^{bc*AB}	42,3±0,54 ^{ab*A}
	K2	39,1±0,34	39,6±1,02	39,1±0,73 ^{bc}	38,2±0,94 ^{c*}	39,0±0,77 ^{cd*}	40,5±0,87 ^{bc*}
	K3	38,7±0,61	38,9±0,90	38,7±0,66 ^c	37,2±0,75 ^{c*}	38,3±0,70 ^{d*}	37,9±0,96 ^{d*}
Y	YK	38,1±0,51 ^B	41,0±1,00 ^A	40,5±0,75 ^{abcA}	41,7±0,84 ^{ab*A}	42,0±0,60 ^{ab*A}	41,9±0,59 ^{abc*A}
	Y1	38,7±0,36 ^B	41,7±0,50 ^A	42,9±0,52 ^{aA}	42,7±0,51 ^{a*A}	43,2±0,59 ^{a*A}	42,8±0,56 ^{a*A}
	Y2	39,1±0,34	41,1±0,90	41,3±0,86 ^{ab}	42,2±0,65 ^{ab*}	41,2±0,87 ^{abc*}	40,8±0,61 ^{abc*}
	Y3	38,7±0,61	40,3±0,75	40,8±1,09 ^{abc}	40,7±0,77 ^{ab*}	39,4±0,92 ^{cd*}	39,8±0,88 ^{cd*}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*).

Çizelge 3.68: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	38,1±0,35 ^C	39,5±0,78 ^{BC}	40,7±0,58 ^{abAB}	41,0±0,61 ^{ab*AB}	41,6±0,45 ^{a**A}	41,0±0,42 ^{b**AB}
1.Grup	38,7±0,25 ^C	40,9±0,41 ^B	42,1±0,45 ^{aA}	41,9±0,35 ^{a*AB}	42,0±0,38 ^{a**A}	42,5±0,39 ^{a**A}
2.Grup	39,1±0,24	40,3±0,68	40,2±0,58 ^b	40,2±0,66 ^{bc*}	40,1±0,60 ^{b**}	40,6±0,52 ^{b**}
3.Grup	38,7±0,42	39,6±0,59	39,7±0,66 ^b	39,0±0,61 ^{c*}	38,8±0,58 ^{b**}	38,9±0,66 ^{c**}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$ **: $p<0,001$, $n=36$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.69: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinde renk açısı/ton açısı değerlerine etkisi (h^*).

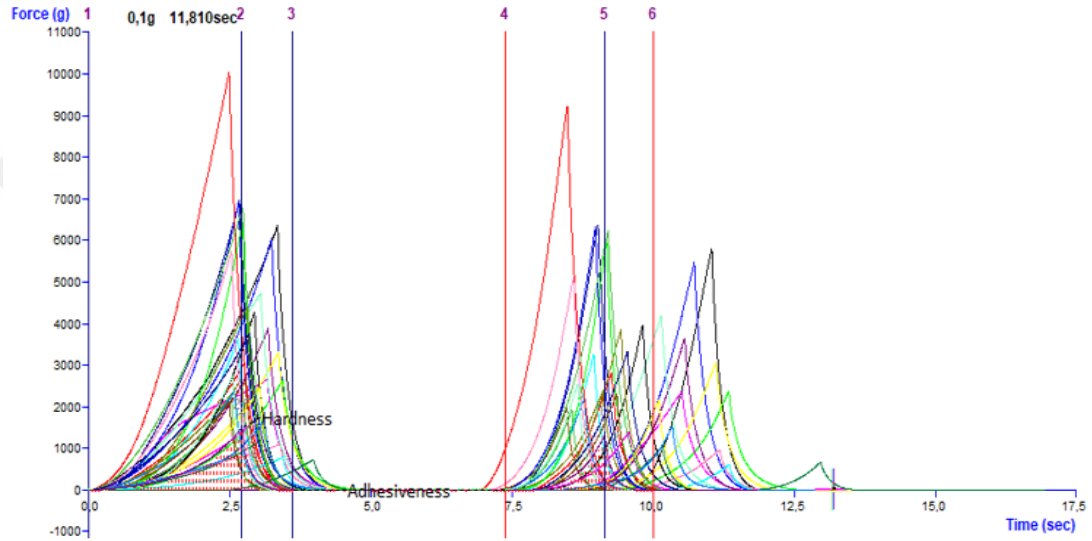
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	38,63±0,23 ^B	39,09±0,46 ^{AB}	39,98±0,39 ^A	39,20±0,42 ^{AB}	39,83±0,34 ^A	40,19±0,41 ^A
Y	38,63±0,23 ^B	41,04±0,40 ^{**A}	41,38±0,42 ^{*A}	41,80±0,35 ^{***A}	41,44±0,41 ^{**A}	41,30±0,36 ^{*A}

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). **: $p<0,01$, ***: $p<0,001$, $n=72$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.2.13. Tekstür Profil Analizi

Proteolitik enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin TPA; sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (springiness), iç yapışkanlık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) değerleri değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.70-3.90’da ve grafikler Şekil 3.24-3.31’de verilmiştir.



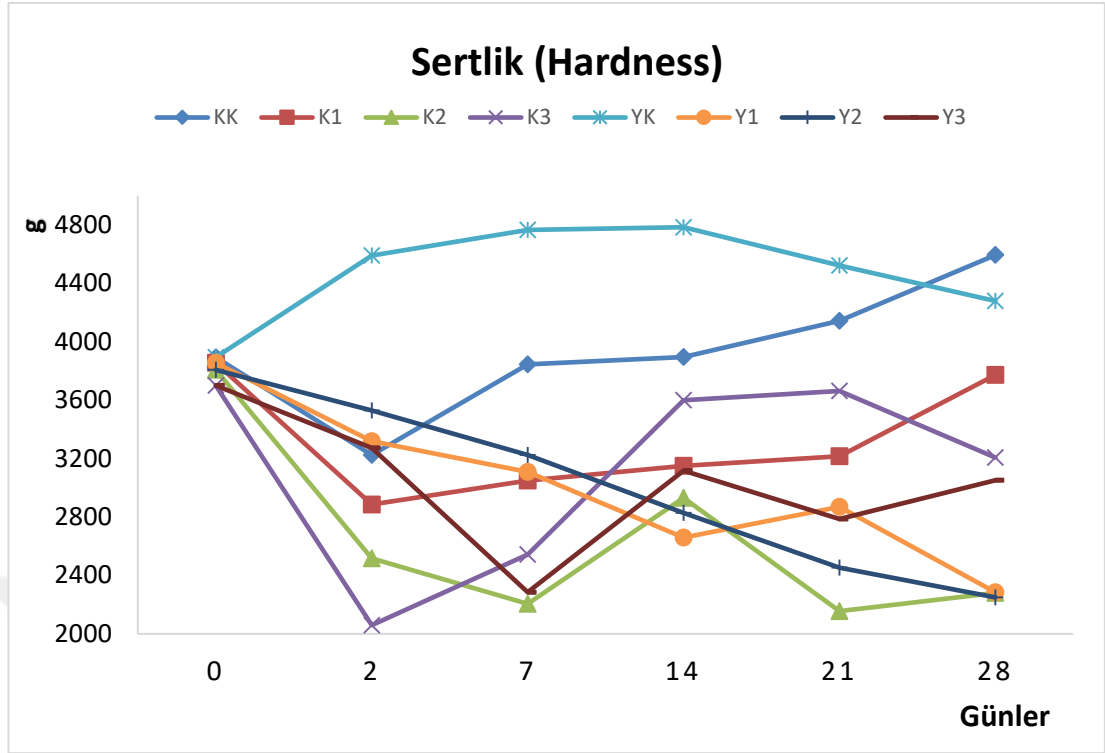
Şekil 3.24: TA.XT plus tekstür analiz cihazı TPA grafiklerinin topluca gösterimi.

Çizelge 3.70: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	3894±193	3225±396 ^{abc*}	3846±410 ^{ab*}	3895±482 ^{ab}	4142±400 ^{ab*}	4594±460 ^{a**}
	K1	3855±543	2886±300 ^{bc*}	3051±443 ^{bc*}	3151±469 ^b	3216±693 ^{abcd*}	3773±337 ^{abc**}
	K2	3807±489 ^A	2517±305 ^{bc*B}	2206±254 ^{c*B}	2931±430 ^{bAB}	2156±378 ^{d*B}	2281±239 ^{d**B}
	K3	3701±509 ^A	2060±258 ^{c*B}	2542±435 ^{bc*AB}	3599±395 ^{abA}	3664±394 ^{abc*A}	3207±539 ^{bcd**AB}
Y	YK	3894±193	4592±566 ^{a*}	4767±829 ^{a*}	4785±460 ^a	4523±590 ^{a*}	4278±371 ^{ab**}
	Y1	3855±543	3320±384 ^{abc*}	3108±441 ^{bc*}	2659±341 ^b	2869±338 ^{bcd*}	2285±358 ^{d**}
	Y2	3807±489	3530±649 ^{ab*}	3225±398 ^{bc*}	2828±497 ^b	2453±334 ^{cd*}	2250±389 ^{d**}
	Y3	3701±509	3272±507 ^{abc*}	2285±257 ^{c*}	3117±450 ^b	2786±448 ^{bcd*}	3051±410 ^{cd**}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g).

Çizelge 3.71: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sertlik değerlerine etkisi (g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	3894±133	3908±367	4307±462 ^a	4340±339 ^a	4333±351 ^{a*}	4436±291 ^{a*}
1.Grup	3855±376	3103±243	3080±306 ^b	2905±288 ^b	3042±379 ^{b*}	3029±286 ^{bc*}
2.Grup	3807±338 ^A	3024±366 ^{AB}	2715±254 ^{bB}	2879±322 ^{bB}	2304±248 ^{b*B}	2265±223 ^{c*B}
3.Grup	3701±352 ^A	2666±305 ^B	2414±248 ^{bB}	3358±297 ^{bAB}	3225±306 ^{b*AB}	3129±332 ^{b*AB}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.72: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sertlik değerlerine etkisi (g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	3814±221 ^A	2672±167 ^C	2911±211 ^{BC}	3394±222 ^{AB}	3295±258 ^{ABC}	3464±233 ^{AB}
Y	3814±221	3678±270 [*]	3346±286	3347±246	3158±243	2966±221

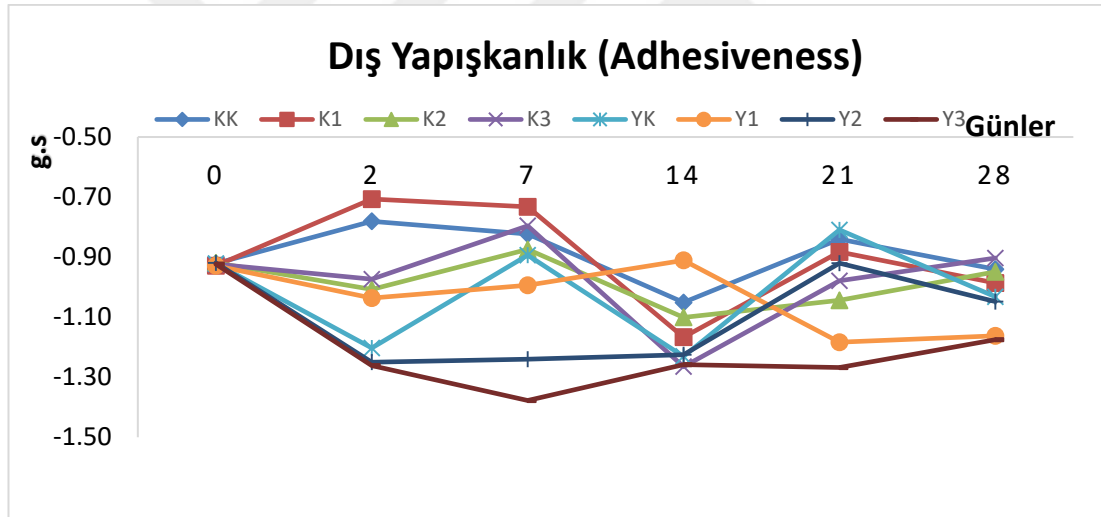
*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.73: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	-0,92±0,15	-0,78±0,13	-0,82±0,11 ^a	-1,05±0,12	-0,84±0,12	-0,94±0,11
	K1	-0,93±0,17	-0,71±0,11	-0,73±0,07 ^a	-1,17±0,14	-0,88±0,15	-0,99±0,17
	K2	-0,92±0,15	-1,01±0,14	-0,87±0,12 ^a	-1,10±0,18	-1,04±0,13	-0,95±0,17
	K3	-0,92±0,07	-0,97±0,14	-0,80±0,10 ^a	-1,27±0,14	-0,98±0,17	-0,90±0,15
Y	YK	-0,92±0,15	-1,20±0,14	-0,89±0,12 ^a	-1,23±0,24	-0,81±0,11	-1,03±0,16
	Y1	-0,93±0,17	-1,04±0,12	-0,99±0,10 ^{ab}	-0,91±0,07	-1,18±0,16	-1,16±0,17
	Y2	-0,92±0,15	-1,25±0,26	-1,24±0,11 ^{bc}	-1,23±0,13	-0,92±0,13	-1,05±0,13
	Y3	-0,92±0,07	-1,26±0,13	-1,38±0,14 ^c	-1,26±0,19	-1,27±0,30	-1,18±0,14

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.



Şekil 3.26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s).

Çizelge 3.74: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	-0,92±0,11	-0,99±0,11	-0,86±0,08	-1,14±0,13	-0,82±0,08	-0,99±0,10
1.Grup	-0,93±0,12	-0,87±0,09	-0,86±0,07	-1,04±0,08	-1,03±0,11	-1,07±0,12
2.Grup	-0,92±0,10	-1,13±0,15	-1,06±0,09	-1,16±0,11	-0,98±0,09	-1,00±0,11
3.Grup	-0,92±0,05	-1,12±0,10	-1,09±0,10	-1,26±0,11	-1,12±0,17	-1,04±0,10

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). n=24, mean±SE.

Çizelge 3.75: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi (g.s).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	-0,92±0,07 ^A	-0,87±0,07 ^A	-0,81±0,05 ^A	-1,15±0,07 ^B	-0,94±0,07 ^A	-0,94±0,07 ^A
Y	-0,92±0,07	-1,19±0,09*	-1,13±0,06**	-1,16±0,08	-1,05±0,10	-1,10±0,07

*: Aynı sütundaki farklı değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). **: p<0,001, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

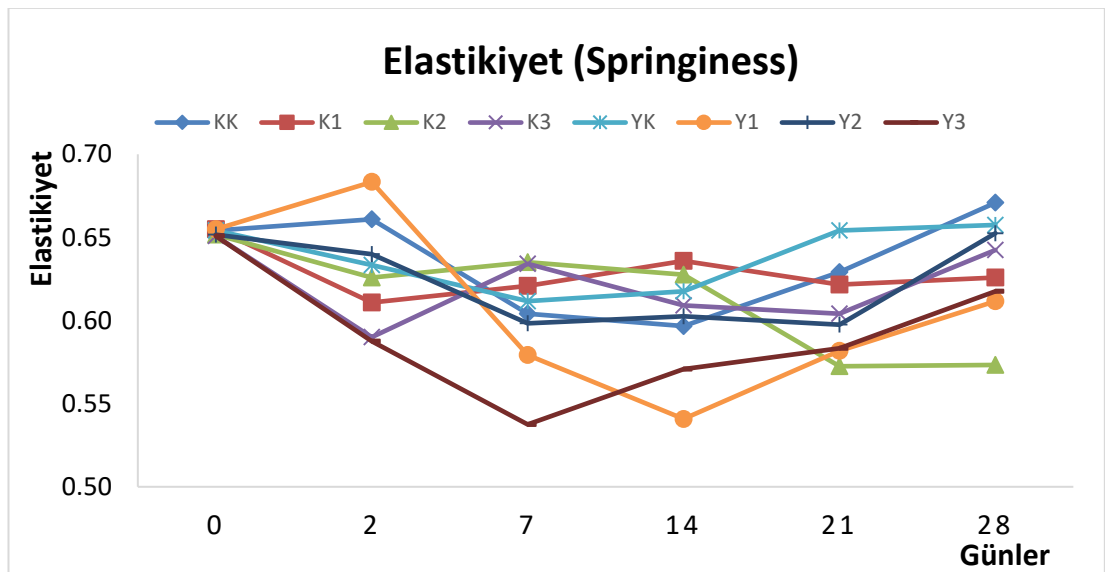
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.76: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,65±0,01	0,66±0,03	0,60±0,02	0,60±0,02 ^{ab}	0,63±0,02	0,67±0,03
	K1	0,66±0,02	0,61±0,02	0,62±0,02	0,64±0,02 ^a	0,62±0,02	0,63±0,02
	K2	0,65±0,01	0,63±0,05	0,64±0,03	0,63±0,02 ^a	0,57±0,03	0,57±0,02
	K3	0,65±0,01	0,59±0,03	0,63±0,03	0,61±0,02 ^a	0,60±0,04	0,64±0,03
Y	YK	0,65±0,01	0,63±0,02	0,61±0,02	0,62±0,01 ^a	0,65±0,02	0,66±0,02
	Y1	0,66±0,02 ^{AB}	0,68±0,03 ^A	0,58±0,02 ^{BC}	0,54±0,02 ^{bC}	0,58±0,04 ^{BC}	0,61±0,04 ^{ABC}
	Y2	0,65±0,01	0,64±0,01	0,60±0,03	0,60±0,03 ^{ab}	0,60±0,03	0,65±0,02
	Y3	0,65±0,01 ^A	0,59±0,03 ^{BC}	0,54±0,02 ^C	0,57±0,02 ^{abBC}	0,58±0,02 ^{BC}	0,62±0,02 ^{AB}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi.

Çizelge 3.77: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının elastikiyet değerlerine etkisi.

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,65±0,01 ^A	0,65±0,02 ^{AB}	0,61±0,01 ^B	0,61±0,01 ^B	0,64±0,01 ^{AB}	0,66±0,02 ^A
1.Grup	0,66±0,01	0,65±0,02	0,60±0,02	0,59±0,02	0,60±0,02	0,62±0,02
2.Grup	0,65±0,01	0,63±0,02	0,62±0,02	0,62±0,02	0,59±0,02	0,61±0,02
3.Grup	0,65±0,01 ^A	0,59±0,02 ^B	0,59±0,02 ^B	0,59±0,02 ^B	0,59±0,02 ^B	0,63±0,02 ^{AB}

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). $n=24$, $\text{mean}\pm\text{SE}$.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.78: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin elastikiyet değerlerine etkisi.

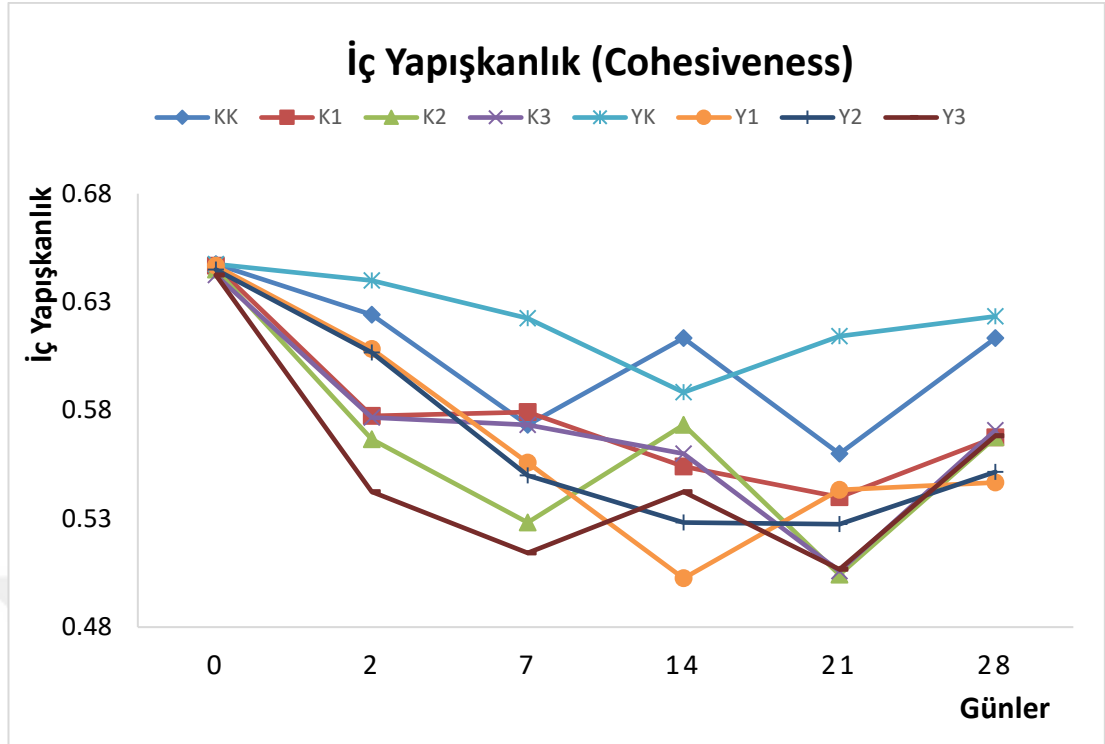
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,65±0,01	0,62±0,02	0,62±0,01 [*]	0,62±0,01 [*]	0,61±0,01	0,63±0,01
Y	0,65±0,01 ^A	0,64±0,01 ^{AB}	0,58±0,01 ^C	0,58±0,01 ^C	0,60±0,02 ^{BC}	0,63±0,01 ^{AB}

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). $n=48$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.79: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,65±0,01 ^A	0,62±0,02 ^A	0,57±0,01 ^{abBC}	0,61±0,02 ^{a*AB}	0,56±0,02 ^{abC}	0,61±0,02 ^{AB}
	K1	0,65±0,01 ^A	0,58±0,03 ^B	0,58±0,02 ^{abB}	0,55±0,02 ^{abc*B}	0,54±0,02 ^{bbB}	0,57±0,02 ^B
	K2	0,65±0,01 ^A	0,57±0,03 ^{AB}	0,53±0,03 ^{bbB}	0,57±0,02 ^{ab*AB}	0,50±0,03 ^{bbB}	0,57±0,03 ^{AB}
	K3	0,64±0,01 ^A	0,58±0,02 ^B	0,57±0,02 ^{abB}	0,56±0,02 ^{abc*BC}	0,51±0,03 ^{bcC}	0,57±0,02 ^B
Y	YK	0,65±0,01	0,64±0,02	0,62±0,01 ^a	0,59±0,01 ^{ab*}	0,61±0,01 ^a	0,62±0,01
	Y1	0,65±0,01 ^A	0,61±0,03 ^{AB}	0,56±0,02 ^{abBC}	0,50±0,02 ^{c*C}	0,54±0,02 ^{bbC}	0,55±0,03 ^{BC}
	Y2	0,65±0,01 ^A	0,61±0,02 ^{AB}	0,55±0,02 ^{bbC}	0,53±0,02 ^{bc*C}	0,53±0,02 ^{bcC}	0,55±0,02 ^{BC}
	Y3	0,64±0,01 ^A	0,54±0,03 ^B	0,51±0,03 ^{bbB}	0,54±0,02 ^{bc*B}	0,51±0,02 ^{bbB}	0,57±0,02 ^B

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$, $n=12$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi.

Çizelge 3.80: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının iç yapışkanlık değerlerine etkisi.

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,65±0,01 ^A	0,63±0,01 ^{aAB}	0,60±0,01 ^{aC}	0,60±0,01 ^{a*BC}	0,59±0,01 ^{a*C}	0,62±0,01 ^{aABC}
1.Grup	0,65±0,01 ^A	0,59±0,02 ^{abB}	0,57±0,02 ^{abBC}	0,53±0,02 ^{b*C}	0,54±0,02 ^{b*C}	0,56±0,02 ^{bBC}
2.Grup	0,65±0,01 ^A	0,59±0,02 ^{abB}	0,54±0,02 ^{bBC}	0,55±0,02 ^{b*BC}	0,52±0,02 ^{b*C}	0,56±0,02 ^{bBC}
3.Grup	0,64±0,01 ^A	0,56±0,02 ^{bb}	0,54±0,02 ^{bBC}	0,55±0,01 ^{b*BC}	0,51±0,02 ^{b*C}	0,57±0,01 ^{bb}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$, $n=24$, $\text{mean}\pm\text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.81: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi.

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,65±0,01 ^A	0,59±0,01 ^B	0,56±0,01 ^B	0,58±0,01 ^{*B}	0,53±0,01 ^C	0,58±0,01 ^B
Y	0,65±0,01 ^A	0,60±0,01 ^B	0,56±0,01 ^C	0,54±0,01 ^C	0,55±0,01 ^C	0,57±0,01 ^{BC}

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). $n=48$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

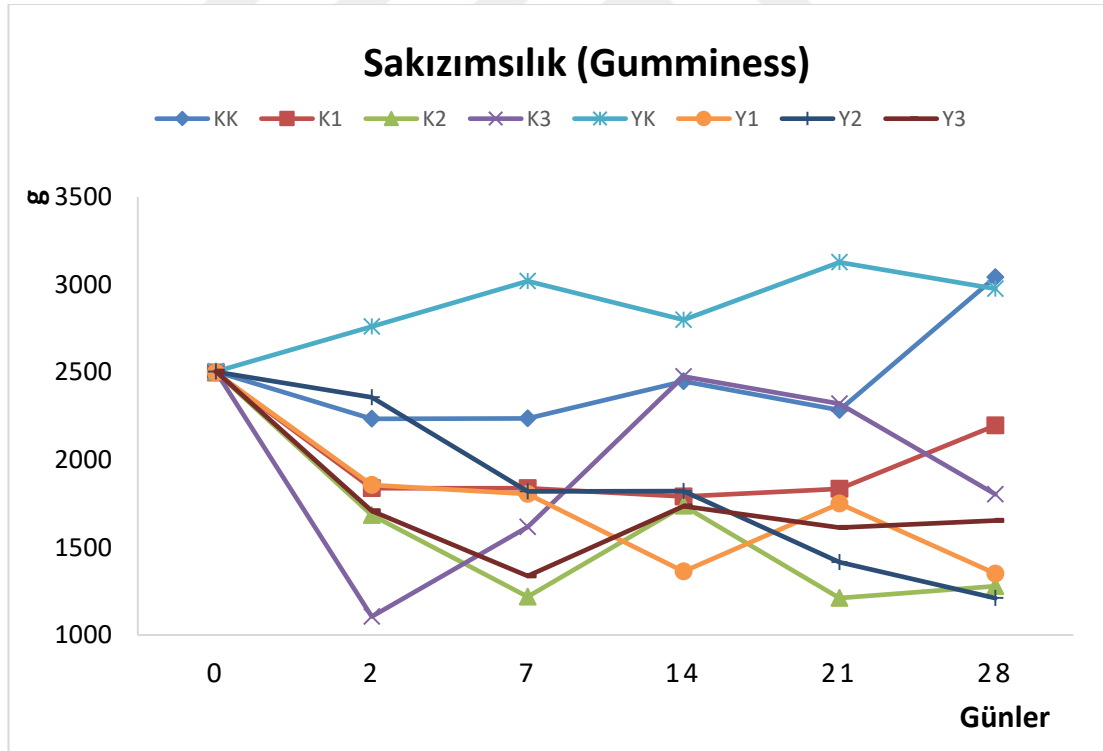
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.82: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	2503±160	2234±327 ^{ab}	2236±268 ^{b*}	2447±187 ^{ab}	2284±195 ^{b*}	3042±303 ^{a*}
	K1	2497±414	1837±200 ^{bc}	1837±269 ^{bc*}	1791±257 ^{bc}	1835±327 ^{bc*}	2197±201 ^{b*}
	K2	2502±373 ^A	1684±245 ^{bcB}	1218±185 ^{c*B}	1737±231 ^{bcB}	1211±143 ^{c*B}	1279±141 ^{c*B}
	K3	2505±406 ^A	1105±166 ^{cC}	1616±213 ^{bc*BC}	2475±330 ^{abA}	2320±220 ^{b*AB}	1804±243 ^{bc*ABC}
Y	YK	2503±160	2761±428 ^a	3020±318 ^{a*}	2799±267 ^a	3127±376 ^{a*}	2977±361 ^{a*}
	Y1	2497±414 ^A	1857±298 ^{bcAB}	1804±257 ^{bc*AB}	1362±189 ^{cB}	1750±185 ^{bc*AB}	1351±221 ^{c*B}
	Y2	2502±373 ^A	2357±308 ^{abA}	1819±227 ^{bc*AB}	1822±332 ^{bcAB}	1415±182 ^{c*B}	1210±169 ^{c*B}
	Y3	2505±406	1708±230 ^{bc}	1337±128 ^{c*}	1736±292 ^{bc}	1612±221 ^{bc*}	1654±181 ^{bc*}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g).

Çizelge 3.83: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sakızimsılık değerlerine etkisi (g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	2503±110	2497±269 ^a	2628±219 ^{a*}	2623±163 ^a	2706±225 ^{a*}	3010±231 ^{a*}
1.Grup	2497±286 ^A	1847±175 ^{bcB}	1821±182 ^{b*B}	1576±162 ^{bB}	1793±184 ^{bc*B}	1774±171 ^{b*B}
2.Grup	2502±258 ^A	2020±205 ^{abAB}	1519±156 ^{b*BC}	1779±198 ^{bBC}	1313±115 ^{c*C}	1245±108 ^{c*C}
3.Grup	2505±281 ^A	1406±152 ^{cC}	1477±125 ^{b*C}	2105±229 ^{abAB}	1966±169 ^{b*ABC}	1729±149 ^{b*BC}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=24, mean±SE.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.84: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sakızimsılık değerlerine etkisi (g).

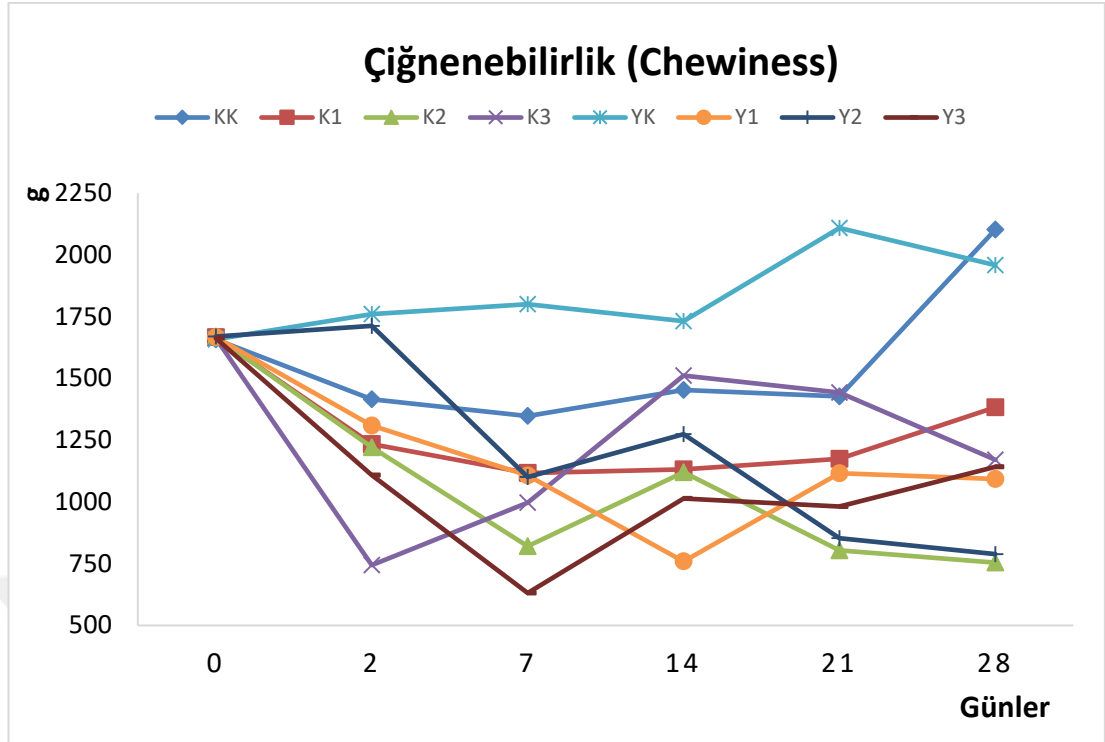
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	2502±171 ^A	1715±131 ^B	1727±126 ^B	2112±134 ^{AB}	1913±130 ^B	2080±145 ^B
Y	2502±171 ^A	2170±168 ^{*AB}	1995±148 ^B	1930±154 ^B	1976±157 ^B	1798±156 ^B

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.85: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	1658±145 ^{AB}	1416±223 ^{abB}	1348±164 ^{b*B}	1453±208 ^{abB}	1428±116 ^{b*B}	2103±147 ^{a*A}
	K1	1667±236	1234±179 ^{abc}	1117±144 ^{bc*}	1132±185 ^{abc}	1174±146 ^{bc*}	1383±168 ^{b*}
	K2	1669±256 ^A	1221±181 ^{abcAB}	821±96 ^{cd*B}	1120±209 ^{abcB}	803±81 ^{c*B}	754±95 ^{c*B}
	K3	1663±224 ^A	744±91 ^{cC}	998±110 ^{bcd*BC}	1512±255 ^{abAB}	1443±183 ^{b*AB}	1170±159 ^{bc*ABC}
Y	YK	1658±145	1760±248 ^a	1801±190 ^{a*}	1732±179 ^a	2109±173 ^{a*}	1959±189 ^{a*}
	Y1	1667±236 ^A	1310±215 ^{abcAB}	1107±106 ^{bc*BC}	759±106 ^{cC}	1116±106 ^{bc*BC}	1093±197 ^{bc*BC}
	Y2	1669±256 ^A	1713±214 ^{abA}	1100±123 ^{bc*B}	1274±201 ^{abcAB}	853±106 ^{c*B}	789±97 ^{c*B}
	Y3	1663±224 ^A	1108±182 ^{bcBC}	631±51 ^{d*C}	1014±187 ^{bcBC}	981±114 ^{c*BC}	1142±114 ^{bc*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g).

Çizelge 3.86: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	1658±100	1588±167 ^{a*}	1574±131 ^{a**}	1592±137 ^a	1768±124 ^{a**}	2031±118 ^{a**}
1.Grup	1667±163 ^A	1272±137 ^{ab*B}	1112±88 ^{b**B}	946±111 ^{bB}	1145±88 ^{b**B}	1238±130 ^{b**B}
2.Grup	1669±177 ^A	1467±146 ^{a*AB}	961±82 ^{bc**CD}	1197±143 ^{abBC}	828±65 ^{c**D}	772±66 ^{c**D}
3.Grup	1663±155 ^A	926±106 ^{b*BC}	814±71 ^{c**C}	1263±163 ^{abB}	1212±116 ^{b**B}	1156±96 ^{b**BC}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$ **: $p<0,001$, $n=24$, $\text{mean}\pm\text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.87: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin çiğnenebilirlik değerlerine etkisi (g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	1664±106 ^A	1154±92 ^B	1071±69 ^B	1304±108 ^B	1212±76 ^B	1353±100 ^B
Y	1664±106 ^A	1473±112 ^{*AB}	1160±87 ^C	1195±98 ^{BC}	1265±95 ^{BC}	1246±98 ^{BC}

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). $n=48$, $\text{mean}\pm\text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

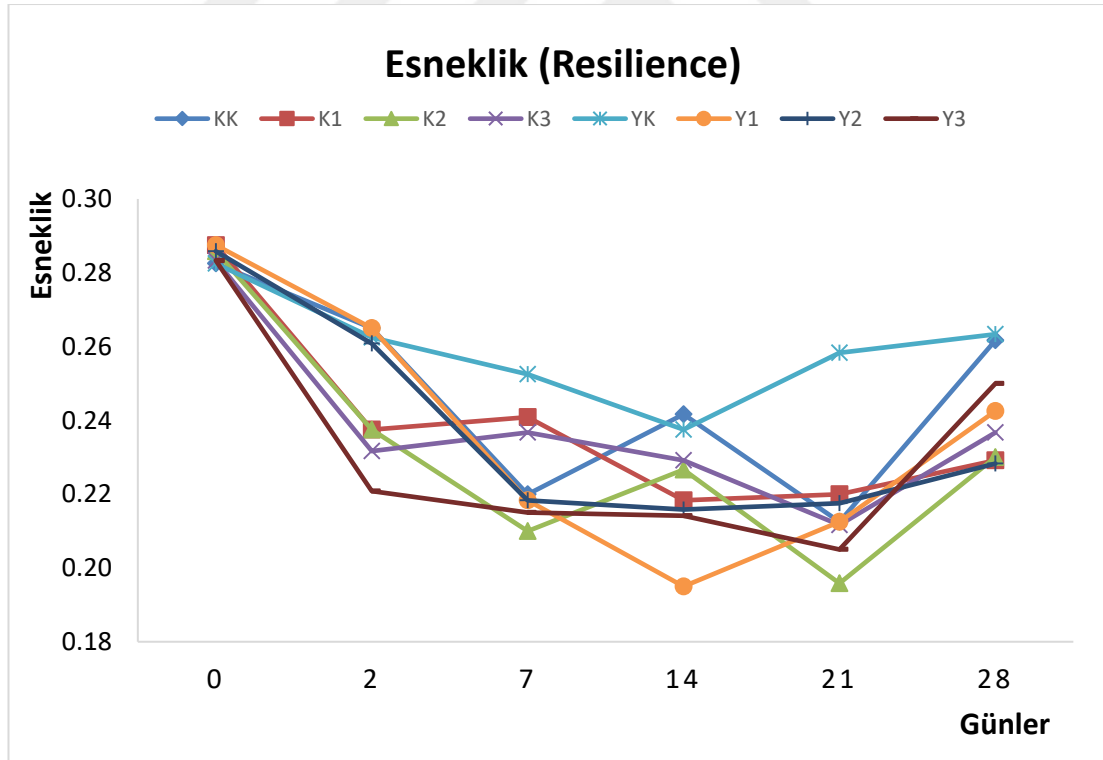
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.88: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	0,28±0,01 ^A	0,27±0,01 ^{AB}	0,22±0,01 ^C	0,24±0,01 ^{BC}	0,21±0,01 ^C	0,26±0,01 ^{AB}
	K1	0,29±0,02 ^A	0,24±0,02 ^B	0,24±0,02 ^B	0,22±0,01 ^B	0,22±0,02 ^B	0,23±0,01 ^B
	K2	0,29±0,02 ^A	0,24±0,02 ^{AB}	0,21±0,02 ^B	0,23±0,01 ^B	0,20±0,02 ^B	0,23±0,02 ^B
	K3	0,28±0,02 ^A	0,23±0,01 ^B	0,24±0,02 ^B	0,23±0,01 ^B	0,21±0,01 ^B	0,24±0,01 ^B
Y	YK	0,28±0,01	0,26±0,01	0,25±0,01	0,24±0,01	0,26±0,01	0,26±0,01
	Y1	0,29±0,02 ^A	0,27±0,02 ^{AB}	0,22±0,01 ^{BC}	0,20±0,01 ^C	0,21±0,02 ^{BC}	0,24±0,03 ^{ABC}
	Y2	0,29±0,02 ^A	0,26±0,02 ^{AB}	0,22±0,01 ^B	0,22±0,01 ^B	0,22±0,01 ^B	0,23±0,01 ^B
	Y3	0,28±0,02 ^A	0,22±0,01 ^B	0,22±0,02 ^B	0,21±0,01 ^B	0,21±0,01 ^B	0,25±0,02 ^{AB}

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). $n=12$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi.

Çizelge 3.89: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının esneklik değerlerine etkisi.

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	0,28±0,01 ^A	0,26±0,01 ^{AB}	0,24±0,01 ^C	0,24±0,01 ^{ABC}	0,24±0,01 ^C	0,26±0,01 ^{AB}
1.Grup	0,29±0,01 ^A	0,25±0,01 ^B	0,23±0,01 ^{BC}	0,21±0,01 ^{bC}	0,22±0,01 ^{BC}	0,24±0,01 ^{BC}
2.Grup	0,29±0,01 ^A	0,25±0,01 ^B	0,21±0,01 ^C	0,22±0,01 ^{abBC}	0,21±0,01 ^C	0,23±0,01 ^{BC}
3.Grup	0,28±0,01 ^A	0,23±0,01 ^{BC}	0,23±0,01 ^{BC}	0,22±0,01 ^{abBC}	0,21±0,01 ^C	0,24±0,01 ^B

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.90: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin esneklik değerlerine etkisi.

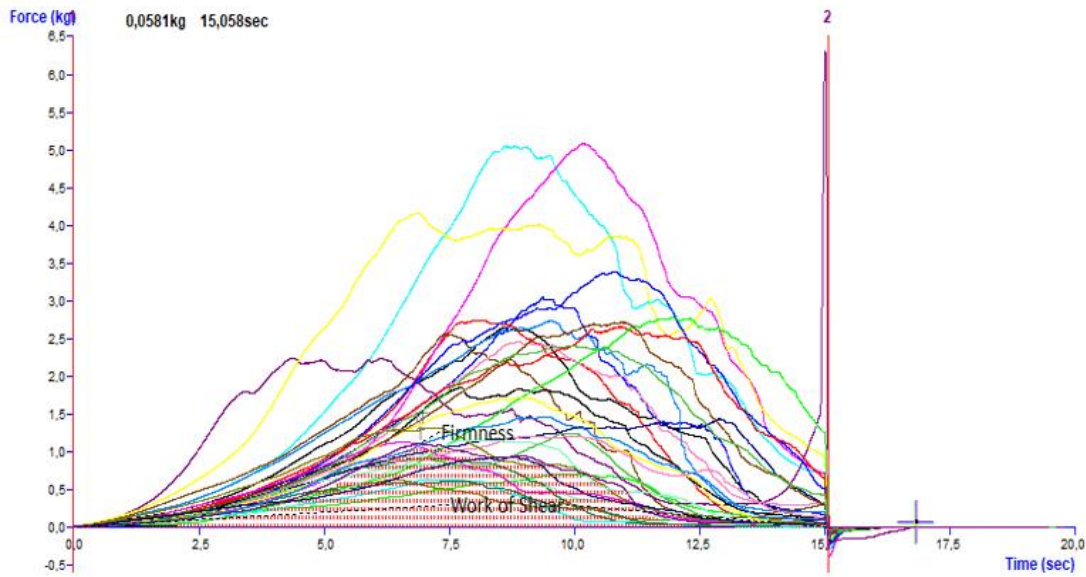
Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	0,28±0,01 ^A	0,24±0,01 ^B	0,23±0,01 ^{BC}	0,23±0,01 ^{BC}	0,21±0,01 ^C	0,24±0,01 ^B
Y	0,28±0,01 ^A	0,25±0,01 ^B	0,23±0,01 ^{CD}	0,22±0,01 ^D	0,22±0,01 ^D	0,25±0,01 ^{BC}

Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlı değildir (p>0,05). n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

3.2.14. Warner-Bratzler Shear Force Analizi

Enzim uygulamalarını takiben kuru ve yaş olgunlaştırılan kontrfilelerin WBSF analizi; WB kesme kuvveti (firmness) ve WB sertlik (toughness) değerleri değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.91-3.96'da ve grafikler Şekil 3.32-3.34'de verilmiştir.



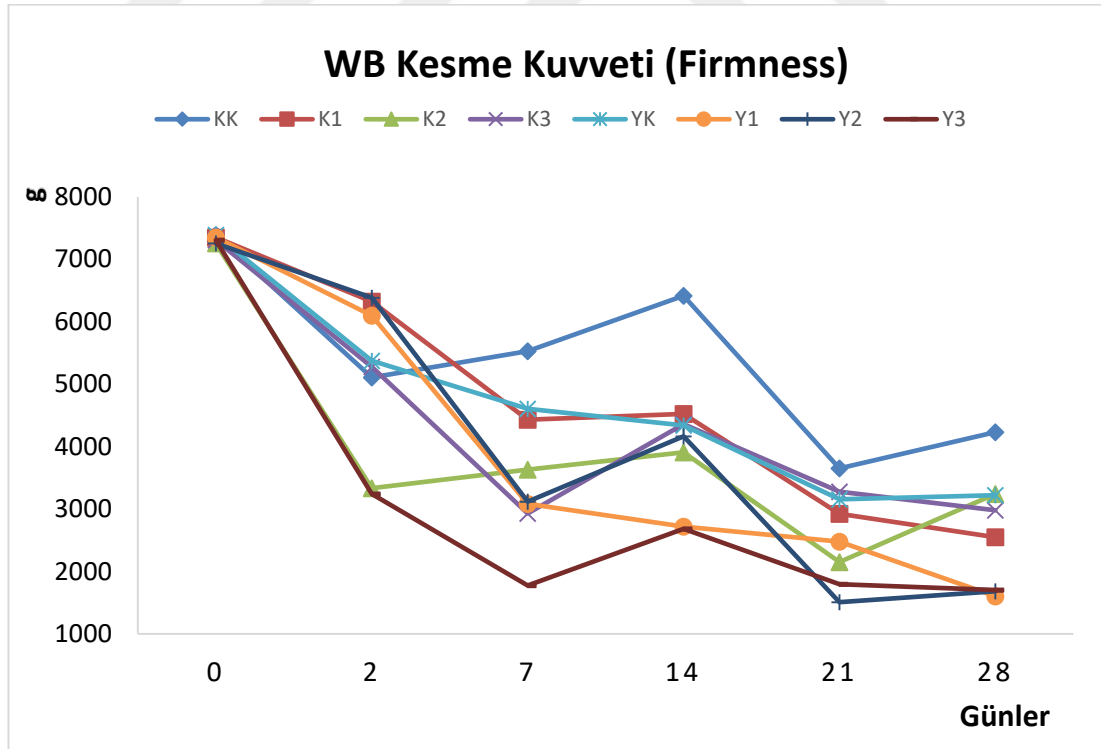
Şekil 3.32: TA.XT plus tekstür analiz cihazı WBSF analizi grafiklerinin topluca gösterimi.

Çizelge 3.91: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	7391±397 ^A	5110±454 ^{aCD}	5528±498 ^{aBC}	6416±433 ^{aAB}	3652±249 ^{aE}	4231±374 ^{aDE}
	K1	7353±362 ^A	6327±688 ^{aA}	4431±476 ^{abcB}	4525±666 ^{bbB}	2926±512 ^{abcC}	2549±375 ^{bcC}
	K2	7256±547 ^A	3335±414 ^{bBC}	3630±571 ^{bcdBC}	3907±800 ^{bcB}	2152±432 ^{cdC}	3243±474 ^{abBC}
	K3	7309±448 ^A	5277±600 ^{aB}	2930±407 ^{deD}	4358±398 ^{bcBC}	3279±366 ^{abCD}	2979±439 ^{bd}
Y	YK	7391±397 ^A	5375±399 ^{aB}	4605±580 ^{abB}	4342±409 ^{bcB}	3156±155 ^{abcC}	3222±254 ^{abC}
	Y1	7353±362 ^A	6098±599 ^{aB}	3085±425 ^{cdeC}	2719±372 ^{cCD}	2478±334 ^{bcdCD}	1603±262 ^{cD}
	Y2	7256±547 ^A	6386±729 ^{aA}	3121±431 ^{cdeB}	4166±651 ^{bcB}	1509±200 ^{dC}	1681±246 ^{cC}
	Y3	7309±448 ^A	3241±481 ^{bB}	1776±315 ^{eC}	2683±316 ^{cBC}	1799±261 ^{dC}	1703±239 ^{cC}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g).

Çizelge 3.92: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	7391±275 ^A	5242±297 ^{abB}	5066±386 ^{a**B}	5379±363 ^{a*B}	3404±153 ^{a**C}	3726±245 ^{a**C}
1.Grup	7353±250 ^A	6212±447 ^{aB}	3758±342 ^{b**C}	3622±418 ^{b*CD}	2702±303 ^{b**DE}	2076±245 ^{b**E}
2.Grup	7256±378 ^A	4861±519 ^{bB}	3375±354 ^{b**CD}	4036±505 ^{b*BC}	1830±242 ^{c**E}	2462±308 ^{b**DE}
3.Grup	7309±310 ^A	4259±432 ^{bB}	2353±279 ^{c**C}	3521±304 ^{b*B}	2539±268 ^{b**C}	2341±278 ^{b**C}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, **: p<0,001, n=24, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.93: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin WB kesme kuvveti değerlerine etkisi (g).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	7327±215 ^A	5012±309 ^B	4130±276 ^{*C}	4801±321 ^{**BC}	3002±210 ^{**D}	3250±221 ^{***D}
Y	7327±215 ^A	5275±327 ^B	3147±261 ^C	3478±248 ^C	2235±151 ^D	2052±156 ^D

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01 ***: p<0,001, n=48, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

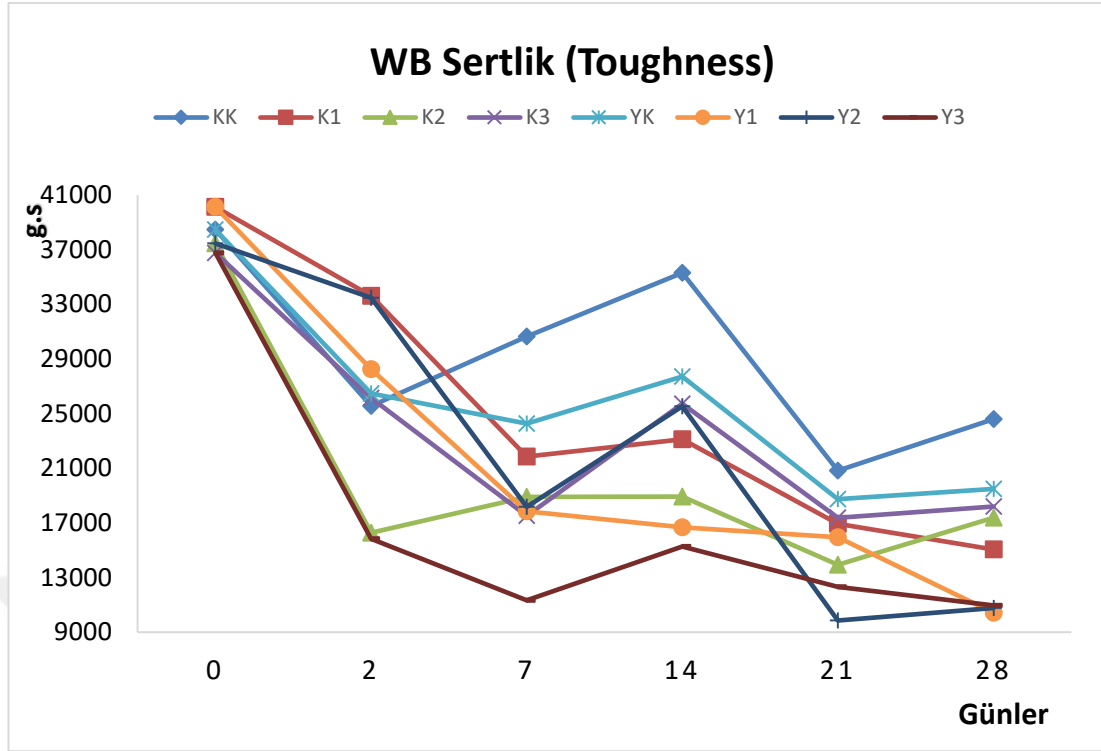
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.94: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s).

Yöntem	Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	38475±2723 ^A	25564±2288 ^{a*CD}	30660±2457 ^{a*BC}	35320±2703 ^{a*AB}	20830±1361 ^{aD}	24610±2282 ^{a*CD}
	K1	40138±3020 ^A	33630±3410 ^{a*A}	21851±4232 ^{b*B}	23124±3178 ^{bcd*B}	16931±3117 ^{abB}	15053±1880 ^{bc*B}
	K2	37467±3566 ^A	16292±1785 ^{b*B}	18914±2849 ^{bc*B}	18938±2878 ^{cd*B}	13936±2470 ^{bcB}	17376±2860 ^{b*B}
	K3	36777±3304 ^A	26145±2800 ^{a*B}	17528±2582 ^{bc*C}	25722±2428 ^{bc*BC}	17378±2796 ^{abC}	18211±2536 ^{b*B} C
Y	YK	38475±2723 ^A	26484±1453 ^{a*B}	24283±2801 ^{ab*BC}	27715±2293 ^{b*B}	18745±1178 ^{abC}	19484±1392 ^{ab*C}
	Y1	40138±3020 ^A	28265±2699 ^{a*B}	17849±1931 ^{bc*C}	16674±2100 ^{d*CD}	15964±2140 ^{abcCD}	10419±1648 ^{c*D}
	Y2	37467±3566 ^A	33499±3657 ^{a*A}	18168±2102 ^{bc*BC}	25536±3132 ^{bc*B}	9854±1199 ^{cD}	10783±1625 ^{c*CD}
	Y3	36777±3304 ^A	15824±2316 ^{b*B}	11340±1629 ^{c*B}	15276±1920 ^{d*B}	12310±1758 ^{bcB}	10958±1442 ^{c*B}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=12, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s.).

Çizelge 3.95: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının WB sertlik değerlerine etkisi (g.s.).

Grup	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	38475±1883 ^A	26024±1329 ^{abCD}	27471±1939 ^{a**BC}	31517±1906 ^{a**B}	19787±907 ^{a*E}	22047±1412 ^{a**DE}
1.Grup	40138±2089 ^A	30948±2199 ^{aB}	19850±2312 ^{b**C}	19899±1981 ^{b**C}	16447±1852 ^{ab*CD}	12736±1315 ^{b**D}
2.Grup	37467±2466 ^A	24895±2679 ^{abB}	18541±1733 ^{b**CD}	22237±2191 ^{b**BC}	11895±1409 ^{c*E}	14079±1749 ^{b**DE}
3.Grup	36777±2285 ^A	20985±2077 ^{bB}	14434±1626 ^{b**C}	20499±1865 ^{b**B}	14844±1699 ^{bc*C}	14584±1615 ^{b**C}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). *: $p<0,01$, **: $p<0,001$, $n=24$, $\text{mean} \pm \text{SE}$.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.96: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin WB sertlik değerlerine etkisi (g.s.).

Yöntem	0. gün	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	38214±1544 ^A	25408±1561 ^B	22238±1680 ^{*BC}	25776±1618 ^{*B}	17269±1272 ^D	18812±1278 ^{**CD}
Y	38214±1544 ^A	26018±1589 ^B	17910±1240 ^C	21300±1406 ^C	14218±927 ^D	12911±925 ^D

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). **: $p<0,001$, $n=48$, $\text{mean} \pm \text{SE}$, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

3.3. Duyusal Analiz Bulguları

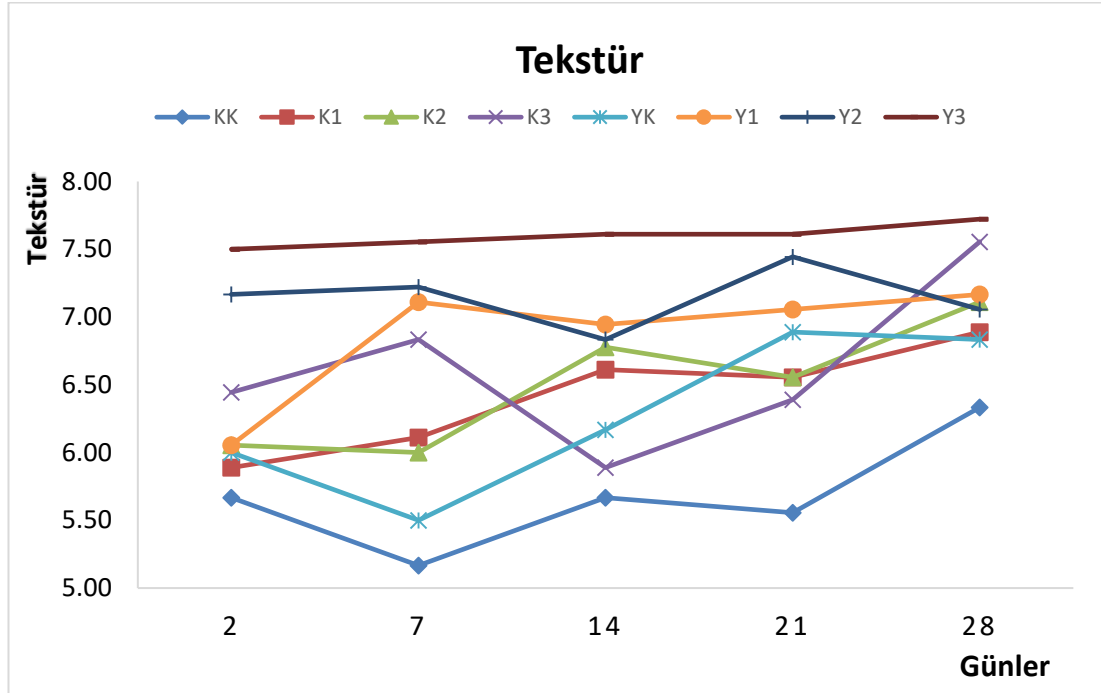
Proteolitik enzim uygulamalarını takiben 28 gün kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin duyusal analiz; tekstür, sululuk, lezzet, genel beğeni değerleri değişimlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 3.97-3.108’de ve grafikler Şekil 3.35-3.38’de verilmiştir.

Çizelge 3.97: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,67±0,28 ^{c*B}	5,17±0,31 ^{d*B}	5,67±0,33 ^{dAB}	5,56±0,33 ^{d*AB}	6,33±0,32 ^A
	K1	5,89±0,40 ^{c*B}	6,11±0,33 ^{bc*B}	6,61±0,32 ^{abcdAB}	6,56±0,28 ^{bc*AB}	6,89±0,29 ^A
	K2	6,06±0,35 ^{c*C}	6,00±0,26 ^{bcd*BC}	6,78±0,39 ^{abcABC}	6,56±0,33 ^{bc*AB}	7,11±0,33 ^A
	K3	6,44±0,26 ^{bc*AB}	6,83±0,32 ^{ab*AB}	5,89±0,30 ^{cdB}	6,39±0,34 ^{cd*B}	7,56±0,28 ^A
Y	YK	6,00±0,30 ^{c*}	5,50±0,29 ^{cd*}	6,17±0,35 ^{bcd}	6,89±0,31 ^{abc*}	6,83±0,37
	Y1	6,06±0,36 ^{c*}	7,11±0,32 ^{a*}	6,94±0,27 ^{ab}	7,06±0,27 ^{abc*}	7,17±0,35
	Y2	7,17±0,31 ^{ab*}	7,22±0,29 ^{a*}	6,83±0,36 ^{abc}	7,44±0,28 ^{ab*}	7,06±0,26
	Y3	7,50±0,27 ^{a*}	7,56±0,25 ^{a*}	7,61±0,28 ^a	7,61±0,27 ^{a*}	7,72±0,24

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.35: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi.

Çizelge 3.98: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının tekstür değerlerine etkisi.

Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,83±0,21 ^{c*B}	5,33±0,21 ^{b**B}	5,92±0,24 ^{bAB}	6,22±0,25 ^A	6,58±0,25 ^{b*A}
1.Grup	5,97±0,27 ^{bc*B}	6,61±0,24 ^{a**B}	6,78±0,21 ^{aA}	6,81±0,20 ^{AB}	7,03±0,22 ^{ab*A}
2.Grup	6,61±0,25 ^{ab*}	6,61±0,22 ^{a**}	6,81±0,26 ^a	7,00±0,23	7,08±0,21 ^{ab*}
3.Grup	6,97±0,21 ^{a*}	7,19±0,21 ^{a**}	6,75±0,25 ^a	7,00±0,24	7,64±0,18 ^{a*}

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01 **: p<0,001, n=36, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.99: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin tekstür değerlerine etkisi.

Yöntem	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	6,01±0,16 ^B	6,03±0,16 ^B	6,24±0,18 ^B	6,26±0,16 ^B	6,97±0,16 ^A
Y	6,68±0,17 [*]	6,85±0,17 [*]	6,89±0,17 [*]	7,25±0,14 ^{**}	7,19±0,16

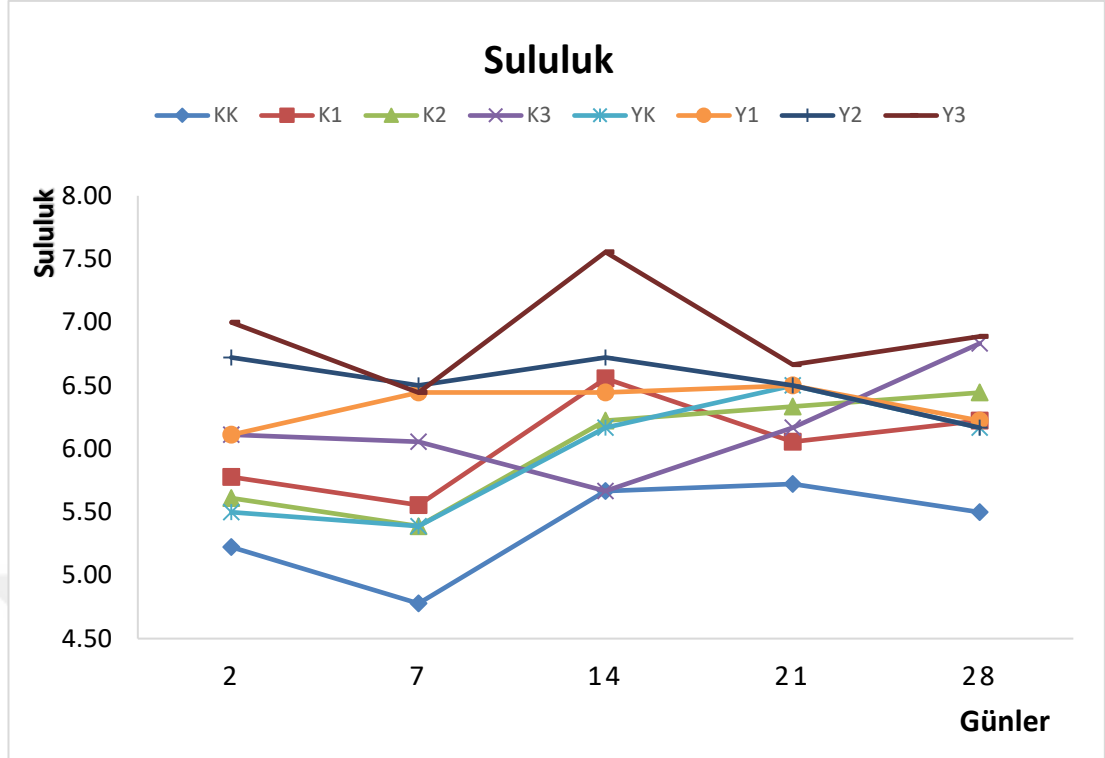
*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). **: p<0,001, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.100: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,22±0,24 ^{c*}	4,78±0,36 ^{c*}	5,67±0,30 ^c	5,72±0,29	5,50±0,43
	K1	5,78±0,37 ^{c*}	5,56±0,30 ^{abc*}	6,56±0,32 ^{bc}	6,06±0,26	6,22±0,38
	K2	5,61±0,31 ^{c*}	5,39±0,24 ^{bc*}	6,22±0,38 ^{bc}	6,33±0,29	6,44±0,33
	K3	6,11±0,23 ^{bc*}	6,06±0,30 ^{ab*}	5,67±0,26 ^c	6,17±0,31	6,83±0,40
Y	YK	5,50±0,29 ^{c*}	5,39±0,31 ^{bc*}	6,17±0,34 ^{bc}	6,50±0,29	6,17±0,39
	Y1	6,11±0,28 ^{bc*}	6,44±0,28 ^{a*}	6,44±0,29 ^{bc}	6,50±0,27	6,22±0,46
	Y2	6,72±0,29 ^{ab*}	6,50±0,32 ^{a*}	6,72±0,35 ^{ab}	6,50±0,32	6,17±0,41
	Y3	7,00±0,29 ^{a*}	6,44±0,32 ^{a*}	7,56±0,30 ^a	6,67±0,27	6,89±0,30

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). *: p<0,001, n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.



Şekil 3.36: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi.

Çizelge 3.101: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının sululuk değerlerine etkisi.

Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,36±0,19 ^{bBC}	5,08±0,24 ^{bC}	5,92±0,23 ^{AB}	6,11±0,21 ^A	5,83±0,29 ^{AB}
1.Grup	5,94±0,23 ^{ab}	6,00±0,22 ^a	6,50±0,21	6,28±0,19	6,22±0,30
2.Grup	6,17±0,23 ^a	5,94±0,22 ^a	6,47±0,26	6,42±0,21	6,31±0,26
3.Grup	6,56±0,20 ^a	6,25±0,22 ^a	6,61±0,25	6,42±0,20	6,86±0,25

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,01). n=36, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.102: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin sululuk değerlerine etkisi.

Yöntem	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	5,68±0,15 ^{BC}	5,44±0,16 ^C	6,03±0,16 ^{AB}	6,07±0,14 ^{AB}	6,25±0,20 ^A
Y	6,33±0,16 ^{**}	6,19±0,16 ^{**}	6,72±0,17 ^{**}	6,54±0,14 [*]	6,36±0,20

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

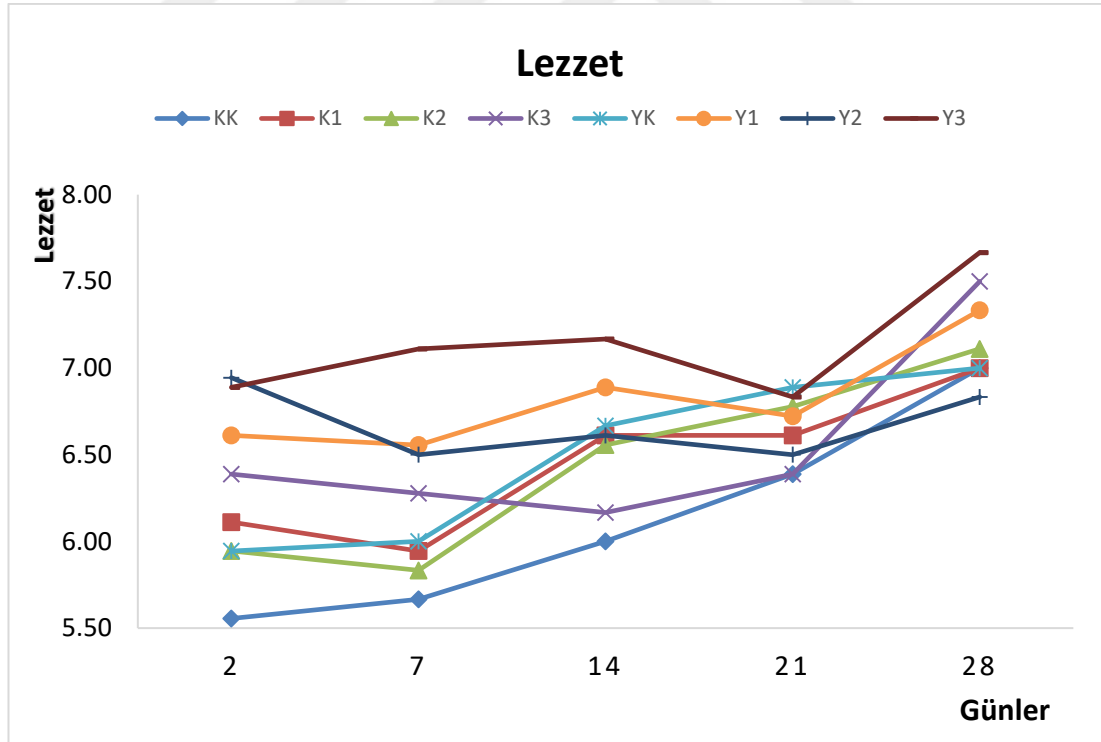
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.103: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,56±0,27 ^{cB}	5,67±0,28 ^{cB}	6,00±0,30 ^B	6,39±0,30 ^{AB}	7,00±0,33 ^A
	K1	6,11±0,33 ^{abc}	5,94±0,29 ^{bc}	6,61±0,26	6,61±0,29	7,00±0,30
	K2	5,94±0,29 ^{bcBC}	5,83±0,22 ^{bcC}	6,56±0,36 ^{ABC}	6,78±0,27 ^{AB}	7,11±0,28 ^A
	K3	6,39±0,24 ^{abcB}	6,28±0,29 ^{bcB}	6,17±0,23 ^B	6,39±0,22 ^B	7,50±0,27 ^A
Y	YK	5,94±0,31 ^{bcB}	6,00±0,20 ^{bcB}	6,67±0,30 ^{AB}	6,89±0,24 ^A	7,00±0,34 ^A
	Y1	6,61±0,29 ^{ab}	6,56±0,25 ^{ab}	6,89±0,20	6,72±0,24	7,33±0,27
	Y2	6,94±0,24 ^a	6,50±0,25 ^{ab}	6,61±0,35	6,50±0,34	6,83±0,26
	Y3	6,89±0,30 ^a	7,11±0,20 ^a	7,17±0,33	6,83±0,35	7,67±0,20

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,01$). n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 3.37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi.

Çizelge 3.104: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının lezzet değerlerine etkisi.

Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,75±0,20 ^{bC}	5,83±0,17 ^{bC}	6,33±0,22 ^{BC}	6,64±0,20 ^{AB}	7,00±0,24 ^A
1.Grup	6,36±0,22 ^{aB}	6,25±0,19 ^{abB}	6,75±0,16 ^{AB}	6,67±0,19 ^{AB}	7,17±0,20 ^A
2.Grup	6,44±0,20 ^a	6,17±0,17 ^{ab}	6,58±0,25	6,64±0,22	6,97±0,19
3.Grup	6,64±0,20 ^{aB}	6,69±0,19 ^{aB}	6,67±0,21 ^B	6,61±0,20 ^B	7,58±0,17 ^A

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). n=36, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.105: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin lezzet değerlerine etkisi.

Yöntem	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	6,00±0,14 ^C	5,93±0,13 ^C	6,33±0,15 ^{BC}	6,54±0,14 ^B	7,15±0,15 ^A
Y	6,60±0,15 ^{**B}	6,54±0,12 ^{**B}	6,83±0,15 ^{*AB}	6,74±0,15 ^B	7,21±0,14 ^A

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

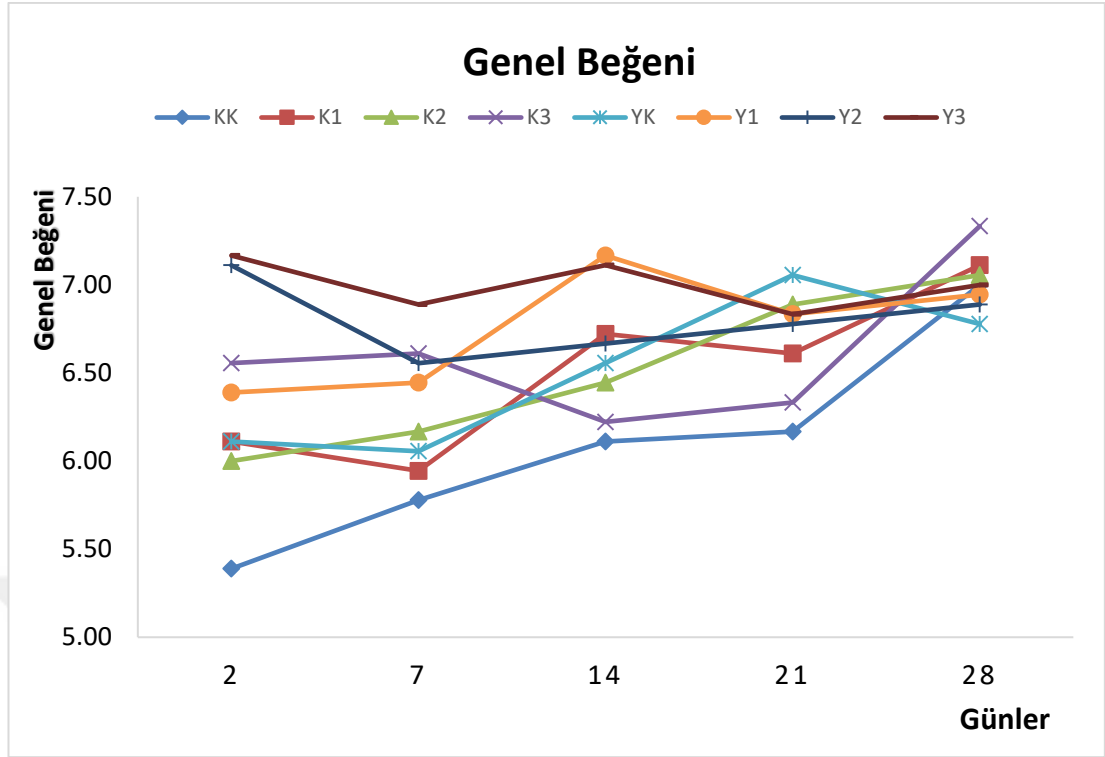
A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.106: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi.

Yöntem	Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	KK	5,39±0,27 ^{c*B}	5,78±0,27 ^{bB}	6,11±0,29 ^{AB}	6,17±0,35 ^{AB}	7,00±0,40 ^A
	K1	6,11±0,36 ^{bc*B}	5,94±0,30 ^{bB}	6,72±0,28 ^{AB}	6,61±0,29 ^{AB}	7,11±0,25 ^A
	K2	6,00±0,24 ^{bc*C}	6,17±0,19 ^{abBC}	6,44±0,35 ^{ABC}	6,89±0,25 ^{AB}	7,06±0,27 ^A
	K3	6,56±0,26 ^{ab*AB}	6,61±0,27 ^{abAB}	6,22±0,24 ^B	6,33±0,24 ^B	7,33±0,34 ^A
Y	YK	6,11±0,29 ^{bc*}	6,06±0,24 ^b	6,56±0,29	7,06±0,24	6,78±0,40
	Y1	6,39±0,33 ^{ab*}	6,44±0,26 ^{ab}	7,17±0,22	6,83±0,23	6,94±0,32
	Y2	7,11±0,27 ^{a*}	6,56±0,30 ^{ab}	6,67±0,35	6,78±0,32	6,89±0,23
	Y3	7,17±0,29 ^{a*}	6,89±0,25 ^a	7,11±0,42	6,83±0,34	7,00±0,42

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,001, n=18, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 3.38: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi.

Çizelge 3.107: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bakılmaksızın sığır etlerine farklı düzeylerde enzim uygulanmasının genel beğeni değerlerine etkisi.

Grup	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Kontrol	5,75±0,20 ^{b*B}	5,92±0,18 ^{bB}	6,33±0,21 ^{AB}	6,61±0,22 ^A	6,89±0,28 ^A
1.Grup	6,25±0,24 ^{ab*B}	6,19±0,20 ^{bB}	6,94±0,18 ^A	6,72±0,19 ^{AB}	7,03±0,20 ^A
2.Grup	6,56±0,20 ^{a*}	6,36±0,18 ^{ab}	6,56±0,24	6,83±0,20	6,97±0,18
3.Grup	6,86±0,20 ^{a*}	6,75±0,18 ^a	6,67±0,25	6,58±0,21	7,17±0,27

a-f: Aynı sütundaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). *: p<0,01, n=36, mean±SE.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

Çizelge 3.108: Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin genel beğeni değerlerine etkisi.

Yöntem	2. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
K	6,01±0,15 ^C	6,13±0,13 ^{BC}	6,38±0,14 ^{BC}	6,50±0,15 ^B	7,13±0,16 ^A
Y	6,69±0,16 ^{**}	6,49±0,13	6,88±0,16 [*]	6,88±0,14	6,90±0,17

*: Aynı sütunda ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05). **: p<0,01, n=72, mean±SE, K: Kuru olgunlaştırma, Y: Yaş olgunlaştırma.

A-F: Aynı satırdaki farklı harfli değerler istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0,05).

4. TARTIŞMA

Araştırmada, sığır *longissimus lumborum* kasından elde edilen etlere (kontrfile) papain ve fungal proteaz enjekte edilerek 28 gün kuru ve yaş olgunlaştırma işlemi uygulanmıştır. Etlerin kalitesinde meydana gelen değişimler olgunlaştırmanın 0., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizlerle tespit edilmiştir. Bu değişimlere ait tartışmalar alt başlıklarda sunulmuştur.

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi

4.1.1. Toplam Aerobik Koloni

Çizelge 3.1’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta TAK sayısının 3,58 ile 3,78 log kob/g düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca, sürecin devam etmesi ile genel olarak tüm gruplarda TAK sayısında artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca TAK sayıları en düşük 3,83 log kob/g ve en yüksek 8,17 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada enzim uygulanarak olgunlaştırılan örnek grupları TAK sayısının, kontrol gruplarına göre daha az artış gösterdiği gözlenmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grubu etlerinde, olgunlaştırmanın 2. gününde sırasıyla 4,19 ve 4,02 log kob/g olan TAK sayısı, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 8,17 ve 7,68 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enzim uygulanan kuru olgunlaştırma gruplarında TAK sayısı olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük 3,88; en yüksek 4,06 log kob/g ve yaş olgunlaştırma gruplarında sırasıyla 3,83; 3,96 log kob/g olarak gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın 28. gününde ise, enzim uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında sırasıyla 7,68; 7,94 log kob/g ve 7,10; 7,51 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$). Enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistik analizlerde, Çizelge 3.2’de gösterildiği gibi enzim uygulanan gruplarda TAK sayılarının, kontrol gruplarına göre genellikle daha düşük düzeyde olduğu ve enzim dozları arttıkça TAK sayılarında genellikle azalma olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma 2. ve 28. günlerinde kontrol grubu TAK sayıları sırasıyla 4,10 ve 7,93 log kob/g olarak

kaydedilmiştir. Enzim gruplarında TAK sayıları 2. gün en düşük 3,85 ve en yüksek 4,01 log kob/g seviyesinde iken; 28. günde sırasıyla 7,39 ve 7,73 log kob/g seviyesine yükselmiştir. Grup ortalamaları arası farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$). Çizelge 3.3’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları TAK sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları TAK sayıları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 4,03 ve 7,90 log kob/g; yaş olgunlaştırma grupları TAK sayıları aynı günlerde 3,92 ve 7,40 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklılıkların da istatistiksel açıdan anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$).

Çalışmada elde edilen bulgular; kuru olgunlaştırma metodundaki örneklerin TAK sayısının, yaş olgunlaştırma metodundaki örneklerden daha yüksek bulunduğu ve olgunlaştırma metoduna bağlı olmaksızın zamanın ilerlemesi ile TAK sayısında artış görüldüğü yönündeki bildirimlerle uyumludur (Li vd., 2014; Akkaya, 2019). Bununla birlikte bu çalışmada, 14 ila 21. günler arasında tüm gruplarda belirlenen TAK sayıları, AB’nin soğutulmuş çiğ et için kabul edilebilir sınır olan 6 log kob/g limitinin üzerinde olduğu gözlenmiştir (EC, 1447/2007). Buna rağmen, olgunlaştırma süresi boyunca etlerde kötü koku, renk değişikliği ve sümüksü yapı oluşumuna rastlanmama nedeninin; kuru olgunlaştırmada et yüzeyinin kurummasından dolayı a_w değerinin düşmesi, mikroorganizma çoğalmasını geciktiren düşük depolama sıcaklığı ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve ultraviyole ışık uygulaması olduğu düşünülmektedir (Muştı, 2019; Özdemir ve Yanar, 2021).

Akkaya (2019)’nın papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile kuru ve yaş olgunlaşma yöntemlerini uyguladığı sığır kontrfilelerinin 28. gün kontrol grubu TAK sayıları; kuru ve yaş olgunlaştırmada sırasıyla 8,179 ve 7,47 log kob/g değerlerine ulaşmıştır. Akkaya (2019)’nın bildirdiği değerler çalışmada kaydedilen değerlere benzerdir.

Li vd., (2014), 8 veya 19 gün süre ile kuru olgunlaştırma torbası, geleneksel kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma metotlarını uyguladığı sığır eti örneklerinin

başlangıçta TAK sayısının 2,57 log kob/cm² olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmada, 8 veya 19 gün süreyle olgunlaştırılan etlerin TAK sayıları kuru olgunlaştırmada sırasıyla 6,39; 8,75 log kob/cm² ve yaş olgunlaştırmada sırasıyla 3,28; 5,87 log kob/cm² olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışma bulguları Li vd. (2014)'nin araştırmaları ile karşılaştırıldığında, başlangıç ve yaş olgunlaştırma TAK değerlerinin yüksek, kuru olgunlaştırma değerlerinin ise düşük olduğu görülmektedir.

Campbell vd. (2001), sığır *longissimus* kasının lezzeti üzerine kuru olgunlaştırmanın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 7 veya 14 gün yaş olgunlaştırmanın ardından, 7, 14 ve 21 gün kuru olgunlaştırılan örneklerin TAK sayılarını sırasıyla 3,3; 3,9 ve 3,3 log kob/g olarak rapor etmişlerdir. Kuru olgunlaştırma süresi boyunca TAK sayısının kontrollerden yüksek olduğu, bununla birlikte muhtemelen yüzey kuruması ve düşük depolama sıcaklığı nedeniyle etlerin TAK sayısının kuru olgunlaştırma süresinden etkilenmediği belirtilmiştir. Çalışmada aynı günlere ait kuru olgunlaştırma kontrol grubu TAK sayıları, Campbell vd. (2001)'nin bildiriminden daha yüksek olarak gözlenmiştir.

Gudjónsdóttir vd. (2015), sığır etinin 21 günlük kuru olgunlaştırma süresi boyunca TAK sayısında önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırma periyodunun 14. gününde TAK sayısı 5,72 log kob/ml iken, 21. günde 6,30 log kob/ml olarak kaydedilmiştir. Yaş olgunlaştırma süresi boyunca ise TAK sayısında önemli bir artış gözlemlenmemişler, yaş olgunlaştırmanın 14. gününde toplam TAK sayısı 2,65 log kob/ml iken, 21. günde 2,95 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada aynı günlerde kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grupları TAK sayıları, Gudjónsdóttir vd. (2015)'nin bildirdiği TAK sayılarından yüksektir.

Colle vd. (2015), uzun süreli yaş olgunlaştırmanın, *gluteus medius* ve *longissimus lumborum* bifteğinin, sığır eti kalite özellikleri ve tüketici duyusal algısı üzerindeki etkisini belirledikleri araştırmalarında, TAK sayısının her iki biftek için olgunlaşma süresinin devam etmesi ile arttığını bildirmişlerdir (p<0,05). Yaş olgunlaştırmanın 2, 14 ve 21. günlerinde *longissimus lumborum* kasında tespit edilen TAK sayılarını sırasıyla 0; 1,1 ve 1,1 log kob/cm² olarak kaydetmişlerdir. Çalışmada aynı günler yaş olgunlaştırma kontrol grubu TAK sayıları, Colle vd. (2015)'nin bildiriminden oldukça yüksektir.

Daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen mikroorganizma sayıları ile bu çalışmada gözlenen mikroorganizma sayılarının daha düşük ya da daha yüksek olmasının nedeni genel olarak; araştırmalarda kullanılan etlerin başlangıçtaki mikroorganizma türleri ve sayısına, olgunlaştırma şartlarının farklı olmasına (sıcaklık, süre, bağıl nem oranı, hava akımı hızı), etlerin fizikokimyasal özelliklerine (pH ve a_w değerleri), hijyenik şartların farklı olmasına ve yapılan işlemlere bağlanabilir (Feiner, 2006; Erol, 2007; Ray ve Bhunia, 2016).

4.1.2. Psikrotrofik Bakteri

Çizelge 3.4’de gösterildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta psikrotrofik bakteri sayısının 4,11 ila 4,27 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca, zamanın ilerlemesi ile tüm gruplarda psikrotrofik bakteri sayısında artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca en düşük psikrotrofik bakteri sayısı 3,92 log kob/g ve en yüksek psikrotrofik bakteri sayısı 8,51 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada enzim uygulanarak olgunlaştırılan örnek grupları psikrotrofik bakteri sayısının, kontrol gruplarına göre genellikle daha az artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grubu etlerinde, olgunlaştırmanın 2. gününde 4,55 log kob/g olan psikrotrofik bakteri sayısı, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 8,51 ve 8,20 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enzim uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında ise psikrotrofik bakteri sayısı olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek sırasıyla 4,04; 4,42 log kob/g ve 3,92; 4,33 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 7,51; 8,18 log kob/g ve 7,33; 7,87 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Çizelge 3.5’de kaydedildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistik analizlerde, enzim uygulanan gruplarda psikrotrofik bakteri sayılarının, kontrol gruplarına göre daha düşük düzeyde olduğu ve enzim dozları arttıkça psikrotrofik bakteri sayılarında genellikle azalma olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. ve 28. günlerinde kontrol gruplarındaki psikrotrofik bakteri sayısı sırasıyla 4,55 ve 8,35 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek 3,98; 4,37 log kob/g olan psikrotrofik bakteri sayıları, 28. gün 7,42; 8,02 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Gruplar arası farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,001$). Çizelge 3.6'da ifade edildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları psikrotrofik bakteri sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları psikrotrofik bakteri sayıları 2. ve 28. gün sırasıyla 4,31 ve 8,02 log kob/g iken; yaş olgunlaştırma grupları psikrotrofik bakteri sayıları aynı günlerde 4,23 ve 7,74 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Yapılan istatistik analizlerde kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup farklılıklarının 7. günden itibaren anlamlı olduğu kaydedilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).

Parrish vd. (1991), yaptıkları araştırmada kuru ve yaş olgunlaştırmanın üç farklı kalitede sığır etinin lezzeti üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yirmi bir gün süre ile olgunlaştırılan etlerin psikrotrofik bakteri sayıları yaş olgunlaştırmada (3,98 log kob/cm²) kuru olgunlaştırmaya göre (2,95 log kob/cm²) daha yüksek olarak bulunmuştur. Psikrotrofik bakteri sayılarının düşük olmasının, etlerin elde edildiği işletmenin sanitasyon uygulamaları ve hijyen koşullarının iyi derecede olmasına bağlı olabileceği bildirilmiştir. Bahsedilen sonuçların çalışmadaki 21. gün kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol gruplarında gözlenen sonuçlardan daha düşük olması, Parrish vd. (1991)'nin çalıştıkları etlerin başlangıçtaki mikroorganizma yükünün düşük olması ihtimali ile açıklanabilir (Erol, 2007; Ray ve Bhunia, 2016).

Kahraman (2016), kemikli ve kemiksiz sığır kontrfilelerine (*M. longissimus lumborum*) farklı dinlendirme yöntemlerinin uygulanması ve kalite niteliklerinin belirlenmesi üzerine yapmış olduğu araştırmasında; kuru olgunlaştırma, pakette kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrfilelerde 28. günde psikrotrofik bakteri sayılarının sırasıyla 7,47; 8,20 ve 7,64 log kob/g olduğunu bildirmiştir. Çalışmada 28. gün kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol gruplarında gözlenen psikrotrofik bakteri sayılarının, Kahraman (2016)'nın bildirdiği sayılardan yüksek olması, Kahraman (2016)'nin uyguladığı farklı olgunlaştırma şartlarına (0,5 °C sıcaklık, %80 relatif rutubet ve 0,2-0,5 m/s hava akımı) bağlı olabilir.

Akkaya (2019); papain, bromelain ve fungal proteaz uyguladığı sığır kontrfilelerini 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutmuştur. Çalışmadaki kuru ve yaş

olgunlaştırma kontrol grupları psikrotrofik bakteri sayıları ile Akkaya (2019)'nın aynı gruplar ve aynı periyotlar için bildirdiği psikrotrofik bakteri sayıları benzer şekildedir.

4.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterileri

Bu çalışmada Çizelge 3.7'de ifade edildiği gibi örneklerin başlangıçta *Enterobacteriaceae* sayısının 1,10 ila 1,98 log kob/g düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca, zamanın geçmesi ile genel olarak tüm gruplarda *Enterobacteriaceae* sayısında artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca *Enterobacteriaceae* sayısı en düşük 1,30 log kob/g ve en yüksek 7,20 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Çalışmada 21. ve 28. günlerde enzim uygulanarak olgunlaştırılan örnek grupları *Enterobacteriaceae* sayısının, kontrol gruplarına göre genellikle daha az artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grubu etlerinde, olgunlaştırmanın 2. gününde sırasıyla 3,19 ve 2,50 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 7,20 ve 6,90 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enzim uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında ise *Enterobacteriaceae* sayıları olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek sırasıyla 1,32; 2,52 log kob/g ve 1,30; 2,95 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,64; 6,90 log kob/g ve 6,34; 6,71 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar 21. günden itibaren istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.8'de kaydedildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 21. ve 28. günlerde enzim uygulanan gruplarda *Enterobacteriaceae* sayılarının, kontrol gruplarına göre daha düşük düzeyde olduğu ve enzim derişimleri arttıkça *Enterobacteriaceae* sayılarında genellikle azalma olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. ve 28. günlerinde kontrol gruplarındaki *Enterobacteriaceae* sayısı sırasıyla 2,84 ve 7,05 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında *Enterobacteriaceae* sayıları olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek 1,55; 2,73 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde 6,49; 6,81 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 14. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.9'da gösterildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28. gün

kuru olgunlaştırma grupları *Enterobacteriaceae* sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları *Enterobacteriaceae* sayıları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 2,37 ve 6,87 log kob/g iken; yaş olgunlaştırma grupları *Enterobacteriaceae* sayıları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 2,13 ve 6,62 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Yapılan istatistik analizde 28. gün kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri gruplar arası farklılıkların anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$).

Çalışmada olgunlaştırma grupları 2. gün ve devam eden süreçte, TGK Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (2011), Ek-2 Üretim Hijyeni Kriterlerinde sığır, koyun ve keçi karkaslarında bulunabilecek *Enterobacteriaceae* sayısı için belirtilen en yüksek sınır olan 2,51 log kob/cm² düzeyinin aşıldığı gözlenmektedir. Aynı zamanda çalışmada kuru olgunlaştırma grubu *Enterobacteriaceae* sayısı, Wisconsin Üniversitesi Et İşleme Doğrulama Merkezi tarafından yapılan bir araştırmada, kuru olgunlaştırılan sığır etinin 6. günü için bildirilen *Enterobacteriaceae* sayısından (0,69 log kob/cm²) daha fazladır (İnt. Kay. 2; Dashdorj vd., 2016). Bunun nedeninin etin başlangıçtaki mikroorganizma yükünün, fizikokimyasal özelliklerinin ve olgunlaştırma şartlarının farklı olması düşünülebilir (Erol, 2007; Ray ve Bhunia, 2016).

Li vd. (2014), 8 veya 19 gün süre ile kuru olgunlaştırma torbası, geleneksel kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma metotlarının sığır eti kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacıların, 8 veya 19 gün süreyle olgunlaştırdıkları etlerdeki *Enterobacteriaceae* sayılarının, kuru olgunlaştırma grubunda, yaş olgunlaştırma grubundan daha yüksek olması, ayrıca kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamalarının her ikisinde de zamanın geçmesine bağlı olarak *Enterobacteriaceae* sayılarındaki artışlar bu çalışma ile uyumludur. Kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında *Enterobacteriaceae* sayıları, 8 günlük olgunlaştırmadan sonra sırasıyla 2,09 ve 0,24 log kob/cm²; 19 gün olgunlaştırmadan sonra sırasıyla 5,35 ve 1,20 log kob/cm² olduğu rapor edilmiştir. Çalışmanın bulguları Li vd. (2014)'nin bulguları ile karşılaştırıldığında, kuru olgunlaştırma gruplarının nispeten birbirine yakın, fakat yaş olgunlaştırma gruplarının daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

4.1.4. *Brochothrix thermosphacta*

Çizelge 3.10'da gösterildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta *Brochothrix thermosphacta* sayısının 1,15 ila 2,30 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca, zamanın geçmesi ile tüm gruplarda *B. thermosphacta* sayısında artışlar tespit edilmiştir. Çalışmada enzim uygulanarak olgunlaştırılan örnek grupları *B. thermosphacta* sayısının, kontrol gruplarına göre genellikle daha az artış gösterdiği gözlenmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca *B. thermosphacta* sayıları en düşük 2,80 log kob/g ve en yüksek 7,47 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grubu etlerinde, olgunlaştırmanın 2. gününde sırasıyla 3,66 ve 3,48 log kob/g olan *B. thermosphacta* sayısı, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 7,47 ve 7,15 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enzim uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında *B. thermosphacta* sayısı olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek sırasıyla 3,35; 3,48 log kob/g ve 2,80; 3,40 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,86; 7,24 log kob/g ve 6,48; 6,97 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farklar 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.11'de ifade edildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 7. günden itibaren enzim uygulanan gruplarda *B. thermosphacta* sayılarının, kontrol gruplarına göre genellikle daha düşük düzeyde olduğu ve 28. gün enzim derişimi arttıkça *B. thermosphacta* sayılarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırmanın 2. ve 28. günlerinde kontrol grubu *B. thermosphacta* sayıları sırasıyla 3,57 ve 7,31 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında *B. thermosphacta* sayıları 2. gün en düşük ve en yüksek 3,08; 3,44 log kob/g seviyesinde iken, 28. gün 6,67; 7,11 log kob/g seviyesine yükselmiştir. Grup ortalamaları arası farkların 7. günden itibaren istatistiksel açıdan anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.12'de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları *B. thermosphacta* sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları *B. thermosphacta* sayıları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 3,49 ve 7,15 log kob/g; yaş olgunlaştırma grupları *B. thermosphacta* sayıları aynı günlerde

3,13 ve 6,85 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Bu çalışmada elde edilen bulgulara uygun olarak, Meyns ve Schmidt-Lorenz (1992), *B. thermosphacta*'nın taze sığır etlerinin florasında mevcut olduğunu ve sığır etlerinde başlangıçta 3 log kob/g seviyesinde olan *B. thermosphacta* sayısının, etlerin 4 °C'de 14 gün muhafaza sonucunda 7 log kob/g seviyesine yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, Meyns ve Schmidt-Lorenz (1992)'in bulduğu sonucun, bu çalışmada 14. gün elde edilen sonuçtan daha yüksek olma nedeni olarak, muhafaza sıcaklığının daha yüksek olması öne sürülebilir. Özdemir ve Şireli (2001)'nin *B. thermosphacta*'nın et ve et ürünlerinde bulunuşu ile ilgili olarak yapmış oldukları araştırmalarında, piyasadan temin edilen sığır kıymalarının tamamında 3 ila 6 log kog/g ve sığır kuşbaşılarının tamamında 3 ila 5 log kob/g düzeylerinde *B. thermosphacta* tespit etmişlerdir. Çalışmanın 2 ila 14. gün bulguları Özdemir ve Şireli (2001)'nin bulguları ile uyumludur. Çelik (1993), paketlenmiş olarak satılan taze etlerin mikrobiyolojik kaliteleri üzerine yapmış olduğu araştırmasında, ambalajlı olarak satılan ve sığırlardan elde edilen taze kıyma, kuşbaşı, bonfile, biftek ve pirzola örneklerinde 2,70 ila 6,33 log kob/g düzeylerinde *B. thermosphacta* tespit etmiştir. Bu bulgular çalışmanın 2 ila 21. gün bulgularına benzer şekildedir.

4.1.5. *Pseudomonas* spp.

Çizelge 3.13'de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta *Pseudomonas* spp. sayılarının 3,53 ila 3,76 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucunda tüm gruplarda *Pseudomonas* spp. sayısında artışlar görülmüştür. Çalışmada enzim uygulanarak olgunlaştırılan örnek grupları *Pseudomonas* spp. sayılarının genellikle kontrol gruplarına göre daha az artış gösterdiği gözlenmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca *Pseudomonas* spp. sayıları en düşük 3,40 log kob/g ve en yüksek 8,03 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol grubu etlerinde, olgunlaştırmanın 2. gününde sırasıyla 4,23 ve 3,83 log kob/g olan

Pseudomonas spp. sayısı, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 8,03 ve 7,51 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enzim uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında ise *Pseudomonas* spp. sayısı olgunlaştırmanın 2. gününde en düşük ve en yüksek sırasıyla 3,73; 4,05 log kob/g ve 3,40; 3,63 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 7,36; 7,81 log kob/g ve 6,99; 7,32 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu kaydedilmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.14’de belirtildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, enzim uygulanan gruplarda *Pseudomonas* spp. sayılarının, kontrol gruplarına göre genellikle daha düşük düzeyde olduğu ve enzim dozları arttıkça *Pseudomonas* spp. sayılarında genellikle azalma olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma 2. ve 28. günlerinde kontrol grubu *Pseudomonas* spp. sayıları sırasıyla 4,03 ve 7,77 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında *Pseudomonas* spp. sayıları 2. gün en düşük ve en yüksek 3,56; 3,84 log kob/g seviyesinde iken, 28. gün 7,17; 7,56 log kob/g seviyesine yükselmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.15’de gösterildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları *Pseudomonas* spp. sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları *Pseudomonas* spp. sayıları 2. ve 28. günler sırasıyla 3,96 ve 7,68 log kob/g; yaş olgunlaştırma grupları *Pseudomonas* spp. sayıları aynı günlerde 3,60 ve 7,24 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$).

Campbell vd., (2001) sığır *longissimus* kası lezzeti üzerine kuru olgunlaştırmanın etkilerini inceledikleri araştırmalarında, *Pseudomonas* spp. sayılarının kontrol grubuna göre yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bildirilen *Pseudomonas* spp. sayıları, 7., 14., ve 21. günlerde sırasıyla 3,5; 5,3 ve 3,3 log kob/g, çalışmadaki *Pseudomonas* spp. sayılarından daha düşük düzeydedir. Kim vd. (2022), doğal olgunlaştırma yöntemlerinin sığır filetosunun et kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çeşitli yöntemlerle olgunlaştırılan etlerde, olgunlaştırma yöntemi ve sürelerine bakılmaksızın *Pseudomonas* spp. sayıları bakımından anlamlı bir farklılık

bulunmadığı rapor edilmiştir. Kim vd. (2022), bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde kuru olgunlaştırılmış etlerde, etin dış kısmında 15. ve 30. günlerde sırasıyla 6,41; 8,02 log kob/g, yaş olgunlaştırılmış etlerde ise 15. gün 5,66 log kob/g *Pseudomonas* spp. rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada, etin dış kısmında yaş olgunlaştırmanın 30. günde *Pseudomonas* spp. tespit edilmemiştir.

Çalışmada gözlenen *Pseudomonas* spp. sayıları, kırmızı etlerin aerobik şartlarda soğukta muhafazası sırasında *Pseudomonas* spp.'nin baskın mikroorganizma olduğunu bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Erol, 2007; Ray ve Bhunia, 2016; Kim vd., 2021).

4.1.6. Laktik Asit Bakteri

Çalışmada örneklerin başlangıçta LAB sayısının 0 ila 1,10 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.16'da ifade edildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucunda, tüm gruplarda LAB düzeyinde genellikle artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca LAB sayıları en düşük 0,55 log kob/g ve en yüksek 5,94 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki LAB sayıları sırasıyla 2,20 ve 2,80 log kob/g düzeyinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 5,06 log kob/g ve 5,94 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki LAB sayıları en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,55; 1,65 log kob/g ve 1,10; 2,25 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 4,42; 4,66 log kob/g ve 4,98; 5,57 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arası farklılıklar 21. ve 28. günlerde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.17'de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 7. ve 28. günlerde 2. ve 3. gruplarda LAB sayılarının kontrol gruplarına göre daha düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu LAB sayıları 2. gün 2,50 log kob/g iken, 28. gün 5,50 log kob/g'a yükselmiştir. Enzim gruplarında LAB sayıları 2. gün en düşük ve en yüksek 0,83; 1,95 log kob/g seviyesinde iken, 28. gün 4,70; 5,12 log kob/g seviyesine yükselmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkların 7. ve 28. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu

gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$). Çizelge 3.18’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 21. ve 28. günlerde yaş olgunlaştırma grupları LAB sayıları kuru olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Yaş olgunlaştırma grupları LAB sayıları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 1,96 ve 5,41 log kob/g iken; kuru olgunlaştırma grupları LAB sayıları aynı günlerde sırasıyla 1,38 ve 4,66 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 21. ve 28. günler grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Li vd. (2014), 8 veya 19 gün süre ile kuru olgunlaştırma torbası, geleneksel kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma metotlarının sığır eti kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, başlangıçta et örnekleri LAB sayısının $<0,01$ log kob/cm² olduğunu bildirmişlerdir. Sığır eti örneklerindeki LAB sayısı üzerine, olgunlaştırma süresinin etkisi olduğunu ve yöntemin de etkisine yönelik eğilim olduğunu vurgulamışlardır. Sığır etlerine 19 gün süreyle kuru olgunlaştırma uygulanması sonucunda LAB sayısının, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerdekinden daha düşük olduğunu (sırasıyla 3,20 ve 5,34 log kob/cm²) rapor etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer bulgular tespit edilmiştir.

Gudjónsdóttir vd. (2015), sığır eti örneklerinin LAB sayısında yaş olgunlaştırma ile önemli bir artış gözlemlerken, kuru olgunlaştırma yöntemi ile önemli bir değişiklik gözlemlenmediğini vurgulamışlardır. Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan sığır etlerindeki LAB sayılarının, olgunlaştırmanın 14. gününde sırasıyla 3,75 ve 5,26 log kob/ml; 21. gününde sırasıyla 3,64 ve 6,11 log kob/ml olduğunu rapor etmişlerdir. Yaş olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinde LAB sayısındaki bu artıştan, uzun süreli olgunlaştırma ile kas pH değerindeki azalma sorumlu tutulmuştur. Gudjónsdóttir vd. (2015)’nin bulgularına benzer olarak bu çalışmada da yaş olgunlaştırma grupları LAB sayıları, kuru olgunlaştırma grupları ile karşılaştırıldığında, sürecin devam etmesine bağlı olarak daha fazla artmıştır. Bu sonuçlar ayrıca, LAB’lerinin anaerobik koşullar altında, soğukta muhafaza edilen etlerde daha fazla gelişme gösterdiğini ve baskın flora olduğunu belirten önceki çalışmalarla uyumludur (Borch vd., 1996; Huis in’t Veld, 1996; Gram vd., 2002; Kim vd., 2021).

4.1.7. Mayalar ve Küfler

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta maya ve küf sayısının 0,55 ila 3,40 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.19’da ifade edildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucunda, tüm gruplarda maya ve küf sayısında artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca maya ve küf sayıları en düşük 3,35 log kob/g ve en yüksek 6,80 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki maya ve küf sayıları sırasıyla 4,05 ve 3,58 log kob/g düzeyinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,80 ve 5,85 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki maya ve küf sayıları en düşük ve en yüksek sırasıyla 3,66; 3,80 ve 3,35; 3,48 log kob/g iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,05; 6,56 ve 5,45; 5,75 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.20’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 14. ve 28. günlerde 3. gruba ait maya ve küf sayısının kontrol grubundan düşük olduğu kaydedilmiştir. Kontrol grubu maya ve küf sayıları 2. gün 3,81 log kob/g iken, 28. gün 6,33 log kob/g’a yükselmiştir. Enzim gruplarında maya ve küf sayıları 2. gün en düşük ve en yüksek 3,51; 3,64 log kob/g seviyesinde iken, 28. gün 5,75; 6,15 log kob/g seviyesine yükselmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklar 14. ve 28. günlerde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 3.21’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları maya ve küf sayıları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları maya ve küf sayıları 2. ve 28. günler sırasıyla 3,81 ve 6,43 log kob/g iken; yaş olgunlaştırma grupları maya ve küf sayıları aynı günlerde sırasıyla 3,45 ve 5,66 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,001$).

Berger vd. (2018) yapmış oldukları araştırmalarında, otlar beslenen sığırlardan elde edilen *longissimus lumborum* kasını; yaş, kuru ve torbada kuru olgunlaştırma yöntemleri ile 28 gün süreyle olgunlaştırmışlardır. Mikrobiyolojik özelliklerin değerlendirildiği 21. gün analiz sonuçlarında; yaş ve kuru olgunlaştırma için küf sayıları sırasıyla 0,175 ve 0,231 log kob/ml, maya sayıları sırasıyla 0,257 ve 1,498 log kob/ml olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada gözlenen değerlerin, Berger vd. (2018)'nin bildirdiği değerlerden daha yüksek olması, başlangıçtaki mikroorganizma sayısı ve olgunlaştırma koşullarının farklı olması ile açıklanabilir. Bununla birlikte çalışmada kuru olgunlaştırma için tespit edilen maya ve küf sayısının yaş olgunlaştırmada gözlenenden daha fazla olması Berger vd. (2018)'nin bildirimleri ile uyumludur. Maya ve küf sayısının kuru olgunlaştırmada yaş olgunlaştırmadan daha fazla olması, kuru olgunlaştırmada hava oksijenine doğrudan maruz kalma ve aynı zamanda maya ve küflerin düşük a_w değerlerinde gelişebilme yeteneği ile açıklanabilir (Ahnström vd., 2006; Li vd., 2013).

Gudjónsdóttir vd. (2015), sığır etinin 21 günlük kuru olgunlaştırma süresi boyunca maya ve küf sayısında önemli bir artış gözlemlemişlerdir. Kuru olgunlaştırma periyodunun 14. gününde maya ve küf sayısı sırasıyla 5,57 ve 5,43 log kob/ml iken, 21. günde 5,87 ve 5,76 log kob/ml olarak kaydedilmiştir. Yaş olgunlaştırma süresi boyunca ise maya ve küf sayısında önemli bir artış gözlemlenmemiş, yaş olgunlaştırmının 14. gününde maya ve küf sayısı sırasıyla 3,52 ve 2,74 log kob/ml iken, 21. günde 3,48 ve 3 log kob/ml olarak kaydedilmiştir. Çalışmada gözlenen maya ve küf sayıları, Gudjónsdóttir vd. (2015)'nin bildirimlerinden daha yüksektir.

4.2. Fizikokimyasal Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi

4.2.1. pH Değerleri

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta pH değerinin 5,57 ila 5,61 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.22'de ifade edildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu tüm gruplarda pH değerlerinde genel olarak artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca pH değerleri en düşük 5,55 ve en yüksek 5,76 olarak

kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki pH değerleri sırasıyla 5,60 ve 5,55 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 5,67 ve 5,61 düzeylerine ulaşmıştır. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki pH değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 5,60; 5,63 ve 5,55; 5,60 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 5,70; 5,76 ve 5,60; 5,64 düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.23’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, enzim uygulanan gruplarda pH değerlerinin, kontrol gruplarına göre genel olarak daha yüksek düzeyde olduğu ve enzim derişimleri arttıkça pH değerlerinde de genellikle artış olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu pH değerleri 2. gün 5,57 iken, 28. gün 5,65 değerine yükselmiştir. Enzim gruplarında 2. gün pH değerleri en düşük ve en yüksek 5,58; 5,62 iken, 28. gün 5,65; 5,70 değerlerine yükselmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.24’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca yaş olgunlaştırma grupları pH değerleri, kuru olgunlaştırma gruplarına göre daha düşük düzeyde seyretmiştir. Yaş olgunlaştırma grupları pH değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla 5,57 ve 5,62 iken; kuru olgunlaştırma grupları pH değerleri aynı günlerde sırasıyla 5,61 ve 5,72 olarak tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$).

Bu çalışmada olgunlaştırma süresince etlerin pH değerleri genellikle, normal sınırlar olarak bildirilen (5,60 ila 6,20) değerler içerisindedir (Öztan, 2017; Anar, 2020). Olgunlaştırma süreci boyunca pH değerleri, kuru olgunlaştırma gruplarında daha belirgin olmak üzere zamanın ilerlemesi ile artış göstermiştir. Bu durumun, gerek kaslarda mevcut olan endojen proteazlar, gerekse etlere deneysel olarak ilave edilen papain ve fungal proteaz enzimlerinin proteinleri hidrolizi sonucu ortaya çıkan bazik özellikteki azotlu bileşikler nedeniyle olduğu söylenebilir (Aksu vd., 2005; Demircioğlu, 2011; Çiçek vd., 2013). Aynı sonuç, enzim gruplarında pH değerlerinin kontrol gruplarına göre genellikle daha yüksek olması ve enzim düzeyleri arttıkça pH

değerlerinin genellikle daha fazla artması için de düşünülebilir. Ayrıca çalışmada kuru olgunlaştırma grupları ile karşılaştırıldığında, yaş olgunlaştırma gruplarındaki daha düşük pH değerleri, LAB'lerinin yaş olgunlaştırma gruplarındaki anaerop şartlarda daha fazla artışı ve laktik asit üretmeleri ile açıklanabilir (Gudjónsdóttir vd., 2015).

Kim vd. (2020), Hanwoo ırkı sığırdan elde edilen *M. longissimus lumborum*'a 7 gün süreyle yaş olgunlaştırma ve 30 gün süreyle kuru olgunlaştırma uygulamışlar, kontrol, yaş ve kuru olgunlaştırma gruplarına ait etlerden ölçülen pH değerleri sırasıyla 5,49; 5,53; 5,58 olarak bulunmuştur ($p<0,05$). Bu çalışmada da, Kim vd. (2020)'nin bildirimlerine benzer pH değerleri gözlenmiştir.

Gudjónsdóttir vd. (2015), sığır *longissimus dorsi* kasına 7, 14 ve 21 gün süre ile kuru olgunlaştırma uygulamasında ölçülen pH değerlerini sırasıyla 5,65; 5,60; 5,62 ve yaş olgunlaştırma için sırasıyla 5,68; 5,65; 5,54 olarak tespit etmişlerdir. Yaş olgunlaştırma 21. gün pH değeri düşüşü araştırmacılar tarafından anaerop ortamda gelişen ve laktik asit üreten LAB'nin artışı ile açıklanmıştır. Gudjónsdóttir vd. (2015) tarafından bildirilen değerler, çalışmada gözlenen kuru olgunlaştırma grubu değerlerine benzer, fakat yaş olgunlaştırma grubu sonuçlarından farklıdır. Yaş olgunlaştırma grubundaki bu farklılıkların; LAB sayıları ve aktiviteleri, ayrıca hidrolize olan protein düzeyi farklılıkları ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Dikeman vd. (2013), farklı kalitelerdeki sığır *longissimus lumborum* bifteğinin; kuru, yaş ve özel torbada olgunlaştırılmasının ve farklı sıcaklıklarda pişirilmesinin, verim ve yeme kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Etler kesimden sonra 8 gün dinlendirilip 21 gün olgunlaştırıldıktan sonra, kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinde pH değerleri sırasıyla 5,67 ve 5,59 olarak rapor edilmiştir. Bildirilen değerler çalışmadaki sonuçlarla uyumludur.

4.2.2. Su Aktivitesi Değerleri

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta a_w değerinin 0,961 ila 0,962 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.25'de ifade edildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca, zamanın geçmesi

ile tüm gruplarda a_w değerlerinde genellikle azalma görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca a_w değerleri en düşük 0,954 ve en yüksek 0,961 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki a_w değerleri sırasıyla 0,959 ve 0,960 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,956 ve 0,958 düzeylerine düşmüştür. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki a_w değerleri sırasıyla 0,960 ve 0,961 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde en düşük, en yüksek sırasıyla 0,954; 0,955 ve 0,958 düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önem kazanmıştır ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.26'da gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde zamanın geçmesine bağlı olarak tüm gruplara ait a_w değerlerinde azalma gözlenmiştir. Kontrol grubu a_w değerleri 2. gün 0,960 iken, 28. gün 0,957 değerine düşmüştür. Enzim gruplarında 2. gün a_w değerleri 0,960 iken, 28. gün en düşük ve en yüksek 0,956; 0,957 değerlerine ulaşmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.27'de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca yaş olgunlaştırma grupları a_w değerleri, kuru olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Yaş olgunlaştırma grupları a_w değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla 0,961 ve 0,958 iken; kuru olgunlaştırma grupları a_w değerleri aynı günlerde sırasıyla 0,960 ve 0,955 olarak gözlenmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$).

Bu çalışmada gözlenen a_w değerleri, 0,90-0,91'in altında bakterilerin ve 0,80'den düşük a_w değerlerinde ise küf ve mayaların gelişemediği bildirilen (Tayar ve Yıldırım, 2020) değerlerin üstündeydi. Bununla birlikte, çalışmada elde edilen değerler, et ve et ürünleri için 0,70 ila 0,99 olarak bildirilen a_w değerleri arasındaydı (Anar, 2020).

Kim vd. (2022), yaşlandırma yöntem ve sürelerinin sığır etinin kalite özelliklerine etkisi araştırmışlar, sığır filetosunu kuru, yaş ve pakette kuru olgunlaştırma yöntemleri ile 60 gün boyunca olgunlaştırmışlardır. Kim vd. (2022)'nin bildirdiği 30. gün kuru ve yaş olgunlaştırma a_w değerleri (sırasıyla 0,94; 0,95), çalışmada gözlenen a_w değerlerinden düşüktür. Buna neden olarak, Kim vd. (2022)'nin kullandığı etin

başlangıç a_w değerinin (0,95), bu çalışmada kullanılan etlerin başlangıç a_w değerlerinden düşük olması ve olgunlaştırma şartlarının farklı olması söylenebilir.

Bu çalışmada, olgunlaştırma sürecinin devam etmesine bağlı olarak tüm gruplarda a_w değerlerinin azalmış olması daha önceki çalışmalarla uyumludur (Cho vd., 2017; Akkaya, 2019; Kim vd., 2022). Kuru olgunlaştırmada, yaş olgunlaştırmadan farklı olarak et yüzeyleri hava ile temasta olduğundan nem kaybı nedeniyle a_w değerlerinin azalması, çalışmadaki yaş olgunlaştırma gruplarına göre kuru olgunlaştırma gruplarındaki daha düşük a_w değerlerini açıklayabilir (Bernardo vd., 2021).

4.2.3. Protein Miktarı

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta protein miktarının (%) 21,96-22,61 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.28’de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca protein miktarı en düşük 20,98 ve en yüksek 23,63 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki protein miktarı 22,28 düzeylerinde iken; olgunlaştırmamanın 28. gününde sırasıyla 23,01 ve 21,65 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki protein miktarı en düşük ve en yüksek sırasıyla 21,17; 22,13 ve 21,51; 22,17 iken; olgunlaştırmamanın 28. gününde sırasıyla 22,53; 22,89 ve 21,22; 21,69 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.29’da gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde kontrol grubu protein miktarı 2. gün 22,28 iken, 28. gün 22,33 olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında protein miktarı 2. gün en düşük ve en yüksek 21,34; 22,14, 28. gün ise 21,88; 22,18 olduğu gözlenmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklar 2., 7. ve 21. günler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.30’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 7. günden itibaren olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları protein miktarları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları protein miktarları 2. ve 28. günler sırasıyla 21,89 ve 22,78 iken; yaş olgunlaştırma

grupları protein miktarları aynı günlerde sırasıyla 22,03 ve 21,45 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar 2. gün hariç istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,001$).

Kim vd. (2019), kuru ve yaş olgunlaştırma metotları ile 28 gün olgunlaştırdıkları sığır filetosunun protein miktarlarını (%) olgunlaştırma öncesi, kuru ve yaş olgunlaştırma sonrası sırasıyla, 21,18; 21,73; 20,95 şeklinde rapor etmişlerdir. Çalışmada protein miktarlarının Kim vd. (2019)'nin bulgularından daha yüksek olması ile ilgili olarak; olgunlaştırma başlangıcında protein miktarlarının çalışmada daha yüksek olması ve olgunlaştırma parametrelerinin farklı olması nedeniyle bu sonuçlara ulaşıldığı söylenebilir.

Çalışmanın, kuru olgunlaştırma 28. günde protein miktarının başlangıç miktarına göre artmış olması ve 28. gün yaş olgunlaştırma protein miktarından daha yüksek olması yönüyle Kim vd. (2019)'nin bulgularına benzerdir. Ayrıca çalışmada protein miktarlarının kuru olgunlaştırma süresi boyunca artmış ve aynı zamanda yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olması, kuru olgunlaştırmada nem içeriğinin buharlaşması ile açıklanabilir (Lee vd., 2017; Kim vd., 2019).

4.2.4. Yağ Miktarı

Çalışmada örneklerin başlangıçta yağ miktarının (%) 3,09-5,31 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.31'de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca yağ miktarı en düşük 2,37 ve en yüksek 4,71 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki yağ miktarı sırasıyla 4,45 ve 4,07 düzeylerinde iken; olgunlaştırmının 28. gününde sırasıyla 4,17 ve 3,86 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki yağ miktarı en düşük ve en yüksek sırasıyla 2,78; 4,21 ve 2,91; 3,54 iken; olgunlaştırmının 28. gününde sırasıyla 3,17; 3,25 ve 2,37; 3,68 düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.32'de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 14. gün hariç enzim grupları yağ miktarlarının, kontrol gruplarına göre

genellikle daha düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu yağ miktarları 2. gün 4,26 iken, 28. gün 4,01 olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında 2. gün yağ miktarları en düşük ve en yüksek 2,84; 3,87 iken, 28. gün 2,79; 3,47 olarak kaydedilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkların 14. gün hariç istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.33’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, kuru olgunlaştırma grupları yağ miktarları 2. ve 28. günlerde sırasıyla 3,79 ve 3,45 iken; yaş olgunlaştırma grupları yağ miktarları aynı günlerde sırasıyla 3,44 ve 3,29 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmada enzim uygulanan gruplarda yağ miktarlarının kontrol gruplarına göre daha düşük gözlenmesi, enzim uygulanan gruplarda nem miktarlarının kontrol gruplarına göre daha yüksek olması ile ilgili olabilir (Hwang vd., 2010; Cho vd., 2018).

Kim vd. (2019), kuru ve yaş olgunlaştırma metotları ile 28 gün olgunlaştırdıkları sığır filetosunun yağ miktarlarını (%) olgunlaştırma öncesi, kuru ve yaş olgunlaştırma sonrası sırasıyla, 9,90; 12,82; 11,29 şeklinde rapor etmişlerdir. Çalışmadaki yağ miktarlarının Kim vd. (2019)’nin bulgularından daha düşük olması, çalışmada başlangıçtaki yağ miktarlarının daha düşük olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte çalışmada, kuru olgunlaştırma gruplarındaki yağ miktarının, yaş olgunlaştırma gruplarından sayısal olarak daha yüksek olması, Kim vd. (2019)’nin bulgularıyla uyumludur.

Lee vd. (2019), kuru olgunlaştırılmış sığır eti kalite göstergelerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında, farklı kalitedeki sığır filetolarını üç farklı şirkette kuru olgunlaştırmışlardır. Numunelerin 28. gün yağ içeriklerinin (%) 14,24; 9,68; 8,42 olduğu bildirilmiştir. Çalışmada yağ miktarlarının Lee vd. (2019)’nin bulgularından daha düşük olarak gözlenmesi, çalışmada örneklerin başlangıçtaki yağ miktarlarının daha düşük olmasından kaynaklanabilir.

4.2.5. Nem Miktarı

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta nem miktarının (%) 73,51-73,56 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.34’de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca nem miktarı en düşük 69,63 ve en yüksek 75,38 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki nem miktarları sırasıyla 71,42 ve 72,18 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 70,98 ve 72,79 olarak gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki nem miktarları en düşük ve en yüksek sırasıyla 72,68; 73,94 ve 74,23; 75,38 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 72,58; 73,73 ve 74,22; 74,86 olarak kaydedilmiştir. İstatistiksel analizlerde gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,001$). Çizelge 3.35’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, enzim uygulanan gruplarda nem miktarlarının, kontrol gruplarına göre genellikle daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu nem miktarları 2. gün 71,80 iken, 28. gün 71,89 olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında 2. gün nem miktarları en düşük ve en yüksek 73,46; 74,66 iken, 28. gün 73,72; 74,26 olarak tespit edilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.36’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma periyodu boyunca yaş olgunlaştırma grupları nem miktarları, kuru olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Yaş olgunlaştırma grupları nem miktarları 2. ve 28. günler sırasıyla 74,16 ve 74,17 iken; kuru olgunlaştırma grupları nem miktarları aynı günlerde sırasıyla 72,77 ve 72,66 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu kaydedilmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$).

Lee vd. (2019), kuru olgunlaştırılmış sığır eti kalite göstergelerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında, farklı kalitedeki sığır filetoalarını üç farklı şirkette kuru olgunlaştırmışlardır. Numunelerin 28. gün nem içeriklerinin (%) 63,83; 65,16; 69,01 olduğu bildirilmiştir. Çalışmada nem miktarlarının Lee vd. (2019)’nin bildirimlerinden daha yüksek olarak tespit edilmesi, örneklerin başlangıçtaki nem miktarlarının yüksek olması ve olgunlaştırma şartlarının farklı olması ile açıklanabilir.

Cho vd. (2018) yapmış oldukları araştırmalarında, farklı kuru olgunlaştırma şartlarındaki kemikli ve kabuk yağlı sığır filetosunun (*M. longissimus dorsi*) olgunlaştırma süresi boyunca nem içeriğinin (20. gün en düşük ve en yüksek, %62,3; %66,32) önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir ($p<0,05$). Çalışmadaki etlerin yağ içeriğinin Cho vd. (2018)'nin araştırmalarındaki etlerin yağ içeriğinden düşük olması nedeniyle, nem içeriğinin olgunlaşma sürecinin devam etmesi ile azalmasına rağmen Cho vd. (2018)'nin bildiriminden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada etlerde gözlenen nem ve yağ miktarları, sığır etinde nem içeriğinin yağ içeriği ile ters ilişkili olduğu ve nem içeriği azaldıkça yağ içeriğinin arttığı yönündeki bildirimlerle uyumludur (Hwang vd., 2010; Cho vd., 2018). Daha önce yapılan çalışmalarda (Ba vd., 2014; Lee vd., 2017; Cho vd., 2018; Kim vd., 2019) gözlenen bulgulara benzer şekilde bu çalışmada da, olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile et içeriğindeki nemin buharlaşmasına bağlı olarak kuru olgunlaştırma grupları nem miktarlarının, yaş olgunlaştırma gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir.

4.2.6. Tuz Miktarı

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta tuz miktarı (%) en düşük ve en yüksek 0,57; 0,60 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.37'de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca tuz miktarları en düşük 0,96 ve en yüksek 1,67 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki tuz miktarları sırasıyla 1,08 ve 0,96 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 1,35 ve 1,45 düzeylerine ulaşmıştır. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki tuz miktarları en düşük ve en yüksek sırasıyla 1,16; 1,21 ve 0,96; 1,07 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 1,19; 1,36 ve 1,28; 1,43 düzeylerine ulaşmıştır. Sürecin sadece 7. gününde gruplar arası istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 3.38'de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde kontrol grubu tuz miktarları 2. gün 1,02 iken, 28. gün 1,40 değerine yükselmiştir. Enzim gruplarında 2. gün tuz miktarları en düşük ve en yüksek 1,09; 1,12 iken, 28. günde 1,29; 1,32 değerlerine ulaşmıştır. Grup

ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.39’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28. gün hariç olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma grupları tuz miktarları, yaş olgunlaştırma gruplarına göre daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları tuz miktarları 2. ve 28. günler sırasıyla 1,17 ve 1,28 iken; yaş olgunlaştırma grupları tuz miktarları aynı günlerde sırasıyla 0,99 ve 1,39 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklılıkların 28. gün hariç istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$).

Çalışmada sürecin devam etmesi ile kuru olgunlaştırma gruplarında kaydedilen tuz miktarı artışları, daha önce yapılan çalışmanın (Karaduman, 2018) bulguları ile uyumludur. Çalışmada sürecin devam etmesine bağlı olarak kuru olgunlaştırma gruplarında gözlenen tuz miktarlarındaki artışlar, nem buharlaşmasındaki artışla açıklanabilir (Karaduman, 2018). Ayrıca çalışmada, gruplarda gözlenen tuz miktarlarının literatürde (Forrest vd., 1975; Arslan, 2013) bildirilenlerden (yaklaşık %0,08 ila %0,16) yüksek olması, deneysel uygulamaların başında kontrfilelere ağırlıklarının %10’u oranında %0,9 NaCl çözeltisi enjekte edilmesi ile açıklanabilir. Bununla birlikte, Doornenbal ve Murray (1982), sığırlarda yaş, ırk, cinsiyet ve kas çeşidinin bazı mineral (K, Na, Fe, Zn, Ca, Cu ve Mg) konsantrasyonları üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; sığır etinin mineral içeriğinin cinsiyet ve ırktan az etkilendiği, fakat kas çeşidi ve yaştan mineral içeriğine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.7. Kolajen Miktarı

Bu çalışmada örneklerin başlangıçta kolajen miktarının (%) 1,65-1,67 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.40’da gösterildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca kolajen miktarları en düşük 1,50 ve en yüksek 1,76 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki kolajen miktarları sırasıyla 1,65 ve 1,67 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 1,61 ve 1,71 olarak kaydedilmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki kolajen miktarları en düşük ve en yüksek sırasıyla 1,57; 1,67 ve 1,50; 1,67 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 1,53; 1,60 ve 1,68; 1,71 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıklar 2., 14. ve 21. günlerde istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.41’de ifade edildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, olgunlaştırmanın 2. günü, 3. grup kolajen miktarının kontrol ve 1. gruptan daha düşük düzeyde olduğu ve 2. gün grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrol grubu kolajen miktarları 2. ve 28. gün 1,66 olarak kaydedilmiştir. Enzim gruplarında 2. gün kolajen miktarları en düşük ve en yüksek 1,53; 1,66 iken, 28. gün 1,60; 1,65 olarak kaydedilmiştir. Çizelge 3.42’de gösterildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırmanın 14., 21. ve 28. günleri yaş olgunlaştırma grupları kolajen miktarlarının kuru olgunlaştırma gruplarından yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları kolajen miktarları 2. ve 28. günler sırasıyla 1,63 ve 1,58 iken; yaş olgunlaştırma grupları kolajen miktarları aynı günlerde sırasıyla 1,59 ve 1,70 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların 14. günden itibaren istatistiksel açıdan anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$).

Çalışmanın başlangıcında kontrfilelerin et proteini içeriğinin kolajen miktarı ($1,66/22,30 \times 100$) ortalama %7,44’dür. Bu miktar, TGK Et, Hazırlanmış Et Karışımları Ve Et Ürünleri Tebliği (2018/52) Ek-1’de yağsız kıyma ($\leq 7\%$ yağ) için bildirilen kolajen miktarı ($\leq 12\%$) ile karşılaştırıldığında normal sınırlar içerisindedir.

Çalışmada enzim gruplarında 2. gün enzim dozu arttıkça kolajen miktarlarının azalması (Çizelge 3.41), ette endojen olarak bulunan katepsin B ve L (Beltrán vd, 1992; Huff-Lonergan, 2014) ile ete deneysel olarak ilave edilen papain ve fungal proteaz enzimlerinin (Ashie vd., 2002; Calkins ve Sullivan, 2007) kolajeni hidrolize etmesi ile açıklanabilir.

Çalışmada gözlenen olgunlaştırma öncesi, kuru ve yaş olgunlaştırmanın 28. günü kolajen miktarları, Kim vd. (2019)’nin bildirdiği sonuçlarla (sırasıyla, 1,79; 1,65; 1,93)

karşılaştırıldığında; olgunlaştırma öncesi ve 28. gün yaş olgunlaştırma kolajen miktarı sonuçları çalışmada daha düşük, 28. gün kuru olgunlaştırma kolajen miktarı sonucu ise çalışmada benzerdir. Ba vd. (2014), *longissimus dorsi* kasının 7 ve 28 gün süreyle yaş olgunlaştırılması sonucunda toplam kolajen miktarını sırasıyla 0,53 ve 0,48 g/100 g et olarak rapor etmişlerdir. Dashdorj vd. (2017), *longissimus thoracis* kasının 20 ve 25 gün kuru olgunlaştırılması sonucunda toplam kolajen miktarını sırasıyla 0,39 ve 0,24 g/100 g et olarak tespit etmişlerdir. Önceki araştırmalarda rapor edilen (Ba vd., 2014; Dashdorj vd., 2017; Kim vd., 2019) kolajen miktarlarının, bu çalışma sonuçlarından daha düşük ya da daha yüksek olmasının; deneysel olarak kullanılan hayvanların yaşları, kas grubu çeşitleri ve olgunlaştırma şartları farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir (Swatland, 1996; Perez-Chabela vd., 2005).

4.2.8. Ağırlık Kaybı

Çalışmada, olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu tüm gruplarda örneklerin ağırlık kayıplarının (%) sürekli arttığı gözlenmiştir. Çizelge 3.43’de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca kuru olgunlaştırma gruplarında ağırlık kaybı en düşük 3,80 ve en yüksek 28,25 iken; yaş olgunlaştırma gruplarında aynı değerler sırasıyla 2,66 ve 14,83 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki ağırlık kayıpları sırasıyla 3,87 ve 4,50 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 28,25 ve 12,49 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki ağırlık kayıpları en düşük ve en yüksek sırasıyla 3,80; 3,88 ve 2,66; 4,81 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 25,69; 27,40 ve 7,83; 14,83 düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arası farklılıkların 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.44’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde, 2. grupta 7. gün hariç sayısal olarak en fazla ağırlık kaybı olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte olgunlaştırma periyodu boyunca 1. ve 3. gruplara ait ağırlık kayıplarının, kontrol gruplarından sayısal olarak daha düşük düzeyde olduğu kaydedilmiştir. Kontrol grupları ağırlık kaybı 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 4,19 ve 20,37 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları ağırlık kaybı ise 2. ve 28. günlerde, en düşük ve en yüksek sırasıyla

3,27; 4,30 ve 16,76; 21,12 olarak kaydedilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Çizelge 3.45’de gösterildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, olgunlaştırma süresi boyunca kuru olgunlaştırma grupları ağırlık kayıplarının, yaş olgunlaştırma gruplarından daha fazla olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları ağırlık kayıpları 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 3,84 ve 26,93 iken; yaş olgunlaştırma grupları ağırlık kayıpları aynı günlerde sırasıyla 3,77 ve 11,48 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,001$).

Çalışmada 28 günlük kuru olgunlaştırma ağırlık kaybı miktarı, sığır eti kuru olgunlaştırılmasında genellikle %30-40 oranında olgunlaştırma kaybı olabileceği şeklindeki bildirim (Dashdorj vd., 2016; Kim vd., 2022) benzer olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın ağırlık kaybı bulguları, olgunlaştırma yöntemine bağlı olmayarak olgunlaştırma süresi arttıkça ağırlık kaybının da artacağını, ayrıca kuru olgunlaştırma yönteminde kaydedilen ağırlık kayıplarının yaş olgunlaştırma yöntemindekinden daha fazla olacağını bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Lepper-Blilie vd., 2016; Kim vd., 2022). Et içeriğindeki nemin buharlaşması nedeniyle kuru olgunlaştırma yöntemindeki ağırlık kayıpları, nem bariyer özellikli ambalaj materyalleri kullanılan yaş olgunlaştırma yönteminden daha fazla olmaktadır (Dashdorj vd., 2016; Kim vd., 2022).

Kim vd. (2022), olgunlaştırma yöntem ve sürelerinin sığır etinin kalite özelliklerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları araştırmalarında, kuru ve yaş olgunlaştırma ağırlık kayıplarının 15. gün sırasıyla 16,95; 1,98 ve 30. gün sırasıyla 29,49; 2,33 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmadaki kuru olgunlaştırma ağırlık kaybı değerleri Kim vd. (2022)’nin bildirimine benzer olmakla birlikte, çalışmadaki yaş olgunlaştırma ağırlık kayıpları daha fazladır. Çalışmada yaş olgunlaştırma ağırlık kayıplarının fazla olması ile ilgili olarak; yaş olgunlaştırma yönteminde uygulanan vakumlama işleminin etkisi ve aynı zamanda olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu, deneysel olarak etlere enjekte edilen sıvının bir kısmının etlerden sızarak uzaklaşmış olabileceğinin bu sonuçta etkili olduğu düşünülebilir.

4.2.9. Pişirme Kaybı

Çizelge 3.46'da ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta pişirme kaybının (%) en düşük ve en yüksek 27,55; 33,76 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca pişirme kaybı en düşük 30,26 ve en yüksek 41,16 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki pişirme kayıpları sırasıyla 34,69 ve 32,76 düzeylerinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 31,74 ve 30,30 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki pişirme kayıpları en düşük ve en yüksek sırasıyla 33,60; 37,07 ve 36,99; 41,16 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 30,26; 34,12 ve 30,27; 34,21 düzeylerine ulaşmıştır. Gruplar arası farklılıkların 28. gün hariç istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.47'de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizlerde kontrol grupları pişirme kaybı 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 33,72 ve 31,02 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları pişirme kaybı ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 36,70; 37,38 ve 30,80; 32,45 olarak kaydedilmiştir. Sadece 7. ve 14. günlerde grup ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Çizelge 3.48'de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28. gün hariç olgunlaştırma süresi boyunca yaş olgunlaştırma grupları pişirme kayıplarının, kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinde 28. günde en düşük pişirme kaybı değerlerine ulaşılmıştır. Kuru olgunlaştırma grupları pişirme kayıpları 2. ve 28. günler sırasıyla, 34,93 ve 31,80 iken; yaş olgunlaştırma grupları pişirme kayıpları aynı günlerde sırasıyla 37,49 ve 31,39 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar 28. gün dışında istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$).

Çalışmada 28. gün hariç kuru olgunlaştırma pişirme kaybı sonuçlarının yaş olgunlaştırma pişirme kaybı sonuçlarından düşük olması, önceki çalışma sonuçlarına (Dikeman vd., 2013; Obuz vd., 2014; Kim vd., 2019) benzerdir. Kuru olgunlaştırma pişirme kayıplarının yaş olgunlaştırma pişirme kayıplarından düşük olması, kuru olgunlaştırma sırasında buharlaşmanın neden olduğu düşük nem içeriği ile

açıklanabilir (Obuz vd., 2014; Kim vd., 2020). Kim vd. (2019) sığır etinin kuru ve yaş olgunlaştırılması üzerine yapmış oldukları çalışmalarında 28 günlük olgunlaştırma periyodu sonunda; olgunlaştırılmamış, kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır filetosu pişirme kaybı değerlerini sırasıyla 27,66; 19,89 ve 26,77 olarak bildirmişlerdir. Çalışmanın pişirme kaybı bulguları Kim vd. (2019)'nin bildirimi ile karşılaştırıldığında, olgunlaştırılmamış sığır filetosu pişirme kaybı değerleri birbirine çok yakın, fakat kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır filetosu pişirme kaybı değerleri çalışmada daha fazladır. Kim vd. (2020), Hanwoo sığır eti (*M. longissimus lumborum*) ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında etler kemiksiz hale getirilerek 7 gün süre ile yaş ve 30 gün süre ile kuru olgunlaştırılmıştır. Kuru ve yaş olgunlaştırma pişirme kayıpları sırasıyla 10,62 ve 33,28 olarak rapor edilmiştir. Kim vd. (2022), Hanwoo sığır filetosunun olgunlaştırılması ile ilgili yapmış oldukları araştırma sonucunda başlangıç, 15. gün ve 30. gün kuru ve yaş olgunlaştırılmış etlerin pişirme kaybı sonuçlarını sırasıyla; 18,20; 11,32; 5,07 ve 20,12; 20,23; 23,72 olarak tespit etmişlerdir. Oh vd. (2017), Hanwoo inek ve dana filetolarının (*M. longissimus lumborum*) olgunlaştırılması üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, 2 ve 28 gün kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır filetolarının pişirme kayıplarının sırasıyla 26,66; 19,30 ve 26,49; 26,08 olduğunu ifade etmişlerdir. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında (Kim vd., 2020; Kim vd., 2022; Oh vd., 2017), bu çalışmada kuru ve yaş olgunlaştırma pişirme kaybı sonuçları daha yüksek olarak gözlenmiştir. Pişirme kaybı, STK özelliğinden etkilenebilmektedir (Lee vd., 2012). Çalışmada kullanılan etlerin STK özelliği ile bahsedilen araştırmalarda kullanılan etlerin STK özellikleri farklı olabilir. Ayrıca çalışmada uygulanan farklı metot (etlere ağırlıklarının %10'u oranında %0,9 NaCl enjeksiyonu) ve farklı olgunlaştırma şartlarının (sıcaklık, bağıl nem, hava akış hızı) değişik pişirme kaybı sonuçlarına neden olabileceği söylenebilir.

4.2.10. Su Tutma Kapasitesi

Çizelge 3.49'da ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta STK (%) değerinin en düşük ve en yüksek 16,79; 21,21 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait STK değerlerinin, başlangıç değerlere göre genellikle arttığı ya da aynı değerde olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma periyodu

boyunca STK değeri en düşük 16,50 ve en yüksek 29,04 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki STK değerleri sırasıyla 20,21 ve 21,09 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 17,88 ve 23,46 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki STK değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 22,69; 29,04 ve 21,05; 27,42 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 18,18; 22,31 ve 22,68; 26,15 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.50’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, 2. grubun 2. gün ve 21. gün en yüksek STK değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Kontrol grupları STK değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 20,65 ve 20,67 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları STK değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 22,59; 28,23 ve 20,43; 23,57 olarak kaydedilmiştir. Grup ortalamaları arası farklar 28. gün dışında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.51’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 2. gün hariç olgunlaştırma süresi boyunca yaş olgunlaştırma grupları STK değerlerinin, kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları STK değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 24,30 ve 19,61 iken; yaş olgunlaştırma grupları STK değerleri aynı günlerde sırasıyla 23,01 ve 24,28 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farklar 2. gün dışında istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,001$).

Bu çalışmada olgunlaştırma sürecinin devamı ile kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarında görülen STK değeri artışları, olgunlaşma süreci boyunca pH değeri artışları ile açıklanabilir. Miyofibriler proteinler izoelektrik nokta pH değerinden uzaklaştıkça etlerin STK yeteneği artmaktadır (Anar, 2020).

Kim vd. (2020), Hanwoo sığır etinin (*M. longissimus lumborum*) olgunlaştırılması üzerine yapmış oldukları çalışmalarında; olgunlaştırılmamış, 30 gün kuru olgunlaştırılmış ve 7 gün yaş olgunlaştırılmış fileto STK değerlerini sırasıyla 22,62; 30,09 ve 23,99 olarak rapor etmişlerdir. Kim vd. (2020)’nin bildirimleri ile karşılaştırıldığında, çalışmadaki olgunlaştırma uygulanmamış ve kuru olgunlaştırma uygulanmış gruplara ait STK değerleri daha düşük, yaş olgunlaştırma uygulanan gruba

ait STK değeri ise benzerdir. Stanišić vd. (2012), sığır etinin 14 günlük kuru olgunlaştırılması sırasında kimyasal ve fiziksel özelliklerin değişimlerini araştırdıkları çalışmalarında olgunlaştırmanın 1., 7. ve 14. günlerinde *M. longissimus dorsi* için STK değerlerini sırasıyla 11,78; 12,52; 13,80 ve *M. gluteus medius* için sırasıyla 12,18; 14,15; 13,95 olarak belirtmişlerdir. Çalışmadaki STK değeri bulguları Stanišić vd. (2012)'nin bildirdiği değerlerden daha yüksektir. Aşçıoğlu (2021), kuru ve yaş olgunlaştırmanın *longissimus lumborum* kasının bazı kalite kriterleri üzerine etkisi ile ilgili yaptığı çalışmasında 0., 14., 21. ve 28. günlerde kuru olgunlaştırmaya ait STK değerlerini sırasıyla 12,17; 8,42; 7,75 ve 9, aynı günlerde yaş olgunlaştırmaya ait STK değerlerini ise sırasıyla 12; 9,92; 9,5 ve 10,1 olarak ifade etmiştir. Çalışmanın STK değeri sonuçları Aşçıoğlu (2021)'nin bildirdiği değerlerden daha yüksektir. Çalışmada 2. gün hariç tüm olgunlaştırma periyodu boyunca yaş olgunlaştırma STK değerlerinin kuru olgunlaştırma STK değerlerinden yüksek olması Aşçıoğlu (2021)'nin bildirimleri ile uyumludur. Ayrıca bu çalışmadaki STK değeri bulgularının daha önceki bildirimlerden (Stanišić vd., 2012; Kim vd., 2020; Aşçıoğlu, 2021) yüksek ya da düşük olması, STK değerini etkileyen çeşitli faktörlerle açıklanabilir. Bu faktörler arasında; kaslarda suyun bağlanmasını sağlayan protein reaktif gruplarının niceliği, etin pH değeri ve kaslardaki yeterli intramüsküler yağ miktarı sayılabilir (Aberle vd., 1989; Arslan, 2013).

4.2.11. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Değeri

Çizelge 3.52'de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta TBARS değerleri (mg MDA/kg et) en düşük ve en yüksek 0,27; 0,28 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile tüm gruplarda TBARS değerlerinde artışlar görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca TBARS değerleri en düşük 0,29 ve en yüksek 0,74 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerdeki TBARS değerleri sırasıyla 0,31 ve 0,29 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde aynı gruplarda sırasıyla 0,70 ve 0,48 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarındaki TBARS değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,31; 0,32 ve 0,30; 0,31 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,72; 0,74 ve 0,48;

0,50 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.53’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, kontrol grupları TBARS değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 0,30 ve 0,59 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları TBARS değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 0,30; 0,31 ve 0,60; 0,62 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasındaki farklar sadece 2. günde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 3.54’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca kuru olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinin, yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları TBARS değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 0,31 ve 0,72 iken; yaş olgunlaştırma grupları TBARS değerleri aynı günlerde sırasıyla 0,30 ve 0,49 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Çalışmada, olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile tüm gruplarda TBARS değerlerinin artmış olması, aynı zamanda kuru olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinin yaş olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinden daha fazla olması önceki çalışmalara (Kahraman, 2016; Akkaya, 2019; Aşçıoğlu, 2021) benzerdir. TBARS değerinin örnekte 1 mg MDA/kg’dan fazla olduğu zaman ransit (acılaşmış) olarak nitelendirilebilir bildirimi (Ockerman, 1976) ile taze ve iyi kalitede işlenmiş et ürünlerinde TBARS değerinin 0,7-1 mg MDA/kg arasında olabileceği bildirimi (Gökalp vd., 2015) dikkate alındığında, çalışmadaki olgunlaştırılmış etler 28. günde tüketilebilir durumdadır. Çalışma bulgularında, kuru olgunlaştırma gruplarındaki etlerin nem içeriğinin yaş olgunlaştırma gruplarından düşük ve TBARS değerlerinin kuru olgunlaştırma gruplarında yaş olgunlaştırma gruplarından daha fazla olması; suyun yağ moleküllerini oksidasyona karşı koruyan bir bariyer olduğunu ve nem içeriğinin azaldığı durumlarda yağların acılaşmasının hızlandığını rapor eden Feiner (2006)’in bildirimi ile uyumludur. Ayrıca olgunlaştırma süresi boyunca kuru olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinin yaş olgunlaştırma gruplarından daha fazla olması, lipid oksidasyon oranının olgunlaştırma süresi, oksijen varlığı ve

ambalajlama gibi çeşitli koşullara bağlı olduğu bildirimlerini teyit etmektedir (Faustman vd., 2010; Ribeiro vd., 2021b; Sabuncular vd., 2021).

Ribeiro vd. (2021a), yapmış oldukları çalışmalarında kemiksiz sığır filetolarına 42 gün süre ile farklı bağıl nem koşullarında kuru olgunlaştırma ve yağ olgunlaştırma uygulamışlardır. Çalışma sonucu tespit edilen TBARS sonuçlarını, %50, %70, %85 bağıl nemde kuru olgunlaştırma ve yağ olgunlaştırma için sırasıyla 2,97; 2,81; 3,17 ve 2,03 mg MDA/kg et olarak rapor etmişlerdir. Ribeiro vd. (2021a)'nin uzun olgunlaştırma süresi uygulamaları, bu çalışmada Ribeiro vd. (2021a)'nin bulgularından daha düşük gözlenen TBARS değerlerini açıklayabilir (Faustman vd., 2010).

DeGeer vd. (2009), 28 gün süre ile geleneksel ve torbada kuru olgunlaştırma uyguladıkları kemikli ve kemiksiz sığır filetolarının TBARS değerinin 1,2 mg MDA/kg et seviyesine ulaştığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada gözlenen TBARS değeri, DeGeer vd. (2009)'nin bildiriminden daha düşüktür.

Colle vd. (2015), sığır eti kalite özellikleri ve duyuşsal algı üzerine uzun süreli yağ olgunlaştırmanın etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarında *longissimus lumborum* kasının 2, 14, 21, 42 ve 63 gün süre ile yağ olgunlaştırılması sonucunda lipit oksidasyon düzeyinin belirlenmesi için yapılan TBARS analizi değerlerinin sırasıyla 0,10; 0,41; 0,24; 0,33 ve 0,49 mg MDA/ kg et olduğunu rapor etmişlerdir. Colle vd. (2015)'nin bildimleri ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada TBARS değerlerinin genellikle daha yüksek olduğu ve 28. gün gözlemlenen TBARS değeri sonucu ile Colle vd. (2015)'nin 63. gün tespit ettikleri TBARS değeri sonucunun birbirine yakın olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışma elde edilen TBARS sonuçlarının önceki çalışma (DeGeer vd., 2009; Colle vd., 2015) TBARS sonuçlarından düşük ya da yüksek olması; genel olarak analiz edilen etin spesifik özelliklerine (nem ve yağ içeriği), türüne, uzunluğuna, olgunlaştırma koşullarına (süre, sıcaklık, ışık) ve lipit oksidasyon belirleme yöntemine bağlı olabilmektedir (Vitale vd., 2014; Sabuncular vd., 2021).

4.2.12. Renk Analizi

Çizelge 3.55’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta parlaklık (L^*) değerleri en düşük ve en yüksek 36,98; 39,71 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu özellikle yaş olgunlaştırma grupları L^* değerleri olmak üzere, tüm gruplara ait L^* değerlerinde başlangıç değerlere göre genellikle artma gözlenmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca L^* değerleri en düşük 36,57 ve en yüksek 43,85 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait L^* değerleri sırasıyla 37,26 ve 40,26 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 39,24 ve 42,88 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait L^* değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 37,82; 40,23 ve 39,08; 41,83 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 36,57; 42,38 ve 39,71; 43,70 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.56’da gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, Diğer gruplara göre; 1. grup L^* değerinin 28. gün en yüksek ve 3. grup L^* değerlerinin 14. günden itibaren en düşük olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu L^* değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 38,76 ve 41,06 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları L^* değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 38,45; 40,88 ve 38,14; 43,04 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamalarında 7. günden itibaren anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.57’de kaydedildiği gibi yöntemler dikkate alındığında, yaş olgunlaştırma grupları L^* değerlerinin kuru olgunlaştırma grupları L^* değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları L^* değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 38,81 ve 39,55 iken; yaş olgunlaştırma grupları L^* değerleri aynı günlerde sırasıyla 40,58 ve 42,20 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların 7. gün haricinde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$).

Çizelge 3.58’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta kırmızılık (a^*) değerleri en düşük ve en yüksek 18,24; 18,37 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma

sürecinde zamanın ilerlemesi ile tüm gruplara ait a^* değerlerinde azalma görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca a^* değerleri en düşük 13,60 ve en yüksek 18,12 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait a^* değerleri sırasıyla 17,50 ve 15,90 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 16,18 ve 15,43 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait a^* değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 15,39; 16,42 ve 14,83; 16,39 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 13,60; 14,37 ve 14,08; 15,02 olarak tespit edilmiştir. Grup ortalamaları arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.59’da gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, enzim grupları a^* değerleri genellikle kontrol gruplarından daha düşük seyretmiş ve genellikle enzim düzeylerinin artışı ile a^* değerlerinin daha da azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu a^* değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 16,70 ve 15,80 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları a^* değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 15,11; 16,41 ve 13,84; 14,69 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arası farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.60’da kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında; 7., 14. ve 21. günlerde yaş olgunlaştırma grupları a^* değerlerinin kuru olgunlaştırma gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları a^* değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 16,40 ve 14,47 iken; yaş olgunlaştırma grupları a^* değerleri aynı günlerde sırasıyla 15,87 ve 14,81 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arası farkların 7., 14. ve 21. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).

Çizelge 3.61’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta sarılık (b^*) değerleri en düşük ve en yüksek 14,76; 14,86 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemlerine bağlı olmayarak 28 günlük olgunlaştırma sürecinde zamanın ilerlemesi ile tüm gruplara ait b^* değerlerinde azalma görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca b^* değerleri en düşük 10,51 ve en yüksek 15,57 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait b^* değerleri sırasıyla 14,57 ve 13,81 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 13,53 ve

13,88 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait b^* değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 12,34; 14,12 ve 12,41; 14,56 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 10,66; 13,09 ve 12,10; 13,90 olarak tespit edilmiştir. Grup ortalamaları arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.62’de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, enzim düzeylerinin artışı ile b^* değerlerinin genellikle azaldığı ve 3. gruba ait b^* değerlerinin genellikle en düşük değerler olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu b^* değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 14,19 ve 13,71 olarak gözlenmiştir. Enzim grupları b^* değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 12,37; 14,34 ve 11,38; 13,49 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arası farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.63’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28. gün yaş olgunlaştırma grupları b^* değerlerinin kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları b^* değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 13,58 ve 12,24 iken; yaş olgunlaştırma grupları b^* değerleri aynı günlerde sırasıyla 13,75 ve 13,14 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 28. gün grup ortalamaları arası farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 3.64’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta renk koyuluğu (C^*) değerleri en düşük ve en yüksek 22,53; 25,50 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu, genel olarak tüm gruplara ait C^* değerlerinde azalma görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca C^* değerleri en düşük 17,32 ve en yüksek 23,94 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait C^* değerleri sırasıyla 23,54 ve 21,03 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 21,11 ve 20,77 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait C^* değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 20,99; 22,31 ve 19,13; 21,91 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 17,32; 19,45 ve 18,61; 20,48 olarak tespit edilmiştir. Grup ortalamaları arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.65’de gösterildiği gibi

enzim düzeyleri dikkate alındığında, enzim grupları C^* değerleri genellikle kontrol gruplarından daha düşük seyretmiş ve enzim düzeyleri arttıkça genellikle C^* değerlerinin daha da azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu C^* değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 22,28 ve 20,94 olarak gözlenmiştir. Enzim grupları C^* değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 20,06; 22,11 ve 17,97; 19,97 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arası farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.66'da kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 2. gün kuru olgunlaştırma grupları C^* değerlerinin yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu ve 28. günde ise tam tersi bir durumun söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları C^* değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 22,04 ve 18,98 iken; yaş olgunlaştırma grupları C^* değerleri aynı günlerde sırasıyla 20,81 ve 19,83 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 2. ve 28. günler grup ortalamaları arası farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).

Çizelge 3.67'de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta renk açısı/ton açısı (h^*) değerleri en düşük ve en yüksek 38,07; 39,09 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın 28 günlük olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile tüm gruplara ait h^* değerlerinde, başlangıç değerlere göre genellikle artma görülmüştür. Olgunlaştırma periyodu boyunca h^* değerleri en düşük 37,20 ve en yüksek 43,18 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait h^* değerleri sırasıyla 37,92 ve 41,02 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 40,00 ve 41,92 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait h^* değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 38,88; 40,01 ve 40,34; 41,71 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 37,93; 42,32 ve 39,76; 42,76 olarak tespit edilmiştir. Grup ortalamaları arası farklılıkların 2. gün hariç, istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.68'de gösterildiği gibi enzim düzeyleri dikkate alındığında, 3. grubun 28. gün en düşük h^* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu h^* değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 39,47 ve 40,96 olduğu gözlenmiştir. Enzim grupları h^* değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 39,61;

40,86 ve 38,85; 42,54 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arası farkların 2. gün dışında istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.69’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca zamanın ilerlemesi ile her iki grupta da h^* değerlerinin başlangıç değerlere göre arttığı ve yaş olgunlaştırma grupları h^* değerlerinin kuru olgunlaştırma grupları h^* değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları h^* değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 39,09 ve 40,19 iken; yaş olgunlaştırma grupları h^* değerleri aynı günlerde sırasıyla 41,04 ve 41,30 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$).

Çalışmada yaş olgunlaştırma grupları L^* değerlerinin, kuru olgunlaştırma grupları L^* değerlerinden daha yüksek olması (daha açık renk), yaş olgunlaştırma gruplarının sahip olduğu daha yüksek nem içeriği ile açıklanabilir. Yüksek nem içeriğinin daha fazla ışık yansımaya ve daha yüksek L^* değerleri neden olduğu vurgulanmaktadır (Kim ve Hunt, 2011). Aynı zamanda myoglobinin yapısını oluşturan globin proteini denatürasyonunun L^* değerlerinde artışa neden olabileceği bildirilmiştir (Trespacios ve Pla, 2007). Bunun yanı sıra çalışmada kuru olgunlaştırma gruplarına ait a^* değerlerinin, yaş olgunlaştırma gruplarına ait a^* değerlerinden daha yüksek gözlenmesi (daha kırmızı renk), sürecin devam etmesi sonucu nem kaybı nedeniyle ışığın daha fazla absorbe edilmesi (Kim ve Hunt, 2011) ve pH değerlerinin artması ile açıklanabilir (Gürbüz, 2009; Arslan, 2013). Bununla birlikte olgunlaştırma süreci boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma gruplarına ait a^* değerlerinin azalmış olması ile ilgili, yüksek düzeyde pigment oksidasyonunun meydana gelmiş olabileceği söylenebilir (Obuz vd., 2014). Genel olarak olgunlaştırma işleminin et rengi üzerine etkisinin, büyük oranda renkten sorumlu olan miyoglobinin etkilenmesinden kaynaklandığı ve devam eden enzimatik reaksiyonların da bu süreçte etkili olduğu vurgulanmaktadır (Eskin, 1990; Demircioğlu, 2011).

Çalışmada kuru olgunlaştırma L^* değerlerinin, yaş olgunlaştırma L^* değerlerinden daha düşük olması önceki çalışmalara benzerdir (Dikeman vd., 2013; Obuz vd., 2014; Kim vd., 2016). Ayrıca çalışmada kuru olgunlaştırma a^* değerlerinin, yaş

olgunlaştırma a^* değerlerinden daha yüksek olması önceki çalışmalarla uyumludur (Dikeman vd., 2013; Ha vd., 2019). Gudjónsdóttir vd. (2015) yapmış oldukları çalışmalarında sığır *longissimus dorsi* kasını 21 gün süre ile kuru ve yaş olgunlaştırmışlardır. Olgunlaştırmanın 21. gününde L^* , a^* , b^* , C^* ve h^* değerlerinin kuru olgunlaştırma için sırasıyla 42,7; 4,0; -1,8; 5,5; 334 ve yaş olgunlaştırma için sırasıyla 32,9; 7,7; 1,3; 7,8; 9,7 olduğunu tespit etmişlerdir. Gudjónsdóttir vd. (2015)'nin bildirdiği bu değerler çalışma ile karşılaştırıldığında, kuru olgunlaştırma L^* ve h^* değerleri çalışmada daha düşük, diğer değerlerin hepsi çalışmada daha yüksektir.

Kim vd. (2022) Hanwoo ırkı sığır filetolarını 60 gün süre ile olgunlaştırdıkları çalışmalarında, kuru ve yaş olgunlaştırmanın 0., 15. ve 30. günlerinde L^* değerlerinin sırasıyla 36,01; 36,59; 36,90 ve 37,13; 38,97; 38,53, a^* değerlerinin sırasıyla 20,54; 22,71; 20,74 ve 22,86; 23,40; 23,91, b^* değerlerinin sırasıyla 9,99; 11,18; 10,20 ve 11,19; 13,41; 11,99 olduğunu bildirmişlerdir. Kim vd. (2022)'nin bildirimleri ile karşılaştırıldığında; sadece 0. gün yaş olgunlaştırma L^* değerleri çalışmada benzer, bunun dışında aynı dönemlere ait kuru ve yaş olgunlaştırma L^* ve b^* değerleri çalışmada daha yüksek, fakat a^* değerleri çalışmada daha düşüktür.

Kim vd. (2016) yapmış oldukları araştırmalarında sığır filetolarını, 21 gün süreyle 4 farklı olgunlaştırma şartlarında kuru olgunlaştırmışlar ve 2 farklı olgunlaştırma şartlarında yaş olgunlaştırmışlardır. Farklı kuru olgunlaştırma şartlarına tabi tutulan gruplara ait 21. gün L^* değerlerini 40,3; 39,1; 38,4; 37,8, a^* değerlerini 28,9; 27,3; 27,4; 25,9, b^* değerlerini 13; 12; 12,6; 11,4, C^* değerlerini 31,7; 29,8; 29,9; 28,3 ve h^* değerlerini 24,3; 23,7; 23,8; 23,7 olarak bildirmişlerdir. Buna karşın farklı yaş olgunlaştırma şartlarına tabi tutulan gruplara ait 21. gün L^* değerlerini 40,1; 40,4, a^* değerlerini 29,1; 28,1, b^* değerlerini 13,2; 12,4, C^* değerlerini 32; 30,8 ve h^* değerlerini 24,4; 23,8 olarak rapor etmişlerdir. Kim vd. (2016)'nin araştırmaları ile karşılaştırıldığında, kuru ve yaş olgunlaştırma için L^* , b^* ve h^* değerleri çalışmada daha yüksek, a^* ve C^* değerleri çalışmada daha düşüktür.

Li vd (2014), farklı doğal olgunlaştırma yöntemleri kullanarak 8 ve 19 gün süre ile olgunlaştırdıkları sığır *longissimus* kasının kalite özelliklerini inceledikleri

araştırmalarında, olgunlaştırma süresinin L^* ve h^* değerleri üzerine etkisinin olduğunu, bununla birlikte olgunlaştırma yönteminin yağsız et rengi üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Kuru ve yaş olgunlaştırma 8. ve 19. günler; L^* değerlerini sırasıyla, 30,9; 31,5 ve 30,6; 31,6, a^* değerlerini sırasıyla 17,8; 16,6 ve 18,2; 17,9, b^* değerlerini sırasıyla 14,2; 14,0 ve 14,5; 15,3, C^* değerlerini sırasıyla 22,7; 21,7 ve 23,2; 23,6, h^* değerlerini sırasıyla 38,7; 40,3 ve 38,7; 40,6 olarak tespit etmişlerdir. Li vd (2014)'nin bildirimleri çalışma ile karşılaştırıldığında, L^* değerleri çalışmada daha yüksek, a^* değerleri kuru olgunlaştırma için benzer ve yaş olgunlaştırma için çalışmada daha düşük, b^* ve C^* değerleri kuru olgunlaştırma için çalışmada sırasıyla daha yüksek ve benzer, yaş olgunlaştırma için çalışmada daha düşük ve h^* değerleri çalışmada daha yüksektir.

4.2.13. Tekstür Profil Analizi

Çizelge 3.70'de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta sertlik değerleri (g) en düşük ve en yüksek 3701; 3894 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu, olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın kontrol grupları dışında tüm gruplara ait sertlik değerlerinde, başlangıç sertlik değerlerine göre genellikle azalma kaydedilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca sertlik değerleri en düşük 2060 ve en yüksek 4785 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait sertlik değerleri sırasıyla 3225 ve 4592 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 4594 ve 4278 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait sertlik değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 2060; 2886 ve 3272; 3530 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 2281; 3773 ve 2250; 3051 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.71'de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca kontrol grupları dışındaki gruplara ait sertlik değerlerinde, başlangıç değerlere göre genellikle azalma belirlenmiştir. Yedinci günden itibaren, enzim uygulanan grupların kontrol gruplarından daha düşük sertlik değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu

sertlik değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 3908 ve 4436 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları sertlik değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 2666; 3103 ve 2265; 3129 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında 7. günden itibaren anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.72’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, kuru olgunlaştırma grupları sertlik değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 2672 ve 3464 iken, yaş olgunlaştırma grupları sertlik değerleri aynı günlerde sırasıyla 3678 ve 2966 olarak belirlenmiştir. İkinci gün kuru olgunlaştırma grubu sertlik değerinin yaş olgunlaştırma grubundan daha düşük olduğu ve aynı günde grup ortalamaları arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 3.73’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıç dış yapışkanlık değerleri (g.s) en düşük ve en yüksek -0,93; -0,92 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca dış yapışkanlık değerleri en düşük -1,38 ve en yüksek -0,71 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait dış yapışkanlık değerleri sırasıyla -0,78 ve -1,20 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla -0,94 ve -1,03 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait dış yapışkanlık değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla -1,01; -0,71 ve -1,26; -1,04 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla -0,99; -0,90 ve -1,18; -1,05 olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırmanın 7. günü gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$). Çizelge 3.74’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin dış yapışkanlık değerlerine etkisi dikkate alındığında, kontrol grubu dış yapışkanlık değerleri 2. ve 28. günlerde -0,99 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları dış yapışkanlık değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, -1,13; -0,87 ve -1,07; -1,00 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında, istatistiksel açıdan önemli farklar tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.75’de kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, 2. ve 7. günlerde yaş olgunlaştırma grupları dış yapışkanlık değerlerinin kuru olgunlaştırma gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları dış yapışkanlık değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, -0,87 ve -

0,94 iken, yaş olgunlaştırma grupları dış yapışkanlık değerleri aynı günlerde sırasıyla -1,19 ve -1,10 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 2. ve 7. günler grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$).

Çizelge 3.76’da ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta elastikiyet değerleri en düşük ve en yüksek 0,65; 0,66 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca elastikiyet değerlerinin en düşük 0,54 ve en yüksek 0,68 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait elastikiyet değerleri sırasıyla 0,66 ve 0,63 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,67 ve 0,66 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait elastikiyet değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,59; 0,63 ve 0,59; 0,68 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,57; 0,64 ve 0,61; 0,65 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların sadece 14. günde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Çizelge 3.77’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma sürecinde kontrol ve 3. gruplara ait elastikiyet değerlerinde başlangıç değerlere göre azalmalar belirlenmiştir. Kontrol grubu elastikiyet değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 0,65 ve 0,66 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları elastikiyet değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 0,59; 0,65 ve 0,61; 0,63 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.78’de kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, 7. ve 14. günlerde yaş olgunlaştırma yönteme ait grupların elastikiyet değerlerinde başlangıç değerlere göre azalmalar görülmüş, yaş olgunlaştırma grupları elastikiyet değerlerinin kuru olgunlaştırma gruplarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları elastikiyet değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 0,62 ve 0,63 iken, yaş olgunlaştırma grupları elastikiyet değerleri aynı günlerde sırasıyla 0,64 ve 0,63 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 7. ve 14. günler grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 3.79’da ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta iç yapışkanlık değerleri en düşük ve en yüksek 0,64; 0,65 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu, tüm gruplara ait iç yapışkanlık değerlerinde

genellikle azalmalar kaydedilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca iç yapışkanlık değerleri en düşük 0,50 ve en yüksek 0,64 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait iç yapışkanlık değerleri sırasıyla 0,62 ve 0,64 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,61 ve 0,62 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait iç yapışkanlık değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,57; 0,58 ve 0,54; 0,61 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,57 ve 0,55; 0,57 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 7., 14. ve 21. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$). Çizelge 3.80’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, tüm olgunlaştırma süreci boyunca enzim grupları, genellikle kontrol grupları iç yapışkanlık değerlerinden daha düşük iç yapışkanlık değerlerine sahip olmuştur. Kontrol grubu iç yapışkanlık değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 0,63 ve 0,62 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları iç yapışkanlık değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,56; 0,59 ve 0,56; 0,57 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$). Çizelge 3.81’de kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemleri dikkate alındığında, 14. gün yaş olgunlaştırma grubu iç yapışkanlık değerinin kuru olgunlaştırma grubundan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları iç yapışkanlık değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 0,59 ve 0,58 iken, yaş olgunlaştırma grupları iç yapışkanlık değerleri aynı günlerde sırasıyla 0,60 ve 0,57 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 14. gün grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 3.82’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta sakızımsılık değerleri (g) en düşük ve en yüksek 2497; 2505 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca sakızımsılık değerleri en düşük 1105 ve en yüksek 3127 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kontrol gruplarına ait sakızımsılık değerleri sırasıyla 2234 ve 2761 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 3042 ve 2977 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma enzim gruplarına ait sakızımsılık değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 1105; 1837 ve 1708; 2357 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 1279; 2197 ve 1210; 1654 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası

farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.83’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca enzim uygulanan gruplara ait sakızimsılık değerlerinin genellikle kontrol grupları sakızimsılık değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu sakızimsılık değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 2497 ve 3010 olduğu tespit edilmiştir. Enzim grupları sakızimsılık değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 1406; 2020 ve 1245; 1774 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.84’de kaydedildiği gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca her iki yönteme ait gruplarda başlangıç sakızimsılık değerlerine göre azalmalar tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları sakızimsılık değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 1715 ve 2080 iken, yaş olgunlaştırma grupları sakızimsılık değerleri aynı günlerde sırasıyla 2170 ve 1798 olarak kaydedilmiştir. İkinci güne ait kuru olgunlaştırma grubu sakızimsılık değerinin, yaş olgunlaştırma grubundan daha düşük olduğu ve aynı güne ait grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 3.85’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta çiğnenebilirlik değerleri (g) en düşük ve en yüksek 1658; 1669 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca çiğnenebilirlik değerleri en düşük 631 ve en yüksek 2109 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 1416 ve 1760 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 2103 ve 1959 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait çiğnenebilirlik değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 744; 1234 ve 1108; 1713 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 754; 1383 ve 789; 1142 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.86’da gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, enzim uygulanan gruplar genellikle kontrol gruplarından daha düşük çiğnenebilirlik değerlerine sahip olmuştur. Kontrol grubu çiğnenebilirlik değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 1588 ve 2031 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları

çiğnenebilirlik değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 926; 1467 ve 772; 1238 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.87’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca her iki yöntemde de başlangıç çiğnenebilirlik değerlerine göre azalmalar görülmüştür. Kuru olgunlaştırma grupları çiğnenebilirlik değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla, 1154 ve 1353 iken, yaş olgunlaştırma grupları çiğnenebilirlik değerleri aynı günlerde sırasıyla 1473 ve 1246 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri 2. gün grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu ve kuru olgunlaştırma grubu çiğnenebilirlik değerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 3.88’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta esneklik değerleri en düşük ve en yüksek 0,28; 0,29 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca esneklik değerleri en düşük 0,20 ve en yüksek 0,27 olduğu gözlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait esneklik değerleri sırasıyla 0,27 ve 0,26 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma kontrol gruplarının her ikisi için de 0,26 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait esneklik değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 0,23; 0,24 ve 0,22; 0,27 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 0,23; 0,24 ve 0,23; 0,25 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası farklarda istatistiksel açıdan bir önem gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.89’da gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, kontrol grubu esneklik değerleri 2. ve 28. günlerin her ikisinde de 0,26 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları esneklik değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 0,23; 0,25 ve 0,23; 0,24 olarak kaydedilmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait esneklik değerlerinde başlangıç değerlerine göre genellikle azalmalar olduğu ve 14. gün gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çizelge 3.90’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca her iki yöntemde de başlangıç esneklik değerlerine göre azalmalar gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları esneklik değerleri 2. ve 28. günlerin her ikisinde de 0,24 iken, yaş

olgunlaştırma grupları esneklik değerleri aynı günlerde 0,25 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

4.2.14. Warner-Bratzler Shear Force Analizi

Çizelge 3.91’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta WB kesme kuvveti değerleri (g) en düşük ve en yüksek 7256; 7391 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu, tüm gruplarda başlangıç değerlere göre WB kesme kuvveti değerlerinde azalmalar kaydedilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca WB kesme kuvveti değerleri en düşük 1509 ve en yüksek 6416 olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait WB kesme kuvveti değerleri olgunlaştırma sürecinin 2. gününde sırasıyla 5110 ve 5375 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 4231 ve 3222 olarak belirlenmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait WB kesme kuvveti değerleri, olgunlaştırma sürecinin 2. gününde en düşük ve en yüksek sırasıyla 3335; 6327 ve 3241; 6386 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 2549; 3243 ve 1603; 1703 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Çizelge 3.92’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait WB kesme kuvveti değerlerinde başlangıç değerlere göre azalmalar belirlenmiştir. Enzim grupları WB kesme kuvveti değerlerinin, 2. gün dışında kontrol gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu WB kesme kuvveti değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 5242 ve 3726 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları WB kesme kuvveti değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 4259; 6212 ve 2076; 2462 olarak gözlenmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.93’de kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca her iki yöntemde de başlangıç WB kesme kuvveti değerlerine göre azalmalar gözlenmiştir. Yedinci günden itibaren olgunlaştırma süreci boyunca, yaş olgunlaştırma grupları WB kesme kuvveti değerlerinin, kuru olgunlaştırma gruplarından daha düşük

olduğu tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları WB kesme kuvveti değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla 5012 ve 3250 iken, yaş olgunlaştırma grupları WB kesme kuvveti değerleri aynı günlerde sırasıyla 5275 ve 2052 olarak kaydedilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri grup ortalamaları arasındaki farkların 7. günden itibaren istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$).

Çizelge 3.94’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin başlangıçta WB sertlik değerleri (g.s) en düşük ve en yüksek 36777 ve 40138 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemlerine bağlı olmaksızın, olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile tüm gruplara ait WB sertlik değerlerinde başlangıç değerlere göre azalmalar kaydedilmiştir. Olgunlaştırma periyodu boyunca WB sertlik değerleri en düşük 9854 ve en yüksek 35320 olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait WB sertlik değerleri sırasıyla 25564 ve 26484 iken; olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 24610 ve 19484 olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait WB sertlik değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 16292; 33630 ve 15824; 33499 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 15053; 18211 ve 10419; 10958 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.95’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait WB sertlik değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı belirlenmiştir. Enzim grupları WB sertlik değerlerinin, 2. gün dışında genellikle kontrol gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu WB sertlik değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 26024 ve 22047 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları WB sertlik değerleri ise 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 20985; 30948 ve 12736; 14584 olarak kaydedilmiştir. Enzim düzeyleri grup ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.96’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkisi dikkate alındığında, olgunlaştırma süreci boyunca her iki yöntemde de başlangıç WB sertlik değerlerine göre azalmalar gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları WB sertlik değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla 25408 ve 18812 iken, yaş olgunlaştırma grupları WB sertlik değerleri aynı günlerde sırasıyla 26018 ve 12911 olarak kaydedilmiştir. Yaş olgunlaştırma WB sertlik değerlerinin 7., 14. ve 28.

günlerde kuru olgunlaştırma WB sertlik değerlerinden daha düşük olduğu, aynı zamanda 7., 14. ve 28. günlerde kuru ve yaş olgunlaştırma grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$).

4.3. Duyusal Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi

Panelistler tarafından 1-9 arası değişen hedonik skala yöntemine göre yapılan duyusal analizlere ait tekstür, sululuk, lezzet ve genel beğeni özelliklerinin değerlendirilmesinde, genellikle 6 (iyinin altı, ortanın üstü) ve üzeri (iyi ve çok iyi arası) puanlama yapıldığı gözlenmiştir.

Çizelge 3.97’de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca tekstür değerleri en düşük 5,17 ve en yüksek 7,72 olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait tekstür değerleri sırasıyla 5,67 ve 6,00 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,33 ve 6,83 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait tekstür değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 5,89; 6,44 ve 6,06; 7,50 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 6,89; 7,56 ve 7,06; 7,72 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 28. gün dışında istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.98’de gösterildiği gibi, 2., 7., 14. ve 28. günlerde tekstür özelliğinin değerlendirilmesinde enzim gruplarının kontrol gruplarından genellikle daha yüksek puan aldığı gözlenmiştir. Kontrol grubu tekstür değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 5,83 ve 6,58 olarak tespit edilmiştir. Enzim grupları tekstür değerleri 2. ve 28. günlerde en düşük ve en yüksek sırasıyla, 5,97; 6,97 ve 7,03; 7,64 olarak kaydedilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklar, 21. gün dışında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.99’da kaydedildiği gibi kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin etkilerinde, en yüksek tekstür değeri 21. gün yaş olgunlaştırma grubunda gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma grupları tekstür değerleri 2. ve 28. günler sırasıyla 6,01 ve 6,97 iken, yaş olgunlaştırma grupları tekstür değerleri aynı günlerde sırasıyla 6,68 ve 7,19 olarak kaydedilmiştir. İkinci, 7., 14. ve 21. günlerde yaş olgunlaştırma grupları tekstür değerlerinin kuru

olgunlaştırma grupları tekstür değerlerinden daha yüksek olduğu ve aynı günlerde grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$).

Çizelge 3.100’de ifade edildiği gibi olgunlaştırma periyodu boyunca sululuk değerlerinin en düşük 4,78 ve en yüksek 7,56 olduğu tespit edilmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait sululuk değerleri olgunlaştırma sürecinin 2. gününde sırasıyla 5,22 ve 5,50 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 5,50 ve 6,17 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait sululuk değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 5,61; 6,11 ve 6,11; 7,00 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde bu değerler sırasıyla 6,22; 6,83 ve 6,17; 6,89 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 2., 7. ve 14. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$; $p<0,001$). Çizelge 3.101’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkilerinde, 2. ve 7. günlerde enzim grupları sululuk değerlerinin kontrol gruplarına göre genellikle daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu sululuk değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 5,36 ve 5,83 iken, aynı günlerde enzim grupları sululuk değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla, 5,94; 6,56 ve 6,22; 6,86 olarak kaydedilmiştir. Grup ortalamaları 2. ve 7. günlere ait farklar, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Çizelge 3.102’de gösterildiği gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkilerinde, kuru olgunlaştırma grupları sululuk değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla 5,68 ve 6,25 iken, yaş olgunlaştırma grupları sululuk değerleri aynı günlerde sırasıyla 6,33 ve 6,36 olarak kaydedilmiştir. İkinci, 7., 14. ve 21. günlerde yaş olgunlaştırma sululuk değerlerinin kuru olgunlaştırma sululuk değerlerinden daha yüksek olduğu ve aynı günlerde grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).

Çizelge 3.103’de ifade edildiği gibi çalışmada örneklerin lezzet değerlerinin, en düşük 5,56 ve en yüksek 7,67 olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait lezzet değerleri sırasıyla 5,56 ve 5,94 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde her iki kontrol grubuna ait lezzet değeri de 7,00 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait lezzet değerleri

en düşük ve en yüksek sırasıyla 5,94; 6,39 ve 6,61; 6,94 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde sırasıyla 7,00; 7,50 ve 6,83; 7,67 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farklılıkların 2. ve 7. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$). Çizelge 3.104’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkilerinde, kontrol grubu lezzet değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 5,75 ve 7,00 iken, aynı günlerde enzim grupları lezzet değerleri ise en düşük ve en yüksek sırasıyla, 6,36; 6,64 ve 6,97; 7,58 olarak kaydedilmiştir. İkinci ve 7. günlerde kontrol gruplarına göre, enzim grupları lezzet değerlerinin genellikle daha yüksek olduğu gözlenmiş, bunun yanı sıra aynı günlere ait grup ortalamaları arası farkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çizelge 3.105’de açıklandığı gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkilerinde, kuru olgunlaştırma grupları lezzet değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla 6,00 ve 7,15 iken, yaş olgunlaştırma grupları lezzet değerleri aynı günlerde sırasıyla 6,60 ve 7,21 olarak kaydedilmiştir. İkinci, 7. ve 14. günlerde yaş olgunlaştırma grupları lezzet değerlerinin kuru olgunlaştırma grupları lezzet değerlerinden daha yüksek olduğu, ayrıca aynı günlerde grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).

Çizelge 3.106’da ifade edildiği gibi, olgunlaştırma periyodu boyunca genel beğeni değerlerinin en düşük 5,39 ve en yüksek 7,33 olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlere ait genel beğeni değerleri sırasıyla 5,39 ve 6,11 iken, 28. günde sırasıyla 7,00 ve 6,78 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan enzim gruplarına ait genel beğeni değerleri en düşük ve en yüksek sırasıyla 6,00; 6,56 ve 6,39; 7,17 iken, olgunlaştırmanın 28. gününde bu değerler sırasıyla 7,06; 7,33 ve 6,89; 7,00 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arası farkların 2. ve 7. günlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$; $p<0,001$). Çizelge 3.107’de gösterildiği gibi enzim düzeylerinin etkilerinde, kontrol grubu genel beğeni değerleri 2. ve 28. günlerde sırasıyla, 5,75 ve 6,89 iken, aynı günlerde enzim grupları genel beğeni değerleri ise en düşük ve en yüksek sırasıyla, 6,25; 6,86 ve 6,97; 7,17 olarak kaydedilmiştir. İkinci ve 7. günlere ait grup ortalamaları arası farklar, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$; $p<0,01$). Çizelge 3.108’de gösterildiği gibi olgunlaştırma yöntemlerinin etkilerinde, kuru olgunlaştırma grupları genel beğeni değerleri 2. ve 28. günlerde

sırasıyla 6,01 ve 7,13 iken, yaş olgunlaştırma grupları genel beğeni değerleri aynı günlerde sırasıyla 6,69 ve 6,90 olarak kaydedilmiştir. İkinci ve 14. günlerde yaş olgunlaştırma grupları genel beğeni değerlerinin, kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu, ayrıca aynı günlerde grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p<0,01$).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sığır kontrfilelerine papain ve fungal proteaz uygulanması ile birlikte 28 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma işlemleri gerçekleştirilerek etlerde meydana gelen kalite değişimlerinin ortaya konulmasının hedeflendiği çalışmada; belirli dönemlerde mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal analizler yapılarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucu;

1- Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinin devam etmesi sonucu bütün gruplarda TAK sayısında genellikle artışlar gözlemlenmiştir. TAK sayılarının enzim uygulanan gruplarda genellikle kontrol gruplarından daha az olduğu ve aynı zamanda enzim düzeylerinin artması ile TAK sayılarının genellikle daha da azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kuru olgunlaştırma grupları TAK sayılarının yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Psikrotrofik bakteri, *Enterobacteriaceae* familyası bakteri, *B. thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., maya ve küf sayılarında da benzer durumlar söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Bunun aksine anaerob ortama bağlı olarak, 21. ve 28. günlerde yaş olgunlaştırma grupları LAB sayılarının kuru olgunlaştırma grupları LAB sayılarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan enzim düzeyleri arttıkça genel olarak mikroorganizma düzeylerinin azalması; papain ve fungal proteaz enzimlerinin etlerin olgunlaştırılmasında tekstürel ve duyuşal özelliklerin geliştirilmesine katkı sağlamalarının yanı sıra, olgunlaştırma sürecinde mikroorganizma sayılarını kontrol etmek için de kullanılabileceği ve bu amaçla kullanılabilecek enzim düzeylerine işaret edilebileceği söylenebilir. Ayrıca olgunlaştırma sürecinde ve sürecin sonunda, duyuşal olarak etlerde herhangi bir bozulma belirtisi görülmemiş ve etlerin tüketilebilir durumda olduğu gözlemlenmiştir.

2- Et kalitesini belirleyen özelliklerden biri olan pH değeri, olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplarda başlangıç değerlere göre genellikle artış göstermiş ve genellikle normal sınırlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol gruplarına göre enzim uygulanan gruplarda ve yaş olgunlaştırma gruplarına göre kuru olgunlaştırma gruplarında pH değerlerinin genellikle daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

3- Olgunlaştırma süresinin artmasına bağlı olarak tüm gruplara ait a_w değerlerinde genellikle azalma kaydedilmiştir. Enzim uygulamalarının a_w değerleri üzerine etkisinin olmadığı, bununla birlikte yaş olgunlaştırma grupları a_w değerlerinin, kuru olgunlaştırma grupları a_w değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4- Protein miktarlarının 7. günden 28. güne kadar, kuru olgunlaştırma gruplarında yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Nem miktarlarının ise, enzim uygulanan gruplarda genellikle kontrol gruplarından ve yaş olgunlaştırma gruplarında kuru olgunlaştırma gruplarından daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca her iki yöntemde de tuz miktarlarının genellikle arttığı ve 28. gün hariç kuru olgunlaştırma grupları tuz miktarlarının yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

5- Ekonomik önemi olan ağırlık kayıpları, et olgunlaştırma işlemi süresince bütün gruplarda genellikle artış göstermiş, 28. gün kuru olgunlaştırma grupları ağırlık kayıplarının (%26,93), yaş olgunlaştırma grupları ağırlık kayıplarından (%11,48) daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

6- Düşük nem içeriği nedeniyle 28. gün hariç kuru olgunlaştırma grupları pişirme kayıplarının, yaş olgunlaştırma grupları pişirme kayıplarından daha az olduğu tespit edilmiştir.

7- Olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait STK değerlerinin, başlangıç değerlere göre genellikle arttığı ya da aynı değerde olduğu gözlenmiştir. İkinci grubun 2. gün ve 21. gün en yüksek STK değerlerine sahip olduğu, ayrıca 2. gün hariç yaş olgunlaştırma grupları STK değerlerinin, kuru olgunlaştırma grupları STK değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

8- Olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait TBARS değerlerinde artış kaydedilmiştir. Periyodun sonunda tüm gruplarda TBARS değerlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu ve kuru olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinin, yaş olgunlaştırma grupları TBARS değerlerinden daha yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir.

9- L^* değerlerinin olgunlaştırma sürecinde başlangıç değerlere göre genellikle artış gösterdiği, 3. grubun diğer gruplara kıyasla genellikle en düşük L^* değerlerine sahip olduğu ve yaş olgunlaştırma grupları L^* değerlerinin kuru olgunlaştırma grupları L^* değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinde tüm gruplara ait a^* ve b^* değerlerinde başlangıç değerlere göre genellikle azalma belirlenmiştir. Enzim uygulamaları genel olarak a^* ve b^* değerlerini azaltmıştır. Üçüncü grup a^* ve b^* değerlerinin genellikle diğer gruplardan daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. a^* değerlerinin, kuru olgunlaştırma gruplarında yaş olgunlaştırma gruplarından daha yüksek olduğu ve b^* değerleri için ise tam tersi bir durumun söz konusu olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin devam etmesine bağlı olarak tüm gruplara ait C^* değerlerinde başlangıç değerlere göre genellikle azalma, buna karşın h^* değerlerinde başlangıç değerlere göre genellikle artma tespit edilmiştir.

10- Olgunlaştırma sürecinde, olgunlaştırma yöntemleri ve enzim uygulamaları etkileri ile TPA sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde başlangıç değerlere göre genellikle azalmalar tespit edilmiştir. Bununla birlikte dış yapışkanlık ve elastikiyet değerleri üzerine enzim uygulamaları etkisinin olmadığı, aynı zamanda esneklik değeri üzerine olgunlaştırma yöntemlerinin etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

11- Olgunlaştırma sürecinde tüm gruplara ait WB kesme kuvveti ve WB sertlik değerlerinde başlangıç değerlere göre azalmalar gözlemlenmiştir. Yedinci günden itibaren enzim uygulanan gruplar kontrol gruplarından, yaş olgunlaştırma grupları kuru olgunlaştırma gruplarından genellikle daha düşük WB kesme kuvveti ve WB sertlik değerlerine sahip olmuştur. Başlangıç değerlere göre WB kesme kuvvetinin kuru olgunlaştırma ve enzim uygulamaları ile yaklaşık %55,64 oranında (7327 g değerinden 3250 g değerine); yaş olgunlaştırma ve enzim uygulamaları ile yaklaşık %71,99 oranında (7327 g değerinden 2052 g değerine) azaldığı tespit edilmiştir.

12- Duyusal analizlerde panelistler tarafından gerçekleştirilen tekstür, sululuk, lezzet ve genel beğeni özelliklerine ait puanlamalar sonucunda, olgunlaştırma sürecinin çeşitli dönemlerinde olgunlaştırma yöntemleri ve enzim uygulamalarının et kalitesi üzerine genellikle olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analizlere ait

tüm değerlendirmelerde, yaşı olgunlaştırma yöntemine ait grupların kuru olgunlaştırma yöntemine ait gruplardan daha yüksek puan aldığı gözlemlenmiştir.

13- TPA, WBSF analizleri ve duyuşal analizlere ait özelliklerde genellikle enzim uygulamalarının olumlu etkileri görölmekle birlikte, 1., 2. ve 3. enzim grupları arasındaki farklılıkların genellikle istatistiksel açıdan önemli olmadığı gözlemlenmiştir.

14- Olgunlaştırma yöntemlerinin ve farklı düzeylerde enzim uygulamalarının etkisi sonucu, WB kesme kuvveti ve WB sertlik değerlerinde olgunlaştırma süreci boyunca tespit edilen değişimlerin istatistik analizlerinde, kuru ve yaşı olgunlaştırma yöntemleri için 21 günlük olgunlaştırma süresinin yeterli olabileceği kanaatine varılmıştır.

Sonuç olarak; kuru ve yaşı olgunlaştırma yöntemlerinin yanı sıra, yapay olgunlaştırıcı enzimlerden papain ve fungal proteaz uygulanarak 28 gün olgunlaştırılan sığır kontrfilelerinin tekstürel ve duyuşal özelliklerinin geliştirebildiği tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca endojen proteazların yanı sıra ete ilave edilen enzimlerin, kas ve bağ doku proteinlerinin hidrolizine müdahil olarak, tüketici beğenisini sağlayan ve satın alma kararlarını etkileyen lezzet bileşiklerinin açığa çıkmasını, aynı zamanda yapının daha yumuşak olmasını sağladığı kanaatine varılmıştır. Doğal olgunlaştırma ve enzimlerle olgunlaştırma metotlarının birlikte uygulanması ile kontrollü bir olgunlaştırma süreci gerçekleştirilerek, tüketiciler tarafından tercih edilen iyi kalitede ve standart olgunlaştırılmış etlerin daha kısa sürede pazarlanması mümkün olabileceği söylenebilir.

Araştırmada, tekstürel analiz sonuçları ve duyuşal değerlendirmelerin genel olarak daha iyi olmasının yanı sıra maliyetinin daha az olmasına dayanılarak, etlerin olgunlaştırılmasında papain ve fungal proteaz kullanımıyla birlikte yaşı olgunlaştırma yönteminin tercih edilmesinin et kalitesinin arttırılmasına katkı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece kuru olgunlaştırma sürecinde hava ile temas sonucu mikroorganizma ve ransidite düzeylerinin daha fazla olması, ayrıca et yüzeyinde kararma ve kabuk oluşumu gibi istenmeyen durumların önüne geçilebileceği düşünölebilir.

Bu çalışmada olduğu gibi, doğal ve çeşitli yapay et olgunlaştırma yöntemlerinin beraber uygulanmasına yönelik yapılacak yeni araştırmalarla;

1- Et kalitesinin ve et endüstrisinin geliştirilmesine katkıda bulunulabilir.

2- Ülkemizde, olgunlaştırılmış etlerin eşsiz lezzet, gevreklik ve sululuk özelliklerinin tüketiciler tarafından keşfedilmesinin yanı sıra, bu tür et ürünlerine mikrobiyolojik açıdan güvenilirliğin artırılması sağlanabilir.

3- Kontrollü et olgunlaştırılması ile standart kalitede, yumuşak ve lezzetli et üretimi sağlanabilir.

4- Et olgunlaştırma süresi kısaltılabilir.

5- Düşük kaliteli etlere katma değer sağlanabilir.

6- Ayrıca etlerin olgunlaştırılması ile ilgili ülkemizde bilimsel çalışmaların yetersiz olması nedeniyle, bu konuda daha fazla araştırma yapılmasının isabetli olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C., Andersen, H. J. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food quality and preference*, 14(4): 277-288.
- Aaslyng, M. D., Meinert, L. (2017). Meat flavour in pork and beef–From animal to meal. *Meat Science*, 132: 112-117.
- Abdel-Naeem, H. H., Mohamed, H. M. (2016). Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat science*, 118: 52-60.
- Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., Mills, E. W., Hedrick, H. B., Judge, M. D., Merkel, R. A. (Ed.) (1989). Principles of Meat Science, Kendall-Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, p: 354.
- Ahnström, M. L., Seyfert, M., Hunt, M. C., Johnson, D. E. (2006). Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science*, 73(4): 674-679.
- Akkaya, E. (2019). Farklı Enzim Uygulamalarının ve Olgunlaştırma Yöntemlerinin Sığır Etlerinin Kalite Parametreleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 249 s, İstanbul.
- Akpan, I. P., Omojola, A. B. (2015). Quality attributes of crude papain injected beef. *Journal of Meat Science and Technology*, 3(04): 42-46.
- Aksu, M. I., Kaya, M., Ockerman, H. W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastirma produced from frozen/thawed meat. *Journal of Muscle foods*, 16(3): 192-206.
- Alfaig, E., Angelovicova, M., Kral, M., Vietoris, V., Zidek, R. (2013). Effect of probiotics and thyme essential oil on the texture of cooked chicken breast meat. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(4): 379-384.
- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2019). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. 4. Baskı, Sidas Medya Ltd. Şti., Yayın No: 010-3B, İzmir, s: 15-62.
- AMPC ve MLA, 2010, Meat technology update; Dry aging of beef, Australian Meat Processor Corporation (AMPC) and Meat & Livestock Australia (MLA). http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU_2010_Dry-aging-of-beef.pdf, 10.04.2010.
- AMSA, 1991, Guidelines for Meat Color Evaluation, American Meat Science Association (AMSA), Savoy, IL. <http://www.meatscience.org/Pubs/factsheets/M9110228.pdf>, 27.08.2005
- AMSA, 2012, Meat color measurement guidelines, American Meat Science Association (AMSA), Champaign, IL, USA.
- Anar, Ş. (2020). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. 5. Basım, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.
- Anderson, S. (2007). Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan near-infrared spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 90(4): 1073-1083.

- Andronikov, D., Gašperlin, L., Polak, T., Žlender, B. (2013). Texture and quality parameters of Slovenian dry-cured ham Kraški pršut according to mass and salt levels. *Food Technology and Biotechnology*, 51(1): 112-122.
- Anonim, 2006, Portuguese nutritional composition table (INSRJ), Tabela de Composição de Alimentos, Lisbon.
- AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, Centennial Edition, Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington D.C., USA.
- Arshad, M. S., Kwon, J. H., Imran, M., Sohaib, M., Aslam, A., Iqra, N., Amjad, Z., Khan U., Javed, M. (2016). Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1): 1-10.
- Arslan, A. (2013). Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. 2. Baskı, Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti., Malatya.
- Ashie, I. N. A., Sorensen, T. L., Nielsen, P. M. (2002). Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *Journal of food science*, 67(6): 2138-2142.
- Astruc, T. (2014). Carcass Composition, Muscle Structure, and Contraction. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: M. Dikeman, C. Devine, 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 148-166.
- Aşçıoğlu, Ç. (2021). Kuru ve Yaş Olgunlaştırma İşlemlerinin *Longissimus Lumborum* Kasının Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 161 s, Afyonkarahisar.
- Ba, H. V., Park, K., Dashmaa, D., Hwang, I. (2014). Effect of muscle type and vacuum chiller ageing period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef. *Animal Science Journal*, 85(2): 164-173.
- Baird, B. (2008). Dry aging enhances palatability of beef, Beef safety and quality. https://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Issues_Update/Dry_aging_enhances_palatability_of_beef.pdf, 15.01.2018
- Barrett, A. J., Rawlings, N. D., Woessner, J. F. (2004). Handbook of Proteolytic Enzymes. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Bekhit, A. E. D. A., Carne, A., Ha, M., Franks, P. (2014a). Physical interventions to manipulate texture and tenderness of fresh meat: a review. *International journal of food properties*, 17(2): 433-453.
- Bekhit, A. A., Hopkins, D. L., Geesink, G., Bekhit, A. A., Franks, P. (2014b). Exogenous proteases for meat tenderization. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(8): 1012-1031.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Scieberle, P. (2009). Food chemistry. 4th ed., Springer, Berlin.
- Beltrán, J., Bonnet, M., Ouali, A. (1992). Comparative action of cathepsins B and L on intramuscular collagen as assessed by differential scanning calorimetry. *Meat science*, 32(3): 299-306.
- Berger, J., Kim, Y. H. B., Legako, J. F., Martini, S., Lee, J., Ebner, P., Zuelly, S. M. S. (2018). Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins. *Meat Science*, 145: 285-291.

- Bernardo, A. P. D. S., Da Silva, A. C. M., Ferreira, F. M. S., Do Nascimento, M. D. S., Pflanzner, S. B. (2021). The effects of time and relative humidity on dry-aged beef: Traditional versus special bag. *Food Science and Technology International*, 27(7): 626-634.
- Bhat, Z. F., Morton, J. D., Mason, S. L., Bekhit, A. E. D. A. (2018). Applied and emerging methods for meat tenderization: A comparative perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4): 841-859.
- Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet—are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat science*, 70(3): 509-524.
- Boakye, K., Mittal, G. S. (1996). Changes in colour of beef *M. longissimus dorsi* muscle during ageing. *Meat Science*, 42(3): 347-354.
- Borch, E., Kant-Muermans, M. L., Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1): 103-120.
- Boleman, S. J., Boleman, S. L., Miller, R. K., Taylor, J. F., Cross, H. R., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Shackelford, S. D., Miller, M. F., West, R. L., Johnson, D. D., Savell, J. W. (1997). Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of animal science*, 75(6): 1521-1524.
- Bourne, M. C., (2002). Texture, viscosity and food. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Associated Press, San Diego, p: 1-32.
- Bratcher, C. L., Johnson, D. D., Littell, R. C., Gwartney, B. L. (2005). The effects of quality grade, aging, and location within muscle on Warner–Bratzler shear force in beef muscles of locomotion. *Meat Science*, 70(2): 279-284.
- Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J., McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat science*, 57(2): 169-176.
- Brewer, M. S. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat - Water-Holding Capacity. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 274-282.
- Bruce, H. L., Beilken, S. L., Leppard, P. (2005). Variation in flavor and textural descriptions of cooked steaks from bovine *m. longissimus thoracis et lumborum* from different production and aging regimes. *Journal of food science*, 70(4): 309-316.
- Calkins, C. R., Sullivan, G. (2007). Adding enzymes to improve beef tenderness. Beef facts product enhancement, National cattlemen's beef association. Centennial Colorado: Cattlemen's Beef Board. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.513.5054&rep=rep1&type=pdf>, 13.02.2022
- Campbell, R. E., Hunt, M. C., Levis, P., Chambers, E. (2001). Dry-aging effects on palatability of beef *longissimus* muscle. *Journal of Food Science*, 66(2): 196-199.
- Cetin, O., Bingol, E. B., Colak, H., Hampikyan, H. (2012). Effects of electrical stimulation on meat quality of lamb and goat meat. *The Scientific World Journal*, 2012, 1-9.
- Cho, S., Seong, P., Kang, S. M., Kim, Y., Kim, Y., Ahn, D., Kim J., Park. B. Effect Of Dry-Aging On Yield, Microbial Growth And Storage Stability Of Beef Loin From Hanwoo. 63rd International Congress of Meat Science and Technology, 13th – 18th August, 2017, Cork, Ireland, edited by: Troy, D., McDonnell, C., Hinds, L., Kerry, J., Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2017, p: 480-481.

- Cho, S., Kang, S. M., Kim, Y. S., Kim, Y. C., Van Ba, H., Seo, H. W., Lee, E. M., Seong, P. N., Kim, J. H. (2018). Comparison of drying yield, meat quality, oxidation stability and sensory properties of bone-in shell loin cut by different dry-aging conditions. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(6): 1131.
- Civille, G. V., Szczesniak, A. S. (1973). Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of texture studies*, 4(2): 204-223.
- Clottey, J. A. (1985). Manual for the slaughter of small ruminants in developing countries. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome. <http://www.fao.org/3/x6552e/X6552E00.htm>, 09.08.2021.
- Cobos, A., Diaz, O. (2015). Chemical Composition of Meat and Meat Products. In: Handbook of Food Chemistry. Eds.: Cheung, P.C.K., Mehta, B.M., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p: 471-510.
- Colle, M. J., Richard, R. P., Killinger, K. M., Bohlscheid, J. C., Gray, A. R., Loucks, W. I., Day, R. N., Cochran, A. S., Nasados, J. A., Doumit, M. E. (2015). Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the *gluteus medius* and *longissimus lumborum*. *Meat Science*, 110: 32-39.
- Commission Internationale de l'Eclairage, 1978, Recommendations on uniform colour space, colour difference equations, psychometric colopur terms. Supplement No 2 of CIE publication no 15 (E1-1,31) 1971, Paris Bureau Central de la CIE.
- Cummins, E. J, Lyng, J. G. (eds.), (2017). Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology, John Wiley & Sons Ltd, UK.
- Çelik, T. H. (1993). Paketlenmiş Olarak Satılan Taze Etlerin Mikrobiyolojik Kaliteleri, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 94 s, Ankara.
- Çetin, Ö. (2007). Kurbanlık hayvan seçim ve kesiminde dikkat edilmesi gereken noktalar. *İnfovet*, 48: 72-73.
- Çetin, Ö., Dümen, E., Kahraman, T., Bingöl, E. B., Büyükünäl, S. K. (2011). Kurbanlık hayvan seçimi, kesim ve hijyeni. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 37(1): 63-67.
- Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Çabuk, D., İyiekmekçi, B., Kurbandurdiyev, H., Cevahiroğlu, H. (2013). Dana etinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı ambalajlama yöntemleri ve depolama süresinin etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2013(2): 62-70.
- Çobanbaşı, Y., Teke, B. (2019). Kasaplık sığırlarda bazı kesim öncesi stress faktörlerinin et kalite özelliklerine etkileri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 16(2): 147-153.
- Dashdorj, D., Tripathi, V. K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of animal science and technology*, 58(1): 1-11.
- Dashdorj, D., Ochirbat, Ch., Uddin, M. N., Aguayo, D., Lee, J. S., Kim, M. J., Kim, Y. H., Cho, S. H., Hwang, I. H. Quality Characteristics Of Dry Aged *Biceps Femoris* And *Longissimus Thorasis* Muscles From Hanwoo Beef. 63rd International Congress of Meat Science and Technology, 13th – 18th August, 2017, Cork, Ireland, edited by: Troy, D., McDonnell, C., Hinds, L., Kerry, J., Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2017, p: 392-393.
- Daszkiewicz, T., Wajda, S., Matusevicius, P. (2003). Changing of beef quality in the process of storage. *Veterinarija ir Zootechnika*, 21(43): 62-65.

- DeGeer, S. L., Hunt, M. C., Bratcher, C. L., Crozier-Dodson, B. A., Johnson, D. E., Stika, J. F. (2009). Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science*, 83(4): 768-774.
- Dekkers, E., Raghavan, S., Kristinsson, H. G., Marshall, M. R. (2011). Oxidative stability of mahi mahi red muscle dipped in tilapia protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 124(2): 640-645.
- Demircioğlu, S. K. (2011). Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 178 s, Manisa.
- Denner, W. H. B. (1983). The Legislative Aspects of The Use of Industrial Enzymes. In: *Industrial Enzymology*. Eds.: Godfrey, T., Reichelt, J., Nature Press, New York, p: 111-137.
- Devine, C. E. (2014). Conversion of Muscle to Meat-Aging. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 329-338.
- Dietz, G. (2014). Color and flavor stability of beef gluteus medius as influenced by postmortem aging time and blade tenderization. Kansas State University, Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture, A Thesis, 129p, Manhattan, Kansas.
- Dikeman, M. E., Obuz, E., Gök, V., Akkaya, L., Stroda, S. (2013). Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef *Longissimus lumborum* steaks. *Meat science*, 94(2): 228-233.
- Doğan, E. (2019). Steakhouse restoranlarda dry-aging (Olgunlaştırma) tekniği kullanım boyutlarının gastronomi turizmi açısından değerlendirilmesine yönelik bir araştırma. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 135s, Balıkesir.
- Dolatowski, Z. J., Stadnik, J., Stasiak, D. (2007). Applications of ultrasound in food technology. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(3): 88-99.
- Doornenbal, H., Murray, A. C. (1982). Effects of age, breed, sex and muscle on certain mineral concentrations in cattle. *Journal of Food Science*, 47(1): 55-58.
- Eastwood, L. C., Arnold, A. N., Miller, R. K., Gehring, K. B., Savell, J. W. (2016). Novel approach to aging beef: Vacuum-packaged foodservice steaks versus vacuum-packaged subprimals. *Meat Science*, 116, 230-235.
- EC; European Commission (2007), Commission Regulation (EC) 1447/2007 of 5 December 2007 on Amending Regulation (EC) 2073/2005 on Microbiological Criteria on Foodstuffs, *Official Journal of the European Union*, L322/12-L322/29.
- Ekiz, B., Yilmaz, A., Ozcan, M., Kaptan, C., Hanoglu, H., Erdogan, I., Yalcintan, H. (2009). Carcass measurements and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and Imroz lambs raised under an intensive production system. *Meat science*, 82(1): 64-70.
- Eom, S.H., Lee, S.H., Chun, Y.G., Kim, B.K., Park, D.J. (2015). Texture softening of beef and chicken by enzyme injection process. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(4): 486-493.

- Epley, R. J. (1992). Aging beef.
<https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/51510/1/05968.pdf>,
09.05.2021.
- Erol, İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- Ertbjerg, P., Larsen, L.M., Møller, A.J. (1999). Effect of prerigor lactic acid treatment on lysosomal enzyme release in bovine muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(1): 95-100.
- Ertbjerg, P., Puolanne, E. (2017). Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. *Meat science*, 132: 139-152.
- Eskin, N., A., M. (1990). Biochemistry of Food. 2nd edition, Academic Press, Inc., p: 3-67.
- European Commission Regulation (EC) No 853/2004, Laying Down Specific Hygiene Rules For on The Hygiene of Foodstuffs, 29.04.2004, *Official Journal of the European Communities*, L 139/55, 2004.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, 19.05.2021
- FAO/WHO, 1991, Protein quality evaluation, FAO Food and Nutrition Paper 51, Rome. <http://www.fao.org/3/t0501e/t0501e00.pdf>, 14.05.2021
- Farmer-Stockman. (2011). Best techniques for dry aging studied by USMEF, OSU team. Farmer-Stockman, 101(9): 38. <http://magissues.farmprogress.com/tfs/FS09Sep11/tfs038.pdf>, 24.10.2021
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat science*, 86(1): 86-94.
- Feijoo-Siota, L., Villa, T.G. (2011). Native and biotechnologically engineered plant proteases with industrial applications. *Food and Bioprocess Technology*, 4(6): 1066-1088.
- Feiner, G. (2006). Meat Products Handbook: Practical Science and Technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Foegeding, E.A., Lanier, T.C., Hultin, H.O. (1996). Characteristics of Edible Muscle Tissues. In: Food Chemistry. Ed.: Fennema O.R., Marcel Dekker, New York, p: 879-942.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D., Merkel, R. A. (1975). Principles of Meat Science. W. H. Freeman and Co. New York, San Francisco.
- Franco, D., Bispo, E., González, L., Vázquez, J. A., Moreno, T. (2009). Effect of finishing and aging time on quality attributes of loin from the meat of Holstein–Friesian cull cows. *Meat Science*, 83(3): 484-491.
- Garlough, R., Campbell, A. (2012). Modern Garde Manger: A global perspective, 2nd ed., Delmar Cengage Learning, USA, p: 441-442.
- Gašperlin, L., Žlender, B., Abram, V. (2001). Colour of beef heated to different temperatures as related to meat ageing. *Meat Science*, 59(1): 23-30.
- Geeves, M.A., Holmes, K.C. (2005). The molecular mechanism of muscle contraction. *Advances in protein chemistry*, 71: 161-193.
- Gerelt, B., Ikeuchi, Y., Suzuki, A. (2000). Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science*, 56(3): 311-318.

- Goli, T., Abi Nakhoul, P., Zakhia-Rozis, N., Trystram, G., Bohuon, P. (2007). Chemical equilibrium of minced turkey meat in organic acid solutions. *Meat Science*, 75(2): 308-314.
- Gomes, H.A.R., Moreira, L.R.S., Filho, E.X.F. (2018). Enzymes and Food Industry: A Consolidated Marriage. In: *Advances in Biotechnology for Food Industry-Handbook of Food Bioengineering*. Volume 14, eds.: Holban, A.M., Grumezescu, A.M., Academic Press, London, p: 55-89.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. (2015). Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. 6. Baskı, Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yay. No: 318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Erzurum, s: 151-155.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J.B., Christensen, A.B., Givskov, M. (2002). Food spoilage – interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78(1-2): 79–97.
- Grau, R., Hamm, R. (1957). Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. II. Mitteilung. *Z. Lebensm. Unters. Forsch*, 105: 440-446.
- Greaser, M.L., Pearson, A.M. (1999). Flesh Foods and Their Analogues. In: *Food Texture*. Ed.: Rosenthal, A.J., Aspen Publishers, England, p: 228-251.
- Gudjónsdóttir, M., Gacutan Jr, M. D., Mendes, A. C., Chronakis, I. S., Jespersen, L., Karlsson, A. H. (2015). Effects of electrospun chitosan wrapping for dry-ageing of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis. *Food Chemistry*, 184: 167-175.
- Guelker, M., Haneklaus, A., Brooks, J., Carr, C., Delmore, R., Griffin, D., Hale, D.S., Harris, K., Mafi, G., Johnson, D., Lorenzen, C., Maddock, R., Martin, J., Miller, R., Raines, C., Vanoverbeke, D., Vedral, L.L., Wasser, B. E., Savell, J. W. (2013). National Beef Tenderness Survey-2010: Warner-Bratzler shear force values and sensory panel ratings for beef steaks from United States retail and food service establishments. *Journal of animal science*, 91(2): 1005-1014 .
- Gürbüz, Ü. (2009). Mezbaha Bilgisi ve Pratik Et Muayenesi. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Ha, M., McGilchrist, P., Polkinghorne, R., Huynh, L., Galletly, J., Kobayashi, K., Nishimura, T., Bonney, S., Kelman, K. R., Warner, R. D. (2019). Effects of different ageing methods on colour, yield, oxidation and sensory qualities of Australian beef loins consumed in Australia and Japan. *Food Research International*, 125, 108528.
- Halil, A., Nazlı, B. (2001). Kesim öncesi kasaplık koyunlara uygulanan elektrikle bayılma metodunun et kalitesine etkisi üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(2): 585-603.
- Han, J., Morton, J.D., Bekhit, A.E.D., Sedcole, J.R. (2009). Pre-rigor infusion with kiwifruit juice improves lamb tenderness. *Meat Science*, 82(3): 324-330.
- Harkouss, R., Astruc, T., Lebert, A., Gatellier, P., Loison, O., Safa, H., Portanguen, S., Parafita, E., Mirade, P. S. (2015). Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process. *Food Chemistry*, 166: 522-530.
- Heinz, G., Srisuvan, T. (2001). Guidelines of Humane Handling, Transport and Slaughter of Livestock. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, RAP Publication, 2001/4. <http://www.fao.org/3/x6909e/x6909e.pdf>, 06.08.2021.

- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science*, 49(4): 447-457.
- Honikel, K.O. (2014a). Glycolysis. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 353-357.
- Honikel, K.O. (2014b). Rigor Mortis, Cold, and Rigor Shortening. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 358-365.
- Hopkins, D.L., Bekhit, A.E.D.A. (2014). Tenderizing Mechanisms-Chemical. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 3, p: 431-437.
- Huang, F., Huang, M., Xu, X., Zhou, G. (2011a). Influence of heat on protein degradation, ultrastructure and eating quality indicators of pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3): 443-448.
- Huang, F., Huang, M., Zhou, G., Xu, X., Xue, M. (2011b). In vitro proteolysis of myofibrillar proteins from beef skeletal muscle by caspase-3 and caspase-6. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(17): 9658-9663.
- Huff-Lonergan, E. (2014). Tenderizing Mechanisms-Enzymatic. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 3, p: 438-442.
- Huidobro, F. R., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E. (2005). A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat science*, 69(3): 527-536.
- Huis in't Veld, J. H. J. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1): 1–18.
- Hunt, M. C. (1991). American meat science association committee on guidelines for meat color valuation. *Proc. Recip. Meat Conf.*, 44, 1–14.
- Huxley, H. E. (1969). The mechanism of muscular contraction. *Science*, 164(3886): 1356-1366.
- Hwang, I. H., Devine, C. E., Hopkins, D. L. (2003). The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. *Meat science*, 65(2): 677-691.
- Hwang, Y. H., Kim, G. D., Jeong, J. Y., Hur, S. J., Joo, S. T. (2010). The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. *Meat Science*, 86(2): 456-461.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K., Puolanne, E. (2000a). Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, 55(1): 25-31.
- ICMSF; International Commission on Microbiological Specifications of Food (1986). Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications. 2nd Edition.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Puolanne, E. (2000b). Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science*, 55(1): 33-38.

- Ionescu, A., Aprodu, I., Pascaru, G. (2008). Effect of papain and bromelin on muscle and collagen proteins in beef meat. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI—Food Technology, New Series*, p: 9–16.
- Irurueta, M., Cadoppi, A., Langman, L., Grigioni, G., Carduza, F. (2008). Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown in the Delta del Paraná region of Argentina. *Meat Science*, 79(3): 529-533.
- Istrati, D. (2008). The influence of enzymatic tenderization on thermal processing yield. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 14: 283-287.
- Istrati, D., Vizireanu, C., Dima, F., Dinica, R. (2012a). Effect of marination with proteolytic enzymes on quality of beef muscle. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 13(1): 81-89.
- Istrati, D., Vizireanu, C., Dinică, R. (2012b). Influence of post-mortem treatment with proteolytic enzymes on tenderness of beef muscle. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(1): 70-75.
- İnal, T., Nazlı, B. (1997). *Mezbaha Bilgisi*. Saray Medikal Yayıncılık, İzmir.
- İnt. Kay. 1, <https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/>, 10.05.2021.
- İnt. Kay. 2, http://meathaccp.wisc.edu/assets/beef_carcass_dry-aging.pdf, 24.03.2022. University of Wisconsin Center for Meat Process Validation, 6-Day dry-aging as a beef slaughter intervention treatment, 2006.
- Jayasooriya, S. D., Bhandari, B. R., Torley, P., D'arcy, B. R. (2004). Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: a review. *International Journal of Food Properties*, 7(2): 301-319.
- Jayasooriya, S. D., Torley, P. J., D'arcy, B. R., Bhandari, B. R. (2007). Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine *Semitendinosus* and *Longissimus* muscles. *Meat Science*, 75(4): 628-639.
- Jeremiah, L. E., Gibson, L. L. (2003a). Cooking influences on the palatability of roasts from the beef hip. *Food Research International*, 36(1): 1-9.
- Jeremiah, L. E., Gibson, L. L. (2003b). The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*, 36(9-10): 929-941.
- Jiang, T., Busboom, J. R., Nelson, M. L., O'Fallon, J., Ringkob, T. P., Rogers-Klette, K. R., Joos, D., Piper, K. (2010). The influence of forage diets and aging on beef palatability. *Meat Science*, 86(3): 642-650.
- Juárez, M., Aldai, N., López-Campos, Ó., Dugan, M. E. R., Uttaro, B., Aalhus, J. L. (2012). Beef Texture and Juiciness. In: *Handbook of Meat and Meat Processing*. Ed.: Hui, Y.H., 2nd ed., CRC Press, Florida, p: 177-206.
- Kahraman, H. A. (2016). Kemikli ve Kemiksiz Sığır Kontrfilelerine (*M. longissimus lumborum*) Farklı Dinlendirme Yöntemlerinin Uygulanması ve Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 101 s, Konya.
- Kahraman, H. A., Gürbüz, Ü. (2018). Aging Applications on Beef Meat. *Manas Journal of Engineering*, 6(1): 7-13.

- Kahraman, T., Nazlı, B., Ergün, Ö. (2006). Dağlıç ırkı koyunlara uygulanan elektrikle bayıltma işleminin et kalitesi üzerine etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(2): 1-10.
- Kahraman, T. (2007). Küçükbaş Hayvan Karkaslarına Uygulanan Düşük Voltaj Elektrik Stimülasyonunun Et Kalitesi Üzerine Etkisi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 90 s, İstanbul.
- Kara, N. K., Koyuncu, M. (2011). Sığırlarda taşıma sırasında hayvan refahına etki eden faktörler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17: 511-516.
- Karaduman, T. A. (2018). Kuru Olgunlaştırma Yönteminin Taze Sığır Etlerinin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76 s, Denizli.
- Kato, H., Nishimura, T. (1987). Taste Components and Conditioning of Beef, Pork, and Chicken. In: Umami: A Basic Taste. Eds.: Kawamura, Y., Kare, M.R., Marcel Dekker Inc., New York, p: 289-306.
- Katsaros, G. I., Katapodis, P., Taoukis, P. S. (2009). High hydrostatic pressure inactivation kinetics of the plant proteases ficin and papain. *Journal of Food Engineering*, 91(1): 42-48.
- Kayaardı, S., Akkara, M., Söbeli, C. (2015). Et ve Et Ürünleri Analizleri. Sidas Medya Ltd. Şti., Yayın No: 042-1B, İzmir, s: 39-43.
- Keeton, J. T., Eddy, S. (2004). Chemical Composition. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Jensen, W.K., Devine, C., Dikeman, M., Elsevier Academic Press, Oxford. p: 210-218.
- Kemp, C. M., Sensky, P. L., Bardsley, R. G., Buttery, P. J., Parr, T. (2010). Tenderness-An enzymatic view. *Meat Science*, 84(2): 248-256.
- Ketnawa, S., Rawdkuen, S. (2011). Application of bromelain extract for muscle foods tenderization. *Food and Nutrition Sciences*, 2: 393-401.
- Keyvan, E. (2010). Sığır karkaslarında post-mortem değişiklikler. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 81(2): 43-46.
- Khan, M. I., Jung, S., Nam, K. C., Jo, C. (2016). Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging. *Korean journal for food science of animal resources*, 36(2): 159-169.
- Kilcast, D. (2004). Texture in Food: Solid Foods. CRC Press, USA, p: 478-480.
- Kim, Y. H. B., Hunt, M. C. (2011). Advance technology to improve meat color. In: Control of meat quality. Ed.: Joo, S.T. Research Signpost, Kerala, India, p: 31-60.
- Kim, Y. H. B., Luc, G., Rosenvold, K. (2013). Pre rigor processing, ageing, and freezing on tenderness and colour stability of lamb loins. *Meat Science*, 95(2): 412, 418.
- Kim, Y. H. B., Kemp, R., Samuelsson, L. M. (2016). Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat science*, 111, 168-176.
- Kim, M., Choe, J., Lee, H. J., Yoon, Y., Yoon, S., Jo, C. (2019). Effects of aging and aging method on physicochemical and sensory traits of different beef cuts. *Food science of animal resources*, 39(1): 54.
- Kim, J. H., Kim, T. K., Shin, D. M., Kim, H. W., Kim, Y. B., Choi, Y. S. (2020). Comparative effects of dry-aging and wet-aging on physicochemical properties and

- digestibility of Hanwoo beef. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(3): 501.
- Kim, S., Kim, J. C., Park, S., Kim, J., Yoon, Y., & Lee, H. (2021). Identification of microbial flora in dry aged beef to evaluate the rancidity during dry aging. *Processes*, 9(11): 2049. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr9112049>
- Kim, S., Kim, G., Moon, C., Ko, K., Choi, Y., Choe, J., Ryu, Y. (2022). Effects of aging methods and periods on quality characteristics of beef. *Food Science of Animal Resources*. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e63>.
- King, M. F., Matthews, M. A., Rule, D. C., Field, R. A. (1995). Effect of beef packaging method on volatile compounds developed by oven roasting or microwave cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3): 773-778.
- Knowles, T. G. (1999). A review of the road transport of cattle. *Veterinary record*, 144(8): 197-201.
- Kongkachuichai, R., Napatthalung, P., Charoensiri, R. (2002). Heme and nonheme iron content of animal products commonly consumed in Thailand. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(4): 389-398.
- Koohmaraie, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat science*, 36(1-2): 93-104.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat science*, 43, 193-201.
- Koohmaraie, M., Kent, M. P., Shackelford, S. D., Veiseth, E., Wheeler, T. L. (2002). Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat science*, 62(3): 345-352.
- Koohmaraie, M., Geesink, G. H. (2006). Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat science*, 74(1): 34-43.
- Koutsidis, G., Elmore, J. S., Oruna-Concha, M. J., Campo, M. M., Wood, J. D., & Mottram, D. S. (2008). Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. *Meat Science*, 79(2): 270-277.
- Kurt, Ş., Küçüköner, E., Zorba, Ö. (2005). Kesim sonrası sığır etinde meydana gelen biyokimyasal değişimler. *Gıda*, 30(3): 203-208.
- Laster, M. A., Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Miller, R. K., Griffin, D. B., Harris, K. B., Savell, J. W. (2008). Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Science*, 80(3): 795-804.
- Lawrie, R. (1998). Chemical and Biochemical Constitution of Muscle. *Lawrie's Meat Science*, 6th edition, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, England, p: 58-118.
- Lee, M. S., Apple, J. K., Yancey, J. W. S., Sawyer, J. T., Johnson, Z. B. (2008). Influence of vacuum-aging period on bloom development of the beef gluteus medius from top sirloin butts. *Meat Science*, 80(3): 592-598.
- Lee, S. H., Choe, J. H., Choi, Y. M., Jung, K. C., Rhee, M. S., Hong, K. C., Lee S. K., Ryu Y. C., Kim, B. C. (2012). The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. *Meat science*, 90(2): 284-291.

- Lee, H. J., Choe, J., Kim, K. T., Oh, J., Lee, D. G., Kwon, K. M., Choi, Y. I., Jo, C. (2017). Analysis of low-marbled Hanwoo cow meat aged with different dry-aging methods. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(12): 1733.
- Lee, H., Jang, M., Park, S., Jeong, J., Shim, Y. S., Kim, J. C. (2019). Determination of indicators for dry aged beef quality. *Food science of animal resources*, 39(6): 934.
- Leisner, J. J., Greer, G. G., Dilts, B. D. Stiles, M. E. (1995). Effect of growth of selected lactic acid bacteria on storage life of beef stored under vacuum and in air. *International Journal of Food Microbiology*, 26(2): 231–243.
- Lemon, D. W. (1975). An improved TBA test for rancidity. New Series Circular, No. 51, Halifax-Laboratory, Halifax, NS, Canada.
- Lepper-Blilie, A. N., Berg, E. P., Buchanan, D. S., Berg, P. T. (2012). Effects of post-mortem aging time and type of aging on flavor, tenderness, color, and shelf-life stability of beef loins with marbling between Slight to Small, Project summary. https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/2011-effects-of-post-mortem-aging-time-and-type-on-quality_11-27-2020-68.pdf, 29.10.2021
- Lepper-Blilie, A. N., Berg, E. P., Buchanan, D. S., & Berg, P. T. (2016). Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. *Meat Science*, 112, 63-68.
- Leth, T., Ertbjerg, P. (2004). Micronutrients and Other Minor Meat Components. In: Encyclopedia of meat sciences. Eds.: Jensen, W.K., Devine, C., Dikeman, M., Elsevier Academic Press, Oxford. p: 190-195.
- Li, X., Babol, J., Wallby, A., Lundström, K. (2013). Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. *Meat Science*, 95(2): 229-234.
- Li, X., Babol, J., Bredie, W. L., Nielsen, B., Tománková, J., Lundström, K. (2014). A comparative study of beef quality after ageing *longissimus* muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science*, 97(4): 433-442.
- Lindahl, G. (2011). Colour stability of steaks from large beef cuts aged under vacuum or high oxygen modified atmosphere. *Meat Science*, 87(4): 428-435.
- Lofgren, P.A. (2005). Meat, Poultry and Meat Products. In: Encyclopedia of Human Nutrition. Eds.: Caballero, B., Allen, L., Prentice, A., 2nd ed., Elsevier, Oxford. p: 230-237.
- Lombardi-Boccia, G., Martinez-Dominguez, B., Aguzzi, A. (2002). Total heme and non-heme iron in raw and cooked meats. *Journal of Food Science*, 67(5): 1738-1741.
- Lorenzo, J. M., Fonseca, S., Gómez, M., Domínguez, R. (2015). Influence of the salting time on physico-chemical parameters, lipolysis and proteolysis of dry-cured foal “cecina”. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1): 332-338.
- Mancini, R.A., Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1): 100-121.
- Maria, G.A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J.L., Gebresenbet, G. (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat science*, 65(4): 1335-1340.
- Marieb, E.N., Hoehn, K. (2013). Human Anatomy & Physiology. 9th ed., Pearson Education, USA, p: 276-318.

- Marques, A.Y., Maróstica, M.R., Pastore, G.M. (2010). Some nutritional, technological and environmental advances in the use of enzymes in meat products. *Enzyme Research*, DOI:10.4061/2010/480923.
- Matarneh, S.K., England, E.M., Scheffler, T.L., Gerrard, D.E. (2017). The Conversion of Muscle to Meat. In: Lawrie's Meat Science. Ed.: Toldra, F., 8th edition, Woodhead Publishing, United Kingdom, p: 164-190.
- Maughan, C., Tansawat, R., Cornforth, D., Ward, R., Martini, S. (2012). Development of a beef flavor lexicon and its application to compare the flavor profile and consumer acceptance of rib steaks from grass-or grain-fed cattle. *Meat science*, 90(1): 116-121.
- McNeill, S. H., Van Elswyk, M. E. (2016). Meat: Role in the Diet. In: Encyclopedia of Food and Health. Eds.: Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F., Academic Press, United Kingdom, 3: 693-700.
- Mengi A. (1998). Biyokimya. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Ders Notu No: 89, İstanbul, s: 250–260.
- Meyns, S., Schmidt-Lorenz, W. (1992). Mikrobieller Verderb von Kühlgelagertem Rindfleisch und Ammoniakbildung. *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 83(1): 71-95.
- Miller, M.F., Davis, G.W., Ramsey, C.B. (1985). Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail caselife of loin steaks from lean beef. *Journal of food science*, 50(6): 1544-1546.
- Miller, A.J., Strange, E.D., Whiting, R.C. (1989). Improved tenderness of restructured beef steaks by a microbial collagenase derived from *Vibrio B-30*. *Journal of food Science*, 54(4): 855-857.
- Miller, M.F., Kerth, C.R., Wise, J.W., Lansdell, J.L., Stowell, J.E., Ramsey, C.B. (1997). Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and aging time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *Journal of Animal Science*, 75(3): 662-667.
- Miller, R.K. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat - Palatability. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 252-261.
- Mohsina, K., Ratkowsky, D. A., Bowman, J. P., Powell, S., Kaur, M., Tamplin, M. L. (2020). Effect of glucose, pH and lactic acid on *Carnobacterium maltaromaticum*, *Brochothrix thermosphacta* and *Serratia liquefaciens* within a commercial heat-shrunk vacuum-package film. *Food microbiology*, 91, 103515.
- Møller, A. J. (1980). Analysis of Warner-Bratzler shear pattern with regard to myofibrillar and connective tissue components of tenderness. *Meat Science*, 5(4): 247-260.
- Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. (2005). Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71(3): 471-479.
- Montgomery, T., Leheska, J. (2008). Effects of various management practices on beef-eating quality. Sammanställning tillgänglig Sustainable Beef Resource Center, USA. Hämtat från <http://sustainablebeef.org/resources.html> (https://www.researchgate.net/publication/242200521_EFFECTS_OF_VARIOUS_MANAGEMENT_PRACTICES_ON_BEEF-EATING_QUALITY).

- Mungure, T.E., Bekhit, A.E.D.A., Birch, E.J., Stewart, I. (2016). Effect of rigor temperature, ageing and display time on the meat quality and lipid oxidative stability of hot boned beef *Semimembranosus* muscle. *Meat Science*, 114, 146-153.
- Muştu, Ç. (2019). Etlerde Kuru Yaşlandırma. *Aydın Gastronomy*, 3(1): 23-35.
- Nazlı, B., Cetin, O., Bingol, E.B., Kahraman, T., Ergun, O. (2010). Effects of high voltage electrical stimulation on meat quality of beef carcasses. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(3): 556-560.
- Nair, M. N., Canto, A. C., Rentfrow, G., Suman, S. P. (2019). Muscle-specific effect of aging on beef tenderness. *LWT- Food Science and Technology*, 100: 250-252.
- Nishimura, T. (2015). Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. *Meat Science*, 109: 48-55.
- Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat science*, 78(1-2): 77-89.
- Obuz, E., Akkaya, L., Gök, V., Dikeman, M.E. (2014). Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of *Longissimus lumborum* steaks from cull Holstein cows. *Meat Science*, 96(3): 1227-1232.
- Ockerman, H. W. (1976). Quality Control of Post Mortem Muscle and Tissue, Department of Animal Science, The Ohio State University, Ph. D. Thesis, USA.
- Oh, J., Lee, H. J., Kim, H. C., Kim, H. J., Yun, Y. G., Kim, K. T., Choi, Y. I., Jo, C. (2017). The effects of dry or wet aging on the quality of the longissimus muscle from 4-year-old Hanwoo cows and 28-month-old Hanwoo steers. *Animal Production Science*, 58(12): 2344-2351.
- Oliete, B., Carballo, J.A., Varela, A., Moreno, T., Monserrat, L., Sánchez, L. (2006). Effect of weaning status and storage time under vacuum upon physical characteristics of meat of the Rubia Gallega breed. *Meat science*, 73(1): 102-108.
- Oreskovich, D. C., McKeith, F. K., Carr, T. R., Novakofski, J., Bechtel, P. J. (1988). Effects of different aging procedures on the palatability of beef. *Journal of Food Quality*, 11(2): 151-158.
- O'Sullivan, M. G., Cruz-Romero, M. C., Kerry, J. P. (2018). Sensory and physiochemical comparison of traditional bone-in dry-aged beef loin with bone-less dry ageing and ageing using a moisture permeable bag. *Food and Nutrition Sciences*, 9(09): 1078.
- Özay, G., Pala, M., Saygı, B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda Dergisi*, 18, (6): 377-383.
- Özdemir, H., Şireli, U. T. (2001). Et ve Et Ürünlerinde *Brochothrix thermosphacta*'nın Bulunuşu. *Gıda*, 26(2): 115-120.
- Özdemir, V., Yanar, M. (2021). Kırmızı Etin Gevrekleştirilmesinde Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1): 795-806.
- Öztañ, A. (2017). Et Bilimi ve Teknolojisi. 11. Baskı, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitap Serisi Yayın No: 1, Filiz Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. şti., Ankara.
- Parrish Jr, F. C., Boles, J. A., Rust, R. E., Olson, D. G. (1991). Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. *Journal of Food Science*, 56(3): 601-603.

- Payne, C. T. (2009). Enzymes. In: *Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications*. Ed.: Tarté, R., Springer Science + Business Media, LLC, New York, p: 173-198.
- Pereira, P. M. D. C. C., Vicente, A. F. D. R. B. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat science*, 93(3): 586-592.
- Perez-Chabela, M. L., Guerrero, I., Gutierrez-Ruiz, M. C., Betancourt-Rule, J. M. (2005). Effect of calcium chloride marination and collagen content on beef, horse, rabbit and hen meat hardness. *Journal of Muscle Foods*, 16(2): 141-154.
- Perry, N. (2012). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1): 78-80.
- Pietrasik, Z., Shand, P. J. (2006). Effect of aspartic protease from *Aspergillus oryzae* on the tenderness of beef. *Proceedings of the 52nd International Conference of Meat Science and Technology*, 13th-18th August 2006, Dublin, Ireland, p: 475-476.
- Polidori, P., Vincenzetti, S. (2017). The Use of Electrical Stimulation in Meat Production. In: *Meat and Meat Processing*. Ed.: McCarthy, D.B., Nova Science Publishers, New York, p: 133-154.
- Pösö, A. R., Puolanne, E. (2005). Carbohydrate metabolism in meat animals. *Meat science*, 70(3): 423-434.
- Raghavan, S., Hultin, H. O. (2005). Model system for testing the efficacy of antioxidants in muscle foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(11): 4572-4577.
- Ray, B., Bhunia, A. (2016). *Fundamental Food Microbiology*. Temel Gıda Mikrobiyolojisi. 5. basımdan çeviri. Çeviri ed.: Heperkan, D. İçinde: Belirli Gıda Gruplarının Bozulması. Çeviren: Kışla, D. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara, s: 255-272.
- Rhee, M. S., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M. (2004). Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. *Journal of animal science*, 82(2): 534-550.
- Ribeiro, F. A., Lau, S. K., Pflanzner, S. B., Subbiah, J., Calkins, C. R. (2021a). Color and lipid stability of dry aged beef during retail display. *Meat Science*, 171, 108274.
- Ribeiro, F. A., Lau, S. K., Furbeck, R. A., Herrera, N. J., Henriott, M. L., Bland, N. A., Fernando, S. C., Subbiah, J., Sullivan, G. A., Calkins, C. R. (2021b). Ultimate pH effects on dry-aged beef quality. *Meat Science*, 172, 108365.
- Robert, N., Briand, M., Taylor, R., Briand, Y. (1999). The effect of proteasome on myofibrillar structures in bovine skeletal muscle. *Meat Science*, 51(2): 149-153.
- Ryu, S., Shin, M., Cho, S., Hwang, I., Kim, Y., Oh, S. (2020). Molecular characterization of microbial and fungal communities on dry-aged beef of Hanwoo using metagenomic analysis. *Foods*, 9(11): 1571.
- Sabuncular, G., Akbulut, G., Yaman, M. (2021). Ette Lipit oksidasyonu ve etkileyen faktörler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27): 362-369.
- Savell, J. W., Harris, K. B., Miller, R. K., Griffin, D. B., Laster, M. A., Voges, K. L. (2007). Tenderness, flavor and yield assessments of dry aged beef. Project summary. National Cattlemen's Beef Association. https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/2006-tenderness-flavor-yield-assessments_11-26-2020-40.pdf, 29.10.2021

- Savell, J. W. (2008). Dry-aging of beef, executive summary. National Cattlemen's Beef Association.
https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/dry_aging_of_beef_08-20-2020-28.pdf, 09.05.2021
- Savell, J. W. (2017). Introduction. In: Lawrie's Meat Science. Ed.: Toldra', F., 8th edition, Woodhead Publishing, United Kingdom, p: 1-18.
- Savell, J. W., Mueller, S. L., Baird, B. E. (2005). The chilling of carcasses. *Meat science*, 70(3): 449-459.
- Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R., Bee, G. (2006). Conjugated Linoleic Acid in Meat and Meat Products: A Review. *Meat Sci*, 73(1): 29-41.
- Schwimmer, S. (1981). Applied Enzymology of Meat Texture Optimization. In: Source Book of Food Enzymology. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA, p: 481-496.
- Seman, D. L., Boler, D. D., Carr, C., Dikeman, M. E., Owens, C. M., Keeton, J. T., Pringle, T., Sindelar, J. J., Woerner, D. R., de Mello, A. S., Powell, T. H. (2018). Meat Science Lexicon. *Meat and Muscle Biology*, 2(3).
- Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., Meade, M. K., Reagan, J. O., Byrnes, B. L., Koohmaraie, M. (2001). Consumer impressions of tender select beef. *Journal of animal science*, 79(10): 2605-2614.
- Sitz, B. M., Calkins, C. R., Feuz, D. M., Umberger, W. J., Eskridge, K. M. (2006). Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. *Journal of animal science*, 84(5): 1221-1226.
- Smith, R. D. (2007). Dry Aging Beef for The Retail Channel, Texas A&M University, The Office of Graduate Studies, Doctoral dissertation, 43 p, Texas.
- Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Harris, K. B., Miller, R. K., Griffin, D. B., Savell, J. W. (2008). Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US choice and US select short loins. *Meat Science*, 79(4): 631-639.
- Smith, A. M., Harris, K. B., Griffin, D. B., Miller, R. K., Kerth, C. R., Savell, J. W. (2014). Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively. *Meat science*, 97(1): 21-26.
- Sørensen, G., Jørgensen, S. S. (1996). A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 202: 205-210.
- Stanišić, N., Petričević, M., Živković, D., Petrović, M. M., Ostojić-Andrić, D., Aleksić, S., Stajić, S. (2012). Changes of physical-chemical properties of beef during 14 days of chilling. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(1): 77-85.
- Stenström, H., Li, X., Hunt, M. C., Lundström, K. (2014). Consumer preference and effect of correct or misleading information after ageing beef *longissimus* muscle using vacuum, dry ageing, or a dry ageing bag. *Meat Science*, 96(2): 661-666.
- Sullivan, G. A., Calkins, C. R. (2010). Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat science*, 85(4): 730-734.

- Suman, S. P., Joseph, P. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat - Color and Pigment. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 1, p: 244-251.
- Suman, S. P., Hunt, M. C., Nair, M. N., Rentfrow, G. (2014). Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. *Meat science*, 98(3): 490-504.
- Swatland, H. J. (1996). Connective tissue distribution patterns in beef detected by ultraviolet fibre optics. *LWT-Food Science and Technology*, 29(3): 272-277.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food quality and preference*, 13(4): 215-225.
- Tayar, M., Çıbık, R. (2016). Gıda Kimyası. 4. Baskı, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.
- Tayar, M., Yıbar, A. (2013). Et Muayenesi. 1. Baskı, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.
- Tayar, M., Yıldırım, Y. (2020). Et Endüstrisi. 1. Baskı, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.
- Taylor, R. G., Tassy, C., Briand, M., Robert, N., Briand, Y., Ouali, A. (1995). Proteolytic activity of proteasome on myofibrillar structures. *Molecular biology reports*, 21(1): 71-73.
- TEPGE, 2021a, Tarım Ürünleri Piyasaları Dana Eti, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ocak 2021, Ankara.
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Dana%20eti,Ocak%202021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu%20--.pdf>, 16.05.2021.
- TEPGE, 2021b, Tarım Ürünleri Piyasaları Küçükbaş Eti, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ocak 2021, Ankara.
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/K%C3%BC%3%A7%C3%BCkba%C5%9F%20Eti,%20Ocak%202021,Tar%C4%B1m%20%C3%BCr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>, 19.05.2021.
- Thorslund, C. A., Sandøe, P., Aaslyng, M. D., Lassen, J. (2016). A good taste in the meat, a good taste in the mouth—Animal welfare as an aspect of pork quality in three European countries. *Livestock Science*, 193: 58-65.
- Toldrá, F., Reig, M. (2012). Biochemistry of raw meat and poultry. In: Food biochemistry and food processing. Eds.: Simpson, B. K., 2nd ed., Wiley-Blackwell, Ames. p: 287-302.
- Torrescano, G., Sanchez-Escalante, A., Gimenez, B., Roncales, P., Beltrán, J. A. (2003). Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Science*, 64(1): 85-91.
- Trespalacios, P., Pla, R. (2007). Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. *Food Chemistry*, 100(1): 264-272.

- Trout, G. R., Schmidt, G. R. (1984). Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls. *Journal of Food Science*, 49(3): 687-694.
- Troy, D. J., Kerry, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1): 214-226.
- TS ISO 13722, 2000-04, Et Ve Et Ürünleri - *Brochothrix Thermosphacta*'nın Sayımı - Koloni Sayım Tekniği, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3136 ISO 2917, 2002-12, Et Ve Et Ürünleri - pH Ölçülmesi - Referans Yöntem, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 17410, 2004-12, Gıda Ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi - Psikrotrofik Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 13720, 2011-01, Et Ve Et Ürünleri - Muhtemel *Pseudomonas* Spp Sayımı, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 4833-1, 2014-02, Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi - Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem - Bölüm 1: Dökme Plak Tekniğiyle 30 °C'ta Koloni Sayımı, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 21527-1, 2014-04, Gıda Ve Hayvan Yemlerinin Mikrobiyolojisi - Maya Ve Küflerin Sayımı İçin Yatay Yöntem - Bölüm 1: Su Aktivitesi 0,95'ten Fazla Olan Ürünlerde Koloni Sayım Tekniği, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 15214, 2015-10, Gıda Ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi - Mezofilik Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı İçin Yatay Yöntem - 30 °C'ta Koloni Sayım Tekniği, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 6887-1, 2017-12, Besin Zincirinin Mikrobiyolojisi - Mikrobiyolojik Muayene İçin Deney Numunelerinin, Başlangıç Süspansiyonunun Ve Ondalık Seyreltilerin Hazırlanması Bölüm 1: Deney Numunelerinin Başlangıç Süspansiyonunun Ve Ondalık Seyreltilerinin Hazırlanması İçin Genel Kurallar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 21528-2, 2018-01, Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi - *Enterobacteriaceae*'nin Tespiti Ve Sayımı İçin Yatay Yöntem - Part 2: Koloni Sayım Tekniği, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Turhan, S., Altunkaynak, T. B., Yazıcı, F. (2004). A note on the total and heme iron contents of ready-to-eat doner kebabs. *Meat Science*, 67(2): 191-194.
- TÜİK, 2021a, Düzeltilmiş Haber Bülteni, Türkiye İstatistik Kurumu, Sayı: 37207, 09 Şubat 2021, Ankara, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2020-37207>, 19.05.2021.
- TÜİK, 2021b, İstatistik Veri Portalı, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, 19.05.2021.
- Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. 29.12.2011. Resmi Gazete Sayısı: 28157 (3. Mükerrer)
- Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları Ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52). 29.01.2019. Resmi Gazete Sayısı: 30670
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. (1998). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, İstanbul.

- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. (1999). Mezbaha Bilgisi ve Et Muayenesi Ders Notları. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Yayını, 109, İstanbul.
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. (2001). Gıda Hijyeni. Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Underkofler, L.A., Barton, R.R., Rennert, S.S. (1958). Production of microbial enzymes and their applications. *Applied microbiology*, 6(3), 212-221.
- USDA, 1999. Food Ingredients and Sources of Radiation Listed or Approved for Use in the Production of Meat and Poultry Products; Final Rule. <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/88-026F.htm>.
- USDA, 2011, National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24, United States Department of Agriculture, Washington, D.C. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>, 15.05.2021
- USDA, 2021, Livestock and Poultry: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service January 12, 2021, Washington, D.C. https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/t435h4995/vt1519922/livestock_poultry.pdf, 16.05.2021
- USMEF, 2014, Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets, U.S. Meat Export Federation (USMEF). <https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/>, 19.05.2016
- Ünal, N. (2007). Hayvan Refahı Ders Notları. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Ankara.
- Ünal, N., Teke, B., Özbeyaz, C. (2008). Ankara Ticaret Borsası Kesimhanesi'ne yapılan kasaplık hayvan nakillerinde bazı koşulların hayvan refahı bakımından incelenmesi. *Ankara Univ. Vet. Fak. Derg.*, 55: 51-56.
- Vitale, M., Pérez-Juan, M., Lloret, E., Arnau, J., Realini, C. E. (2014). Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science*, 96(1): 270-277.
- Warner, R. (2014). Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: M. Dikeman, C. Devine, 2nd ed., Academic Press, London, Volume 2, p: 164-171.
- Warren, K. E., Kastner, C. L. (1992). A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*, 3(2): 151-157.
- Warriss, P. D. (2000). Meat science: An Introductory Text. CABI Publishing, UK.
- Watanabe, F. (2007). Vitamin B₁₂ sources and bioavailability. *Experimental biology and medicine*, 232(10): 1266-1274.
- Wee, M. S. M., Goh, A. T., Stieger, M., Forde, C. G. (2018). Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range of solid foods. *Food & function*, 9(10): 5301-5312.
- Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Crouse, J. D. (1991). Effects of calcium chloride injection and hot boning on the tenderness of round muscles. *Journal of animal science*, 69(12): 4871-4875.
- Williams, P. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64: S113-S119.

- Woerner, D. R., Scanga, J.A., Belk, K. E. (2014). Slaughter-Line Operation – Cattle. In: Encyclopedia of Meat Sciences. Eds.: Dikeman, M., Devine, C., 2nd ed., Academic Press, London, Volume 3, p: 284-289.
- Wood, J. D., Enser, M., Richardson, R. I., Whittington, F. M. (2008). Fatty Acids in Meat Products. In: Fatty Acids in Foods and Their Health Implications. Ed.: Chow, C.K., CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, p: 87-107.
- Yancey, E. J., Dikeman, M. E., Hachmeister, K. A., Chambers Iv, E., Milliken, G. A. (2005). Flavor characterization of top-blade, top-sirloin, and tenderloin steaks as affected by pH, maturity, and marbling. *Journal of Animal Science*, 83(11): 2618-2623.
- Yıbar, A., Çetin, E. (2013). Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(2): 31-38.

