ESRA AKKAYA

FARKLI ENZİM UYGULAMALARININ VE OLGUNLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN SIĞIR ETLERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

İSTANBUL, 2019

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FARKLI ENZİM UYGULAMALARININ VE OLGUNLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN SIĞIR ETLERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

ESRA AKKAYA

DANIŞMAN
PROF. DR. ÖMER ÇETİN

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL-2019

TEZ ONAYI

Bu çalışma 25.01.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Doktora Programı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Ömer ÇETİN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Veteriner Fakültesi

Prof. Dr. Özer ERGÜN
İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi

Prof. Dr. Hamparsun HAMPİKYAN
Beykent Üniversitesi
Uygulamalı Bilimler YO

Doç. Dr. Enver Barış BİNGÖL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Veteriner Fakültesi

Doç. Dr. Feraye ESEN GÜRSEL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Veteriner Fakültesi

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Esra AKKAYA



İTHAF

Aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ömer ÇETİN'e,

Doktora sürecimin her aşamasında yanımda olarak, ilgi ve emeklerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Enver Barış BİNGÖL'e ve Prof. Dr. Hilal ÇOLAK'a,

Çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Tolga KAHRAMAN'a, Doç. Dr. Karlo MURATOĞLU'na ve Dr. Funda YILMAZ EKER'e,

Histolojik analizlerin yürütülmesi aşamasındaki ilgi ve yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Alev Gürol BAYRAKTAROĞLU'na, Dr. O.B. Burak ESENER'e, Dr. Cevat TEMİZKAN'a ve Arş. Gör. Özge ÖZGENÇ'e,

İstatistiksel analizlerin tamamlanmasında destek olan Sayın Prof. Dr. Bülent EKİZ'e ve Dr. Pembe Dilara AKIN'a,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi doktora sürecinde de yanımda olup, sevgi ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TDK-2017-24178

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... Xİ
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... XVİİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ ..... XİX
ÖZET XX
ABSTRACT ..... XXİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Etin Tanımı 3
2.2. Etin Beslenmedeki Önemi 3
2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi 4
2.3.1. Dünya'da Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi 4
2.3.2. Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi 7
2.3.3. Türkiye'de Canlı Hayvan Sayıları 8
2.4. Etin Kimyasal Özellikleri 8
2.4.1. Su 9
2.4.2. Proteinler 9
2.4.3. Protein Olmayan Azotlu Maddeler (NPN) 11
2.4.4. Yağlar 11
2.4.5. Karbonhidratlar 12
2.4.6. Mineral Maddeler ve Vitaminler 12
2.5. Etin Histolojik Yapısı 13
2.5.1. Kasların Yapısını Oluşturan Ögeler 13
2.5.1.1. Kas Hücresi (Kas Lifi, Kas Teli) 13
2.5.1.2. Sarkolem 13
2.5.1.3. Sarkoplazma 14

2.5.1.4. Kas Fibrili (Miyofibril) 14
2.5.1.5. Kas Filamenti (Miyofilament)....14
2.5.2. Kasların Kontraksiyonu ve Gerekli Enerjinin Oluşumu 15
2.6. Etin Kalite Parametreleri....18
2.6.1. Renk 18
2.6.2. Su Tutma Kapasitesi 19
2.6.3. Gevreklik ve Tekstür....19
2.6.4. Lezzet....20
2.7. Kasaplık Hayvanların Kesim Teknolojisi....20
2.7.1. Kesim Öncesi İşlemler....20
2.7.2. Kesim İşlemleri....22
2.7.3. Kesim Sonrası İşlemler....26
2.8. Kesim Sonrası Ette Görülen Değişiklikler (Postmortem Değişiklikler)....26
2.8.1. Etin pH Değerinde Meydana Gelen Değişiklikler....27
2.8.2. Rigor Mortis....28
2.8.3. Etin Olgunlaşması....29
2.8.3.1. Doğal Olgunlaşma....32
2.8.3.2. Yapay Olgunlaşma....40
2.8.4. Etin Su Tutma Kapasitesinde Meydana Gelen Değişiklikler....46
2.8.5. Etin Elektrik Direncinde Meydana Gelen Değişiklikler....47
2.8.6. Etin Renginde Meydana Gelen Değişiklikler....47
2.9. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri....48
2.9.1. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Etin Yumuşaklığı Üzerine Etkisi....49
2.9.2. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Aroma ve Lezzet Üzerine Etkisi....49
2.9.3. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Renk Üzerine Etkisi....52
2.9.4. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi....53
2.10. Enzim Uygulamalarının Etin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri....54
3. GEREÇ VE YÖNTEM....57
3.1. GEREÇ....57
3.1.1. Sığır Eti Örnekleri....57
3.1.2. Enzim Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler....57
3.1.3. Olgunlaştırma Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar....57

3.1.4. Laboratuvarda Kullanılan Alet-Ekipman ve Cihazlar 58
3.1.5. Analizlerde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar 59
3.1.5.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri 59
3.1.5.2. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Çözeltiler 59
3.2. YÖNTEM 60
3.2.1. Sığır Etlerinin Deneysel Uygulamalar için Hazırlanması 60
3.2.2. Sığır Etlerine Uygulanan Enzimler ve Olgunlaştırma İşlemleri 61
3.2.3. Laboratuvar Analizleri 61
3.2.3.1. Mikrobiyolojik Analizler 62
3.2.3.2. Fiziko-Kimyasal Analizler 64
3.2.3.3. Histolojik Analiz 66
3.2.3.4. İnstrumental Analizler 66
3.2.3.5. Duyusal Analizler 67
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme 69
4. BULGULAR 70
4.1. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Mikrobiyolojik Analiz Bulguları 70
4.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakterilere (TAMB) Ait Analiz Bulguları 70
4.1.2. Psikrotrof Mikroorganizmalara Ait Analiz Bulguları 73
4.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterilerine Ait Analiz Bulguları 75
4.1.4. Laktik Asit Bakterilerine (LAB) Ait Analiz Bulguları 77
4.1.5. *Pseudomonas* spp.'e Ait Analiz Bulguları 79
4.1.6. *Brochothrix thermosphacta* Sayısına Ait Analiz Bulguları 81
4.1.7. Küflere ve Mayalara Ait Analiz Bulguları 83
4.2. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Fiziko-Kimyasal Analiz Bulguları 85
4.2.1. pH Değerlerine Ait Analiz Bulguları 85
4.2.2. Su Aktivitesi (a_w) Değerlerine Ait analiz Bulguları 87
4.2.3. Nem Miktarına Ait Analiz Bulguları 89
4.2.4. Su Tutma Kapasitesine (WHC) Ait Analiz Bulguları 91
4.2.5. Ağırlık Kaybına (WL) Ait Analiz Bulguları 93
4.2.6. Pişirme Kaybına (CL) Ait Analiz Bulguları 95
4.2.7. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değerlerine Ait Analiz Bulguları 97

4.2.8. Metmiyoglobin Miktarına Ait Analiz Bulguları 99
4.3. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Histolojik Analiz Bulguları ..101
4.3.1. Sarkomer Uzunluğu (SL) Ölçümü 101
4.4. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki İnstrumental Analiz Bulguları 104
4.4.1. Renk Analizi Bulguları 104
4.4.2. Tekstür Analizi Bulguları.....114
4.4.2.1. Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) Değeri 114
4.5. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Duyusal Analiz Bulguları.....116
4.5.1. Duyusal Analiz Paneli Bulguları.....116
5. TARTIŞMA 144
5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 144
5.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakteriler.....144
5.1.2. Psikrotrof Bakteriler.....146
5.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterileri 147
5.1.4. Laktik Asit Bakterileri 149
5.1.5. *Pseudomonas* spp. 151
5.1.6. *Brochothrix thermosphacta*.....151
5.1.7. Küfler ve Mayalar 152
5.2. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....154
5.2.1. pH.....154
5.2.2. Su Aktivitesi (a_w) 157
5.2.3. Nem Miktarı 158
5.2.4. Su Tutma Kapasitesi 161
5.2.5. Ağırlık Kaybı 164
5.2.6. Pişirme Kaybı.....166
5.2.7. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değeri 169
5.2.8. Metmiyoglobin Miktarı.....171
5.3. Histolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....172
5.3.1. Sarkomer Uzunluğu 172
5.4. İnstrumental Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 173
5.4.1. Renk Analizi 173
5.4.2. Tekstür Analizi.....179

5.4.2.1. Warner-Bratzler Kesme Kuvveti (SF) Değeri.....179
5.5. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 185
5.6. Sonuç.....197
KAYNAKLAR 199
ETİK KURUL KARARI 221
ÖZGEÇMİŞ 222

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Dünya dana eti arz ve kullanımı (bin ton) (USDA, 25.01.2018) 6
Tablo 2-2: Türkiye kırmızı et arz ve kullanımı (ton)(TÜİK ve TEPGE Hesaplamaları) . 7
Tablo 2-3: GRAS kategorisinde kullanılan bazı enzimler ve elde edildiği kaynaklar (Calkins ve Sullivan 2007) 41
Tablo 2-4: Kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır etlerine ait kalite parametrelerinin karşılaştırılması (Khan ve ark. 2016)..... 48
Tablo 3-5: Enzim uygulaması sonrasında kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulacak *M.longissimus dorsi lumborum* kaslarına ait deneysel gruplar..... 60
Tablo 3-6: Sığır etlerine uygulanacak enzim çeşitleri, oranları ve olgunlaştırma yöntemleri 61
Tablo 3-7: Duyusal değerlendirmede kullanılacak tanımlayıcı özellikler ve açıklamaları 68
Tablo 4-8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 71
Tablo 4-9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)... 72
Tablo 4-10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 73
Tablo 4-11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g) 74
Tablo 4-12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 75
Tablo 4-13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g) 76
Tablo 4-14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 77
Tablo 4-15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakterileri (LAB) sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)..... 78
Tablo 4-16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 79

Tablo 4-17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g) 80
Tablo 4-18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 81
Tablo 4-19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g) 82
Tablo 4-20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 83
Tablo 4-21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf-maya sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g) 84
Tablo 4-22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimler 85
Tablo 4-23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 86
Tablo 4-24: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 87
Tablo 4-25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin a_w değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 88
Tablo 4-26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem miktarındaki değişimler (%) 89
Tablo 4-27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%) 90
Tablo 4-28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su tutma kapasitelerindeki (WHC) değişimler (cm^2) 91
Tablo 4-29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin WHC değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (cm^2) 92
Tablo 4-30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerindeki değişimler (%) 93
Tablo 4-31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%) 94
Tablo 4-32: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerindeki değişimler (%) 95

Tablo 4-33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%) 96
Tablo 4-34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg) 97
Tablo 4-35: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (mg MDA/kg) 98
Tablo 4-36: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin miktarındaki değişimler (%) 99
Tablo 4-37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%) 100
Tablo 4-38: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarındaki (SL) değişimler (µm) 101
Tablo 4-39: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluğu (SL) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (µ/m) 102
Tablo 4-40: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerlerindeki değişimler 104
Tablo 4-41: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 105
Tablo 4-42: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (a^*) değerlerindeki değişimler 106
Tablo 4-43: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (a^*) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 107
Tablo 4-44: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (b^*) değerlerindeki değişimler 108
Tablo 4-45: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (b^*) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 109
Tablo 4-46: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (C^*) değerlerindeki değişimler 110
Tablo 4-47: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (C^*) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 111
Tablo 4-48: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (h^*) değerlerindeki değişimler 112

Tablo 4-49: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (*h**) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 113
Tablo 4-50: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerindeki değişimler (kg/cm^2) 114
Tablo 4-51: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (kg/cm2) .. 115
Tablo 4-52: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerindeki (renk tonu, renk yoğunluğu) değişimler 116
Tablo 4-53: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerinden renk tonu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 118
Tablo 4-54: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerinden renk yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 119
Tablo 4-55: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (koku yoğunluğu, ekşi koku, tatlı koku, asidik koku) değişimler . 120
Tablo 4-56: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden koku yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 122
Tablo 4-57: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden ekşi koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 123
Tablo 4-58: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden tatlı koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 124
Tablo 4-59: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden asidik koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 125
Tablo 4-60: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerindeki (yumuşaklık, çiğnenebilirlik, sululuk) değişimler 126
Tablo 4-61: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden yumuşaklık özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 129

Tablo 4-62: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden çiğnenebilirlik özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 130
Tablo 4-63: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden sululuk özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 131
Tablo 4-64: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerindeki (lezzet yoğunluğu, tuzlu tat, tatlı tat, ekşi tat, asidik tat, acı tat, umami tat) değişimler 132
Tablo 4-65: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden lezzet yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 135
Tablo 4-66: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden tuzlu tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 136
Tablo 4-67: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden tatlı tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 137
Tablo 4-68: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden ekşi tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 138
Tablo 4-69: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden asidik tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 139
Tablo 4-70: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden acı tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 140
Tablo 4-71: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden umami tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 141
Tablo 4-72: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler 142

Tablo 4-73: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) 143

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Dünya dana eti üretim ve tüketimi (Bin ton) 6
Şekil 2-2: Türkiye kırmızı et üretimi ve kişi başı tüketim (TÜİK 2017a) 7
Şekil 2-3: Kas hücresinin histolojik yapısı (Marieb 2001) 15
Şekil 2-4: Kaslarda glikojenin parçalanması (Mengi 1998) 17
Şekil 2-5: Ette meydana gelen renk değişimlerinin oluşum mekanizması (Mancini ve Hunt 2005) 48
Şekil 4-6: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 71
Şekil 4-7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 73
Şekil 4-8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 75
Şekil 4-9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 77
Şekil 4-10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 79
Şekil 4-11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 81
Şekil 4-12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 83
Şekil 4-13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimler 85
Şekil 4-14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 87
Şekil 4-15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem miktarındaki değişimler (%) 89
Şekil 4-16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su tutma kapasitelerindeki (WHC) değişimler (cm^2) 91
Şekil 4-17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerindeki değişimler (%) 93

Şekil 4-18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerindeki değişimler (%) 95
Şekil 4-19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg) 97
Şekil 4-20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin miktarındaki değişimler (%) 99
Şekil 4-21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarındaki (SL) değişimler (µm) 101
Şekil 4-22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarının karşılaştırıldığı kas dokusuna ait kesitlerin genel görüntüsü (Bar: 20µm) 103
Şekil 4-23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerlerindeki değişimler 104
Şekil 4-24: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (a^*) değerlerindeki değişimler 106
Şekil 4-25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (b^*) değerlerindeki değişimler 108
Şekil 4-26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (C^*) değerlerindeki değişimler 110
Şekil 4-27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (h^*) değerlerindeki değişimler 112
Şekil 4-28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerindeki değişimler (kg/cm^2) 114
Şekil 4-29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerindeki (renk tonu, renk yoğunluğu) değişimler 117
Şekil 4-30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (koku yoğunluğu) değişimler 121
Şekil 4-31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerindeki (yumuşaklık, çiğnenebilirlik, sululuk) değişimler 128
Şekil 4-32: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (lezzet yoğunluğu) değişimler 134
Şekil 4-33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler 142

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

*a**: Kırmızılık değeri

Å: Angström

ADP: Adenozin difosafat

AMP: Adenozin monofosfat

ATP: Adenozin trifosfat

A_w: Su aktivitesi

*b**: Sarılık değeri

*C**: Renk koyuluğu

CAC: Kodeks Alimentarius Komisyonu

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

*h**: Renk açısı/ton açısı

IMP: İnosin monofosfat

Kob: Koloni oluşturan birim

*L**: Parlaklık değeri

LAB: Laktik asit bakterisi

Mb: Miyoglobin

MbO_2: Oksimiyoglobin

MMb^+: Metmiyoglobin

TAMB: Toplam aerob mezofil bakteri

TBA: Tiyobarbitürik asit

TBARS: Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

USDA: Birleşik Devletler Tarım Bakanlığı

WHC: Su tutma kapasitesi

ÖZET

Akkaya, E. (2019). Farklı Enzim Uygulamalarının ve Olgunlaştırma Yöntemlerinin Sığır Etlerinin Kalite Parametreleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul.

Çalışmada, farklı enzim (papain, bromelain ve fungal proteaz) uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru ve yaş olgunlaştırma) sığır etlerinin kalite parametreleri ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, 1,5-2 yaş arası erkek sığırlardan elde edilen M. longissimus dorsi lumborum (kontrfile) kasları, kesimden 24 saat sonra uygulamaya alınarak; papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edildikten sonra, 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerine tabi tutulmuştur. Sığır etleri olgunlaştırma sürecinin 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik (toplam aerob mezofil bakteriler, psikrotrof bakteriler, Enterobacteriacea, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Brochothrix thermosphacta, Pseudomonas spp., laktik asit bakterileri, küf-maya), fiziko-kimyasal (pH, aw, nem miktarı, ağırlık kaybı, pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, Tiyobarbitürik asit değeri, metmiyoglobin miktarı), histolojik (sarkomer uzunluğu), instrumental (tekstür - Warner-Bratzler kesme kuvveti ve renk - L*, a*, b*, C*, h*) ve duyusal (vizüel renk, koku, doku, lezzet, genel kabul edilebilirlik) analizlere tabi tutulmuştur. Farklı enzimlerle muamele edilen sığır etleri yumuşaklık, çiğnenebilirlik ve sululuk özellikleri bakımından enzim uygulanmayan etlere göre daha yüksek puanlanmış; duyusal özelliklerdeki bu beğeni ile instrumental tekstür değerleri paralellik göstermiştir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin duyusal ve tekstürel özelliklerinde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla gelişim sağlanırken, mikrobiyel kalitesi daha düşük bulunmuştur. Olgunlaştırma süresinin uzaması, biyokimyasal ve enzimatik faaliyetlerin devam ederek et kalitesinin iyileşmesine, dolayısıyla tüketiciler tarafından arzu edilen lezzet ve aromaya sahip ürün eldesine olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak, enzim uygulamaları ile olgunlaştırma yöntemlerinin kombine kullanımı tüketicilerin damak tadına hitap eden yüksek kaliteli etin, daha kısa sürede ve daha az maliyet ile piyasaya arzına imkan vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sığır Eti, Olgunlaştırma Yöntemleri, Enzim Uygulamaları, Et Kalitesi, Tüketici Beğenisi

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TDK-2017-24178

ABSTRACT

Akkaya, E. (2019). Effects of Different Enzyme Treatments and Aging Methods on the Quality Parameters and Shelf-Life of Beef Loins. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Food Hygiene and Technology. PhD Thesis. Istanbul.

The aim of this study was to investigate the effects of different enzyme (papain, bromelain and fungal protease) treatments and aging methods (dry and wet aging) on the quality parameters and shelf life of beef loins. In this respect, M. longissimus dorsi lumborum muscles obtained from male cattle aged between 1.5 and 2 years were treated with papain, bromelain and fungal protease enzymes after 24 hours of slaughtering, then they were subjected to dry and wet aging for 28 days. The beef loins were analyzed microbiologically (total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, Enterobacteriacea, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Brochothrix thermosphacta, Pseudomonas spp., Lactic acid bacteria, mold-yeast), physico-chemically (pH, aw, amount of moisture, weight loss, cooking loss, water holding capacity, thiobarbituric acid value, amount of metmiyoglobin), histologically (sarcomere length), instrumentally (texture -Warner-Bratzler shear force and color - L *, a *, b *, C *, h *) and sensorially (visual color, odor, texture, flavor, general acceptability) on days 2, 7, 14, 21 and 28 of the aging period. The beef loins treated with different enzymes were rated higher in terms of tenderness, chewiness and juiciness compared to non-enzyme treated ones. Sensorial characterictics show parallelism with the instrumental texture values. It was found that the sensory and texture properties of beef subjected to dry aging were improved compared to wet aging, while the microbial quality of dry aged meats were lower. Extension of the aging period allows the biochemical and enzymatic activities to be continued and improves the quality of beef loins, thus it provides a flavoured and aromatic products that desired by the consumers. As a result, combined usage of enzyme treatments and aging methods allow to supply the high quality beef quickly and low-priced for the consumers.

Key Words: Beef Loin, Aging Methods, Enzyme Treatments, Meat Quality, Consumer Preference

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No. TDK-2017-24178

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Beslenme, canlıların yaşamsal aktivitelerini devam ettirebilmeleri için gerekli olan temel bir ihtiyaçtır. Yaşamın sağlıklı ve düzenli bir şekilde devam etmesi için günlük diyette alınan gıdaların, besleyici elementleri dengeli oranlarda içermesi gerekmektedir (Yıldırım 1996).

Et, içermiş olduğu biyolojik değeri yüksek proteinler ile beslenmede önemli bir yere sahip olan hayvansal kökenli besin maddelerindendir. Özellikle vücut tarafından sentezlenemeyen eksojen aminoasitleri bol miktarda içermesi, Fe ve Zn gibi mineral maddeler ile B_{12} gibi vitaminler yönünden zengin olması nedeniyle vazgeçilmez bir gıda maddesidir (Uğur ve ark. 2001; Gürbüz 2009; Anar 2012).

Besin elementlerini yeterli ve dengeli miktarlarda içeren bir gıda maddesi olarak tüketime sunulan etlerin kalitesini belirlemede yumuşaklık, lezzet, sululuk ve renk gibi kriterler önem arz etmektedir (Gürbüz 2009; Arslan 2013). Bu kriterlerin başında gelen yumuşaklık; ete uygulanan olgunlaştırma işlemi ile gelişmektedir ve et lezzetinin değerlendirilmesinde etkili olmaktadır (Bowker ve ark. 2012; Marino ve ark. 2014).

Olgunlaşma kesim sonrasında rigor mortise uğrayarak sertleşen kas dokunun zamanla enzimatik reaksiyonlar sonucu çözülmesi ve etin arzu edilen gevreklik, aroma ve lezzet kazanması olarak tanımlanmaktadır (Anar 2012; Juárez ve ark. 2012). Olgunlaşma; doğal ve yapay olmak üzere iki şekilde meydana gelmektedir.

Doğal olgunlaşma; ölüm sertliği meydana geldikten sonra etlerin 10-12 gün süreyle soğuk muhafaza altında (1-3°C) bekletilmeleri ile şekillenmektedir. Bu süreçte etler yumuşak, gevrek, sulu ve lezzetli bir yapı kazanmaktadır (Anar 2012; Khan ve ark. 2016). Etlerin postmortem olgunlaştırılmasında, kuru ve yaş olgunlaştırma olmak üzere iki ticari yöntem kullanılmaktadır (Montgomery ve Leheska 2008; Khan ve ark. 2016).

Etlerin olgunlaştırılması sırasında oluşan zaman kaybının ve muhafaza işlemlerine bağlı şekillenen giderlerin azaltılması, mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikler açısından kaliteli bir etin kısa sürede tüketiciye sunulabilmesi için bazı yapay olgunlaştırma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar; enzim uygulamaları, elektrik stimülasyonu, kalsiyum klorür enjeksiyonu, ultrasonik titreşim, hidrostatik basınç ve hidrodinamik basınç uygulamaları gibi yöntemlerdir (Anar 2012).

Etin olgunlaştırılması, olgunlaştırma süresi ve soğuk muhafaza koşullarıyla doğrudan ilişkilidir (Khan ve ark. 2016). Günümüzde, etlerin kısa sürede

olgunlaşmasını sağlamak, depolama ve sevkiyat masraflarını azaltarak arzu edilen kaliteli etlerin tüketiciyle buluşma süresini kısaltmak amacıyla uygulanan yapay olgunlaştırma yöntemlerine karşılık, etlerin uzun sürede olgunlaştırıldığı ancak yüksek kaliteli ve lezzetli et eldesine olanak sağlayan alternatif olgunlaştırma yöntemleri de et sektöründe önem kazanmaya başlamıştır.

Tüketicilerin değişen zevkleri ve arayışları, üreticileri yeni teknolojiler kullanarak et kalitesini geliştirmeye yöneltmiştir. Özellikle tüketici beğenisinin damak tadı üzerine yoğunlaşması, kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamaları gibi, etlerin uzun sürede olgunlaştırılarak tüketime sunulduğu uygulamaların tercih edilmesine yol açmıştır.

Bu çalışma, doğal ve yapay olgunlaştırma yöntemlerinin birlikte uygulanması ile et kalitesinin arttırılması için planlanmış olup; bu doğrultuda, farklı enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin kalite parametreleri ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Etin Tanımı

Et, insan tüketimi için uygun olan tüm hayvansal dokular olarak ifade edilmektedir (CAC/RCP 58-2005; Gürbüz 2009). Büyük çoğunluğu kas doku olmak üzere kemik, kan, epitel, sinir, yağ ve bağ dokuları yapısında bulunduran hayvansal kaynaklı bir gıda maddesi olarak da tanımlanmaktadır (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

*Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği*ne göre; sığır, manda ve deve büyükbaş hayvan, koyun ve keçi küçükbaş hayvan, domuz, yaban domuzu, at ve tavşan diğer kasaplık hayvanlar olarak ifade edilirken; bu hayvanların tümü kasaplık hayvan olarak adlandırılmaktadır (TGK, 2006/31).

*Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği*ne göre ise; kasaplık hayvanların karkaslarından elde edilen insan tüketimi için uygun tüm parçalar kırmızı et olarak ifade edilmektedir (TGK, 2006/31).

Kırmızı etler; farklı yaş ve cinsiyetlerdeki sığır, manda, koyun, keçi gibi küçük veya büyükbaş kasaplık hayvan türlerine giren gövde halindeki veya parçalanmış etlerdir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.2. Etin Beslenmedeki Önemi

Et; hayvansal gıdalar içerisinde üretimi kolay, lezzetli, iştah açıcı, açlık hissini hızlı bir şekilde gideren, eksojen aminoasitler yönünden zengin, yapısında hayati öneme sahip B kompleksi vitaminleri ile demir gibi mineral maddeleri yeterli miktarda bulunduran, böylece beslenme bozuklukları ve hastalıklarını önleyen iyi bir besin kaynağıdır (CAC/RCP 58-2005; Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Yeterli ve dengeli beslenme için, hayvansal ve bitkisel kökenli gıdaların uygun miktarlarda tüketilmesi gerekmektedir. Günlük protein ihtiyacının %50'sinin hayvansal kökenli gıdalardan karşılanması önerilmektedir. Özellikle içerdiği esansiyel aminoasitler ile değerli bir protein kaynağı olan et, hayvansal kökenli gıdalar arasında önemli bir yere sahiptir (Yıldırım 1996; Gürbüz, 2009; Arslan 2013).

Bitkisel proteinlere oranla daha yüksek besleyici değere sahip olan hayvansal proteinler, insan vücudunda sentezlenemeyen ve dışarıdan besinlerle alınması zorunlu olan eksojen aminoasitleri dengeli ve yeterli bir şekilde içermektedir. Bunun yanı sıra, hayvansal proteinlerin organizma tarafından kullanılabilme oranı oldukça yüksektir. Bu oran, et ve et ürünlerinde %95'in üzerinden iken, bitkisel kökenli gıdalarda %65-75 civarındadır (Gürbüz 2009).

Et içerdiği yüksek protein konsantrasyonu ile metabolizmayı uyararak, ısı ve enerji üretimine katkıda bulunmaktadır. Yağların sindirimi daha uzun sürede olduğu için, yağlı etler tüketildiğinde uzun süre devam eden tokluk hissi sağlanabilmektedir. Et veya et ürünü tüketildiği zaman gastrik sekresyonu stimule etmekte ve sindirimi kolaylaştırmaktadır (Arslan 2013).

Et zengin protein içeriğinin yanında insan vücudu için gerekli olan çinko, demir, bakır ve fosfor gibi mineral maddeleri de yeterli miktarda bulundurmaktadır. Sığır etinin 100 gramında yaklaşık 47-50 mg çinko, 2,5 mg demir, 0,8-1,2 mg bakır, 17 mg magnezyum, 1,3 mg fosfor, 78 mg sodyum, 422 mg potasyum, 40-91 mg klor, 2-25 mg kalsiyum bulunmaktadır (Yıldırım 1996).

2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

Günümüzde kişi başına tüketilen et miktarı, bir ülkenin sosyo-ekonomik yönden gelişmişliğini gösteren en önemli kriterlerden birisi olarak değerlendirilmektedir (Gürbüz 2009).

2.3.1. Dünya'da Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

Dünya nüfusundaki artışa bağlı olarak insanların yeterli ve dengeli beslenebilmesi, gerekli olan hayvansal proteinleri alabilmesi, gelişen ve gelişmiş ülkeler için öncelikli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle, hayvancılık sektörü dünya üzerindeki önemini korumaktadır.

Dünyadaki et üretiminin yaklaşık %30'u sığırlardan, %5'i ise küçükbaş hayvanlardan karşılanırken, Türkiye'de domuz eti tüketilmediğinden et üretiminin

%88'i büyükbaş hayvanlardan (sığırlar), %12'si ise küçükbaş hayvanlardan sağlanmaktadır (TEPGE 2018).

Dünyada hayvan sayısı ve kırmızı et üretimi, nüfus artışına paralel olarak her yıl artış göstermektedir. Bu miktarlarda 2015 yılında küçük çapta bir düşüş şekillenmiş olsa da, 2016 yılında üretim miktarında bir artma belirlenmiştir. USDA verilerine göre içinde Türkiye'nin de olduğu 18 ülkede 289 milyon büyükbaş hayvan üretimi, 53 ülkede de 60 milyon ton civarında sığır eti üretimi gerçekleşmiştir. 2017 yılında ise 61 milyon tondan fazla sığır eti üretimi, 293 milyondan fazla büyükbaş hayvan üretimi gerçekleşmiştir. Toplam sığır varlığı bu 18 ülkede 2016 yılı itibariyle 1 milyar 280 milyon baş civarında olup, 2017 yılında 1 milyar 292 milyon başa ulaştığı bildirilmiştir. Dünyada en fazla büyükbaş hayvan varlığına sahip ülkeler sırasıyla, Hindistan, Brezilya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri olarak belirlenmiştir (TEPGE 2018).

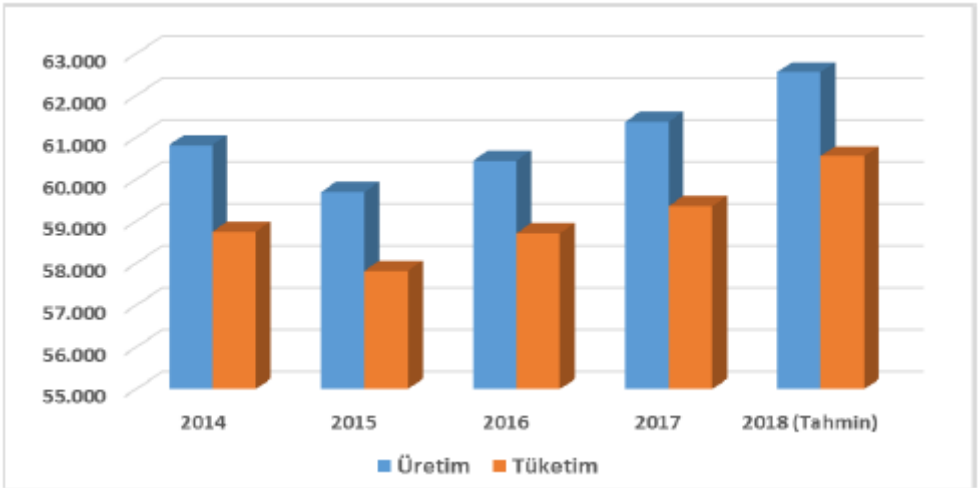
Dünya ülkeleri arasında gerçekleşen et ticareti; ülkelerin kaynak yapıları, tüketicilerin et tercihleri, ülke içi sanayi durumu gibi faktörlere bağlı olarak belirlenebilmektedir (TEPGE 2018).

2013-2018 yılları içinde şekillenen dünya ithalat miktarının 6,5-8 milyon ton arasında değiştiği görülmektedir. İthalat yapan ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Japonya, Güney Kore ve Rusya sayılırken; Brezilya, Hindistan, Avustralya ve ABD en önemli ihracatçı ülkeler olarak bildirilmektedir. Bu ülkeler dünya toplam ihracatının %65'ini gerçekleştirmektedir.

Tablo 2-1: Dünya dana eti arz ve kullanımı (bin ton) (USDA, 25.01.2018)

		2013	2014	2015	2016	2017	2018 (Tahmin)	Değişim (%)
ARZ	**Başlangıç stokları**	692	691	650	616	614	582	-5,2
	Üretim	60,535	60,815	59,699	61,373	61,373	62,554	1,9
	İthalat	7,445	7,881	7,631	7,691	7,748	7,992	3,1
	Toplam Arz	68,672	69,396	67,980	68,750	69,735	71,128	2,0
KULLANIM	**Tüketim**	58,742	58,749	57,819	58,714	59,362	60,550	2,0
	İhracat	9,239	9,997	9,545	9,422	9,791	10,056	2,7
	Toplam Kullanım	68,672	69,396	67,980	68,750	69,735	71,128	2,0
	Bitiş Stokları	691	650	616	614	582	522	-10,3

Dünya'daki kişi başına düşen kırmızı et tüketimi 2017 yılında 43,6 kg/yıl iken, 2018 yılının ilk yarısında 43,9 kg/yıl olarak bildirilmiştir (FAO 2018).



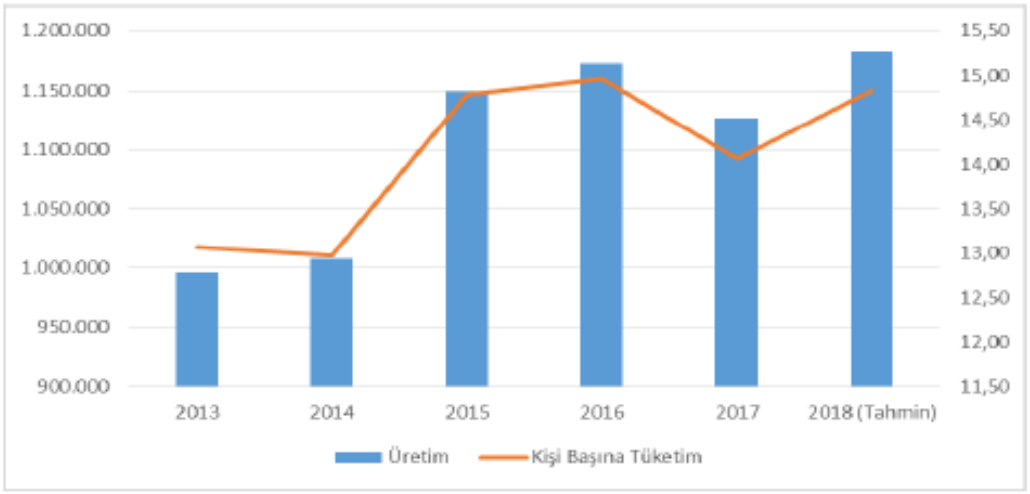
Şekil 2-1: Dünya dana eti üretim ve tüketimi (Bin ton)

2.3.2. Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

Ülkemizdeki kırmızı et üretiminin, 2016 yılında 1173,042 ton olarak belirtilen toplam miktarının 1059,195 tonunu sığırlardan elde edilen kırmızı et oluşturmaktadır. 2017 yılında, 1126,403 tona gerileyen toplam kırmızı et üretiminin; 2018 yılının ilk yarısında 519,644 tona ulaştığı bildirilmektedir (TÜİK 2017a; TÜİK 2018a).

Tablo 2-2: Türkiye kırmızı et arz ve kullanımı (ton)(TÜİK ve TEPGE Hesaplamaları)

		2013	2014	2015	2016	2017	Değişim (%)
ARZ	Üretim	996,125	1008,272	1149,262	1173,043	1,126.403	2,1
	İthalat	6,141	640	17,574	5,720		-67,5
	Toplam Arz	1002,266	1008,912	1166,836	1178,763		1,0
KULLANIM	Tüketim	1002,195	1008,869	1166,778	1178,634		1,0
	İhracat	71,2	43,5	58,2	129,3		122,2
	Toplam Kullanım	1002,266	1008,912	1166,836	1178,763		1,0
	Kişi başı tüketim (kg)	12,1	12,4	14,2	13,2		-7,3



Şekil 2-2: Türkiye kırmızı et üretimi ve kişi başı tüketim (TÜİK 2017a)

Türkiye'de kişi başına düşen kırmızı et tüketimi, gelişmiş ülkelere göre çok daha düşük olup, 2016 yılına kadar tüketimin arttığı ancak 2016 yılındaki fiyat artışları ile kısmen bir düşüş olduğu gözlenmiştir. 2012 yılında 11,2 kg olan kişi başı yıllık et tüketimi, 2016 yılında %17'lik artışla 13,15 kg olarak kaydedilmiştir (TEPGE 2018).

Türkiye, kırmızı et ve canlı hayvan ithal eden ülkeler arasında bulunmktadır. Türkiye 2016 yılında büyük oranda Bosna-Hersek'ten olmak üzere 5 bin 720 ton et ithalatı, buna karşılık 129,3 ton kırmızı et ihracatı gerçekleştirmiştir (TEPGE 2018).

2.3.3. Türkiye'de Canlı Hayvan Sayıları

Türkiye'de TÜİK verilerine göre, 2016 yılında 14 milyon 222 bin büyükbaş, 41 milyon 329 bin de küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Sığır sayısı en fazla olan il Konya olup, bunu sırasıyla Erzurum, İzmir, Balıkesir ve Kars takip etmektedir (TEPGE 2018).

2017 yılı verileri incelendiğinde, büyükbaş hayvan sayıları 2016 yılına göre %13,2 artış göstererek, 16 milyon 105 bin başa ulaşmıştır. Büyükbaş hayvanlar arasında yer alan sığır sayısı %13,2 artış ile 15 milyon 944 bin baş olarak kaydedilirken, manda sayısı %13,6 artış ile 161 bin 439 baş olarak kayıt altına alınmıştır (TÜİK 2017b).

2017 yılı küçükbaş hayvan sayısı, %7,2 oranında artış göstererek 44 milyon 312 bin başa ulaşmıştır. Küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısında 2016 yılına göre %8,7 oranında bir artış meydana gelerek, 33 milyon 678 bin baş olarak bildirilmiş; keçi sayısı ise %2,8 oranında bir artış ile 10 milyon 635 bin baş olarak belirlenmiştir (TÜİK 2017b).

2018 yılı Haziran ayı sonu verileri incelendiğinde; büyükbaş hayvan sayısı 17 milyon 338 bin baş, toplam küçükbaş hayvan sayısı ise 47 milyon 362 bin baş olarak belirlenmiştir (TÜİK 2018b).

2.4. Etin Kimyasal Özellikleri

Genel olarak taze et %75 (%65-80) su, %18,5 (%16-22) protein, %3 (%1,5-13) yağ, %1,5 protein olmayan nitrojen (NPN), %1 (%0,5-1,5) karbonhidrat ve %1 inorganik madde içermektedir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.4.1. Su

Ette en fazla bulunan unsur olan su; etin besin değeri, rengi, tekstürü, lezzeti gibi özellikleri ile mikrobiyel gelişmede önemli rol oynayarak, etin raf ömrünü önemli ölçüde etkilemektedir (Arslan 2013).

Genç hayvan etleri yaşlı hayvan etlerinden, taze etler olgunlaşmış etlerden ve vücudun ön bölge etleri arka bölgelerden daha fazla miktarda su içermektedir. Genel olarak olgunlaşmış bir etteki su miktarı %75 düzeylerindedir. (Gürbüz 2009).

Su, ette üç farklı formda bulunmaktadır. Bunlar; bağlı su, immobilize (hareketsiz) su ve serbest sudur (Uğur ve ark. 2001).

Bağlı su: Proteinler ve diğer makro-moleküllere sıkıca bağlanmış olarak ya da bunların içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, uygulanan işlemlerden etkilenmeden, ette bulunan suyun %4-5'ini oluşturmaktadır (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

İmmobilize su: Proteinlere bağlı halde bulunmamakta olup, etten kolayca sızmamaktadır (Uğur ve ark. 2001).

Serbest su: Ette bulunan toplam suyun aktif kısmını oluşturmaktadır. Hücreler arasına zayıf bir şekilde bağlandığı için kendiliğinden dışarı sızabilmektedir. Kas proteinleri hidrofilik özellikte olduğunda suyu bağlayabilmektedir (100 g protein 300-360 g su bağlayabilmekte), böylece serbest suyun bir kısmı immobilize suya dönüşerek etin içinde tutulmaktadır. Etlerde bulunan serbest suyun %20 ile %40 arasında olması istenmektedir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.4.2. Proteinler

Etin kuru maddesi içerisinde en büyük kısmı proteinler oluşturmaktadır. Et proteinleri bütün esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli olarak içermekte, organizma tarafından kolaylıkla sindirilerek emilebilmektedir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Proteinler, miyofibriller, sarkoplazmik ve bağ doku proteinleri olmak üzere 3 gruptan oluşmaktadır. Proteinlerin yaklaşık %11,5'unu miyofibriller proteinler (tuzda çözünebilen), %5,5'unu sarkoplazmik proteinler (suda veya düşük tuz konsantrasyonunda çözünebilen) ve %2'sini bağ doku proteinleri (kollagen ve elastin) oluşturmaktadır (FAO 1992; Bowker ve ark. 2012; Keeton ve ark. 2014).

Miyofibriller proteinler: Kasların yapı unsurları olan bu proteinler, sahip oldukları kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürme yeteneği ile; canlı dönemde kasların kontraksiyonunda, kesim sonrasında ise rigor mortisin oluşumunda önemli rol oynamaktadırlar (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Miyofibriler proteinler fonksiyonlarına göre (Gürbüz 2009);

- Kontraktil 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, desmin, filamin, vimentin, synemin, x-protein, l-protein, F-protein, kreatin kinaz) olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Et proteinlerinin yarısını miyofibriler proteinler; miyofibriler proteinlerin %70'ini ise kontraktil proteinler oluşturmaktadırlar (Gürbüz 2009).

Bir enzim proteini olan miyosin, ATP'yi ADP'ye parçalayarak, bu sırada enerji oluşumu sağlamaktadır. Miyosinin ATPaz etkisi, kalsiyum iyonları tarafından aktive edilirken; magnezyum iyonları ile engellenmektedir. Aktin iki farklı şekilde bulunmaktadır. Bunlar; globüler formdaki G-Aktin ve ipliksi formdaki F-Aktindir. Miyosin ile F-Aktin birleşerek aktomiyosin'i oluşturmaktadır (Uğur ve ark. 2001).

Sarkoplazmik proteinler: Canlı hücrede metabolizma olaylarından sorumlu olan bu proteinler, kas proteinlerinin %30-35'lik kısmını oluşturmaktadırlar; miyofibriller proteinleri sararak, aralarını doldurmaktadır. Sarkoplazmik proteinler, bulundukları bölgeye göre mitokondrial, sitokrom, miyoglobin (kasa kırmızı rengini veren globüler protein) ve haemoglobin (kana kırmızı rengini veren globüler protein) olarak adlandırılmaktadırlar (Bowker ve ark. 2012; Marino ve ark. 2014).

Bağ doku proteinleri: bu gruptaki proteinler, etin besin değeri, tekstürü ve olgunluğu üzerine önemli ölçüde etki göstererek, etin kalitesini belirlemektedirler. Bağ doku proteinleri, çoğunlukla iskelet kaslarıyla birlikte görev yaptıklarından, etin olgunluk derecesiyle ilişkilendirilmektedirler. Bu proteinler; kollagen, elastin ve retikulindir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Kollagen, en yüksek oranda bulunan (toplam proteinin 1/3'ünü oluşturur) önemli bir bağ doku proteinidir (Arslan 2013). Çiğ etin sertliğinin belirlenmesinde önem taşırken, ısıl işlem uygulandıktan sonra etin yumuşamasında rol oynamaktadır. Bu sebeple, etin tekstürü ile yakından ilişkilendirilmektedir (Gürbüz 2009). Kollagen yüksek oranda hidroksipirolin içerdiğinden et ve et ürünlerinde bağdoku miktar tayininde kullanılmaktadır (Uğur ve ark. 2001).

Elastin, kollagenden sonra en fazla bulunan bağ doku proteinidir. Sahip olduğu esnek yapı sayesinde damar duvarları ile bir çok doku ve organın çatısını oluşturmaktadır. Besin değerine sahip değildir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Retikulin, küçük liflerden oluşan, daha çok hücrelerde, kan damarları ve sinir doku çeperlerinde bulunan, dallı bir ağ görünümüne sahip bağ doku proteinleridir (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.4.3. Protein Olmayan Azotlu Maddeler (NPN)

Azot içeren ancak protein olmayan bu bileşiklere protein olmayan nitrojenli maddeler denilmektedir. Bunların başlıcaları; serbest aminoasitler, kreatin, kreatinin, kreatin fosfat, nükleotidler (ATP, ADP), peptitler (anserin, karnosin), üre, inosin mono fosfat (IMP), nikotinamid adenin dinukleotid (NAD), nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADP)'dır. Bu bileşiklerden serbest aminoasitler ve nükleotidler, pişmiş etteki lezzetin oluşmasında etkilidirler (Arslan 2013).

2.4.4. Yağlar

Et kalitesinin belirlenmesinde proteinlerle birlikte önemli rol oynayan unsurlardır (Gürbüz 2009). Yağlar, organizmada enerji kaynağı olarak kullanılmakla birlikte, içerdiği yağda eriyen vitaminler (A, D, E ve K) ve esansiyel yağ asitleri (linoleik, linolenik ve arachidonik asit) ile beslenmede önemli rol oynamaktadırlar (Arslan 2013).

Yağlar vücutta intramuskuler, intermuskuler ve ekstrasellüler (depo) yağlar olmak üzere 3 farklı şekilde bulunmaktadırlar (Gürbüz 2009). İntramuskuler (kas fibrilleri arasında) yağ fazla olduğu zaman, bulunduğu kasa mozaik görünümü

vermektedir ki, bu durum mermerleşme (marbling) olarak adlandırılmaktadır. Depo yağlar ise, deri altında, kalp ve böbrek gibi organların etrafında ve sindirim sistemi organlarının üzerinde toplanmaktadır (Arslan 2013).

Yağların etteki kompozisyonu hem tüketim, hem de teknoloji açısından önem taşımaktadır (Gürbüz 2009). Yağların et ve et ürünlerindeki varlığı, olgunlaşma sırasında bir çok aroma maddesinin çözünmesinde etkili olarak, lipolizis sonucu uçucu yağ asitleri, aldehit, keton gibi ürünlerin açığa çıkmasıyla etin lezzetine etki etmektedir (Arslan 2013).

2.4.5. Karbonhidratlar

Et karbonhidratlar bakımından oldukça fakirdir ve ette bulunan karbonhidratların büyük çoğunluğunu glikojen (%0,3-1) oluştururken; kalan kısmını ise %0,1 oranında glukoz oluşturmaktadır (Uğur ve ark. 2001; Gürbüz 2009).

Etin yapısında bulunan karbonhidratların herhangi bir besin değeri yoktur. Ancak etin başlıca karbonhidratı olan glikojen, hem canlı dönemde hem de rigor mortis aşamasında kasın ete dönüşümü sırasında şekillenen biyokimyasal reaksiyonlarda etkin rol oynamaktadır. Bu olayda, gerekli olan enerji glikojenden sağlanmaktadır. Bu nedenle, kesimden önce karbonhidrat bakımından zengin yemle beslenip, iyice dinlendirilen ve strese sokulmadan kesilen hayvanlarda, kasta bulunan glikojen oranı daha yüksek olacağından olgunlaşma iyi bir şekilde gerçekleşmekte ve kaliteli bir et eldesi mümkün olmaktadır (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.4.6. Mineral Maddeler ve Vitaminler

Et, insan organizması için gerekli olan, demir ve fosfor başta olmak üzere bakır, çinko ve selenyum gibi mineral maddeler açısından zengin bir kaynaktır (Arslan 2013).

Kas dokuda homojen dağılım göstermeyen mineral maddelerin %40'ı sarkoplazmada bulunurken, %20'si kas hücrelerinin yapısında, geri kalan kısmı ise hücreler arası sıvılarda toplanmaktadır (Gürbüz 2009).

Yağlı etler A vitamini, normal veya yağsız etler B grubu vitaminleri özellikle B1 (thiamin), B2 (riboflavine), B3 (niacin-nicotinic acide), B6 ve B12 (cyanocobalamine) yönünden zengindir (FAO 1992; Arslan 2013). Özellikle ruminantların rumende B kompleks vitaminleri sentezleyebilmesi, etin B vitaminleri açısında önemli bir kaynak olmasnı sağlamaktadır (Gürbüz 2009). Bunun yanı sıra, karaciğer B grubu vitaminleri (özellikle B1) ile A vitaminini içeren önemli bir kaynaktır (Arslan 2013).

2.5. Etin Histolojik Yapısı

2.5.1. Kasların Yapısını Oluşturan Ögeler

Bir kas, çok sayıda iğ şeklindeki kas liflerinin veya tellerinin (kas hücresi) bir araya gelmesi ile şekillenen kas demetlerinden oluşmaktadır. Kas telleri bir araya gelerek primer demetleri, bunlar da toplanarak sekonder ve tersiyer demetleri meydana getirmektedir (Anar 2012).

Kas demetlerinin bir araya gelmesi ile oluşan kasların dış yüzeyleri örten, kalın ve sıkı bağ doku tabakası “epimizyum”, her bir kas demetini saran bağ doku tabakası “perimizyum”, her bir kas telinin üzerini sıkıca örten bağ doku ise “endomizyum” olarak adlandırılmaktadır (Anar 2012).

2.5.1.1. Kas Hücresi (Kas Lifi, Kas Teli)

Kasların asıl yapı birimi olan kas hücreleri, kasların uzayıp kısalma fonksiyonlarını yerine getirmek için oluşturulmuş iplik şeklindeki hücrelerdir. Bunlar dar, uzun, silindir şeklinde ve çok çekirdekli yapılardır. Şekillerinden ötürü bu hücrelere, kas hücresi yerine daha çok kas teli veya kas lifi denilmektedir (Anar 2012).

2.5.1.2. Sarkolem

Her bir kas lifini saran, protein ve lipidlerden oluşan zara sarkolem (sarkolemma) adı verilmektedir. Sarkolem, sahip olduğu esneme yeteneği ile kasların kontraksiyonu sırasında aktif olarak rol oynamaktadır (Anar 2012).

2.5.1.3. Sarkoplazma

Sarkolem içerisinde yer alan kas liflerinin protoplazmasına sarkoplazma adı verilmektedir. Sarkoplazmada yer alan hidrolitik, lipolitik ve proteolitik yapıdaki enzimler (glikozidaz, nükleaz ve katepsin), polisakkaritleri, nükleik asitleri ve proteinleri katalize etmektedir. Bu enzimler, postmortem dönemde meydana gelen değişiklikler sırasında oluşan asidik ortamda fazla aktif olduklarından etin olgunlaşmasına büyük katkı sağlayarak, etin lezzetini arttırmaktadırlar (Anar 2012).

2.5.1.4. Kas Fibrili (Miyofibril)

Miyofibriller, sarkoplazma içerisinde kas lifi boyunca paralel bir şekilde uzanan yapılar olup, iskelet kası tellerinin enine çizgili görünmelerine yol açmaktadırlar (Anar 2012).

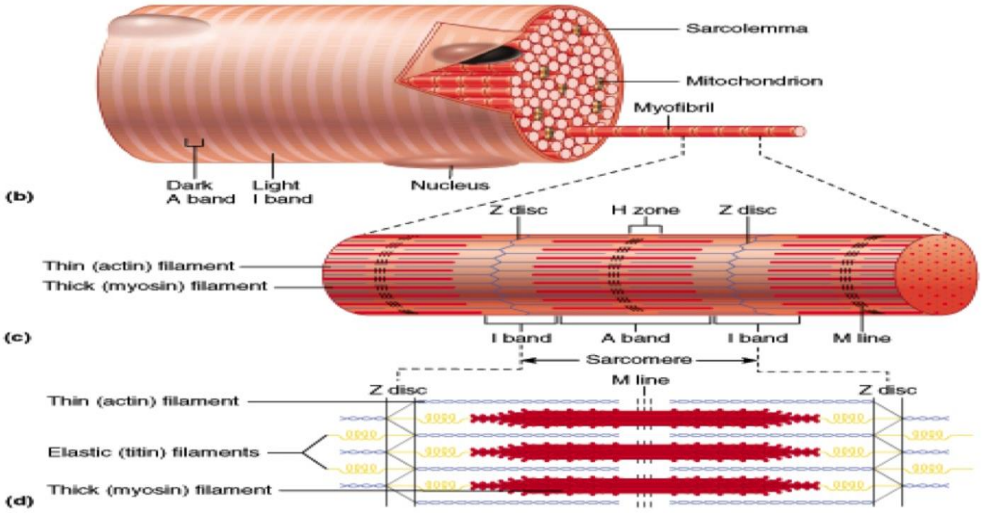
2.5.1.5. Kas Filamenti (Miyofilament)

Kas fibrillerinin içerisinde ise fibrillerin boyuna paralel olarak yerleşmiş, çok daha ince iplikçikler bulunmaktadır. Bu iplikçikler miyofilament olarak adlandırılmaktadır. Miyofilamentler; aktin (ince) ve myosin (kalın) miyofilamentleri olmak üzere iki çeşittir (Anar 2012).

Kas fibrillerinin boyuna kesiti incelendiğinde; açık renkli bölgeler “I bandı” (izotroik, polarize ışık altında değişmeyen), koyu renkli alanlar ise “A bandı” (anizotropik) olarak bilinmektedir. Elektron mikroskobunda, I bandının koyu bir çizgi ile ikiye ayrıldığı gözlenmektedir. Bu bölge “Z çizgisi” olarak adlandırılmaktadır. A bandının ortasında yer alan açık renkli ve Z çizgisinden daha geniş alana “H bandı” denilmektedir (Şekil 2-3) (Ertbjerg ve Puolanne 2017).

Kasılabilir en küçük yapı olan sarkomer iki Z çizgisi arasında uzanan, iskelet kasının temel birimidir. Z çizgileri, kontraktil bir protein olan aktinin, titin ve nebulin gibi proteinlere bağlı olarak bulunduğu yoğun protein yapılarıdır. Aynı zamanda, kasılma ve gevşemeyi sağlayan kontraktil proteinler için bir bağlantı noktasıdır (Astruc 2014; Hopkins ve Bekhit 2014; Ertbjerg ve Puolanne 2017). Sarkomer içerisinde yer alan miyofilamentlerin hareketleri sonucu kaslarda kasılma ve gevşeme meydana gelmektedir (Anar 2012).

Aktin filamentleri Z çizgisinden başlayarak, A bandının ortalarına kadar devam etmektedir. Myosin filamentleri sadece A bandı içerisinde bulunmaktadır. Böylece A bandlarının uçları aktin ve myosin filamentlerini birlikte bulundururken, orta kısımları sadece myosin filamentlerinden oluşmaktadır. H bandı, sadece myosin filamentlerinin bulunduğu kısmı içermektedir (Anar 2012; Ertbjerg ve Puolanne 2017). Myosin kalın filament; aktin, troponin ve tropomiyosin ise ince filamentlerdir (Şekil 2-3) (Astruc 2014).



Şekil 2-3: Kas hücresinin histolojik yapısı (Marieb 2001)

2.5.2. Kasların Kontraksiyonu ve Gerekli Enerjinin Oluşumu

Canlı evrede kas dokular, kasılma ve gevşeme hareketleri ile kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürme yeteneğine sahiptir. Kasların bu kontraksiyon yetenekleri ete dönüşmesi ile kaybolmaktadır. Ancak kasların canlı dönemdeki fonksiyonları, etin olgunlaşma sürecinde meydana gelen postmortem değişikliklerin seyrini önemli ölçüde etkilemektedir (Anar 2012, Juárez ve ark. 2012).

Kasların kontraksiyonu, aktin filamentlerinin (I bandı) karşılıklı olarak myosin filamentleri (A bandı) üzerine doğru kayarak, myosinlerin orta kısmında bulunan H bölgesinde birleşmeleri ile şekillenmektedir. Böylece kaslar kısalarak kalınlaşmaktadır. Kasların gevşeme halinde, aktin filamentleri eski konumuna dönerek, kasların uzayarak incelmesi sağlanır. Bu kasılma ve gevşeme durumu, aktin ve myosin filamentlerinin

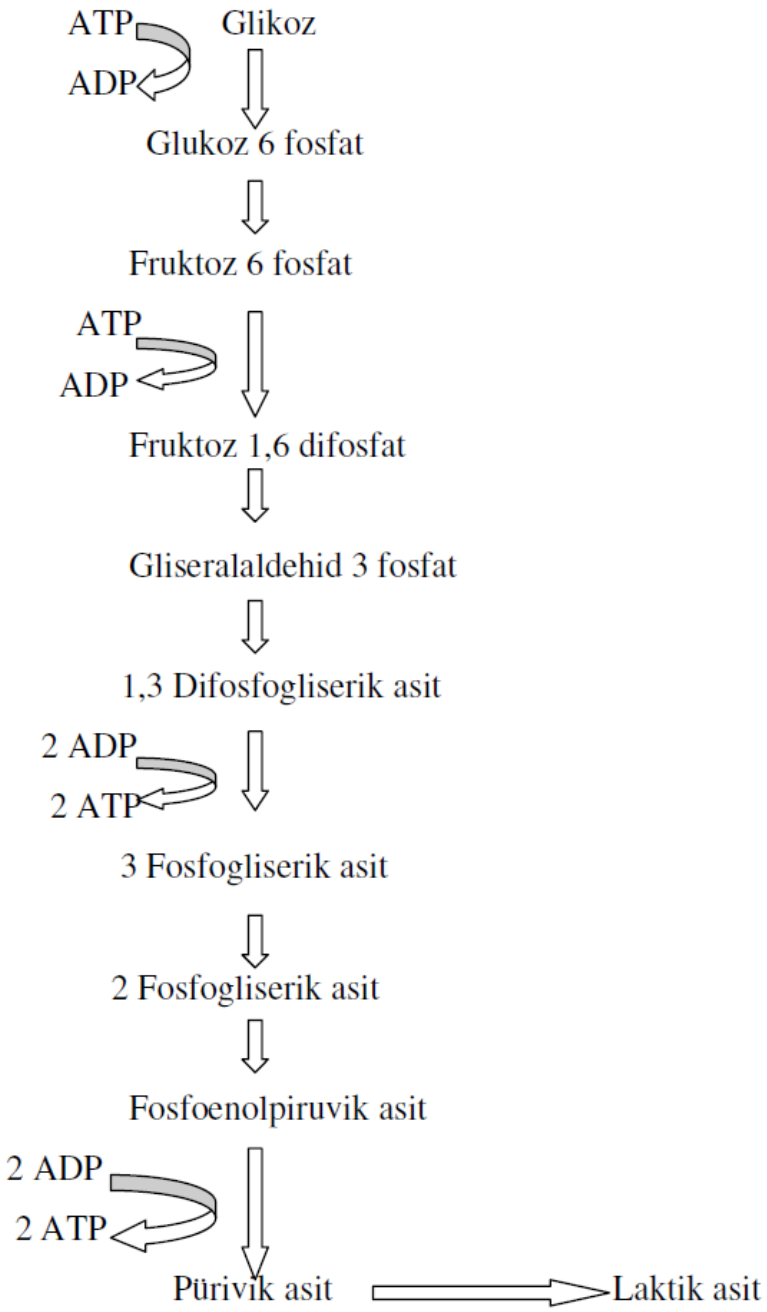
birbirlerine olan pozisyonlarının değişmesi ile oluşmaktadır (Anar 2012; Ertbjerg ve Puolanne 2017).

Kaslardaki kasılma ve gevşeme olaylarının şekillenebilmesi için gerekli olan enerji, kaslarda bulunan glikojenin parçalanması ile elde edilen ATP (adenozin trifosfat)'den sağlanmaktadır. ATP sentezi, oksijen varlığına bağlı olarak aerobik veya anaerobik glikoliz (fosforilasyon) ile gerçekleşebilmektedir (Anar 2012).

Glikoliz, vücuttaki karbonhidratların yıkımlanması olayıdır. Yeterli oksijen bulunan hücrelerde, glikoz piruvata kadar parçalanmakta ve bu olay aerobik glikoliz olarak adlandırılmaktadır. Hücrelerde yeterli miktarda oksijen bulunmadığı durumlarda ise, glikozun parçalanması ile oluşan piruvat, NADH ile indirgenerek laktat (laktik asit) oluşmaktadır. Glikozdan laktik asit oluşumu anaerobik glikoliz olarak tanımlanmakta; bu glikoliz reaksiyonları ile ATP oluşumu sağlanmaktadır (Anar 2012).

Aerobik glikoliz reaksiyonlarında kullanılan 2 ATP sonucunda 40 ATP sentezlenmekte ve sonuçta net 38 ATP oluşmaktadır. Anaerobik glikoliz reaksiyonlarında ise 2 ATP kullanılırken, 4 ATP sentezlenmekte; böylece net 2 ATP elde edilmektedir (Kahraman 2007).

Canlı evrede ATP sentezi, aerobik glikoliz metabolizması ile sağlanmaktadır. Ancak kas aktivitesinin yüksek olduğu durumlarda, oksijen yetersizliğine bağlı olarak kaslardaki depo glikojen kullanılarak, anaerobik glikoliz ile laktik aside parçalanmakta ve bu da pH düşüşüne yol açmaktadır. Ayrıca hücre dışına atılamayan karbondioksit, su ile reaksiyona girerek karbonik aside dönüşmekte ve bu durum da pH'ın düşüşüne katkı sağlamaktadır. Ölümden sonra ise, organizmaya oksijen girişi olmadığı için anaerobik glikoliz olayı devreye girmekte ve kaslardaki depo glikojen yıkımlanarak ATP sentezlenip, bu enerji ile bir süre daha kasların kontraksiyonu devam etmektedir (Anar 2012; Honikel 2014).



Şekil 2-4: Kaslarda glikojenin parçalanması (Mengi 1998)

2.6. Etin Kalite Parametreleri

Etin kalitesi; besin ögelerinin niteliği ve etin tüketim özellikleri olmak üzere başlıca iki ana faktöre bağlı olarak şekillenmektedir. Etin besleyici değeri objektif değerlendirme; tüketici beğenisine bağlı olarak değişkenlik gösteren sululuk, yumuşaklık, renk, lezzet ve aroma gibi kalite parametreleri ise subjektif değerlendirme olarak tanımlanmaktadır (FAO 1992).

Etin kalite nitelikleri; elde edildikleri hayvanların tür, ırk, cins ve yaşlarının yanı sıra kesim öncesi ve sonrası sahip oldukları koşullara göre de değişim göstermektedir. Ete özgü başlıca kalite nitelikleri; renk, su tutma kapasitesi, tekstür, sululuk derecesi (usare), tat ve kokudur. Bu niteliklerin tümüne genel olarak organoleptik veya duyusal özellikler denilmektedir (Gürbüz 2009).

2.6.1. Renk

Renk, tüketicinin ürünü satın alma kararını etkileyen en önemli parametredir (Suman ve Joseph 2014). Etin rengi yapısındaki pigmentlerin belirli dalga boyundaki ışığı absorbe etme ve yansıtma özelliğine bağlı olarak oluşmaktadır (Gürbüz 2009). Kas pigmenti olan miyoglobin, iyi kanatılmış bir karkastan elde edilen etin renginden başlıca sorumlu olan sarkoplazmik hem proteinidir. Bununla birlikte, hemoglobin (kan pigmenti), sitokrom ve diğer bazı pigmentler de etin yapısında bulunarak daha az ölçüde rengin şekillenmesi üzerine katkı sağlamaktadırlar (Suman ve Joseph 2014). Hayvanlardaki pigment miktarı; tür, cinsiyet, yaş, kas durumu ve beslenme gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterebildiğinden, etler birbirinden farklı tonlarda açık kırmızıdan koyu kırmızıya değişen renklere sahip olmaktadırlar. Örneğin; sığır etleri en koyu renkte iken, koyun etleri orta renkte ve domuz etleri en açık renktedir. Etin pH değeri de renk üzerinde önemli derecede etki etmekte olup, etin son pH değeri yüksekse etin rengi koyu kırmızı, düşükse açık kırmızı bir renge dönüşmektedir (Gürbüz 2009).

2.6.2. Su Tutma Kapasitesi

Su tutma kapasitesi (WHC); etin kesme, parçalama, kıyma ve basınç gibi işlemlere maruz kalması sonucunda, kendi içindeki veya dışarıdan eklenen suyu tutabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gürbüz 2009; Brewer 2014).

Etin su tutma kapasitesinin büyük çoğunluğu, kas dokudaki tuzda çözünebilen proteinler (aktin ve miyozin) arasında, moleküller arası boşlukta yerleşen suya bağlıdır (Brewer 2014).

Myosin ile aktin-tropomiyosin arasındaki boşluk, 320 ile 570 Å arasında olup; pH değeri, iyonik kuvvet, osmotik basınç ve sarkomer uzunluğuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Brewer 2014).

Su tutma kapasitesi düşük olan etlerin kesit yüzeyleri oldukça ıslak bir haldedir ve buna bağlı olarak soluk renkli görünmektedirler (Gürbüz 2009).

2.6.3. Gevreklik ve Tekstür

Tekstür (yapı), etin tüketimi sırasında oluşan duyusal algıdan türeyen ve et kalitesi açısından oldukça önem taşıyan özelliklerdir. Tekstür duyusal özelliklere bağlı olduğundan, bireyler arasındaki algı da değişkenlik gösterebilmektedir. Tekstür birçok parametre ile belirlenen karmaşık bir özelliktir. Gıda maddelerinin tekstürüne ilişkin parametrelerden bazıları; sertlik, bağlayıcılık, viskozite, elastikiyet ve yapışkanlıktır (Bourne, 2002; Szczesniak 2002; Gomes ve ark. 2018). Etin tekstürü, esas olarak iskelet kasları ile ilişkili miyofibril ve bağ doku miktarı ile belirlenmektedir (Nishimura 2015). Bu nedenle, iskelet kasındaki bu iki bileşenin yapısı ve postmortem dönemde maruz kaldıkları değişiklikler, etin kalite özelliklerinin gelişmesi açısından çok önemlidir (Gomes ve ark. 2018).

Gevreklik tüketiciler tarafından en çok fark edilen et özelliği/niteliği olup, bağlayıcılığa (çiğnenebilirlik) bağlı bir tekstür özelliğidir. Bu nedenle, gevreklik etin çiğneme sırasında parçalanmaya az direnç göstermesi ile ilişkili bir kalite özelliğidir (Gomes ve ark. 2018).

Etin tekstürü ile gevrekliği ilişkili olup; kaba bir tekstüre sahip etin, gevrekliğinin iyi olması mümkün olmamaktadır. Etin gevrekliği değerlendirilirken,

tekstürün yanı sıra, dişlerin ete kolaylıkla işleyebilmesi, kolayca parçalara bölünmesi ve çiğneme sonrası ağızda kalan miktar dikkate alınmaktadır (Gürbüz 2009).

2.6.4. Lezzet

Lezzet, tad ve kokunun oluşturduğu bir kalite karakteristiğidir. Et lezzeti, etin tadı ile ilişkilendirilmektedir ve bu nedenle sululuk, yumuşaklık ve aroma olarak tanımlanmaktadır. Bu üç özellik, tüketicilerin genel kabul edilebilirlik algısını ve tercihini direk olarak etkilemektedir (Miller 2014). Et lezzeti pişirildikten sonra ortaya çıkmakta ve kalitenin belirlenmesinde önemli rol oynmaktadır (Gürbüz 2009).

Antemortem ve postmortem faktörler, etin yapısındaki kimyasal ve fiziksel bileşenleri etkilemek suretiyle, lezzeti şekillendirmektedir (Miller 2014).

Etin temel lezzeti, yağsız dokudaki suda çözünen bileşiklerin ısıtılmasıyla meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin başlıcaları; inosinik asit, inorganik fosfat, hipoksantin ve mukoproteinlerdir (Gürbüz 2009). Ete tuz ilavesi ile tuzda çözünen miyofibriller proteinler de etin lezzetini etkilemektedir (Uğur ve ark. 2001).

2.7. Kasaplık Hayvanların Kesim Teknolojisi

Kasaplık hayvanlardan kaliteli et elde edilebilmesi, sağlıklı hayvanların uygun şartlar altında kesilmesi ile mümkün olabilmektedir. Kasaplık hayvanlar farklı amaçlarla kesilmelerine rağmen, temel amaç hayvansal kaynaklı besin maddelerinin insan tüketimine sunulmasıdır (Gürbüz 2009).

İnsan tüketimine sunmak amacıyla, sağlıklı ve kaliteli kırmızı etin elde edilmesi sırasındaki işlem basamakları üç grup altında incelenmektedir.

2.7.1. Kesim Öncesi İşlemler

Kasaplık hayvanların mezbahaya nakilleri ile başlayan ve kanatma işlemine kadar yapılan uygulamaları kapsamaktadır. Bu süreçte, hayvanların fizyolojik durumu et kalitesinin belirlenmesinde önem taşır (Kahraman 2007).

Sağlıklı ve iyi koşullarda yetiştirilen kasaplık hayvanların bulundukları bölgelerden mezbahaya nakilleri, etin kaliteli bir şekilde elde edilebilmesi için önem taşımaktadır. Transport işlemleri sırasında yapılan hatalar, sağlıklı haldeki hayvanlarda önemli ölçüde ekonomik kayıpların şekillenmesine sebep olabilmektedir (Heinz ve Srisuvan 2001; Gürbüz 2009). Kasaplık hayvanlar mezbahalara çeşitli yollarla ulaştırılmaktadır. Bunlar; karayolu, demiryolu ve deniz taşımacılığıdır. Büyükbaş hayvanların transportunda en uygun yöntem olarak karayolu taşımacılığı tercih edilirken, bunun yanı sıra, demiryolu taşımacılığından da gerekli durumlarda yararlanılabilmektedir. Küçükbaş hayvanların naklinde de, karayolu ve demiryolu genellikle kullanılmaktadır (Heinz ve Srisuvan 2001).

Tercih edilen her transport aracı için önemli olan nokta; hayvanların yeterli havalandırma, uygun zemin yapısı ve kapasiteye sahip bir araç ile nakledilmesi ve bu süreçte sağlıklarının korunmasıdır. Nakledilecek hayvan türüne göre araç içinde belli bölmelendirmeler yapılmaktadır. Büyükbaş hayvanlar için 1-1,4 m^2 alan ayrılırken, küçükbaşlar için 0,4 m^2 alan bırakılmaktadır (Heinz ve Srisuvan 2001).

Nakil esnasında hayvanlarda görülen önemli değişimlerin başında ağırlık kaybı gelmektedir. Kasaplık hayvanların nakil başlangıcında ağırlıkları ile nakilden sonraki ağırlıkları arasında gözlenen fark taşıma firesi olarak adlandırılmaktadır. Uygun şartlar altında yapılan 24 saatlik bir seyahat sonucunda, sığırlarda %7-10 arasında değişen ağırlık kaybı tespit edilmektedir. Nakil işleminin daha uzun sürmesi ile bu oran %14'lere kadar çıkabilmektedir. Danalarda taşıma firesi %4,8-14,4 koyunlarda ise %1,4-16,3 arasında değişim göstermektedir. Kötü şartlarda ve sıkıştırılmış durumda şekillenen nakil işlemi sonucunda, hayvanlarda aşırı yorgunluk, bitkinlik hatta ölüm bile görülebilmektedir (İnal ve Nazlı 1997; Gürbüz 2009).

Uygun olmayan şartlar altında taşınarak, yorgun olarak mezbahaya nakledilen hayvanların dinlendirilmeden kesime gönderilmesi sonucunda kanatma işlemi başarı bir şekilde uygulanamamakta ve elde edilen etler dayanıksız olmaktadır. Bu nedenle, hayvanların mezbahaya nakil işlemleri tamamlandıktan sonra, kesime sevk edilmeden önce yeterince dinlendirilmeleri gerekmektedir. Hayvanlar, kışın en az 8 saat, yazın 12 saat süre ile dinlendirilmelidir. Kesim öncesi hayvanlara yem verilmesi de et kalitesini olumsuz bir biçimde etkilediğinden, kesimden en az 6 saat önce yem verme işlemi mutlaka durdurulmalıdır (Gürbüz 2009; Tayar ve Yıbar 2013).

Hayvanlar kesime sevk edilmeden önce, dinlendirme esnasında veteriner hekim tarafından yapılan klinik muayene ile herhangi bir hastalık ya da kesim için uygun olmayan bir durumun varlığı tespit edilmektedir. Bütün ülkelerde yasalarla zorunlu hale getirilen bu muayene, canlı muayene (antemortem muayene) olarak adlandırılmaktadır. Muayene sırasında hayvanın genel durumu, kondüsyonu, ırkı, yaşı ve cinsiyeti de kontrol edilmektedir (Yıldırım 1996, Uğur ve ark. 1998). Antemortem muayene halk sağlığı açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Bunlar;

- Et tüketimi ile ortaya çıkabilecek bakteriyel, viral ve kimyasal kaynaklı tehlikelere karşı halk sağlığını korunması,
- Ette fazla bir değişiklik oluşturmayan sadece canlı hayvanlarda gözlemlenen bazı hastalıkların (kuduz, uyuz, çiçek, şap, tetanoz) tespit edilerek, kesiminin engellenmesi,
- Et endüstrisinde çalışan kişilerin zoonozlara karşı korunması,
- Et ve et ürünlerinde meydana gelebilecek kayıpların en aza indirilmesi,
- Yüksek kaliteli etin tüketime sunulmasının sağlanmasıdır (Gürbüz 2009).

2.7.2. Kesim İşlemleri

Canlı hayvanın karkas haline dönüşümü sırasında uygulanan bütün aşamalar kesim işlemlerini oluşturmaktadır. Bu işlemler; hayvanların mezbahaya alınması ve tespiti, bayıltma, kanatma, derinin yüzülmesi, iç organların uzaklaştırılması, karkas parçalama, postmortem muayene ve soğutma olarak sıralanmaktadır (Tayar ve Yıbar 2013; Woerner ve ark. 2014).

Antemortem muayenesi tamamlanan kasaplık hayvanlar, kesim işlemleri için mezbahaya alınarak, zapt edilmektedir. Hayvanların tespiti için hareketli veya sabit kapan sistemleri ve bayıltma kafesleri kullanılabilmektedir (Kahraman 2007).

Bayıltma: Kasaplık hayvanların kanatılmasından önce bayıltma işlemi uygulanarak, belirli bir süre için bilinç kaybı oluşturulmakta; böylece hayvanların hareketleri kısıtlanmakta, acıya karşı duyarsız hale getirilmektedir. Bayıltma işlemi gelişmiş

ülkelerin çoğunda, kanatmanın hayvan refahına uygun olarak gerçekleştirilebilmesi için yasalarla zorunlu hale getirilmiştir (EFSA 2005; Woerner ve ark. 2014).

Kasaplık hayvanların bayıltmasında üç farklı metod kullanılmaktadır;

Darbe ile bayıltma yönteminde, beyne uygulanan fiziksel bir şok ile bayıltma sağlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan tabancalar ile kafatası kemiği delinerek, intrakranial basınç arttırılmakta ve böylece beyin dokusunun tahribatına neden olunmaktadır. Sığır, koyun, keçi, domuz gibi hayvanların yanı sıra at ve develerde de uygun olarak kullanılan bir yöntemdir (Heinz ve Srisuvan 2001).

Karbondioksit ve diğer gazlar ile bayıltma, çoğunlukla domuzlarda kullanılan bir yöntem olup, karkas ve et kalitesinde artışa yol açmaktadır. Gaz ile bayıltma yönteminde, genellikle karbondioksit (minimum %70) kullanılmakta olup, bunun yanı sıra argon, nitrojen veya diğer inert gazlar ya da bu gazların karışımından da yararlanılmaktadır. Karbondioksit, nöronların inhibisyonu ile bilinç kaybına neden olmaktadır. Yapılan denemeler, 90 saniye süreyle en az %70 karbondioksit gazına maruz kalan domuzlarda bayılmanın şekillendiğini ve kanatma işleminin gaz uygulamasından sonraki 15 saniye içinde yapılması gerektiğini göstermiştir (Raj 2014). Karbondioksit gazının solunum sistemini uyararak kan sirkülâsyonunu arttırması sonucu kanatma sırasında yeterli ve düzgün kan akışı sağlanmaktadır. Ancak, yüksek maliyetli bir sistem olması, hayvanların gaza karşı toleranslarının farklı olması ve hayvanların bireysel olarak kontrol edilememesi yöntemin önemli dezavantajlarını oluşturmaktadır (Kahraman 2007; Gürbüz 2009).

Elektrik ile bayıltma, küçükbaş hayvanların ve domuzların bayıltılmasında kullanılan ucuz ve güvenilir bir yöntemdir (Kahraman 2007). Bayılmanın şekillenmesi için, koyunlarda 1,0 Amper, domuzlarda ise 1,3 Amperlik akım uygulaması tavsiye edilmektedir (Lambooij 2014). Bu yöntem, uygulama sonrası fazla miktarda kan akıtılabilmesi gibi bir avantaj sağlarken, ıslak zeminde çalışılması personel için tehlikeli oluşturabilmektedir. Ayrıca uygulama bölgesine bağlı olarak karkasta multiple kanamaların oluşumu gözlenebilmektedir (Gürbüz 2009).

Kanatma: Hayvanların kesimi, yatay (yerde) kesim ve dikey (asılı vaziyette) kesim olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır (Gürbüz 2009).

Yatay kesim; ülkemizde özellikle küçük işletmelerde, birçok belediye mezbahasında veya belli bir amaç doğrultusunda (kurban, adak ve akika kesimlerde) yapılan kesimlerde tercih edilmektedir (Gürbüz 2009). Hayvan yerde yatar şekilde tespit edilerek, mandibula kemiklerinin altından keskin bir bıçak ile, boyun derisi, arterler, venalar, yemek ve soluk borusu kesilerek gerçekleştirilen kesim şeklidir. Hayvanın çırpınma hareketleri ile kanın vücut dışına atılması beklenmektedir ve bu sırada kan ve mide içeriği ile karkasın kontamine olma riski oldukça yüksektir (Uğur ve ark. 1996; Kahraman 2007; Gürbüz 2009).

Dikey kesim; gelişmiş ülkelerde karkasın temiz ve sağlıklı bir şekilde elde edilmesi için uygulanan modern bir kesim yöntemidir. Arka ayağından tespit edilerek raylı sisteme alınan hayvanlar, boynun her iki yanından atardamar (Arteria carotis communis) ve toplardamar (Vena jugularis), 45°'lik açı ile 30 cm uzunluğunda kesilerek kanatılmaktadırlar (Heinz ve Srisuvan 2001; Gürbüz 2009).

Yatay veya dikey olarak uygulanan kesim işlemi sonrasında, kan kaybına (hipovolemik şok) bağlı olarak ölüm şekillenmektedir (Gürbüz 2009). Kasaplık bir hayvanda canlı ağırlığının yaklaşık %3,0-3,6'sı kadar kan vücuttan uzaklaşmaktadır. Aseptik koşullar altında toplanan kan; insani tüketime sunulabildiği gibi, farmasötik uygulamalarda da kullanım alanı bulmaktadır (Woerner ve ark. 2014).

Derinin Yüzülmesi: Kanatma işleminin yeterli bir şekilde uygulanmasından sonra, hayvanlar yerde ya da monoray hattına asılı durumda iken deri yüzme işlemi gerçekleştirilir. Deri yüzme işlemi, uygun bıçaklar kullanılarak yapılabildiği gibi; hem ekonomik değeri olan deriye zarar vermemek, hem de karkası kontamine etmemek için kısa sürede uygulama kolaylığı sağlayan deri yüzme makineleri ile de yapılabilmektedir. Büyükbaş hayvanlarda deri yüzme işlemi, arka bacaklardan başlanarak, kalça ve karın bölgesi, oradan sırt, ön bacaklar ve boyun kısmı olacak şekilde bir sistematik içinde gerçekleştirilir, son olarak baş da gövdeden ayrılarak üzerindeki deri soyulmaktadır (Tayar ve Yıbar 2013; Woerner ve ark. 2014).

İç Organların Uzaklaştırılması: Deri yüzüldükten sonra, hayvanların karın boşluğu açılarak sindirim (mide ve bağırsaklar, özefagus, karaciğer ve dalak), solunum (trachea,

akciğerler ve kalp) ve ürogenital organları takım halinde dışarı çıkartılmaktadır. Böbrekler dışındaki bütün iç organlar karkastan uzaklaştırılmaktadır ve erkeklerde testisler bırakılmaktadır (Woerner ve ark. 2014). Karın boşluğunun açılarak iç organların uzaklaştırılması aşamasında en önemli kritik kontrol noktasını mide ve bağırsakların çıkartılması oluşturmaktadır. Bu aşamada olası kontaminasyonların önlenebilmesi için karın ve göğüs boşluğundaki organların uygun şekilde çıkartılmaları gerekmektedir. Sindirim kanalının, yemek borusu ve rektumun son bölümünden bir ligatür ile bağlanarak tek parça halinde karkastan uzaklaştırılması tavsiye edilmektedir. İç organların çıkarılması işlemi, kesimden sonra geciktirilmeden tamamlanmalıdır. Çünkü geçen süre içerisinde sindirim sistemi organlarının kokuları ete geçebilmekte, mide ve bağırsaklarda gerçekleşen fermentasyon ile etin ısısı yükselerek et renginde solmalar ve eksudatif bir yapı oluşumu şekillenmektedir (Kahraman 2007; Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Postmortem Muayene: Klasik sistemlerin kullanıldığı mezbahalarda, gövdeden dışarı çıkartılan iç organlar ait oldukları gövde ile birlikte sabit çengellere asılı halde sıralanırken; modern sistemlerde hareketli konveyörler kullanılmakta olup, karkas ve ona ait olan iç organlar paralel hatlar ile, sorumlu Veteriner Hekimin muayenesi için önüne getirilmektedir (Gürbüz 2009). Veteriner Hekim tarafından yapılan bu detaylı muayenede, baş kısmında ağız boşluğu, dil, masseter kasları, lenf yumruları, göğüs ve karın boşluğunda kalp, akciğer, karaciğer, dalak, böbrekler, uterus, meme, mide ve bağırsaklar gibi iç organlar, karkasta ise; lenf yumruları, vücut boşlukları, kemikler, eklemler ve kaslar kontrol edilmektedir. İç organların ve karkasın muayenesinde sistematik olarak üç temel muayene yönteminden yararlanılmaktadır. Bunlar; palpasyon (elle kontrol), inspeksiyon (gözle kontrol) ve ensizyon (kesit)'dur. Bu yöntemler kullanılarak, iç organların rengi, parlaklığı, büyüklüğü, kıvamı, yapının homojenliği, parazit odaklarının varlığı, kenarlarının incelik ve kalınlığı gibi durumlar incelenmektedir (İnal ve Nazlı 1997). Yapılan muayene sonucunda karkas ve iç organlar hakkında, insan tüketimine uygun veya imha edilmeli şeklinde karar verilmektedir (Woerner ve ark. 2014).

Gövdenin Parçalanması: Büyükbaş hayvanlarda iç organlar uzaklaştırıldıktan sonra, karkaslar üç kuyruk omuru gövdenin sağ yarımında kalacak şekilde omurga hizasından iki eşit parçaya ayrılmaktadır. Yarım haldeki karkaslar, ülkemizde 11. ve 12. kaburgalar arasından, Avrupa ülkelerinde ise 8. ve 9. kaburgalar arasından olacak şekilde ikiye bölünerek ön çeyrek ve arka çeyrek parçalar haline getirilmektedir. Küçükbaş hayvan karkasları ise bütün olarak bırakılmaktadır. Kaba parçalaması yapılan gövdelerin sıcak tartımları alınarak, soğuk depoya aktarılmaktadır (Uğur ve ark. 1998; Gürbüz 2009).

2.7.3. Kesim Sonrası İşlemler

Muayene ve tartım sonrası 4-6 saat süreyle 15-20°C'de bekletildikten sonra soğuk depoya alınan yarım veya çeyrek haldeki büyükbaş karkasları ve bütün haldeki küçükbaş karkasları olgunlaşma süreci tamamlanana kadar soğuk depoda muhafazaya alınmaktadır. Olgunlaşma sonrası detay parçalama yapılarak ya da yapılmadan, frigofirik araçlarla sevkiyatı yapılmaktadır.

Ön çeyrek karkas ön kol, gerdan, döş ve ilk 11 kaburgadan oluşmaktadır. Bu bölgede gerdan, döş ve ön koldan et ürünleri üretimine uygun ve kıyma olarak değerlendirilebilen az değerli etler elde edilirken; göğüs omurlarının üzerinde uzanan antrikot ve iç kısımdan çıkartılan pirzola gibi kısımlar değerli etler bulunmaktadır. Arka çeyrek karkas; kısa but (nuar, kontnuar, tranç, yumurta, sokum, incik) ve fileto (kontrfile ve bonfile) gibi değerli et preparatlarının bulunduğu iki bölümden oluşmaktadır (Kahraman 2007; Gürbüz 2009; Tayar ve Yıbar 2013).

2.8. Kesim Sonrası Ette Görülen Değişiklikler (Postmortem Değişiklikler)

Hayvan kesildikten sonra başlayan, kas dokunun ete dönüşümü sürecinde meydana gelen biyokimyasal ve fiziksel değişikliklerin tümüne "postmortem değişiklikler" adı verilmektedir. Kasın ete dönüşümü; prerigor faz, rigor fazı ve olgunlaşma fazı olmak üzere 3 aşamada gerçekleşmektedir. Prerigor fazı; kesim işlemi sonrasındaki ilk 30 dakikayı kapsayan safhadır. Rigor fazı; canlı evrede var olan ATP, glikojen gibi enerji rezervlerin tükenerek, kasların elastikiyetlerinin azalıp, maksimum sertliğin şekillendiği süreçtir. Olgunlaşma fazı ise enzimatik reaksiyonlar sonucunda

gelişen, etin arzu edilen renk, tekstür ve lezzete ulaştığı son safhadır. Olgunlaşma aşaması; tavuk ve hindi göğüs kaslarında birkaç saatte şekillenirken, domuz ve koyun kaslarında 4-6 günde, sığır kaslarında 10-15 günde şekillenmektedir (Anar 2012).

2.8.1. Etin pH Değerinde Meydana Gelen Değişiklikler

Postmortem dönemde kaslarda meydana gelen en önemli değişikliklerden biri pH değerinin düşmesidir. Etin pH değeri, kesimden hemen sonra hafif alkali karakterde olup, 7,0 ile 7,2 arasında yer almaktadır (Bruce ve Ball 1990; Kahraman 2007; Anar 2012).

Kesimden sonra canlı organizmadaki enzimatik faaliyetlerin (oksijenli solunum ve dolaşım) durması ile; var olan glikojenin anaerobik glikoliz yoluyla parçalanması sonucu oluşan laktik asitin birikmesi, organik fosfor asidi esterlerinin parçalanmasıyla oluşan serbest fosfor asitlerinin fosforilizasyon siklusuna giremediği için birikmesi ve reaksiyonlar sırasında oluşan CO_2'in hücrelerden dışarı atılamamasıyla şekillenen karbonik asitlerin varlığına bağlı olarak, kaslardaki pH değeri 5,4-5,6'ya kadar düşmektedir (Bruce ve Ball 1990; Kahraman 2007; Anar 2012).

pH değerinin düştüğü en alt seviye, enzimlerin aktivite gösteremediği izoelektrik nokta olarak adlandırılmaktadır. Aktinin izoelektrik noktası 4,7 iken, myosinin izoelektrik noktası 5,4'tür. Kaslardaki pH değeri izoelektrik noktaya düştüğünde, glikojen ve ATP'nin yıkımlanması durarak, rigor mortis çözünmeye başlamaktadır ve pH, bu noktadan sonra yükselişe geçmektedir (FAO 1992; Kahraman 2007; Juárez ve ark. 2012). pH değerinde meydana gelen düşme, sığır etlerinde genellikle 18-40 saat içerisinde tamamlanmaktadır (Anar 2012). Olgunlaşmış bir etin pH değeri 5,6-6,0 arasında olup, 6,2-6,4 ve daha yüksek pH değerleri riskli kabul edilerek bakteriyel bir üremeden şüphelenilmektedir (Uğur ve ark. 2001).

Kaslarda normal bir pH düşüşünün (5,5 veya 5,5'den daha düşük) şekillenebilmesi laktik asit oluşumu ile mümkün olmaktadır ve laktik asit oluşumu için gerekli başlıca substrat glikojen olduğundan, kaslarda yeterli miktarda glikojenin bulunması gerekmektedir. Bu nedenle, kesim sırasında kaslarda bulunan glikojen konsantrasyonu etin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (Anar 2012; Juárez ve ark. 2012).

Postmortem evrede, laktik asit miktarının artmasına buna bağlı olarak pH değerinin 5,3-5,6'ya düşmesi, et proteinlerinin su tutma kapasitelerinin önemli derecede azalmasına neden olmaktadır. Bu pH değeri, et proteinlerinin izoelektrik noktasına yakın olduğundan, su molekülleri ile bağlanabilme yetenekleri azalmaktadır. İzoelektrik noktadan daha yüksek ve daha düşük pH değerlerinde ise proteinlerin su tutma kapasiteleri artmaktadır (Anar 2012).

2.8.2. Rigor Mortis

Kesim sonrası dönemde, kasların kalıcı kontraksiyonu ile karakterize olan bu olay ölüm sertliği olarak adlandırılmaktadır (Anar 2012).

Rigor mortis, ilk olarak kesim öncesinde çalışmakta olan kaslarda şekillenmektedir. Bunlar; kalp kası başta olmak üzere sırasıyla diyafram, ense ve boyun, dil, baş, ön ekstremiteler, arka ekstremiteler ve gövde kaslarıdır. Kalp kasında ölüm sertliğinin oluşumu kesimi takiben 1 saat içinde şekillenmektedir (Uğur ve ark. 2001; Anar 2012).

Enerji bakımından zengin olan kreatin fosfat (KP) ve adenozinpolifosfatın (APP) parçalanması ile adenozindifosfat (ADP), adenozinmonofosfat (AMP) ve serbest fosfor asidi ile serbest kreatin oluşmaktadır. Oluşan ADP ve fosfor asidi üzerinden adenozintrifosfat (ATP) ve AMP sentezlenmektedir. AMP; serbest fosfor asidi, inosin, riboz, hipoksantin ve amonyağa parçalanmaktadır. Fosfor asidi esterleri ve özellikle ATP'nin parçalanması, aktin ve myozin filamentlerini harekete geçirerek aktinomyosin kompleksini oluşturmaktadır. Bu sırada, aktin filamentleri A bandının ortalarına doğru kaymakta ve bu olay sonucunda kas tellerinin boyları kısalarak kalınlıkları artmaktadır (Uğur ve ark. 2001; Anar 2012).

Rigor mortis üç aşamada oluşmaktadır. Hayvanın kesilerek kanının akıtılmasının ardından, metabolik olaylar bir süre daha devam ettiğinden (var olan ATP ile) kaslar esnekliğini kaybetmemiştir. Bu süreç "başlangıç aşaması" olarak adlandırılmaktadır (Anar 2012).

Kaslardaki enerji kaynağı olarak kullanılan kreatin fosfat (KP) ve glikojen rezervleri tükeninceye kadar, anaerobik glikoliz ile ATP sentezlenmektedir. Bu süreçte, biriken laktik asite bağlı şekillenen pH düşüşü ile kas kasılmalarını önleyen Troponin I

inaktive olmakta ve ATP yıkımını hızlandırmaktadır. Bunun sonucunda, sarkoplazmada serbest hale geçen kalsiyum iyonlarının artışı ile, aktin ve miyosin filamentleri birbiri üzerine kayarak aktinomyozin kompleksini oluşturmaktadır. Kasların elastikiyetlerini kaybettikleri bu safha "oluşum aşaması" olarak bilinmektedir (Kahraman 2007; Anar 2012; Ertbjerg ve Puolanne 2017).

Son aşamada, kreatin fosfatın ve glikojenin tamamen tükenmesine bağlı olarak ATP oluşumu durmaktadır. Bu nedenle, filamentler arasında oluşan aktinomyozin köprücüklerinin sayıları artmakta ve köprücükleri birbirinden ayırabilecek enerji olmadığı için kalıcı hale gelmektedirler. Böylece, rigor mortisin tamamen şekillenmektedir (Kahraman 2007; Anar 2012).

Postmortem dönemde meydana gelen, pH düşüşü ile rigor mortis oluşumu arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Ölüm sertliğinin normal seyrinde gelişebilmesi, laktik asitin birkimi ile olmaktadır. Asit birikimine bağlı olarak da pH farklı oranlarda düşme göstermektedir. Kasların pH değeri 5,7-5,8'e düştüğünde rigor mortis şekillenmeye başlamaktadır (Anar 2012).

Rigor mortis sığırlarda 12-24 saatte, koyunlarda 8-12 saatte, domuzlarda 3-6 saatte ve kanatlılarda 1-4 saatte tamamlanmaktadır (FAO 1992).

Hayvanın sağlık durumu, yaşı, türü, cinsiyeti, kesim sırasında kaslarda bulunan glikojen ve ATP miktarı ile sıcaklık gibi çevresel koşullar rigor mortisin gelişimini etkileyen başlıca faktörlerdir. Örneğin; tetanoz hastalığı bulunan hayvanda rigor mortis daha erken oluşurken, ateşli veya septisemili bir halde kesilmiş hayvanlarda rigor mortis görülmez ya da çok az şekillenir. Yorgun olarak kesilmiş hayvanlarda, dinlendirilmiş hayvanlara oranla ölüm sertliği daha hızlı oluşmaktadır. Sıcaklık, ölüm sertliği üzerine hızlandırıcı etki göstermektedir. Bu nedenle sıcak mevsimlerde soğuk mevsimlere oranla ölüm sertliği daha çabuk meydana gelmektedir (Uğur ve ark. 2001; Anar 2012).

2.8.3. Etin Olgunlaşması

Ölüm sertliği şekillenmiş kaslardaki kas ve bağ doku proteinlerinin (özellikle kollageni), proteolitik enzimler tarafından hidrolize edilmesi sonucu meydana gelen olaya "olgunlaşma" denir (Anar 2012).

Kaslardaki ölüm sertliği maksimum seviyeye ulaştıktan sonra, proteolitik enzimlerin kas ve bağ doku proteinlerini denature etmesi ile yavaş yavaş çözülür ve rigor mortis tamamen kaybolur. Bir dizi enzimatik olay sonucunda şekillenen bu durum olgunlaşma olarak adlandırılmaktadır (Anar 2012).

Ölüm sertliği sırasında sert yapıda, kuru ve aromasız haldeki etler, olgunlaşma sırasında daha yumuşak ve usareli bir yapı kazanırken, rengi kırmızı-kahverengine dönüşür ve olgunlaşmış et aroması şekillenir (Uğur ve ark. 2001; Anar 2012).

İskelet kasında myofibriller proteinlerin proteolitik olarak yıkılmasında, endojen enzim sistemleri önemli rol oynamaktadır. Etin olgunlaşma mekanizmasında rol oynayan başlıca enzim grupları (Anar 2012; Devine 2014);

- Kalpainler (kalsiyuma bağımlı proteazlar) ve
- Katepsinler (lizozomal proteazlar)'dir.

Kalpainler, postmortem dönemde kas proteinlerinin degradasyonu (proteoliz) ile etin olgunlaşmasında önemli rol oynayan, özellikle yapısal proteinler üzerine etkili sarkoplazmik enzimlerdir. Kalpainlerin, kalsiyuma bağımlı, "μ- ve m-kalpain" olmak üzere iki formu bulunmaktadır. μ-kalpain, aktive olmak için 1-30 μmol düzeyde kalsiyuma ihtiyaç duyarken, m-kalpain 100-750 μmol kalsiyuma ihtiyaç duymaktadır. Bu kalsiyum seviyeleri, canlı hücrelerin sarkoplazmalarında sadece kas kontraksiyonu sırasında bulunmakta olup, postmortem süreçte mitokondriden ve sarkoplazmik retikulumdan serbest kalan kalsiyum ile kalpainlerin aktivasyonu sağlanmaktadır (Devine 2014; Huff-Lonergan 2014).

Kalpainler nötral pH değerinde etkili olup, her iki formunun da optimum aktivitelerini gösterebildikleri pH değeri 6,6-6,8 arasındadır. Bu pH değeri, postmortem aşamadaki etin pH'sından yüksek olduğu için, kalpainler maksimum aktivitelerini erken postmortem fazda göstermektedirler. Bazı araştırıcılar μ-calpain'in etkisinin 1. günden itibaren azaldığını, m-calpainin aktivitesinin ise kesimden sonra 7. güne kadar değişmediğini bildirmektedirler (Anar 2012).

Canlı evredeki kas dokuda, kalpainlerin aktiviteleri kalpastatin tarafından inhibe edilmektedir. Ette, yüksek seviyelerdeki kalpastatinin olgunlaşmayı engellediği, ancak bir şekilde var olan kalpastatinin, kalpainlerden uzak bölümlerde bulunduğu bildirilmektedir (Devine 2014). Kalpastatinin inhibitör aktivite düzeyi, kesim

sonrasındaki 24 saat boyunca devam etmektedir (Huff-Lonergan 2014). Kalpastatinin sığır kasındaki miktarı değişkenlik göstermekte; örneğin etleri daha sert olan yaşlı sığırların kasında kalpastatin düzeyinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla postmortem proteoliz sırasında kalpainleri inhibe ettiğinden, gevreklik üzerine kalpainlerin etkisi sınırlı kalmaktadır (Kemp ve ark. 2010).

Katepsinler, canlı kas hücrelerinin lizozomlarında inaktif halde bulunan endojen enzimler olup, proteinlerin parçalanmasında rol oynamaktadırlar. Düşük pH değerlerinde lizozomlardan serbest kaldıkları için, kasların pH değerleri 6,0'nın altına düşünce, katepsin enzimleri aktif hale geçerek proteolitik aktivite göstermeye başlar ve kas proteinlerini hidrolize ederek etin olgunlaşmasına önemli düzeyde katkı sağlarlar (Anar 2012; Huff-Lonergan 2014).

Katepsinin kas proteinlerine etki ederek, etin yumuşamasına katkıda bulunan dört önemli formu (B, D, L ve H) bulunmaktadır. Bir glikoporotein olan Katepsin B, myosin ve aktin başta olmak üzere birçok kas proteini üzerine etkilidir. Katepsin D ve L de myosin ve aktini yıkımlarken; katepsin L aynı zamanda α-aktinin, troponin-T ve troponin-I üzerine etkilidir. Katepsin H, özellikle myosin üzerine spesifik etkilidir. Katepsin formları içinde özellikle B ve L formu, miyofibriller proteinlerinin yanı sıra bağ doku proteinlerini de hidrolize etme yeteneğine sahiptir (Huff-Lonergan 2014).

Etin olgunlaşma sürecinde, kalpainler ve katepsinler dışında kaspaz ve proteazomlar gibi kas proteazlarının da fonksiyonları değerlendirilmektedir. Huang ve ark. (2011), kaspaz-3 ve kaspaz-6'nın titin, desmin, nebulin ve troponin'i yıkımlayabileceğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, bu proteolitik sistemlerin kasın ete dönüşümü sürecindeki etkileri konusunda hala bir fikir birliği sağlanamamıştır. Etin olgunlaşmasında diğer proteazların etkileri, kalpainlerin aktivitesine elverişli olmayan koşullarda daha belirgin bir şekilde görülmektedir (Kemp ve ark. 2010; Gomes ve ark. 2018).

Kas doku proteinlerinden miyofibriller proteinler, etin olgunlaşma prosesinde etkili olan gruptur. Miyofibriler proteinler; intramiyofibriler (titin, nebulin ve troponin T), intermiyofibriler (desmin, vinculin) ve sarkolemma ile ilişkili miyofibriller (vinculin, distrofin) olarak 3 grupta toplanmaktadır (Koohmaraie ve ark. 2002).

Yapısal bir protein olan titin, iskelet kasındaki en büyük moleküllü (yaklaşık 3700 kDa) protein olup, sarkomere elastikiyet sağlamaktadır. Nebulin, titine bağlı

olarak aktivite gösteren bir protein; troponin ve tropomyosin ise regülatör proteinlerdir (Hopkins ve Bekhit 2014).

Titin ve nebulin, sarkomerlerin hareketinde anahtar rol oynayan spesifik proteinlerdir. Titin, aktin ve miyosinden sonra sarkomerlerin yapısında en çok bulunan proteindir. Nebulin de, titin ile birlikte hareket ederek sarkomerlerin yapısı üzerine etki göstermekte, Z çizgisinin genişliğini belirlemektedir. Bunun yanı sıra, kasların kontraksiyonunda da düzenleyici rol oynamaktadır (Juárez ve ark. 2012; Ertbjerg ve Puolanne 2017).

Kalpainlerin substratları olarak gösterilen bu proteinlerin çoğu (titin, nebulin, troponin-T, desmin, synemin, talin ve vinculin), kas hücresi içinde yapısal rollere sahiptirler. Bu proteinlerin yıkımlanması, kas hücresi ve miyofibriller yapının zayıflamasına bağlı olarak şekillenen yumuşama ile ilişkilendirilmiştir. Titin ve nebulin gibi proteinlerin yıkımlanma düzeyi arttıkça, etin yumuşaması da aynı ölçüde artmaktadır (Hopkins ve Bekhit 2014; Huff-Lonergan 2014).

Histokimyasal ve biyokimyasal veriler, postmortem olgunlaşma ile ilişkili etin yumuşama sürecinin çoğunlukla, kasın yapısında endojen olarak bulunan enzimlerin etkisine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu süreçte etkili olan diğer komponentler ise, erken postmortem olgunlaşma aşamasında yıkımlanan, başlıca miyofibriller ve sitoskeletal proteinlerden olan; titin, nebulin, desmin ve troponin-T'dir. Ancak, aktin ve myosin filamentlerinin, bu süreç boyunca önemli düzeyde yıkımlanmadığı bildirilmiştir (Huff-Lonergan 2014).

Olgunlaşma süreci iki şekilde oluşmaktadır:

1. Doğal olgunlaşma
2. Yapay olgunlaşma

2.8.3.1. Doğal Olgunlaşma

Ölüm sertliği olayı meydana geldikten sonra -1 ile -2°C'de muhafaza edilen etler bir süre sonra yumuşak, gevrek, sulu, aromalı ve lezzetli bir yapıya sahip olmaktadırlar. Bu etlerin şeffaflığı azalmakta ve açık kahverengimsi-kırmızı bir renk almaktadır. Böyle

etler tüketim için en uygun etler olarak kabul edilmektedir. Doğal olgunlaşma için yapılması gereken işlemler aşağıdaki gibidir (Anar 2012):

- Karkaslar 1-2 gün süre ile 0.5-3°C arasında soğutulmalıdır.
- ½ veya ¼ karkaslar 2-3°C'de 10-12 gün bekletilmelidir.

Olgunlaşma, etin gevrekliğini ve lezzetini artırmak için, et endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sitz ve ark. 2006). Günümüzde yaygın olarak uygulanmaya başlanan, tüketiciye sunulan etin gevrekliğini ve lezzetini geliştirmek amacıyla tercih edilen, kemikli ya da kemiksiz halde, kontrollü hava ve nem koşulları altında ya da plakstik paket içerisinde vakumlanarak buzdolabı koşullarında olgunlaştırma sağlayan, iki farklı olgunlaştırma yöntemi (kuru ve yaş olgunlaştırma) uygulanmaya başlanmıştır (Miller ve ark. 1985; Warren ve Kastner 1992; Campbell ve ark. 2001; Smith 2007; Kemp ve ark. 2010; Bekhit ve ark. 2014a; Dashdorj ve ark. 2016).

Yaş olgunlaştırma, etlerin bir plastik ambalaj içerisinde (oksijen geçirmeyen bir paket) vakumlanarak soğuk muhafaza altında belli sürelerde dinlendirilmesini içerirken; kuru olgunlaştırma prosesi karkas veya parça haldeki etlerin paketlenmemiş halde birkaç hafta, hatta birkaç ay süre ile kontrollü sıcaklık, bağıl nem ve hava akışı altında muhafaza edilmesini kapsamaktadır (Parrish ve ark. 1991; Ahnstrom ve ark. 2006; Bekhit ve ark. 2014a; Obuz ve ark. 2014; Stenström ve ark. 2014).

a) Kuru Olgunlaştırma (Dry Aging)

Kuru olgunlaştırma, etin sıcaklık ve neminin kontrol altında tutulduğu soğuk ortamda, ambalajlanmadan yapılan olgunlaştırma işlemidir (Smith 2007).

Perakende satışta, büyük parçalar halindeki etlerin kuru olgunlaştırılması genel lezzeti geliştirirken, farklı yerlerde kesilen hayvan etlerinde oluşabilecek duyusal özellik çeşitliliğini ortadan kaldırılmasında avantaj teşkil ederken; et ürünlerinde maliyet artışı sonucunda tüketiciye yüksek fiyatlı ürün sunulması ve bu ürünün uzun sürede tüketiciye ulaştırılabilmesi kuru olgunlaştırmanın dezavantajları olarak tanımlanmaktadır (Smith 2007).

Yüzyıllardır sığır etini korumak ve yumuşatmak amacıyla yaygın olarak kullanılan kuru olgunlaştırma işlemi, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte vakum

paketlenen etlerin satışındaki avantajlar nedeniyle gölgede kalmış; özellikle yüksek maliyet ve hijyenik kaygılar kuru olgunlaştırmaya alternatif yolların denenmesine yol açmıştır. Özellikle vakum paketlenen etlerin işlenmesi ve taşınmasındaki kolaylıkla ve kuru olgunlştırma sürecinde açığa çıkan kayıplar, üretim ve satış sürecini belirlemeye başlamıştır (Savell 2008; Dashdorj ve ark. 2016).

Kuru olgunlaştırma, bazı üst düzey restoranlar ve özel satış noktaları tarafından kullanılan bir işlem olmuştur. Perakende satışa çok uygun olmamasına rağmen, kuru olgunlaştırılmış sığır etlerinin tüketiciler tarafından lezzetli ve yumuşak bulunması, çeşitli araştırmaların açığa çıkmasına yol açmıştır (Smith 2007; Dashdorj ve ark. 2016).

ABD ve Avusturalya'yı takiben, Asya ülkelerinde de kuru olgunlaştırma yöntemine karşı güçlü bir ilginin oluştuğu gözlenmektedir. Özellikle Kore, Japonya, Singapur, Tayvan ve Hong Kong gibi pek çok ülkede yüksek kaliteli restoranlar, menülerinde kuru olgunlaştırılmış sığır etini kullanmaya başlamışlardır (Farmer-Stockman 2011; Dashdorj ve ark. 2016).

Kuru olgunlaştırmanın temel etkisi, sadece "kuru olgunlaştırılmış sığır eti" olarak tarif edilebilen lezzeti yoğunlaştırmak olduğu bildirilmektedir (Warren ve Kastner 1992; Campbell ve ark. 2001; Savell 2008).

Kuru olgunlaştırma işlemi süresince, sular etin içine emilmekte, protein ve yağ bileşenlerinin kimyasal olarak parçalanması gerçekleşmektedir; bu da daha yoğun bir lezzet ve et aromasının oluşumuna neden olmaktadır. Buna ek olarak, olgunlaşma sırasında sığır etinin doğal enzimleri, daha yumuşak bir sığır eti oluşmasını sağlayan, kastaki bağ dokuyu ve proteinleri parçalamaktadır (Baird 2008).

Kuru olgunlaştırma, 2-4°C sıcaklıktaki soğutma dolaplarında, %85 bağıl nem, her 30 dakikada bir yeterli hava akışı (0,2-0,5 m/s) ve kolayca çıkarılabilen delikli paslanmaz çelik raflar kullanılarak yapılmaktadır (Dashdorj ve ark. 2016). Ancak, bu proses olgunlaştırma firesi, trimleme kaybı, kontaminasyon riski ve olgunlaştırma koşullarının gereklilikleri nedeniyle diğer geleneksel yöntemlere göre daha maliyetlidir. Bunun yanı sıra, diğer olgunlaştırma işlemlerine göre zaman alan bir yöntemdir ve ette homojen olarak dağıtılmış yağ içeriğinin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, sadece birinci sınıf kalitede ve mermerleşmeye (marbling) sahip sığır etleri kuru olgunlaştırılmada kullanılmaktadır (Garlough ve Campbell 2012; Li ve ark. 2014).

Kuru Olgunlaştırma Parametreleri:

Kuru olgunlaştırma işlemleri sırasında göz önünde bulundurulması gereken temel faktörler arasında olgunlaştırma süresi, depolama sıcaklığı, bağıl nem ve hava akışı sayılmaktadır. Optimum yumuşaklık ve aroma konsantrasyonuna sahip kaliteli bir ürün elde etmek için tüm bu faktörler yakından izlenmelidir (Dashdorj ve ark. 2016).

- **Olgunlaştırma Süresi:** Kuru olgunlaştırma işleminin süresi hakkında çeşitli görüşler bildirilmekte; her üretici kendi olgunlaştırma süresini kendi tüketicilerinin beğenileri doğrultusunda belirlemektedir. Çok sayıda araştırmacı, kuru olgunlaştırılmış parça etler için, en sık tercih edilen sürenin 14 ile 40 gün arasında değiştiğini ve bu sürenin, işlemin arzu edilen sonuçlarının şekillenmesi için yeterli olduğunu bildirmişlerdir (Savell ve ark. 2007; Dashdorj ve ark. 2016). Bazı araştırmacılar ise, 0-1°C sıcaklıkta yapılan kuru olgunlaştırma işlemi için en uygun sürenin 14-21 gün arasında olduğunu saptamışlardır (Khan ve ark. 2016).

Lepper-Blilie ve ark. (2012), kuru olgunlaştırma uygulanmış etlerin büyük çoğunluğunun 21 günde olgunlaştırılmış etler olduğunu bildirmişlerdir. 28 gün olgunlaştırmanın, 21 gün olgunlaştırmaya kıyasla ürünlerde kendine özgü aroma bileşenlerinin oluşmasında bir değişiklik şekillendirmediğini ifade etmişlerdir (DeGeer ve ark. 2009; Dashdorj ve ark. 2016). Benzer olarak, Smith ve ark. (2008), 21 gün olgunlaştırmaya tabi tutulan bifteklerin, diğer olgunlaştırma dönemlerine kıyasla en yüksek sığır eti aroma düzeyine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, 21 günden fazla uygulanan olgunlaştırma işleminin, 14 günlük olgunlaştırma sonucunda elde edilen aroma düzeyinden farklı bir seviyeye ulaşamadığını tespit etmişlerdir.

Buna karşın bazı uygulayıcılar, kuru olgunlaştırılmış ette iyi bir sonuç elde edebilmek için gerekli olan minimum muhafaza süresinin 28 gün olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ABD Et İhracat Federasyonu, olgunlaştırma süresinin 14 ile 70 gün arasında olduğunu ve 28 ile 55 gün arasındaki muhafaza süresinin tercih edilen aralık olarak kabul edilebildiğini tavsiye etmektedir (USMEF 2014).

- **Sıcaklık:** Kuru olgunlaştırma sıcaklığı için en uygun derecenin 0°C ile 4°C (32–39,2°F) arasında olduğu bildirilmiştir. Bu uygulamanın temel nedeni, kuru

olgunlaştırılmış sığır eti için depolama sıcaklığının, yaş olgunlaştırılmış sığır eti ürünleri için gerekli olan sıcaklıktan farklı olmaması gerekliliğidir (Dashdorj ve ark. 2016).

Olgunlaştırma sıcaklığı, kuru olgunlaştırma için kritik öneme sahiptir. Depolama sıcaklığı yükseldikçe, olgunlaşma ile ilgili enzimatik işlemler de daha etkin olacak ve ürünün lezzetini geliştirecektir. Bununla birlikte, daha yüksek sıcaklıklar aynı zamanda hızlı bakteriyel üremeye neden olacağından, bu durum kötü koku oluşumu ile sonuçlanacaktır. Bu nedenle, olgunlaştırma genellikle eti dondurmayacak seviyede, mümkün olan en düşük sıcaklıkta yapılmalıdır (Savell 2008; AMPC ve MLA 2010).

Ancak, etin donma sıcaklığının altında olması durumunda, olgunlaşma ile ilgili enzimatik işlemlerin yavaşlayacağı, dolayısıyla da uzun süreli olgunlaştırma için ideal sıcaklığın -0,5°C±1°C olması gerektiği çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Bununla birlikte, ürün sadece 1 ile 2 hafta arası olgunlaştırmaya tabi tutulacaksa, 2-3°C gibi daha yüksek sıcaklık değerleri kabul edilebilir olmaktadır (AMPC ve MLA 2010; Perry 2012).

Bu konu ile ilgili olarak, Avustralya Et Endüstrisi Hizmetleri (2010), 5°C'de 2 haftada sağlanan gevreklik düzeyini elde etmek için, -0,5°C'de yaklaşık 4 haftalık bir periyodun gerekli olacağını belirtmiştir. Olgunlaştırma için seçilecek sıcaklık değeri ne olursa olsun gevrekliğin oluşumu, olgunlaşmanın erken dönemlerinde en yüksek seviyede teşekkül edecek ve zamana bağlı olarak azalma gösterecektir (Dashdorj ve ark. 2016).

Sıcaklık derecesinin kararlılığı önem arz eden bir durum olduğu için, Avustralya Et Endüstrisi Hizmetleri (2010) kuru olgunlaştırma odalarının, dış ortamın sıcaklık ve neminin girmesini önlemek için bir ön odaya sahip olması veya başka bir soğutulmuş alana açılması gerekliliğinin önemini vurgulamışlardır (AMPC ve MLA 2010; Dashdorj ve ark. 2016).

- **Bağıl Nem:** Havanın kontrollü bağıl nemi, kuru olgunlaştırma işleminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü nem oranı çok yüksekse, bozulma yapan bakterilerin gelişimine bağlı olarak istenmeyen lezzet şekillenebilmektedir. Etin terlemesi ile birlikte, arzu edilmeyen bir yapışkan yüzey oluşmaktadır. Nemin çok düşük olması ise, bakteriyel üremeyi kısıtlamaktadır. Fakat daha fazla buharlaşmaya

bağlı fire kaybına neden olmakta ve sığır etinin çok hızlı kuruması ile bifteğin istenenden daha az sulululukta olmasına yol açmaktadır (Perry 2012).

Bağıl nemin %61 ile %85 arasında olması tavsiye edilmektedir ve aktüel bağıl nem, olgunlaştırma işlemi boyunca günlük olarak kayıt altına alınmalıdır (DeGeer ve ark. 2009).

Farklı bağıl nem düzeylerinin kuru olgunlaştırılmış sığır eti üzerindeki etkilerini karşılaştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu alandaki çalışmalardan bazıları, yaklaşık %80 bağıl nemi tercih ederken (Parrish ve ark. 1991; Ahnstrom ve ark. 2006; Smith ve ark. 2008; Perry 2012); Campbell ve ark. (2001) %75 bağıl nem kullanarak soğuk muhafazada kuru olgunlaştırmayı tavsiye etmiş, Warren ve Kastner (1992) ise %78±3 aralığında nem kullanımının yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

- **Hava Akışı:** Depolama alanı içinde hava sirkülasyonunu sağlamak için yeterli hava akışı olması gerekmektedir. Yeterli hava mevcut değilse, ette kurumanın şekillenmesi için gerekli nem serbest kalamaz; eğer çok fazla hava varsa, et çok hızlı bir şekilde kurumakta ve son üründe oluşacak trimleme kayıplarını artırmaktadır (Savell 2008).

ABD Et İhracat Federasyonu (USMEF 2014), kuru olgunlaştırma için 0,5–2 m/s (1,6-6,6 ft/s) hava akışı ve 0,2 ile 1,6 m/sn hızın ürün üzerinde yeterli olacağını önermiştir.

Hava hızı ve akışı, kurutma işlemi süresince homojen bir şekilde tutulmalıdır ve kuru olgunlaştırma sürecinin başlangıcı en kritik dönemdir. Hava akışı; uygun şekilde tasarlanmış bir soğutma ünitesi, paslanmaz çelik tel raflar, delikli raflar, kancalar, ek fanlar, hava filtreleme sistemleri ve ultraviyole ışığı ile kontrol altında tutulabilmektedir (Baird 2008; Dashdorj ve ark. 2016).

Taze etin mümkün olduğunca çabuk kuruduğundan emin olmak için, olgunlaştırma odasının etrafındaki hava akışını arttırmak gerekmektedir. Odanın etrafında, havayı farklı yönlere itmek için tavana monte edilmiş bir dizi fan kullanılması yeterli olmaktadır (Perry 2012).

Bozulmayı önlemek için, et parçaları aralarından hava geçişine izin verecek ölçüde birbirlerinden ayrı olarak yerleştirilmelidir ve parçalar arasında kontrollü hava akışı sağlanmalıdır (USMEF 2014).

Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulacak olan büyük parça halindeki etler, yağlı tarafları rafların üzerine gelecek şekilde yerleştirilmelidir, böylece hava, etin bütün yüzeylerine temas ederek dolaşabilecektir. Etlerde kemik olması (omurga kemikleri gibi) durumunda ise, parçalar kemik üzerine dayandırılarak yerleştirilmelidir (AMPC ve MLA 2010).

Bu veriler doğrultusunda, üreticiler mikrobiyolojik kontaminasyonu inhibe etmek, olgunlaştırma ile etin gevrekliğini geliştirmek ve daha lezzetli et elde etmek için; 28 ile 55 gün arasında, 0°C ile 4°C arası sıcaklıkta, %75-80 bağıl nem ve 0,5 ile 2 m/s hava akışı altında kuru olgunlaştırma işleminin yapılmasını tavsiye edilmektedir (Dashdorj ve ark. 2016).

Sonuç olarak, kuru olgunlaştırma kendine has aroması olan, katma değere sahip bir sığır eti üretme işlemidir. Bununla birlikte kuru olgunlaştırma, gerekli olgunlaştırma koşulları nedeniyle pahalı bir girişimdir. Bu işlem aynı zamanda mermerleşmeye sahip en yüksek dereceli sığır eti kullanımını gerektirmektedir. Aynı zamanda, bu birinci sınıf ürün için ödeme yapmaya istekli, seçici tüketicilerin oluşturduğu ciddi bir pazar bulunmaktadır. Öte yandan, olgunlaştırma parametreleri ile mikrobiyoloji arasındaki etkileşimin kuru olgunlaştırılmış sığır etinin kalitesi ve sonuçta etin lezzeti üzerine etkisi hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Kuru olgunlaştırılmış sığır eti ürünlerine olan talebin belirgin artışı göz önüne alındığında; kuru olgunlaştırılmış sığır eti üretimiyle ilgilenen şirketlere veya perakendecilere yardımcı olması gereken olgunlaştırma koşullarına dair kılavuzlara ve önerilere her zamankinden daha fazla ihtiyaç duyulmakta, bu işleme yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir (Dashdorj ve ark. 2016).

b) Yaş Olgunlaştırma (Wet Aging)

Yaş olgunlaştırma, en yaygın kullanılan olgunlaştırma yöntemidir ve etin vakum ambalajlarda olgunlaştırılması anlamına gelmektedir (Laster ve ark. 2008; Dietz 2014). Etin soğutma sıcaklıklarında geçirgen olmayan bir ambalaj materyali ile sıkıca ambalajlanarak olgunlaşmaya bırakıldığı bu yöntem; 1960'ların sonlarına doğru ticari vakum paketleme teknolojisinin gelişmesi ile kullanılmaya başlanan bir uygulama olmuştur (Smith 2007).

Yaş olgunlaştırma süreci, vakum paketlenmiş parça etlerin gevrekliğini, sululuğunu ve lezzetini en üst düzeye çıkarmak için gerekli olan soğukta depolanma süresi olarak tanımlanmaktadır (Oreskovich ve ark. 1988; Parrish ve ark. 1991; Campbell ve ark. 2001; Sitz ve ark. 2006; Eastwood ve ark. 2016).

Vakum paketleme (veya yaş olgunlaştırma) et endüstrisinde en yaygın kullanılan olgunlaştırma sistemidir. Havanın uzaklaştırılması ile oksidasyonun etkisi ortadan kalkmakta ve bu sayede uzun süren olgunlaştırma periyodu boyunca, et renginde meydana gelebilecek olumsuzluklar ve lipid oksidasyonu sonucu açığa çıkabilecek acılaşma durumu geciktirilebilmektedir (Oliete ve ark. 2005; Franco ve ark. 2009; Jiang ve ark. 2010; Lindahl 2011). Bununla birlikte, paket içerisinde oksijenin olmaması, ürünün tüketiciler tarafından olumsuz algılanmasına sebep olabilecek deoksimiyoglobin oluşumuna bağlı koyu et rengi (kahverengi) ile sonuçlanmaktadır (Troy ve Kerry 2010; Vitale ve ark. 2014).

Leisner ve ark. (1995) tarafından bu konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, vakum ambalajda olgunlaştırılan sığır etlerinin depolama süresinin uzaması, etlerin kırmızılık değerinde (a^*) azalma ile sonuçlandığı bildirilmiştir. Kuzu filetoları ile yapılan bir başka çalışmada ise benzer sonuçlar elde edilmiş; vakum ambalaj içerisindeki etlerin olgunlaştırma süresinin 14 günden 63 güne arttırılması ile renkte solma (renk kaybı) meydana geldiği ve a^* değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir (Kim ve ark. 2013). Benzer olarak, Lee ve ark. (2008), 7 ve 14 gün süre ile vakumlu ambalaj içerisinde olgunlaştırdıkları sığır filetolarının, 28 ve 35 gün süre ile olgunlaştırılan etlere kıyasla, renk değerleri (C^*, a^* ve b^*) yönünden daha olumlu değişime uğradığını; uzun süre olgunlaştırılan etlerin ise oksimiyoglobin yüzdelerindeki azalmaya bağlı olarak kararmaya başladığını belirtmişlerdir (Dietz 2014).

Uzun süre yaş olgunlaştırmada bekletmenin etin rengi üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra depolamaya bağlı olarak duyusal parametrelerde de farklılıkların oluşmasına yol açtığı bildirilmektedir. Jeremiah ve Gibson (2003), vakum paketledikleri sığır etlerinde 28 günlük postmortem olgunlaştırma süresi neticesinde etin sululuğunun etkilemeden aroma yoğunluğunun, beğenisinin ve genel lezzetinin arttığını belirtmişlerdir. Bu karşın, Yancey ve ark. (2005), vakumlu ambalaj içerisinde 21 günden daha uzun sürede olgunlaştırılan sığır etinin lezzetinin önemli ölçüde azaldığını ve ekşi tadın arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, vakumlu ambalajda

35 güne varan olgunlaştırma süresinin, 7 veya 14 gün süre ile olgunlaştırmaya kıyasla, metalik tadı önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuşlardır (Yancey ve ark. 2005).

2.8.3.2. Yapay Olgunlaşma

Günümüzde etlerin kısa sürede tüketime sunulabilmesinin yanı sıra tüketici tarafından talep edilen gevrek ve lezzetli etlerin elde edilmesi de önem arz etmektedir. Bu iş için olgunlaştırma işlemi büyük önem taşımaktadır. Etin olgunlaştırılması sırasında şekillenecek zaman kaybı ve soğuk muhafaza işlemi için sarf edilen giderler göz önüne alındığında, etlerin kısa sürede olgunlaştırılmasını sağlamak ve tüketiciye mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikler açısından kaliteli bir et sunmak için çeşitli yapay olgunlaştırma yöntemleri geliştirilmiştir (Anar 2012).

Yapay olgunlaşma, iyi olgunlaşmış, gevrek ve lezzetli ete talebin fazla olduğu ülkelerde ve işletme sermayesinin düşük olmasını amaçlayan kuruluşlarda tercih edilen bir yöntemdir. Böylece yapay olgunlaşma uygulamaları ile etin hızlı bir şekilde piyasaya sunulması amaçlanmaktadır (Anar 2012).

Yapay olgunlaşma işlemi için günümüzde uygulanan birçok farklı yöntem vardır. Bunlar enzim uygulamaları, elektrik stimülasyonu, kalsiyum klorid infüzyonu, ultrasonik titreşim uygulamaları, hidrostatik basınç uygulaması ve hidrodinamik basınç yöntemidir (Nazlı ve ark. 2010; Anar 2012; Cetin ve ark. 2012).

a) Enzim Uygulamaları:

Etin yumuşamasında endojen enzimlerin etkisine ilave olarak, yumuşama sürecine katkı sağlamak için bitkisel kökenli, bakteriyel ve fungal eksojen enzimlerden (eksojen proteazlar) yararlanılmaktadır. En çok kullanılan bitkisel kökenli enzimlerden papain Carica papaya bitkisinden, bromelain ananastan ve ficin incirden elde edilmektedir (Anar 2012; Huff-Lonergan 2014). Diğer bitkisel proteazlardan aktinidin (kividen) ve zingibain (zencefilden) sağladıkları kontrollü et yumuşatma ve diğer bazı avantajları nedeniyle son zamanlarda kullanılmaya başlanan enzimlerden olmuştur (Bekhit ve ark. 2014b; Huff-Lonergan 2014).

Proteolitik amaçla kullanılan bitkisel proteazlardan papain, ficin, bromelain; mikrobiyel proteazlardan bakteriyel ve fungal enzimler (*Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae*, *A. niger)* GRAS (Generally Recognised As Safe) kategorisinde onaylanan ajanlar olarak tanımlanmıştır (Calkins ve Sullivan 2007; Payne 2009; Bekhit ve ark. 2014b).

Tablo 2-3: GRAS kategorisinde kullanılan bazı enzimler ve elde edildiği kaynaklar (Calkins ve Sullivan 2007)

Enzim	**Enzim türü**	**Kaynak**	**Proteaz Sınıfı**
Papain	Bitkisel	Papaya	Sistein
Bromelain	Bitkisel	Ananas	Sistein
Ficin	Bitkisel	İncir	Sistein
Bacillus Proteazı	Bakteriyel	*Bacillus subtilis*	Serin
Aspartic Proteazı	Fungal	*Aspergillus oryzae*	Aspartik

Papain, bromelain ve ficin, sistein proteazlardır ve geniş bir spektrum aktivitesine sahiptirler (Barrett ve ark. 2004; Bekhit ve ark. 2014b). Protein moleküllerinin bağları üzerine etki göstererek, kas proteininin degrade olmasını sağlamaktadırlar. Bu proteazlar etin pH değeri aralığında aktiftirler (papain, pH aralığı 5.8–7; bromelain, pH aralığı 5-7 ve ficin, pH aralığı 5-8). Bu proteinler için ideal sıcaklık aralığı ise yaklaşık 50–60°C'dir. Ete uygulanan sıcaklık işlemi ile proteinlerin azami ölçüde aktivite göstermeleri mümkün olmaktadır. Aktinidin; papain, bromelain ve fisin gibi enzimlerden daha yüksek bir pH aralığında aktif hale gelmektedir (ideal aralık 7-10, ancak pH 5-7'de de aktiviteye sahip olabilir). Bunun yanı sıra, aktif etkinlik gösterdiği sıcaklık aralığı bu enzimler ile benzerlik göstermektedir. Zingibain, ham zencefil özünden elde edilmektedir; pH 6-7 aralığında ve 60°C sıcaklıkta maksimum aktiviteye sahip olmaktadır (Huff-Lonergan 2014).

Bakteriyel ve fungal enzimler önce sarkolemma üzerine etki göstererek sarkolemmayı eritmekte, daha sonra miyofibriller proteinleri parçalamaktadırlar. Eti yumuşatma üzerine oldukça etkili olan bitkisel kökenli enzimler, miyofibriller proteinlerin yanı sıra bağ doku proteinleri üzerinde de etkin rol oynamakta, bağ doku

mukopolisakkaridlerini ve bağ doku liflerini hidrolize etmektedirler (Anar 2012; Bekhit ve ark. 2014b; Huff-Lonergan 2014). Bu enzimleri kullanmanın en büyük zorluğu ise aşırı yumuşatma etkisine karşı koyabilecek uygulama düzeyini belirlemektir. Bu husus üzerine devam eden araştırmalar, enzimlerin etkin uygulanma şekillerinin ortaya çıkartılması üzerine odaklanmıştır (Bekhit ve ark. 2014b).

Bitkisel ve mikrobiyel proteazların kombine kullanımının etin yumuşatılması üzerinde sinerjistik bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir (Arshad ve ark. 2016). Bu yüzden bu enzimlerin kombine kullanımı uygulayıcılar tarafından tercih edilmektedir.

Mikrobiyel proteazlar etteki substratlara karşı daha spesifik bir aktivite göstermekedir. Örneğin, *Aspergillus oryzae*'dan elde edilen aspartik proteaz, bağ doku üzerine herhangi bir etki göstermezken, sadece miyofibriller proteinler üzerine etki etmektedir. Bazı mikrobiyel proteazların sahip olduğu önemli başka bir özellik de, aşırı yumuşama riskini ortadan kaldırmak için kendi aktivitesini sınırlamasıdır (Ashie ve ark. 2002). Aspartik proteazlar, postmortem dönemde vakum ambalaj içerisinde 4°C'de depolamada, 7 ve 14 gün boyunca inaktif halde bulunmaktadırlar (Pietrasik ve Shand 2006).

Etlerin olgunlaştırılması amacıyla kullanılan ideal bir enzim; bağ dokudaki kollagen ve elastine spesifik etki gösteren, etin nispeten düşük pH değerinde etkili olabilen, etin depolandığı düşük sıcaklıklarda veya pişirme sırasındaki yüksek sıcaklıklarda görev yapabilen, proteolitik yapıda olmalıdır (Gerelt ve ark. 2000; Marques ve ark. 2010).

- **Papain:**

Papain (E.C 3.4.22.4), tropik bir bitki olan *Carica papaya*'nın özütünden ekstrakte edilen non-spesifik bir sistein proteazıdır (Calkins ve Sullivan 2007; Marques ve ark. 2010). Bu özüt; caricain, kimopapain, glisil endopeptidaz ve papain gibi birçok proteaz karışımını içermektedir (Feijoo-Siota ve Villa 2011; Gomes ve ark. 2018).

Sahip olduğu proteolitik özellikler sayesinde gıda endüstrisinde etin olgunlaştırılmasında, un ve bira üretiminde ise katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Katsaros ve ark. 2009; Marques ve ark. 2010).

Papain, hem miyofibriller, hem de kollajen proteinlerde önemli ölçüde yıkımlanmaya neden olan, farklı boyutlarda protein fragmentleri içeren bir enzimdir (Ashie ve ark. 2002). Geniş bir pH aralığında aktif olmasına rağmen, en yüksek aktiviteyi pH 4,0-6,0 aralığında göstermektedir (Calkins ve Sullivan 2007).

Bazik aminoasitler veya bunların büyük hidrofobik yan zincirlerini ayırmaktadır. Bu durum da hidrofobik aminoasitlere sahip olan peptidlerden, ağızda acı bir tat bırakan ürün oluşumu ile sonuçlanmaktadır (Payne 2009). Bununla birlikte, papain eti aşırı yumuşatma eğilimi göstererek etin hamur gibi bir yapıya (unumsu) sahip olmasına sebep olmaktadır. Bu durum da papainin eti yumuşatma amacıyla ticari kullanımını sınırlamaktadır (Calkins ve Sullivan 2007; Han ve ark. 2009).

Papain, olgunlaşma safhasında etin Z diskinde büyük bir parçalanmaya sebep olarak eti kısa sürede yumuşatma özelliği göstermektedir. Buna karşın, uygulama yöntemi bakımından yüzeylere nüfuz etme yeteneği zayıf olduğundan ürüne enjekte edildiğinde daha etkin bir şekilde sonuç alınmaktadır (Marques ve ark. 2010).

Papainin aktivite göstermesi için en uygun sıcaklık aralığı 65-80°C'dir. Ancak, Ashie ve ark. (2002) buzdolabı koşullarında (4°C) 1-2 hafta depoladıkları etlerde de yumuşaklığın anlamlı bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yumuşama etkisi genellikle pişirme işlemi boyunca meydana gelmektedir (Calkins ve Sullivan 2007). Enzimin inaktive olması için yüksek sıcaklık ve basınç etkisi gibi (%95 papain inaktivasyonu sağlamak için, 900 MPa ve 80°C'de 22 dakikalık işlem gerekmektedir) işlemler gerekmektedir (Calkins ve Sullivan 2007).

- **Bromelain:**

Bromelain (E.C 3.4.4.24), *Bromeliacea* familyasına ait bir bitki olan ananasın (*Ananas comosus*) meyve, yaprak ve gövdelerinde bol miktarda bulunan bir proteolitik enzimdir. Bu enzim, diğer proteazlar gibi, genellikle etin yumuşaması ile sonuçlanan, miyofibriller proteinleri ve kollajeni degrade etme yeteneğine sahiptir (Marques ve ark. 2010).

Bromelain, ilk olarak sarkolemmadaki kollajenin %40'ını yıkılmadıktan sonra miyofibriller komponentlerden myosini parçalamaktadır. Bu enzim, 0°C'de düşük de olsa aktivite göstermesine karşılık, bu aktivite 50-70°C'de önemli ölçüde artış

göstermektedir ve 80°C'ye kadar bir düşüş olmadan aktivasyonu devam ettirebilmektedir (Calkins ve Sullivan 2007).

McKeith ve ark. (1994) bromelain solüsyonunun daldırma veya tamburlama yerine kas içine enjekte edilerek uygulanmasının etin yumuşaklığını önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Ionescu ve ark. (2008) ise, sığır etinin 4°C'de 24 saat olgunlaştırması için en iyi bromelain konsantrasyonunun 10 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir.

- **Fungal Proteaz (*Aspergillus oryzae* proteazı):**

Fungal proteazlar, *Aspergillus oryzae*'dan elde edilen proteolitik aktiviteli aspartik proteaz sınıfındaki enzimlerdir (Ashie ve ark. 2002). *Aspergillus oryzae*'nin proteolitik enzimlerinin, kırmızı ve beyaz ette gevrekliği arttırıcı ajan olarak kullanılmasına uzun bir süredir izin verilmektedir (USDA 1999).

Enzimin, kasta etkin aktivite gösterdiği kısım miyofibriller proteinlerdir. Bunun yanı sıra, kas dokudaki mevcut kollajenin de yıkımı şekillenmektedir. Aspartik proteazlar, soğuk muhafaza altında 14 gün depolama süresince düşük aktivite gösterirken; 55°C'de optimum aktiviteye sahiptirler. Bu durum sıcaklık 60°C'ye ulaştığında belirgin bir ölçüde düşmektedir. Aspartik proteazlar, asidik koşullarda aktif haldedirler ve aktivitesi pH 7,0 değerine kadar devam etmektedir (Ashie ve ark. 2002).

Aspartik proteazlar, bitkisel enzimlerin aksine kas dokuda meydana getirdikleri yumuşatma etkisini sürekli olarak devam ettirmezler. Kendi kendini sınırlayan bir enzim olması, protein yapısında yeterli düzeyde yıkımlanma meydana getirerek aktivite gösterdiği kas dokuda hamurumsu ya da unumsu bir yapı oluşumunun önüne geçip, albenisi daha yüksek bir ürün şekillenmesini sağlamaktadır (Calkins ve Sullivan 2007).

b) Elektrik Stimülasyonu:

Kesim işleminin ardından, karkasların belli noktalarına yerleştirilen elektrotlar yardımıyla elektrik akımı uygulanması elektrik stimulasyonu (ES) olarak adlandırılmaktadır (Anar 2012).

Elektrik stimülasyonu uygulaması, başlangıçta küçükbaş hayvan karkaslarında meydana gelen cold shortening olayını önlemek için geliştirilmiştir. Günümüzde etin

olgunlaşma süresini kısaltmak, yumuşaklığını ve gevrekliğini arttırmak gibi amaçlarla yararlanılan bir uygulama haline gelmiştir (Hwang ve ark. 2003; Nazlı ve ark. 2010; Cetin ve ark. 2012; Juárez ve ark. 2012; Polidori ve Vincenzetti 2017).

Kesim sonrasında karkaslara uygulanan elektriksel uyarılar, merkezi sinir sistemi ile tüm vücuda yayılarak, kasları kontrakte etmekte ve mevcut glikojen, ATP ve kreatin fosfatın harcanmasını sağlamaktadır. Glikolizis olayının hızlanması ile postmortem dönemde hızlı bir pH düşüşü şekillenmektedir. Böylece elektrik stimülasyonu uygulanan karkaslarda pH değeri birkaç saat içerisinde olması gereken değerlere düştüğünden, bu karkasların cold shortening riski olmadan soğutulabilmeleri mümkün olmaktadır (Hwang ve ark. 2003; Polidori ve Vincenzetti 2017).

Elektrik stimülasyonu, kasların yanı sıra kan damarlarının da kontrakte olmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda, iyi bir kan akışı sağlanarak açık ve parlak renkli etler elde edilebilmektedir. Elektrik stimülasyonu uygulanmış karkaslarda rigor mortis kısa sürede oluşabilmekte, ölüm sertliğinin ortadan kalkması ile enzimatik reaksiyonlar başlayarak, etlerin olgunlaşması şekillenebilmektedir (Anar 2012).

Elektrik stimülasyonu ile, kesme kuvveti (Shear Force - SF) değerleri %15-30 düzeyinde azalabilirken, duyusal maeyene neticesinde elektrik stimülasyonu uygulanan etlerin, stimülasyon uygulanmayanlara oranla %10-50 oranında daha yumuşak yapıda olabildikleri gözlemlenmiştir (Juárez ve ark. 2012).

c) Kalsiyum Klorid İnfüzyonu:

Rigor mortis öncesinde veya postmortem dönemde kaslara uygulanan kalsiyum klorid enjeksiyonu, olgunlaşma süresini kısaltmaktadır (Anar 2012; Juárez ve ark. 2012). Yapılan çalışmalar sonucunda, kalsiyum klorid infuzyonu yapılan kasların kesimden 1 gün sonra, normal süresinde (7-14 günde) olgunlaşmış kasların yumuşaklığına ulaştığı saptanmıştır. Bu etkinin, kalpain sisteminin erken aktivasyonuna bağlı olarak şekillendiği düşünülmektedir. Böylece daha yüksek oranda proteoliz olayının şekillenmesi ile daha yumuşak etlerin oluşumu mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, kalsiyum klorid infüzyonu yapılan karkaslardan elde edilen etlerde gözlenen istenmeyen lezzet oluşumu, bu yöntemin ticari uygulamalarını kısıtlamaktadır (Juárez ve ark. 2012).

d) Ultrasonik Titreşim Uygulamaları:

Uygulanan yüksek ve düşük frekansta ultrason dalgaları ile hücre duvarları tahrip edilerek sarkoplazma içerisindeki lizozomal enzimlerin salınmasını uyaran, buna bağlı olarak proteolizisi hızlanarak etin olgunlaşmasına olanak sağlayan bir yöntemdir (Anar 2012).

e) Hidrostatik Basınç Uygulaması:

Hidrostatik basınç uygulaması, mikroorganizmaların inaktivasyonu ile ürün güvenliği ve raf ömrünü arttırarak, bu sayede gıdaların kalitesini korumak amacıyla, 100 ile 600 MPa arasında yoğun izostatik basınç uygulanmasını içeren popüler bir yöntemdir (Juárez ve ark. 2012). Bu yöntemde, belirli basınç altındaki sudan yararlanılarak miyofibriller proteinlerin hidrolize edilmesi sağlanarak, etin olgunlaşma sürecine katkıda bulunulmaktadır (Anar 2012).

Hidrostatik basınç uygulaması (> 200 MPa) sırasında, bazı makromoleküller doğal yapılarını değiştirebilmektedir ve bu durum da protein çözünürlüğü ve renk üzerine etkili olmaktadır (Juárez ve ark. 2012).

f) Hidrodinamik Basınç Yöntemi:

Hidrodinamik basınç teknolojisinde, nitrometan ve amonyum nitrat kullanılarak su içerisinde kısa süreli aralıklarla şekillenen, yüksek basınçlı şok dalgaları oluşturulmaktadır. Eti, bu şok dalgalarının bulunduğu su içerisine yerleştirerek miyofibriller proteinler ve kollajen üzerinde bir etki oluşturulmakta ve olgunlaşma hızlandırılmaktadır (Anar 2012; Juárez ve ark. 2012).

2.8.4. Etin Su Tutma Kapasitesinde Meydana Gelen Değişiklikler

Kesimden hemen sonra etlerin pH değeri yüksek ve kas dokudaki ATP miktarı fazladır. Buna bağlı olarak, oluşan aktinomyosin kompleksleri kalıcı hale gelmemiş ve rigor mortis şekillenmemiştir. Bu devrede, aktin ve myosin filamentleri arasındaki boşlukta fazla miktarda suyun tutulması mümkün olmaktadır. Kesimden 24-48 saat

sonra, ATP'nin tamamen harcanmasına ve etin pH değerlerinin izoelektrik noktaya düşmesine bağlı olarak su tutma kapasitesi en düşük düzeye ulaşmaktadır (Yıldırım 1996; Savell ve ark. 2005).

2.8.5. Etin Elektrik Direncinde Meydana Gelen Değişiklikler

Redoks potansiyel sisteminde redüksiyon ve oksidasyon tepkimelerine bağlı olarak bir proton geçişi meydana gelmektedir. Ette meydana gelen biyokimyasal olaylara bağlı olarak, elektrik direnci de değişkenlik göstermektedir. Kesimden hemen sonra etin elektrik direnci 1700–2000 Ohm iken, kesimden 24 saat sonra bu değer ATP'nin tükenmesi ve pH değerinin düşmesi ile 180–290 Ohm'a kadar gerilemektedir (Uğur ve ark. 1998; Kahraman 2007).

2.8.6. Etin Renginde Meydana Gelen Değişiklikler

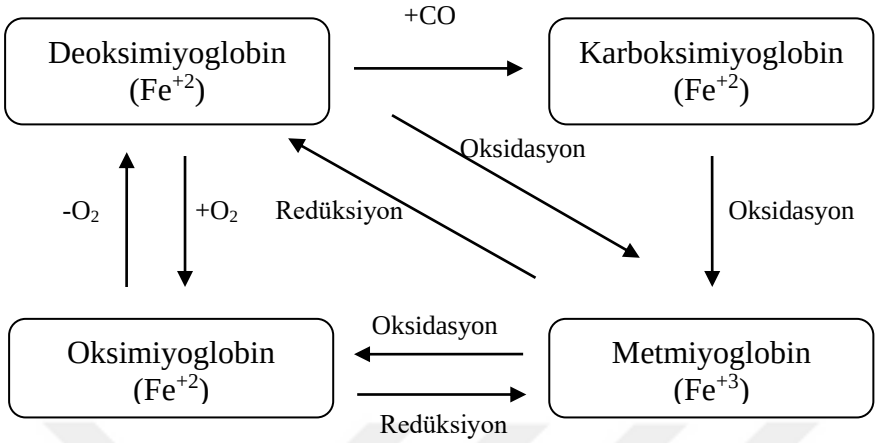
Kesimden hemen sonra et, koyu kırmızı renktedir. Taze etin yapısındaki miyoglobin (Mb), havada bulunan oksijeni (O_2) absorbe ederek demir iyonu ile bağlamakta ve ete parlak kırmızı rengini veren **oksimiyoglobin**'i (MbO_2) oluşturmaktadır. Tüketiciler tarafından arzu edilen bu açık kırmızı renk, ette kalite kriteri olarak kabul edilmektedir (Uğur ve ark. 1998; Kahraman 2007; Suman ve Joseph 2014).

Karbonmonoksit, hemoglobin bileşiği gibi miyoglobin bileşiğine de yüksek affinite göstermektedir. Etteki miyoglobinin karbonmonoksit ile birleşmesi sonucunda, **karboksimiyoglobin** oluşmakta, bu da ete parlak kiraz kırmızısı bir rengi vermektedir (Suman ve Joseph 2014).

Ortamda yeterli miktarda oksijen bulunmaması halinde, miyoglobin veya oksimiyoglobinin oksidasyonu sonucu **metmiyoglobin** (MMb^+) oluşumu şekillenmekte ve et kahverengileşmektedir. Miyoglobinin denaturasyonu sonucu şekillenen bu durum uzun süre depolanmış etlerde görülmektedir (Mancini ve Hunt 2005).

Kahverengileşme meydana gelmiş ette, proteinlerin parçalanması ile **verdomiyoglobin** oluşmakta ve ette yeşil renk oluşumu gözlenmektedir (Kahraman 2007).

Şekil 2-5: Ette meydana gelen renk değişimlerinin oluşum mekanizması (Mancini ve Hunt 2005)



2.9. Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemlerinin Etin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri eti farklı şekillerde etkileyebilmekte; neticesinde etin yumuşaklık, lezzet, aroma, verim ve maliyet gibi kalite ve ekonomik kriterleri şekillenmektedir.

Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri uygulanmış sığır etlerinin kalite parametrelerindeki değişiklikler Tablo 2-4'de özetlenmiştir (Khan ve ark. 2016).

Tablo 2-4: Kuru ve yaş olgunlaştırılmış sığır etlerine ait kalite parametrelerinin karşılaştırılması (Khan ve ark. 2016)

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

2.9.1. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Etin Yumuşaklığı Üzerine Etkisi

Süre ve sıcaklık, gevrek bir ürün elde edebilmek için gerekli olan iki önemli faktördür ve etin yumuşaklığı olgunlaştırma süresinin uzamasına paralel olarak artış göstermektedir (Khan ve ark. 2016).

Olgunlaşmış bir etin gevrekliği, kas tipi ve bağ doku miktarına bağlı olarak değişebilmektedir. Bunun nedeni, farklı kas gruplarının tüketici beğenisi doğrultusunda uygun gevrekliği sağlamak için değişken olgunlaştırma süreleri gerektirmesidir (Bratcher ve ark. 2005; Monson ve ark. 2005).

Mungure ve ark. (2016), olgunlaştırma süresinin gerilme kuvveti (SF-Shear Force) değeri üzerine etkili olduğunu ve 21 güne varan olgunlaştırma sürecinde bu değeri azaldığını bildirmişlerdir. Olgunlaştırma ile birlikte gerilme kuvveti değerinde meydana gelen önemli azalma, endojen enzimler tarafından miyofibriller proteinlerin yıkımlanmasına bağlı olarak şekillenmektedir (Koohmaraie 1996).

Li ve ark. (2014), olgunlaştırma yöntemi ve süresi arasındaki ilişkinin gevreklik üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak gevrekliğin de arttığını tespit etmişlerdir. Kuru olgunlaştırma yöntemi kullanılan et örneklerinin 19 günlük olgunlaştırma sonrasında vakum ambalaj içerisindeki etlerden daha fazla gevrekliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

2.9.2. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Aroma ve Lezzet Üzerine Etkisi

Olgunlaştırma, sığır etinin ağız hissi, lezzet ve sululuk gibi özelliklerini geliştirmektedir (Irurueta ve ark. 2008). Olgunlaştırılmış sığır eti, olgunlaştırılmamış et ile karşılaştırıldığında kendine özgü tuzlu veya kavrulmuş bir lezzete sahiptir (Gorraiz ve ark. 2002; Bruce ve ark. 2005).

Olgunlaşma sürecinde etteki mikrobiyel flora tarafından salgılanan lipolitik enzimlerin etkisi ile et yağının hidrolizasyonu şekillenmekte ve bunun sonucunda gliserin, karbonil bileşikleri ve serbest yağ asitleri oluşmaktadır (Anar 2012).

Postmortem dönemde, ölüm sertliği gerçekleşinceye kadar ATP'nin parçalanması ile ADP, AMP, inosin monofosfat (IMP), inosin, hipoksantin, riboz, serbest fosfor asidi (PO_4), inorganik fosfat ve amonyak (NH_3) gibi parçalanma ürünleri

açığa açıkmaktadır. ATP, ADP üzerinde AMP'ye parçalanmakta ve AMP'nin yıkımlanması ile oluşan inosinden riboz ve hipoksantin meydana gelmektedir. Hipoksantin, ette aroma gelişimine katkıda sağlayan bileşiklerin başonda gelmektedir. Etin aroma komponentini hipoksantinden başka, amino asitler ve yağ asitleri oluşturmaktadır. Et lezzetinin oluşmasında glutamik asit de etkilidir (Anar 2012; Dashdorj ve ark. 2016; Khan ve ark. 2016).

Kuru olgunlaştırılmış sığır etleri, kanlı ve metalik bir lezzete sahip yaş olgunlaştırılmış etlerden farklı olarak kavrulmuş bir et lezzeti taşımaktadır (Warren ve Kastner, 1992; Campbell ve ark. 2001; Khan ve ark. 2016).

Campbell ve ark. (2001), en az 14 gün boyunca kuru olgunlaştırma işlemine tabi tutulmuş etlerin lezzet özelliklerinin yaş olgunlaştırılan (vakum paket içerisinde olgunlaştırılan) etlere göre daha fazla geliştiğini belirtmişlerdir. Etin bu özelliklerindeki gelişmelerin, kuru olgunlaştırma işleminin neden olduğu yüksek masrafları dengelediği sonucuna varmışlardır.

Kuru olgunlaştırılmış et ürünleri, yaş olgunlaştırılmış veya olgunlaştırılmamış ürünlere kıyasla daha karakteristik bir lezzete sahiptir (Warren ve Kastner 1992; Khan ve ark. 2016).

Hodges ve ark. (1974), 15 gün kuru olgunlaştırılmış kontrfilelerde kontrol grubuna göre lezzet yoğunluğunda bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Daszkiewicz ve ark. (2003), 0-2°C'de 10-14 gün süre ile olgunlaştırılan *M. longissimus lumborum* kasına ait sığır etlerinin, 3-7 gün olgunlaştırılan etlere kıyasla daha iyi bir lezzete sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

21 günden fazla olgunlaştırılmış etlerde, lezzet karakteristiklerinde azalma gözlenirken; 35 günden daha uzun olgunlaştırma süreleri, etteki metalik lezzetin artmasına sebep olabilmektedir (Yancey ve ark. 2005).

Kuru olgunlaştırma, vakum veya karbondioksit paketli olarak olgunlaştırmaya göre daha yoğun et lezzeti ile sonuçlanmaktadır (Jeremiah ve Gibson 2003; Sitz ve ark. 2006).

İnosin-5-monofosfat (IMP) konsantrasyonunun, olgunlaştırma süresine azaldığı, aynı anda inosin ve hipoksantin konsatrasyonlarının ise arttığı belirlenmiştir (Kato ve Nishimura 1987). Ayrıca, daha yüksek IMP konsantrasyonları ve bunların yıkımlanma ürünleri postmortem olgunlaştırmanın 72. saatinde tespit edilebilmiştir. Bu da,

kesimden sonra geçen sürenin artması ile oluşan lezzet ve aroma bileşiklerinin de gelişme sağlayacağını göstermektedir. Uzun süren olgunlaşma dönemine bağlı olarak şekillenen yüksek derecede proteoliz sonucu ette, serbest aminoasitlerde ve diğer lezzet prekürsörlerinde artış meydana gelmekte ve buna paralel olarak da etteki umami tat, butter fried taste ve gevreklik gelişmektedir (Koutsidis ve ark. 2008).

Li ve ark. (2014), olgunlaştırma yöntemi (geleneksel kuru olgunlaştırma, kuru olgunlaştırma poşeti ve vakum paketli-yaş olgunlaştırma) ve süresinin duyusal özellikler üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında kuru olgunlaştırma yöntemi kullanılarak olgunlaştırılan etlerin vakum paketli olarak olgunlaştırılan örneklerden daha yüksek umami tat ve butter fried taste sahip olduklarını belirlemişlerdir. Kuru olgunlaştırma poşeti ve vakumlu olgunlaştırılan etlerin geleneksel kuru olgunlaştırma kullanımına göre, kesit yüzeyinde daha fazla metalik ve karaciğer kokusu olduğu, yenildikten sonra ağızda metalik bir lezzet bıraktığı tespit edilmiştir. Metalik tat, vakum pakette olgunlaştırılan etlerde geleneksel kuru olgunlaştırmadan daha fazla iken; yağlı tat vakumla olgunlaştırılan etlerde kuru olgunlaştırma yöntemi kullanılanlara kıyasla daha düşüktür. Kuru olgunlaştırma yöntemi kullanılarak, 19 gün süre ile olgunlaştırılmış etlerde, vakuma göre daha fazla tuzlu tat gözlenmiştir. Vakum altında, 8 gün süre ile olgunlaştırılan örneklerde ekşi tadın daha fazla olduğu ve bu tadın olgunlaştırma süresi uzaması ile azaldığı bildirilmiştir. Çalışmada düşük mermerleşme düzeyine sahip etlerin kullanılmasına rağmen, kuru olgunlaştırma yöntemleri kullanılarak olgunlaştırılan örneklerin vakum paketli olgunlaştırılanlara göre umami tat, lezzet kokusu (nutty odour) ve gevreklik gibi bazı tipik özellikler bakımından daha yüksek puanlar gösterdiği açıklanmıştır.

Ahnström ve ark. (2006), kuru olgunlaştırma poşeti ve geleneksel kuru olgunlaştırma ile olgunlaştırılan örnekler arasında duyusal özellikler açısından herhangi bir farklılık tespit etmemişlerdir.

DeGeer ve ark. (2009), kuru olgunlaştırma poşeti ve geleneksel kuru olgunlaştırma ile olgunlaştırılan örnekler arasında sadece tatlı ve acı tatlarda farklılıklar bulmuşlardır.

Bazı çalışmalarda, kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma kullanılarak olgunlaştırılan sığır etleri arasında duyusal özellikler açısından bir farklılık bulunmazken (Laster ve ark. 2008; Smith ve ark. 2008); bazıları kuru olgunlaştırma yöntemi ile olgunlaştırılan sığır etinin daha yoğun aromaya sahip olduğunu bildirmiş

(Warren ve Kastner 1992); bir kısım araştırmacı ise yaş olgunlaştırılan etlerin daha iyi tada sahip olduğunu belirtmişlerdir (Parrish ve ark. 1991; Sitz ve ark. 2006).

2.9.3. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Renk Üzerine Etkisi

Sığır etlerinde kırmızı rengin korunması/devamlılığı, satın alma sırasında tüketiciler tarafından bir kalite kriteri olarak görülmesi bakımından önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Khan ve ark. 2016).

Et yüzeyinin rengi ve bunun dayanıklılığı, taze etin pazarlanabilme durumunu belirleyen kritik bir parametredir. Ayrıca, pişirilmiş etin iç rengi kabul edilebilirlik derecesi ve tüketim noktası için bir gösterge olarak kullanılmaktadır (Suman ve ark. 2014).

Etin olgunlaşması sürecinde şekillenen enzimatik değişiklikler ile bazı proteinlerin parçalanması sonucunda, parlak veya hafif kırmızı bir et rengi oluşmaktadır (Gasperlin ve ark. 2001; Jayasooriya ve ark. 2007).

Et rengi; etin pigment içeriği, pH değeri, protein denaturasyonu ve pişirme sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Khan ve ark. 2016).

Olgunlaşma, pH değerinde artışa sebep olabilecek farklı aminoasitlerin oluşmasını sağlayan protein hidrolizi ile meydana gelmektedir (Gasperlin ve ark. 2001; Jayasooriya ve ark. 2007). Ayrıca, olgunlaşma süresi, longisssimus dorsi kaslarının enstrümental renk parametreleri üzerine etki göstermektedir (Khan ve ark. 2016).

Vitale ve ark. (2014), 14-21 gün yaş olgunlaştırmaya tabi tuttukları longissimus thoracis kasına ait sığır etlerinde, 0-8 gün olgunlaştırılan örneklere göre daha düşük renk kararlılığı gözlemlemişler ve bu farklılığın miyoglobin ve lipid oksidasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Olgunlaşma boyunca proteinlerin denaturasyonu, daha açık bir renk oluşumu ve su aktivitesinin azalması ile sonuçlanmıştır (Jayasooriya ve ark. 2007).

Li ve ark. (2014), olgunlaştırma yöntemleri (geleneksel kuru olgunlaştırma, kuru olgunlaştırma poşeti ve vakum paketli-yaş olgunlaştırma) ve sürelerinin etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma süresinin L^* değeri ve renk tonu (h^*)

üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırma poşetlerinde olgunlaştırılan örneklerin L^* değeri ve bütün olgunlaştırma yöntemleri ile olgunlaştırılan örneklerin renk tonu, olgunlaştırma/uygulama süresinin uzamasıyla artmıştır. Olgunlaştırma yönteminin yağsız sığır etinin rengi üzerinde etkisi olmadığı belirtilmiştir. Vakum pakette olgunlaştırılan örnekler, 19 gün süre ile geleneksel kuru olgunlaştırılanlara göre daha yüksek chroma ve a^* değeri gösterme eğilimindedir. Genel olarak bu çalışmada, olgunlaştırma yönteminin et rengi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı; 19 günlük olgunlaştırma sonrasında sadece a^* ve chroma değerlerinde bir farklılık eğilimi gözlenmiştir.

Dikeman ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada vakum pakette olgunlaştırılan kontrfilelerin, 21 gün boyunca geleneksel kuru olgunlaştırma ve kuru olgunlaştırma poşeti kullanılanlara kıyasla daha yüksek L^* değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda, 62,8°C son sıcaklığa sahip kuru olgunlaştırılan etlerin a^* ve b^* değerlerinin, kuru olgunlaştırma poşeti ile ve vakum altında olgunlaştırılanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kuru olgunlaştırma poşetlerinde ve vakumla olgunlaştırma sonrasında, sıcaklık değerindeki son noktanın artmasıyla a^* ve b^* değerleri önemli ölçüde azalmıştır.

2.9.4. Kuru ve Yaş Olgunlaştırmanın Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi

Etin üretilmesi, paketlenmesi ve işlenmesi sırasında oluşan nem kaybı, kalite değişikliklerinin en önemli nedenidir ve et ağırlık bazında satıldığı için, yüksek su tutma kapasitesine sahip ürünlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Su tutma kapasitesi ve renk, genellikle ürünün son pH değeri ile ilişkilidir ve bu faktörler, etin kalite indikatörü olarak değerlendirilmektedir. Etin su tutma kapasitesi, bağ dokuyu parçalayan kollajenaz enzimi ve su tutma kapasitesinin geliştirilmesinden sorumlu miyofibriller proteinlerin varlığına bağlı olarak arttırılmaktadır (Bruce ve ark. 2005; Khan ve ark. 2016).

2.10. Enzim Uygulamalarının Etin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Etin yumuşatılması, bitkisel (papain, bromelain, ficin) ve mikrobiyel (bakteriyel ve fungal) kökenli proteolitik enzimlerin eksojen olarak kullanılması ile sağlanabilmektedir (Abdel-Naeem ve Mohamed 2016; Arshad ve ark. 2016).

Etin yumuşatılması; etin lezzeti ve tüketici beğenisi ile ilişkili en önemli faktördür. Etin yumuşatılmasında kullanılan mikrobiyel ve bitkisel proteazların potansiyeli ile ilgili birçok çalışma bildirilmiştir.

Calkins ve Sullivan (2007) proteazların etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında, papain (9 ppm), bromelain (14,5 ppm) ve fisin (9 ppm)'den kollajen hidrolizasyonu üzerine en etkili olanın papain, daha sonra ficin ve bromelainin olduğunu rapor etmişlerdir.

Kesme kuvveti (SF-Shear Force) değerleri incelendiğinde; kontrol grubunun en az yumuşaklığa sahipken, papain uygulanan örneklerin en düşük sayısal değere sahip ve çok daha yumuşak yapıda olduklarını bildirmişlerdir (Calkins ve Sullivan 2007).

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), ananastan elde edilen bromelain ekstraktının sığır, tavuk ve kalamar etleri üzerindeki yumuşatma etkisini araştırdıkları çalışmalarında, ekstraktın hem miyofibriller (aktin ve myosin), hem de bağ doku proteinlerinin degradasyonunu katalize etmek suretiyle eti yumuşatma potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Sullivan ve Calkins (2010), 7 farklı enzim (papain, ficin, bromelain, homojenize taze zencefil, *Bacillus subtilis* proteazı ve 2 *Aspergillus oryzae* proteazı) uygulamasının, Triceps brachii ve supraspinatus kas grupları üzerindeki yumuşatma derecesini (Warner-Bratzler ve duyusal değerlendirme) ve etki tarzını (miyofibriller veya kollajeni yıkımlama) araştırmışlardır. Taze zencefil uygulanan gruplar hariç; enzim uygulanan bütün et örneklerinin hem duyusal hem de enstrümental analizleri sonucunda, yumuşaklığın geliştiği (Shear Force değeri azalmış ve miyofibriller proteinler ile kollajen yıkımlanmış) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, etteki en fazla yumuşamanın papain enzimi uygulanan grupta olduğu, ancak etin sululuğunun ve yapısal değişiminin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Mikrobiyel kökenli proteazlar, miyofibriller proteinler üzerine bağ dokudan daha fazla etkili iken; ficin hariç diğer bitkisel kökenli proteazlar da ters bir eğilim gözlenmiştir. Ayrıca, bütün enzim uygulamalarının, tüm bağ dokular üzerine etki göstererek etin yumuşaklığını

arttırdığı sonucuna varmışlardır. *A. oryzae* proteazının da potansiyel etkisi vurgulanmış olup, bu formulasyonun uygulandığı örnekler ile bromelain uygulananların benzer kalite özellikleri gösterdiği belirlenmiştir (Sullivan ve Calkins 2010).

Istrati ve ark. (2012), postmortem proteolitik enzim (papain ve bromelain) uygulamasının sığır etinin yumuşaklığı üzerine etkisini incelemişlerdir. Papain ve bromelainin birlikte kullanımını, tek başına papain uygulanan ve kontrol grubundaki örneklere göre bağ doku üzerine çok daha etkili bulduklarını bildirmişlerdir.

Ashie ve ark. (2002), papain ve bir mikrobiyel enzimin (aspartik proteinaz) etin proteinleri ve yumuşaklığı üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki enzimin de kesme kuvveti (Shear Force - SF) değerini azalttığını tespit etmişlerdir. Papainin dozu arttırıldıkça, et örnekleri üzerindeki yumuşatma etkisinin de artmaya devam ettiği, ancak dozun 0,01 AU/100 g'ın üzerine çıktığı et örneklerinin hamur benzeri bir yapı kazanarak yumuşaklık değerlendirmesine uygun olmadıklarını bildirmişlerdir. Diğer yandan, aspartik proteinaz uygulamasının kesme kuvveti değerini %25-30 oranında azalttığı ve 0,01 AU/100 g'ın üzerindeki dozlarda da yumuşaklıkta herhangi bir artışa göstermediği belirlenmiştir.

Akpan ve Omojola (2015), sığır etini yumuşatmak amacıyla farklı konsantrasyonlarda (%0, %0,2, %0,4, %0,6, %0,8 ve %1,0) uyguladıkları papain enziminin etin kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Papain enzimi enjekte edilen et örnekleri ile enjekte edilmeyenler örneklerin su tutma kapasiteleri (WHC) arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Uygulanan enzim konsantrasyonunun arttırılması ile kesme kuvveti (SF) değerinde doğrusal olarak bir azalma elde edilmiştir. Duyusal olarak; lezzet, sululuk, kolay parçalanabilme, çiğneme sonrası ağızda kalan tortu ve genel kabul edilebilirlik gibi parametreler açısından uygulama grupları arasında farklılık bulunmamakla birlikte, %0,6 oranında papain ile muamele edilen etler diğer gruplara göre daha iyi derecelendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda, etin yumuşatılması amacıyla uygulanan papain enziminin %0,6'ya kadar kullanılabileceği tavsiye edilmektedir.

Ashie ve ark. (2002), papain ile aspartik proteazın (AP) etin proteinleri ve gevrekliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, aspartik proteazın etin yumuşatılmasında %25-30 düzeyinde gelişme sağladığını tespit etmişlerdir. Papain ve bromelain gibi onaylı enzimlerin istenmeyen yan etkileri nedeniyle etin yumuşatılması

amacıyla sınırlı kullanılmalarına rağmen; çalışmanın sonuçları *Aspergillus oryzae*'den ekstrakte edilen aspartik proteazın bu enzimlerin eksikliklerini gidermek amacıyla kullanılabileceğine dikkat çekmektedir. Tüketicinin tüketime hazır et ve diğer gıda ürünlerine artan ilgisi nedeniyle, aspartik proteazın özgün niteliklerinden sadece mevcut enzimatik prosesler için değil, aynı zamanda et işleyişine yenilikçi yaklaşımlar sağlayarak yeni ürünler geliştirmek için de faydalanılabilmektedir (Ashie ve ark. 2002).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

3.1.1. Sığır Eti Örnekleri

Çalışmada kullanılan sığır etleri (M. longissimus dorsi lumborum-kontrfile) İstanbul ili içerisinde hizmet veren bir et ve et ürünleri satış firmasından (Güvenal 2 Et Gıda İnş. Oto. Tur. Tic. ve San. Lmt. Şti.) temin edilmiş olup, bu etler deneysel uygulamaya kadar İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Mezbaha ve Et Değerlendirme Ünitesinde soğuk muhafaza (0-2°C) altında tutuldu.

Çalışmada kullanılacak etler, hayvan refahına uygun şekilde kesimi gerçekleşmiş, 1,5-2 yaş arası erkek hayvanlardan temin edildi.

3.1.2. Enzim Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler

- Papain (EC 3.4.22.2, Sigma-Aldrich, 76220)
- Bromelain (EC 3.4.22.32, Sigma-Aldrich, B4882)
- Fungal Proteaz (Sigma-Aldrich, P6110)
- Fizyolojik tuzlu su (%0,9)

3.1.3. Olgunlaştırma Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar

- Vakum ambalajlama paketi
- Vakum makinesi (Orved VM 18, İtalya)
- Yaş olgunlaştırma kabini (Bosch)
- Kuru olgunlaştırma kabini (YSG Soğutma Sistemleri, İstanbul)

3.1.4. Laboratuvarda Kullanılan Alet-Ekipman ve Cihazlar

- Renk ölçüm cihazı (Hunterlab ColorFlex, US)
- Tekstür ölçüm cihazı (Instron M4333 Shear and TPA fixtures, İngiltere)
- Su aktivite ölçüm cihazı (Decagon, AquaLab LITE, ABD)
- Doku numunesi hazırlama cihazı (Leica Biosystems, TP1020, Almanya)
- Doku gömme cihazı (Leica Biosystems, EG1160, Almanya)
- Araştırma mikroskobu (Leica Biosystems, DFC2500, Almanya)
- Pleksiglas plakalar
- pH metre (Hanna HI 9321, Sigma-Aldrich)
- Spektrofotometre (Chebios Optimum-One)
- Ultra-turrax (ART Miccra RT)
- Stomacher (Lab Blender 400)
- Hassas terazi (Sartorius)
- Etüv (Memmert, Heraus)
- Tüp karıştırıcı – Vortex (Velp Scientifica Rx^3)
- Otoklav (Hirayama HV-501)
- Benmari (GFL)
- Distile su cihazı (Nüve NS 312)
- Buzdolabı (Arçelik)
- Duyusal muayene kabinleri ve ön hazırlık ekipmanları
- Cam malzemeler ve diğer laboratuvar malzemeleri

3.1.5. Analizlerde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

3.1.5.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri

- Standart Plate Count Agar (Oxoid, CM0463)
- Violet Red Bile Glucose Agar (Oxoid, CM0485)
- Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX) Agar (Oxoid, CM0945)
- Baird Parker Agar (Oxoid, CM0275)
- Egg-Yolk Tellurite Emulsion (Oxoid, SR0054)
- Pseudomonas Agar Base (Oxoid, CM0559)
- CFC Selective Agar Supplement (Oxoid, SR0103)
- Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar (Merck, 1.16000)
- Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC) Agar (Merck 1.00888)
- Streptomycin Thallous Acetate Actidione Agar (Oxoid, CM0881)
- STAA Selective Supplement (Oxoid, SR0151)
- de Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar (Oxoid, CM0361)

3.1.5.2. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Çözeltiler

- Trikloroasetik Asit (Merck, M100810)
- Thiobarbituric Asit (Merck, M108180)
- Fosforik Asit (Merck, M100563)
- Phosphate Buffered Saline (Himedia, M1452)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Sığır Etlerinin Deneysel Uygulamalar için Hazırlanması

Aynı yemleme prosedürüne tabi tutulmuş 1,5-2 yaş arası erkek sığırlar seçilerek kesim öncesi ayrıldı ve mezbahada kesim hijyenine özen gösterilerek hayvan refahına uygun bir şekilde kesime tabi tutuldu.

Kesim işlemini takiben soğuk muhafaza altında depolanan karkaslardan 18-24 saat sonra söküm yapılarak *M. longissimus dorsi lumborum* kasları ayrıldı. Elde edilen etler deneysel uygulamaya kadar İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Mezbaha ve Et Değerlendirme Ünitesinde soğuk muhafaza (0-2°C) altında tutuldu.

Her bir hayvana ait karkastan çıkarılan *M. longissimus dorsi lumborum* (kontrfile) kaslarının sağ tarafı kuru olgunlaştırma (Dry Aging), sol tarafı ise yaş olgunlaştırma (Wet Aging) için ayrıldı. Kuru olgunlaştırma işlemi için kullanılacak etler kemikli olarak ayrılırken, yaş olgunlaştırma işlemine tabi tutulacak olan etler ise kemiksiz hale getirildi. Bu aşamayı takiben, kemikli ve kemiksiz kontrfileler biri kontrol grubu olmak üzere 4 ayrı gruba ayrılarak önceden belirlenen enzim solüsyonları ile muamele edilene kadar soğukta (4°C) muhafaza edildi.

Enzim uygulaması sonrası kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulacak etlere ait deneysel gruplar Tablo 3-5'de özetlendi.

Tablo 3-5: Enzim uygulaması sonrasında kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulacak *M.longissimus dorsi lumborum* kaslarına ait deneysel gruplar

GRUP	AÇIKLAMA
DC	Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etler
DP	Papain enzimi uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
DB	Bromelain enzimi uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
DF	Fungal proteaz enzimi uygulanan ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
WC	Yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etler
WP	Papain enzimi uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
WB	Bromelain enzimi uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler
WF	Fungal proteaz enzimi uygulanan ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etler

3.2.2. Sığır Etlerine Uygulanan Enzimler ve Olgunlaştırma İşlemleri

Her bir gruba (Tablo 3-5) aşağıda belirtilen düzeylerde enzim solüsyonu (0,15 g/L, %0,9'luk steril tuzlu suda hazırlanmış) enjeksiyon yoluyla uygulanarak homojen bir şekilde etle muamelesi sağlandı (Ionescu ve ark. 2008) (Tablo 3-6). Her bir gruba ait örnekler (n=12) belirtilen şekilde hazırlandıktan sonra 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırma işlemlerine tabi tutuldu.

Kuru olgunlaştırma 0-2°C'de, %75-80 relatif rutubette yapılırken; yaş olgunlaştırma ise etler O_2 geçirgenliği 4°C'de 3–6 ml $O_2/m^2/24$ saat olan ve %0 relatif rutubete; su buharı geçirgenliği 37,8°C'de 0,5–0,6 g/64,516 $cm^2/24$ saat olan ve % 100 relatif rutubete sahip paketleme materyaliyle vakum paketlendikten sonra 0-2°C'de bekletilerek gerçekleştirildi.

Tablo 3-6: Sığır etlerine uygulanacak enzim çeşitleri, oranları ve olgunlaştırma yöntemleri

Enzim Uygulaması	Olgunlaştırma Yöntemi	
	Kuru olgunlaştırma (Dry aging)	Yaş Olgunlaştırma (Wet aging)
Kontrol (Enzim uygulanmamış)	-	-
Papain	0,015 g/kg	0,015 g/kg
Bromelain	0,015 g/kg	0,015 g/kg
Fungal Proteaz	0,015 g/kg	0,015 g/kg

3.2.3. Laboratuvar Analizleri

Et örnekleri olgunlaştırmanın 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik (aerob mezofil toplam mikroorganizma, psikrotrof bakteriler, *Enterobacteriacea*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., laktik asit bakterileri, küf-maya), fiziko-kimyasal (pH, a_w, nem miktarı, ağırlık kaybı - WL, pişirme kaybı - CL, su tutma kapasitesi - WHC, Tiyobarbitürik asit değeri - TBARS, metmiyoglobin miktarı), histolojik (sarkomer uzunluğu - SL), instrumental tekstür (kesme kuvveti - SF), instrumental renk (*L**, *a**, *b**, *C**, *h**) ve duyusal (vizüel renk, doku, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik) analizlere tabi tutuldu.

3.2.3.1. Mikrobiyolojik Analizler

Sığır eti örneklerinden her grup için ayrı olacak şekilde aseptik koşullar altında steril poşetlere 25'er gram numune alınarak, üzerine 225 ml steril peptonlu su ilave edildi ve stomacherde homojenize edildi. Elde edilen ana dilüsyondan aynı sulandırıcı kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlandı ve aranılan mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutuldu (ISO 6887-1, 1999).

- **Toplam Aerob Mezofil Mikroorganizma Sayımı**

Toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısının belirlenmesinde Standard Plate Count Agar (APHA) (Oxoid, CM0463) kullanıldı. Çift tabaka dökme yöntemiyle ekim yapılarak, plaklar 30°C'de 72 saat inkübe edildikten sonra üreyen bütün koloniler sayıldı (ISO 4833, 2003).

- **Psikrotrof Bakteri Sayımı**

Psikrotrof bakterilerin sayımında, Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanıldı. Ekim yapılan plaklar 7°C'de 10 gün inkübasyonun ardından değerlendirildi (ISO 17410, 2001).

- ***Enterobacteriaceae* Sayımı**

Enterobacteriaceae grubu bakterilerin sayımında, Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG - Oxoid, CM0485) besiyerine inoküle edilen örnek dilüsyonları 37°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra 0,5 mm ve daha büyük çaplı tipik koloniler sayıldı (ISO 21528-2, 2004).

- ***Escherchia coli* Sayımı**

Escherichia coli sayımında, TBX Agar (Oxoid, CM0945) besiyerine inoküle edilen örnek dilüsyonları 44°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra üreyen bütün tipik koloniler sayıldı (ISO 16649-2, 2001).

- ***Staphylococcus aureus* Sayımı**

Staphylococcus aureus sayısının saptanması Baird–Parker agar (BPA - Oxoid CM0275) besiyerine yayma plak ekim yöntemi ile ekim yapıldı ve 35°C'de 24-48 saat inokulasyondan sonra üreyen bütün tipik koloniler değerlendirildi. *S.aureus*'tan şüpheli tipik koloniler DNase, koagulaz ve katalaz testine tabi tutuldu (ISO 6888-1).

- ***Brochothrix thermosphacta* Sayımı**

Brochothrix thermosphacta sayımında, Streptomycin Thallous Acetate Actidione agara (STAA - Oxoid, CM0881) örnekler inokule edildikten sonra, 22°C'de 48 saat inkube edildi. Saman renginde, 0,5-1,0 mm çapındaki tipik koloniler sayıldı. Kolonilerin *Pseudomonas* spp.'den ayrımı için oksidaz testi uygulanarak, oksidaz negatif koloniler *B. thermosphacta* olarak kaydedildi (NMKL 1991).

- ***Pseudomonas* spp. Sayımı**

Pseudomonas spp. sayımında, CFC Selective Agar Supplement (Oxoid, SR0103) ilaveli Pseudomonas Agar Base (Oxoid, CM0559) besiyerinde kullanılarak, inokule edilen örnekler 25°C'de 48 saat inkübasyondan sonra sayıldı. Her bir plaktan rastgele seçilen beş adet koloniye oksidaz testi uygulanarak oksidaz pozitif koloniler *Pseudomonas* spp. olarak kaydedildi (ISO 13720, 2010).

- **Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı**

Laktik asit bakterilerinin sayımı için de Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS - Oxoid, CM0361)'a çift tabaka dökme ekim tekniği uygulandı. Plaklar 30ºC'de 72 saat inkübasyon sonucunda değerlendirilip, toplu iğne başı büyüklüğündeki pembe-beyaz kolonilerin sayımı yapıldı (ISO 15214, 1998).

- **Küf - Maya Sayımı**

Küf-maya sayısı, hazırlanan dilüsyonların Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar (Oxoid, PO5032A)'a yayma ekim yöntemi ile

inokulasyonunun ardından, 25ºC'de 5 gün inkübasyonundan sonra değerlendirilmesi ile belirlendi (ISO 7954, 1988).

3.2.3.2. Fiziko-Kimyasal Analizler

- **pH Tayini**

Homojenize edilmiş ve sulandırılmış (10 g/100 ml saf su) sığır etlerinin pH değerleri dijital bir pH metre (Hanna HI 9321) kullanılarak saptandı (AOAC 1990).

- **Su Aktivitesi (a_w) Tayini**

Küçük parçalar haline getirilen et örnekleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Decagon AquaLab LITE, ABD) kullanılarak, AOAC tarafından önerilen metoda göre ölçüldü (AOAC 1990).

- **Nem Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş et örneklerinden 2 g alınarak Sartorious MA45 Nem Tayin Cihazında 105°C'de sabit tartıma kadar kurutulmak suretiyle nem miktarı belirlendi (AOAC 1990).

- **Su Tutma Kapasitesi (WHC) Tayini**

Su tutma kapasitesinin (WHC) ölçümü için, yaklaşık 300 mg et örneği bir kurutulmuş süzgeç kağıdı üzerine tartıldı. Örnek ve süzgeç kâğıdı pleksiglas plakalar arasına konuldu ve cam plakalar üzerine 1 kg'lık ağırlık yerleştirilerek 20 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletildi. Bu sürenin sonunda plakaların üzerindeki ağırlık alınıp süzgeç kâğıdı çıkarıldı ve süzgeç kâğıdı üzerinde gözlenen dairelerin alanı Autocad 2008 programı kullanılarak hesaplandı (Vural ve Öztan 1996).

Su tutma Kapasitesi= Etin Yayılma Alanı (cm^2)/Toplam Alan (cm^2)

- **Tiyobarbitürik Asit Değeri (TBARS) Analizi**

Et örnekleri iyice parçalandıktan sonra 20 g alınıp, 50 ml %20'lik trikloroasetik asit (2 M fosforik asit solüsyonunda hazırlanmış) ilave edilerek ultra-turraks aracılığıyla homojenize edildi. Deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanarak filtre edildi ve filtratın 5 ml'si, 5 ml taze hazırlanmış 0,005 M tiyobarbitürik asit solüsyonu ile karıştırıldı. Karışım birkaç defa çevrilmek suretiyle karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında 15 saat bekletildi. Oluşan rengin absorbansı UV spektrofotometrede 530 nm'de ölçüldü. TBARS değeri aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplandı (Shrestha ve Min 2006).

$$\text{TBARS değeri} : \frac{(\text{Absorbans} - 0{,}0121) \times (72{,}06 / 94)}{0{,}1379} \text{ mg MDA*/ kg}$$

*Sonuç, reaksiyonda oluşan malondialdehid (MW: 72,06) üzerinden verilmektedir.

- **Metmiyoglobin Miktarı Tayini**

Sığır etlerinden elde edilen örneklerin metmiyoglobin miktarlarını hesaplamak için 5 g örnek 40 mM soğuk tamponlanmış fosfat çözeltisinde 10 sn süre ile homojenize edildi ve homojenizat 1 saat 4°C'de beklemeye bırakıldıktan sonra 4500g'de 30 dakika santrifüj edildi. Süpernatant Whatman No.1 filtre kağıdından süzüldükten sonra 572, 565, 545 ve 525 nm absorbansta UV spektrofotometresinde ölçüldü. Yüzde metmiyoglobin miktarı ise aşağıda belirtilen formüle göre hesaplandı (Bekhit ve ark. 2003).

$$\%\ \text{Metmiyoglobin miktarı} = [-2{,}51 \times (A572 / A525) + 0{,}777 \times (A565 / A525) + 0{,}8 \times (A545 / A525) + 1{,}098] \times 100$$

3.2.3.3. Histolojik Analiz

- **Sarkomer Uzunluğu Ölçümü**

Enzim uygulamalarının ardından kuru ve yaş olgunlaştırma işlemlerine tabi tutulan sığır etlerinden 2., 7., 14., 21. ve 28. analiz günlerinde, sarkomer uzunluklarının ölçülmesi amacı ile 1 cm^3 büyüklükte doku parçaları %10 tamponlu formol solüsyon içerisine alındı. Bu örnekler İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Laboratuvarında rutin histolojik prosedürün uygulanmasını takiben parafine gömülerek, bloklar oluşturuldu. Bu bloklardan alınan kesitlere hematoksilen-eozin boyaması uygulandı (Floyd 2002) ve Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Laboratuvarında bulunan DFC2500 Leica araştırma mikroskobunda fotoğraflandı. Her preparattan 10 farklı sarkomer uzunluğu ölçümü Image J programında yapıldı ve bu ölçümlerin ortalama değerleri alınarak değerlendirmeleri yapıldı.

3.2.3.4. İnstrumental Analizler

- **Renk Analizi**

Et örneklerinin CIE *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık) ve *b** (sarılık) değerleri HunterLab ColorFlex Renk Ölçüm Sistemi (Hunter Associates Laboratory, Inc., ABD) kullanılarak belirlendi. Cihaz üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, Y eksenindeki L; 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan açıklık-koyuluk derecesini, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a) ve Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu veya yerini göstermektedir. Bütün renk ölçümleri cihazın "gün ışığı" modunda 8 mm görüş açıklığı ve 25 mm bağlantı noktası boyutu ile diffüz aydınlatma (D65 2° observer) kullanılarak değerlendirildi. Her bir örnekten yağsız tarafları görüntülenecek şekilde beş ölçüm yapıldı ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları hesaplandı. Renk koyuluğu [Chroma (*C**)] ve renk açısı/ton açısı [hue angle (*h**)] değerleri, analizler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda sırasıyla $C^*=(a^{*2} + b^{*2})^{½}$ ve $h^*=tan^{-1}\ (b^*/a^*)$ formülleri ile hesaplandı (AMSA 1991).

- **Kesme Kuvveti (Warner-Bratzler Shear Force - WBSF) Analizi**

Longissimus dorsi kaslarından alınan örneklerin kesme kuvveti (SF) analizlerinde Warner-Bratzler Shear Force Texture Analyzer (Instron, 3343 model, İngiltere) cihazından yararlanıldı. Olgunlaştırmanın belirtilen günlerinde alınan etler 1 x 1 cm kalınlığında dilimlendikten sonra her bir örnek için Warner-Bratzler bıçağının kesme işlemi sırasında uygulanan en yüksek kuvvet (kg/cm^2) ve kuvvet x zaman grafiği BlueHill 2 işletim sisteminden yararlanılarak kayıt altına alındı (Vergara ve ark. 2005). Örneklerden elde edilen çoklu okuma değerlerinin (her bir grup için en az 10 farklı okuma) aritmetik ortalamaları alınarak SF değeri belirlendi.

3.2.3.5. Duyusal Analizler

Et örneklerinin organoleptik özellikleri seçilen on iki kişilik bir panel tarafından duyusal olarak değerlendirildi. Panelistler her bir gruba ait etleri çiğ ve pişmiş (180°C'deki elektrikli fırında 10-15 dakika pişirilen etler, iç sıcaklıkları 80°C'e ulaşınca dışarı alınıp 10 eşit parçaya ayrıldı ve yaklaşık 1x1x1 cm ebatlı örnek parçaları alüminyum folyolara sarılıp kodlandıktan sonra 60°C'deki başka bir fırında analize kadar muhafaza edildi) olarak renk, koku, doku, lezzet (sadece pişmiş örneklerde) ve genel kabul edilebilirlik (Tablo 3-7) yönünden 10 cm'lik bir çizgi skala üzerinde (0: kabul edilemez; 10: mükemmel) derecelendirme ölçeği (görsel analog skala) kullanarak işaretledi. Değerlendirme işleminin ardından, her bir panelistin skala üzerinde işaretlediği noktalar cetvel ile ölçülerek elde edilen puanlar kayıt altına alındı ve her bir duyusal kriter için panelistlerin vermiş olduğu puanlar toplanıp ortalamaları alınmak suretiyle deneysel grupların verileri elde edildi (ISO 6658, 1985; ISO 8586-1, 1993).

Tablo 3-7: Duyusal değerlendirmede kullanılacak tanımlayıcı özellikler ve açıklamaları

Karakteristik	Açıklama
Renk	Renk tonu = Sarı/kırmızıdan kırmızı/yeşile değişen renk Renk yoğunluğu = Açık, solgun renkten koyu, kuvvetli renge değişim
Koku	Koku yoğunluğu = Kokuyla alakalı bütün etmenlerin yoğunluğu Ekşi koku = Organik asitlerle ilişkili koku Tatlı koku = Şeker ile ilişkili koku Asidik koku = Tatlı/ekşi meyve özütlerine bağlı şekillenen koku
Doku	Yumuşaklık = Ürünü ısırıp koparmak için harcanan güç Çiğnenebilirlik = Yutmadan önce ağızda çiğnemek için gerekli iş gücü Sululuk = Ağızda ürünle ilgili olarak alınan sululuk algısı
Lezzet	Lezzet yoğunluğu = Lezzetle alakalı bütün etmenlerin yoğunluğu Tuzlu tat = Tuzla ilişkili tat Tatlı tat = Şeker ile ilişkili tat Ekşi tat = Organik asitlerle ilişkili tat Acı tat = Oksidasyona bağlı şekillenen tat Asidik tat = Tatlı/ekşi meyve özütlerine bağlı şekillenen tat Umami tat = Sığır eti lezzetine bağlı şekillenen et suyu tadı
Genel kabul edilebilirlik	Panelistler tarafından algılanan hedonik beğeni ortalaması

3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin varyans analizleri zaman periyoduna göre enzim ve olgunlaşma yöntemi uygulamaları için gruplar arasındaki istatistikî karşılaştırmalar SPSS 25.00 paket programının General Linear Model (GLM) prosedürü uygulanarak hesaplanmıştır. İstatistik modellerde ana etki olarak enzim uygulaması, olgunlaştırma yöntemi ve enzim uygulaması × olgunlaştırma yöntemi interaksiyonuna yer verilmiştir. İnteraksiyonların önemli çıktığı durumlarda alt gruplar arasındaki farkın önem kontrolü için tek yönlü Varyans Analizi ve Duncan testi uygulanmıştır (SPSS 2017).

GLM analizinde kullanılan istatistik modelle aşağıda verilmiştir:

$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$

Y_{ijkl}: Herhangi bir özelliğin değerlendirme sonucunu

μ: Beklenen ortalama değeri

a_i: Enzim uygulaması (*i*: Papain, Bromelain ya da Fungal proteaz enzimleri)

b_j: Olgunlaştırma yöntemi (*j*: Kuru ya da yaş olgunlaştırma)

ab_{ij}: Enzim uygulaması × Olgunlaştırma yöntemi interaksiyonu

e_{ijk}: Şansa bağlı hata payını ifade etmektedir.

Duyusal panel sonuçlarının istatistiki analizinde uygulanan modelde ise enzim uygulaması, olgunlaştırma yöntemi, panelist ve panel günü ana etkileri ile bu ana etkiler arasında önemli bulunan interaksiyonlar kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Farklı enzimlerle (papain, bromelain ve fungal proteaz) muamele edilerek kuru ve yaş olgunlaştırma işlemlerine tabi tutulan sığır eti örnekleri; olgunlaştırmanın 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik (aerob mezofil toplam mikroorganizma, psikrotrof bakteriler, *Enterobacteriacea, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Brochothrix thermosphacta, Pseudomonas* spp., laktik asit bakterileri, küf-maya), fiziko-kimyasal (pH, su aktivitesi, nem miktarı, ağırlık kaybı, pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, tiyobarbitürik asit değeri, metmiyoglobin miktarı), histolojik (sarkomer uzunluğu), instrumental renk (*L*, a*, b*, C*, h**), instrumental tekstür (kesme kuvveti) ve duyusal (vizüel renk, doku, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik) analizlere tabi tutulmuştur.

Enzim uygulamalarını takiben 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca çift tekrarlı olarak analizlere tabi tutulan 12 adet sığır karkasından alınan *M. Longissimus dorsi lumborum* etlerine ait analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve istatistiksel olarak ortalamaları Şekil 4-6 – 4-33 ve Tablo 4-8 – 4-73'de gösterilmiştir.

4.1. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

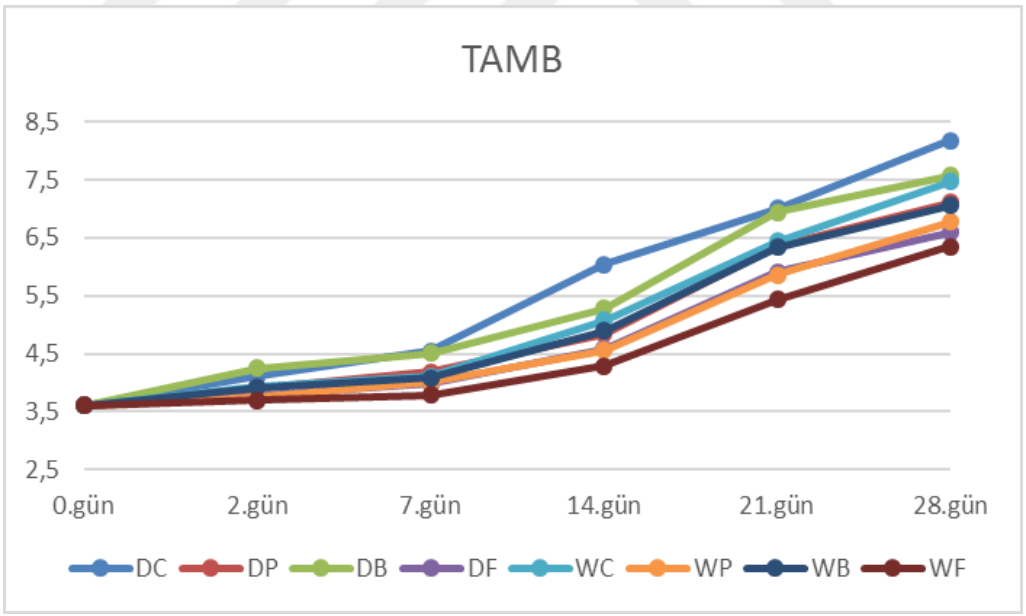
Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerine yapılan analizlerde hiçbir örnekte *E.coli* ve *S.aureus*'a rastlanmamıştır.

4.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakterilere (TAMB) Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin TAMB sayısındaki değişimler Tablo 4-8 ve Şekil 4-6'de gösterilmiştir. Sığır etlerinin başlangıç TAMB sayıları 3,603 Log kob/g olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4-8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	3,603	4,104	4,549	6,038	7,012	8,179
	DP	3,603	3,916	4,190	4,840	6,365	7,108
	DB	3,603	4,249	4,505	5,285	6,947	7,577
	DF	3,603	3,771	3,976	4,590	5,913	6,589
Yaş olgunlaştırma	WC	3,603	3,929	4,111	5,080	6,444	7,470
	WP	3,603	3,754	4,001	4,565	5,860	6,776
	WB	3,603	3,908	4,086	4,889	6,339	7,060
	WF	3,603	3,694	3,784	4,284	5,440	6,346



Şekil 4-6: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
TAMB	2		4,016^{ac}±0,074	3,835^{bc}±0,074	4,079^{a}±0,074	3,733^{b}±0,074	4,010^{a}±0,052	3,821^{b}±0,052	**0,005**	**0,013**	0,649
	7		4,330^{a}±0,066	4,095^{b}±0,066	4,295^{a}±0,066	3,880^{c}±0,066	4,305±0,046	3,995^{b}±0,046	**<0,001**	**<0,001**	0,351
	14		5,559^{a}±0,043	4,702^{c}±0,043	5,087^{b}±0,043	4,437^{d}±0,043	5,188^{a}±0,030	4,705^{b}±0,030	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	6,038^{A}±0,047	4,840^{D}±0,075	5,285^{B}±0,028	4,590^{E}±0,082					
		W	5,080^{C}±0,059	4,565^{E}±0,059	4,889^{D}±0,063	4,284^{F}±0,056					
	21		6,728^{a}±0,054	6,113^{b}±0,054	6,643^{a}±0,054	5,676^{c}±0,054	6,559^{a}±0,038	6,021^{b}±0,038	**<0,001**	**<0,001**	0,814
	28		7,824^{a}±0,047	6,942^{c}±0,047	7,319^{b}±0,047	6,468^{d}±0,047	7,363^{a}±0,033	6,913^{b}±0,033	**<0,001**	**<0,001**	**0,003**
		D	8,179^{A}±0,094	7,108^{C}±0,068	7,577^{B}±0,075	6,589^{E}±0,040					
		W	7,470^{B}±0,037	6,776^{D}±0,068	7,060^{C}±0,067	6,346^{F}±0,059					

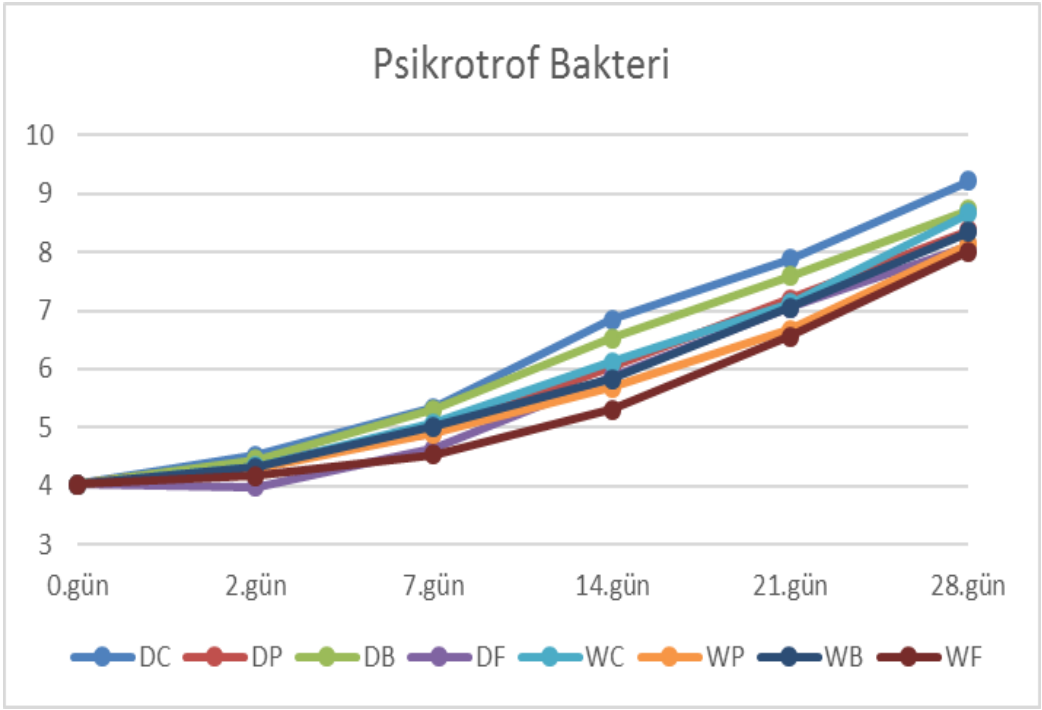
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).
$^{A-F}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.1.2. Psikrotrof Mikroorganizmalara Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin psikrotrof mikroorganizma sayısındaki değişimler Tablo 4-10 ve Şekil 4-7'de gösterilmiştir.

Tablo 4-10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	4,037	4,520	5,342	6,851	7,882	9,214
	DP	4,037	4,413	4,915	6,028	7,201	8,367
	DB	4,037	4,456	5,308	6,530	7,594	8,717
	DF	4,037	3,992	4,642	5,873	7,049	8,113
Yaş olgunlaştırma	WC	4,037	4,341	5,082	6,115	7,118	8,658
	WP	4,037	4,298	4,895	5,690	6,677	8,141
	WB	4,037	4,318	5,019	5,829	7,052	8,346
	WF	4,037	4,171	4,535	5,314	6,552	8,011



Şekil 4-7: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Psikrotrof bakteri	2		4,430^{a}±0,053	4,356^{a}±0,053	4,387^{a}±0,053	4,081^{b}±0,053	4,345^{a}±0,038	4,282^{b}±0,038	**<0,001**	**<0,001**	0,240
	7		5,212^{a}±0,045	4,905^{b}±0,045	5,164^{a}±0,045	4,589^{c}±0,045	5,052^{a}±0,032	4,883^{b}±0,032	**<0,001**	**<0,001**	0,124
	14		6,483^{a}±0,044	5,859^{c}±0,044	6,179^{b}±0,044	5,593^{d}±0,044	6,320^{a}±0,031	5,737^{b}±0,031	**<0,001**	**<0,001**	**0,007**
		D	6,850^{A}±0,014	6,028^{CD}±0,093	6,530^{B}±0,071	5,873^{DE}±0,084					
		W	6,115^{C}±0,062	5,690^{E}±0,069	5,829^{E}±0,027	5,314^{F}±0,015					
	21		7,500^{a}±0,053	6,939^{c}±0,053	7,323^{b}±0,053	6,801^{c}±0,053	7,432^{a}±0,038	6,850^{b}±0,038	**<0,001**	**<0,001**	0,270
	28		8,936^{a}±0,048	8,254^{c}±0,048	8,532^{b}±0,048	8,062^{d}±0,048	8,603^{a}±0,034	8,289^{b}±0,034	**<0,001**	**<0,001**	**0,008**
		D	9,214^{A}±0,062	8,367^{C}±0,119	8,717^{B}±0,062	8,113^{D}±0,037					
		W	8,658^{B}±0,090	8,141^{D}±0,016	8,346^{C}±0,045	8,011^{D}±0,057					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

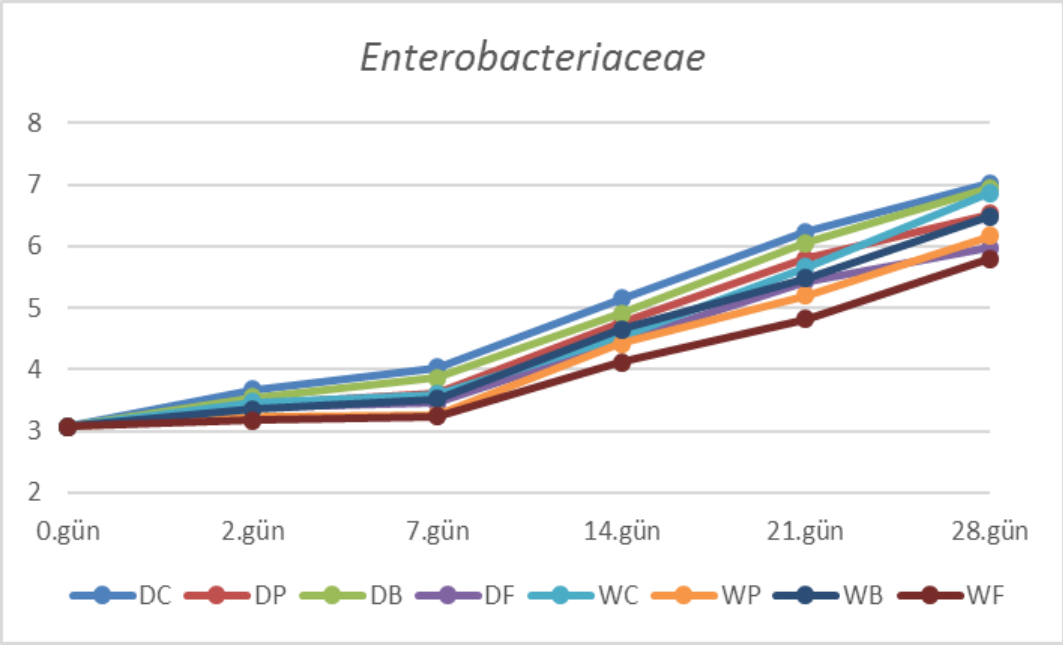
$^{A-F}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterilerine Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayısındaki değişimler Tablo 4-12 ve Şekil 4-8'de gösterilmiştir.

Tablo 4-12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	3,077	3,674	4,022	5,151	6,229	7,024
	DP	3,077	3,433	3,612	4,755	5,801	6,524
	DB	3,077	3,544	3,859	4,901	6,046	6,947
	DF	3,077	3,386	3,452	4,460	5,427	5,979
Yaş olgunlaştırma	WC	3,077	3,471	3,592	4,531	5,664	6,862
	WP	3,077	3,231	3,268	4,426	5,196	6,164
	WB	3,077	3,354	3,523	4,648	5,473	6,489
	WF	3,077	3,173	3,238	4,117	4,814	5,798



Şekil 4-8: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Enterobacteriaceae* sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Enterobacteriaceae	**2**	3,572^{a}±0,072	3,332^{bc}±0,072	3,449^{ac}±0,072	3,279^{bc}±0,072	3,509^{a}±0,051	3,307^{b}±0,051	**0,025**	**0,006**	1,000
	7	3,807^{a}±0,056	3,440^{b}±0,056	3,691^{a}±0,056	3,345^{b}±0,056	3,736^{a}±0,039	3,405^{b}±0,039	**<0,001**	**<0,001**	0,591
	14	4,841^{a}±0,053	4,590^{b}±0,053	4,774^{a}±0,053	4,288^{c}±0,053	4,817^{a}±0,037	4,430^{b}±0,037	**<0,001**	**<0,001**	0,081
	21	5,946^{a}±0,038	5,499^{c}±0,038	5,760^{b}±0,038	5,120^{d}±0,038	5,876^{a}±0,027	5,287^{b}±0,027	**<0,001**	**<0,001**	0,963
	28	6,943^{a}±0,049	6,344^{c}±0,049	6,718^{b}±0,049	5,888^{d}±0,049	6,618^{a}±0,035	6,328^{b}±0,035	**<0,001**	**<0,001**	0,104

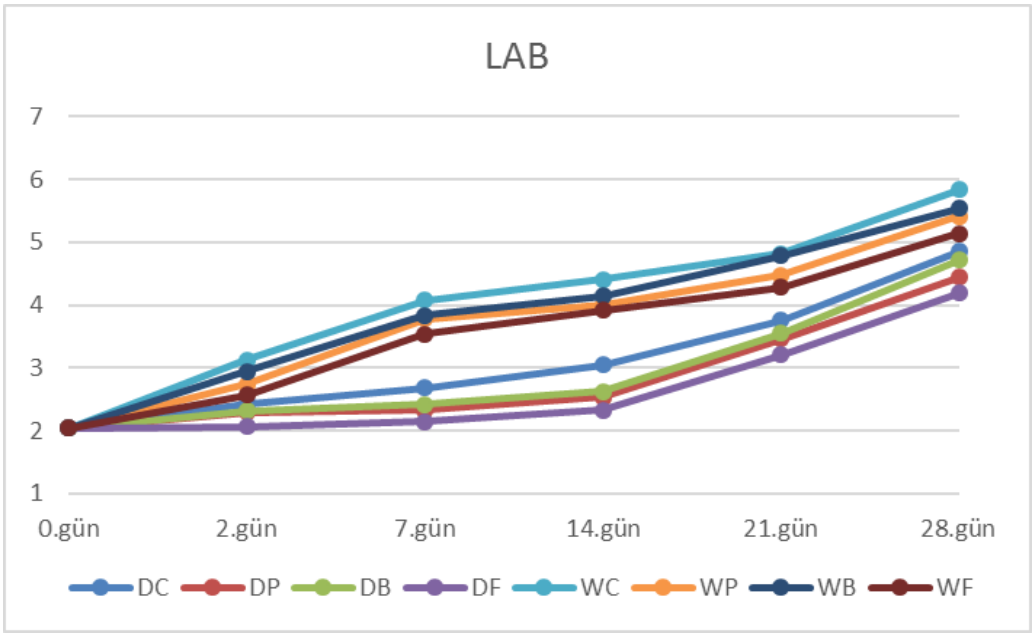
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

4.1.4. Laktik Asit Bakterilerine (LAB) Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin LAB sayısındaki değişimler Tablo 4-14 ve Şekil 4-9'de gösterilmiştir.

Tablo 4-14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	2,041	2,433	2,685	3,042	3,760	4,856
	DP	2,041	2,291	2,326	2,526	3,452	4,439
	DB	2,041	2,319	2,413	2,619	3,552	4,714
	DF	2,041	2,065	2,144	2,320	3,202	4,189
Yaş olgunlaştırma	WC	2,041	3,123	4,072	4,411	4,815	5,834
	WP	2,041	2,736	3,776	4,000	4,480	5,411
	WB	2,041	2,945	3,835	4,139	4,779	5,532
	WF	2,041	2,564	3,542	3,913	4,279	5,134



Şekil 4-9: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin laktik asit bakterileri (LAB) sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
LAB	2	2,778^{a}±0,100	2,514^{ac}±0,100	2,632^{a}±0,100	2,314^{bc}±0,100	0,781^{a}±0,005	0,736^{b}±0,005	**0,012**	**<0,001**	0,812
	7	3,378^{a}±0,087	3,051^{bc}±0,087	3,124^{b}±0,087	2,843^{c}±0,087	2,392^{a}±0,062	3,806^{b}±0,062	**0,001**	**<0,001**	0,994
	14	3,726^{a}±0,068	3,263^{bc}±0,068	3,379^{b}±0,068	3,117^{c}±0,068	2,627^{a}±0,048	4,116^{b}±0,048	**<0,001**	**<0,001**	0,694
	21	4,287^{a}±0,076	3,966^{bd}±0,076	4,165^{ad}±0,076	3,741^{c}±0,076	3,491^{a}±0,054	4,588^{b}±0,054	**<0,001**	**<0,001**	0,795
	28	5,345^{a}±0,067	4,925^{c}±0,067	5,123^{b}±0,067	4,661^{d}±0,067	4,549^{a}±0,047	5,478^{b}±0,047	**<0,001**	**<0,001**	0,816

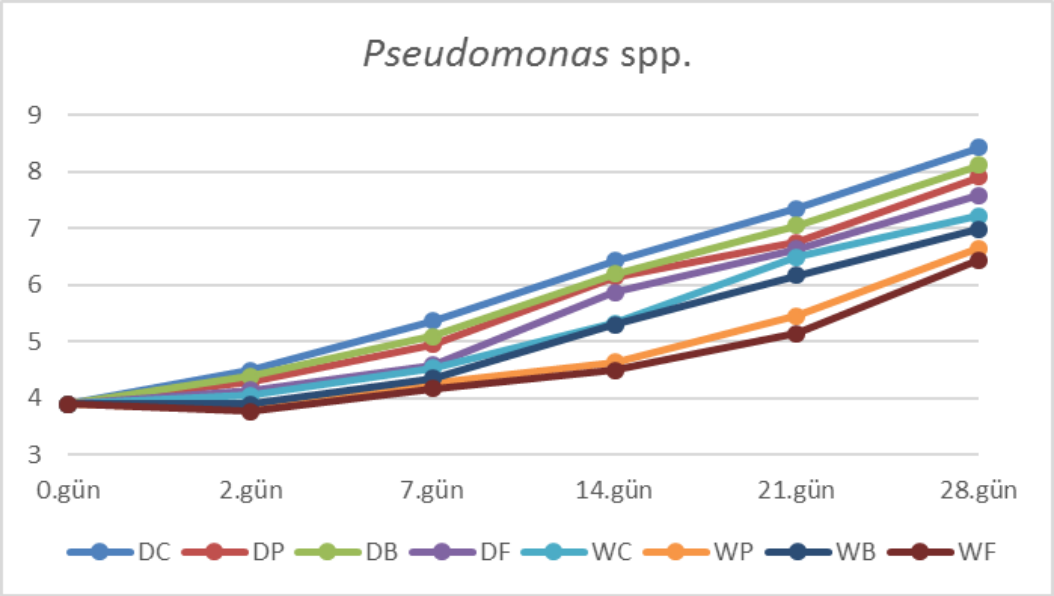
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

4.1.5. *Pseudomonas* spp.'e Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişimler Tablo 4-16 ve Şekil 4-10'de gösterilmiştir.

Tablo 4-16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	3,892	4,492	5,369	6,433	7,358	8,426
	DP	3,892	4,287	4,945	6,149	6,750	7,906
	DB	3,892	4,396	5,095	6,195	7,050	8,112
	DF	3,892	4,144	4,581	5,873	6,638	7,581
Yaş olgunlaştırma	WC	3,892	4,056	4,533	5,326	6,500	7,219
	WP	3,892	3,812	4,260	4,632	5,461	6,654
	WB	3,892	3,901	4,346	5,294	6,167	6,981
	WF	3,892	3,773	4,164	4,500	5,144	6,445



Şekil 4-10: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Pseudomonas* spp. sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Pseudomonas spp.	2		4,274±0,092	4,049±0,092	4,149±0,092	3,958±0,092	4,330^{a}±0,065	3,885^{b}±0,065	0,096	**<0,001**	0,967
	7		4,951^{a}±0,104	4,602^{bc}±0,104	4,721^{ac}±0,104	4,372^{b}±0,104	4,997^{a}±0,074	4,326^{b}±0,074	**0,002**	**<0,001**	0,522
	14		5,879^{a}±0,092	5,390^{b}±0,092	5,744^{a}±0,092	5,186^{b}±0,092	6,162^{a}±0,065	4,938^{b}±0,065	**<0,001**	**<0,001**	0,088
	21		6,929^{a}±0,080	6,105^{c}±0,080	6,608^{b}±0,080	5,891^{c}±0,080	6,949^{a}±0,057	5,818^{b}±0,057	**<0,001**	**<0,001**	**0,013**
		D	7,358^{A}±0,129	6,750^{BC}±0,131	7,050^{AB}±0,013	6,638^{C}±0,095					
		W	6,500^{C}±0,123	5,461^{E}±0,090	6,167^{D}±0,188	5,144^{E}±0,041					
	28		7,822^{a}±0,076	7,280^{c}±0,076	7,547^{b}±0,076	7,013^{d}±0,076	8,006^{a}±0,054	6,825^{b}±0,054	**<0,001**	**<0,001**	0,930

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

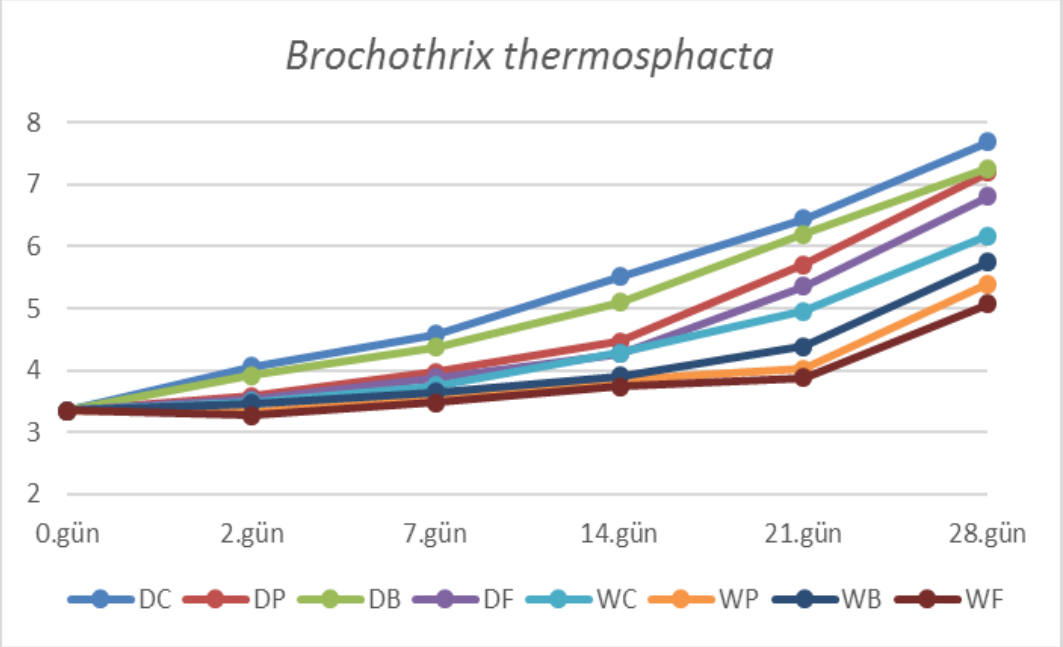
$^{A-E}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.1.6. *Brochothrix thermosphacta* Sayısına Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayısındaki değişimler Tablo 4-18 ve Şekil 4-11'de gösterilmiştir.

Tablo 4-18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	3,350	4,060	4,584	5,515	6,446	7,688
	DP	3,350	3,586	3,966	4,468	5,700	7,195
	DB	3,350	3,922	4,376	5,094	6,198	7,262
	DF	3,350	3,533	3,872	4,272	5,350	6,813
Yaş olgunlaştırma	WC	3,350	3,496	3,743	4,281	4,950	6,179
	WP	3,350	3,329	3,573	3,835	4,016	5,394
	WB	3,350	3,469	3,646	3,904	4,378	5,750
	WF	3,350	3,271	3,471	3,738	3,873	5,075



Şekil 4-11: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Brochothrix thermosphacta	2		3,778^{a}±0,073	3,458^{b}±0,073	3,696^{a}±0,073	3,402^{b}±0,073	3,775^{a}±0,051	3,391^{b}±0,051	**0,001**	**<0,001**	0,363
	7		4,163^{a}±0,054	3,769^{c}±0,054	4,011^{b}±0,054	3,671^{c}±0,054	4,200^{a}±0,038	3,608^{b}±0,038	**<0,001**	**<0,001**	**0,006**
		D	4,584^{A}±0,090	3,966^{B}±0,048	4,376^{A}±0,070	3,872^{B}±0,023					
		W	3,743^{BC}±0,056	3,573^{CD}±0,100	3,646^{CD}±0,083	3,471^{D}±0,103					
	14		4,898^{a}±0,063	4,151^{c}±0,063	4,499^{b}±0,063	4,005^{c}±0,063	4,837^{a}±0,044	3,940^{b}±0,044	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	5,515^{A}±0,116	4,468^{C}±0,065	5,094^{B}±0,030	4,272^{C}±0,044					
		W	4,281^{C}±0,091	3,835^{D}±0,103	3,904^{D}±0,057	3,738^{D}±0,141					
	21		5,698^{a}±0,064	4,858^{c}±0,064	5,288^{b}±0,064	4,612^{d}±0,064	5,924^{a}±0,045	4,304^{b}±0,045	**<0,001**	**<0,001**	0,184
	28		6,934^{a}±0,057	6,294^{c}±0,057	6,506^{b}±0,057	5,944^{d}±0,057	7,239^{a}±0,040	5,600^{b}±0,040	**<0,001**	**<0,001**	0,155

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

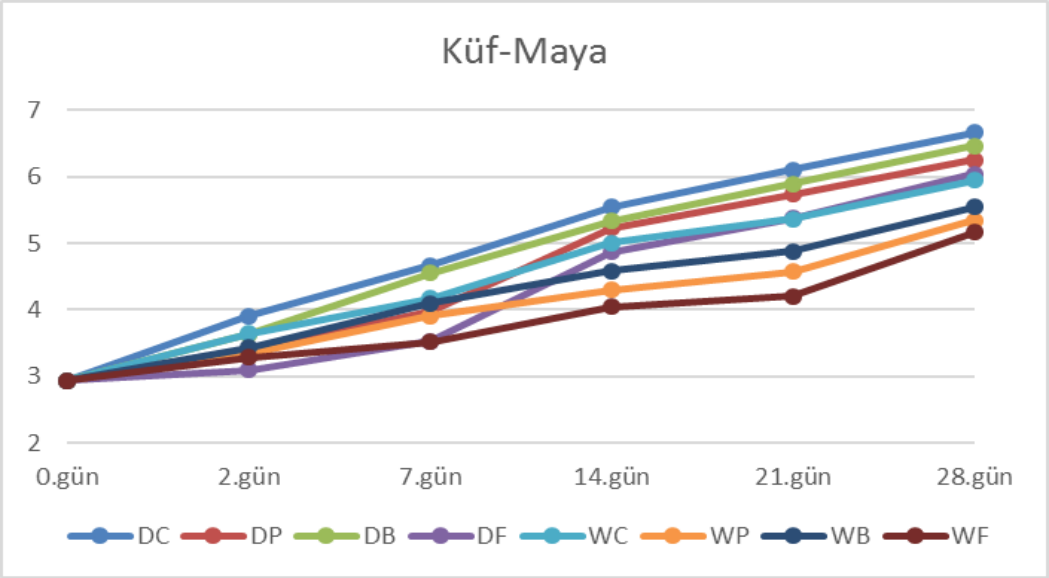
$^{A-D}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.1.7. Küflere ve Mayalara Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin küf ve maya sayılarındaki değişimler Tablo 4-20 ve Şekil 4-12'de gösterilmiştir.

Tablo 4-20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Yöntem	Gruplar	0.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	2,940	3,910	4,671	5,548	6,105	6,664
	DP	2,940	3,400	3,976	5,230	5,734	6,248
	DB	2,940	3,630	4,551	5,334	5,889	6,464
	DF	2,940	3,095	3,525	4,865	5,375	6,036
Yaş olgunlaştırma	WC	2,940	3,648	4,178	5,008	5,365	5,948
	WP	2,940	3,340	3,906	4,302	4,574	5,349
	WB	2,940	3,431	4,102	4,580	4,880	5,547
	WF	2,940	3,287	3,518	4,045	4,208	5,169



Şekil 4-12: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin küf-maya sayılarının ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (Log kob/g)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Küf-Maya	2		3,779^{a}±0,076	3,370^{bc}±0,076	3,530^{b}±0,076	3,191^{c}±0,076	3,509±0,054	3,426±0,054	**<0,001**	0,282	0,160
	7		4,425^{a}±0,062	3,941^{b}±0,062	4,326^{a}±0,062	3,521^{c}±0,062	4,181^{a}±0,044	3,926^{b}±0,044	**<0,001**	**<0,001**	**0,008**
		D	4,671^{A}±0,074	3,976^{BC}±0,044	4,551^{A}±0,079	3,525^{D}±0,150					
		W	4,178^{B}±0,065	3,906^{C}±0,056	4,102^{BC}±0,108	3,518^{D}±0,073					
	14		5,278^{a}±0,048	4,766^{c}±0,048	4,957^{b}±0,048	4,455^{d}±0,048	5,244^{a}±0,034	4,484^{b}±0,034	**<0,001**	**<0,001**	**0,036**
		D	5,548^{A}±0,097	5,230^{B}±0,050	5,334^{B}±0,098	4,865^{C}±0,083					
		W	5,008^{C}±0,037	4,302^{E}±0,050	4,580^{D}±0,046	4,045^{F}±0,035					
	21		5,735^{a}±0,032	5,154^{c}±0,032	5,384^{b}±0,032	4,792^{d}±0,032	5,776^{a}±0,023	4,757^{b}±0,023	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	6,105^{A}±0,021	5,734^{C}±0,049	5,889^{B}±0,019	5,375^{D}±0,059					
		W	5,365^{D}±0,050	4,574^{F}±0,066	4,880^{E}±0,044	4,208^{G}±0,034					
	28		6,306^{a}±0,062	5,799^{c}±0,062	6,006^{b}±0,062	5,602^{d}±0,062	6,353^{a}±0,044	5,503^{b}±0,044	**<0,001**	**<0,001**	0,652

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

$^{A-G}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

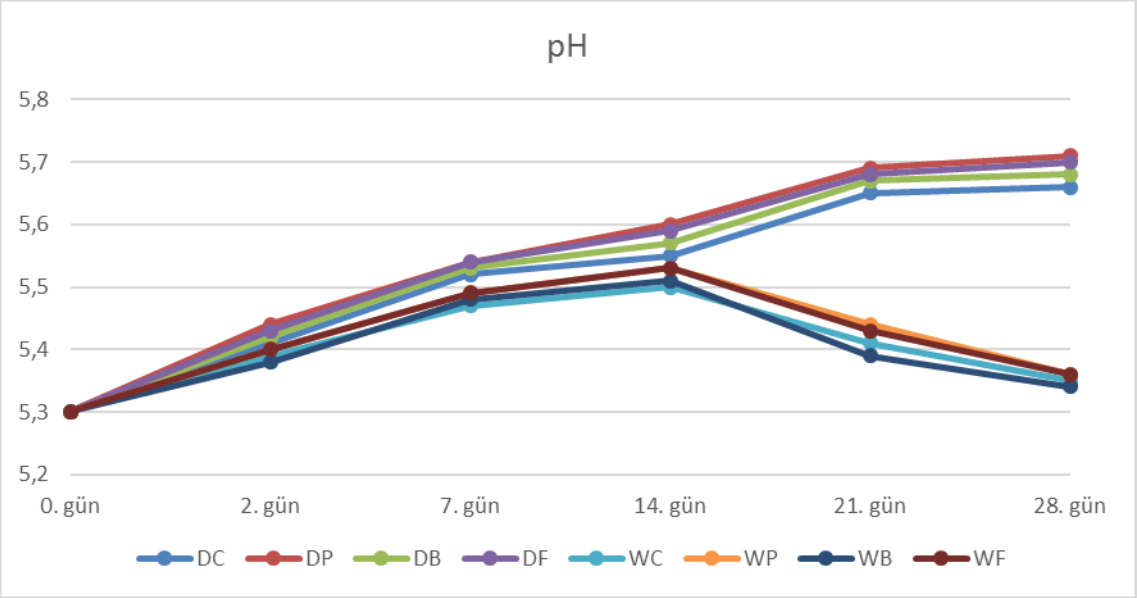
4.2. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Fiziko-Kimyasal Analiz Bulguları

4.2.1. pH Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimler Tablo 4-22 ve Şekil 4-13'de gösterilmiştir. Sığır etlerinin başlangıç pH değeri 5,30 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4-22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimler

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	5,41	5,52	5,55	5,65	5,66
	DP	5,44	5,54	5,6	5,69	5,71
	DB	5,42	5,53	5,57	5,67	5,68
	DF	5,43	5,54	5,59	5,68	5,7
Yaş olgunlaştırma	WC	5,39	5,47	5,5	5,41	5,35
	WP	5,4	5,49	5,53	5,44	5,36
	WB	5,38	5,48	5,51	5,39	5,34
	WF	5,4	5,49	5,53	5,43	5,36



Şekil 4-13: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerindeki değişimler

Tablo 4-23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pH değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
pH	2	5,400±0,015	5,421±0,015	5,398±0,015	5,415±0,015	5,424^{a} ±0,011	5,393^{b} ±0,011	0,652	**0,041**	0,882
	7	5,494±0,022	5,512±0,022	5,505±0,022	5,514±0,022	5,533^{a} ±0,016	5,480^{b} ±0,016	0,921	**0,020**	1,000
	14	5,524±0,014	5,568±0,014	5,541±0,014	5,558±0,014	5,578^{a} ±0,010	5,518^{b} ±0,010	0,122	**<0,001**	0,972
	21	5,529±0,024	5,563±0,024	5,533±0,024	5,553±0,024	5,671^{a} ±0,017	5,418^{b} ±0,017	0,709	**<0,001**	0,940
	28	5,504±0,014	5,535±0,014	5,513±0,014	5,529±0,014	5,688^{a} ±0,010	5,353^{b} ±0,010	0,393	**<0,001**	0,816

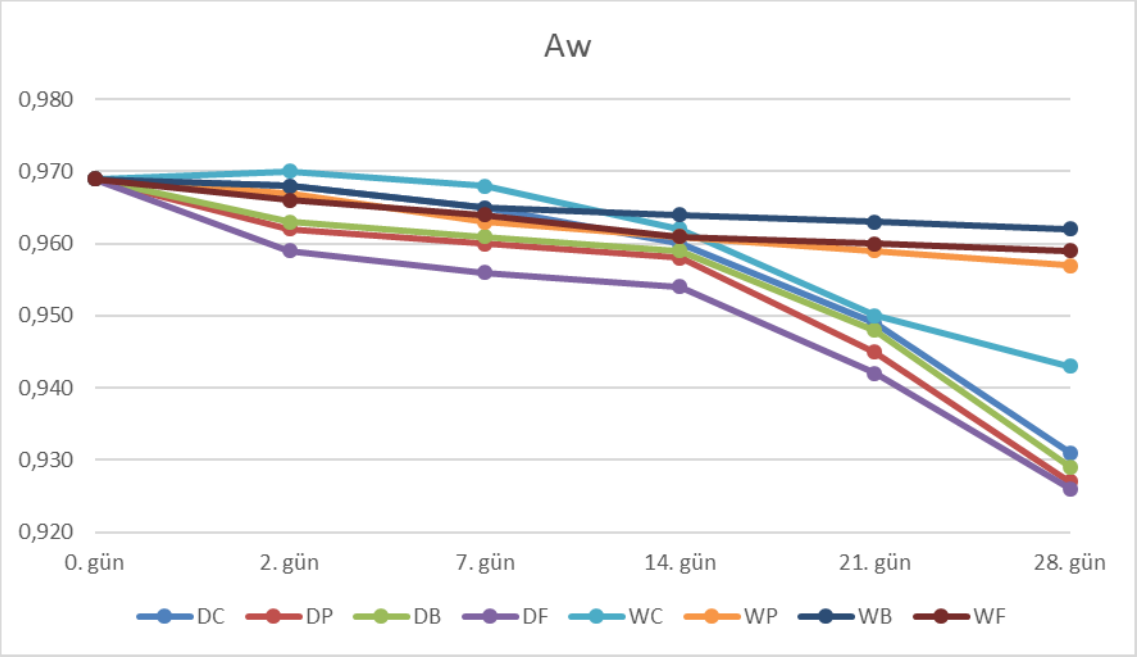
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

4.2.2. Su Aktivitesi (a_w) Değerlerine Ait analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin su aktivitesi değerlerindeki değişimler Tablo 4-24 ve Şekil 4-14'de gösterilmiştir. Sığır etlerinin başlangıç a_w değeri 0,969 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4-24: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	0,968	0,965	0,960	0,949	0,931
	DP	0,962	0,960	0,958	0,945	0,927
	DB	0,963	0,961	0,959	0,948	0,929
	DF	0,959	0,956	0,954	0,942	0,926
Yaş olgunlaştırma	WC	0,970	0,968	0,962	0,950	0,943
	WP	0,967	0,963	0,961	0,959	0,957
	WB	0,968	0,965	0,964	0,963	0,962
	WF	0,966	0,964	0,961	0,960	0,959



Şekil 4-14: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

Tablo 4-25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin a_w değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
	2		0,969±0,004	0,964±0,004	0,966±0,004	0,962±0,004	0,963±0,002	0,968±0,002	0,625	0,171	0,964
	7		0,966±0,005	0,961±0,005	0,963±0,005	0,960±0,005	0,960±0,003	0,965±0,003	0,770	0,329	0,969
	14		0,961±0,003	0,960±0,003	0,962±0,003	0,958±0,003	0,958±0,002	0,962±0,002	0,834	0,203	0,956
a_w	21		0,949±0,003	0,952±0,003	0,955±0,003	0,951±0,003	$0,946^{a}$ ±0,002	$0,958^{b}$ ±0,002	0,437	**<0,001**	0,112
	28		0,937±0,002	0,942±0,002	0,946±0,002	0,942±0,002	$0,928^{a}$ ±0,002	$0,955^{b}$ ±0,002	0,069	**<0,001**	**0,003**
		D	$0,931^{C}$±0,002	$0,927^{C}$±0,006	$0,929^{C}$±0,005	$0,926^{C}$±0,0003					
		W	$0,943^{B}$±0,003	$0,957^{A}$±0,002	$0,962^{A}$±0,003	$0,960^{A}$±0,001					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

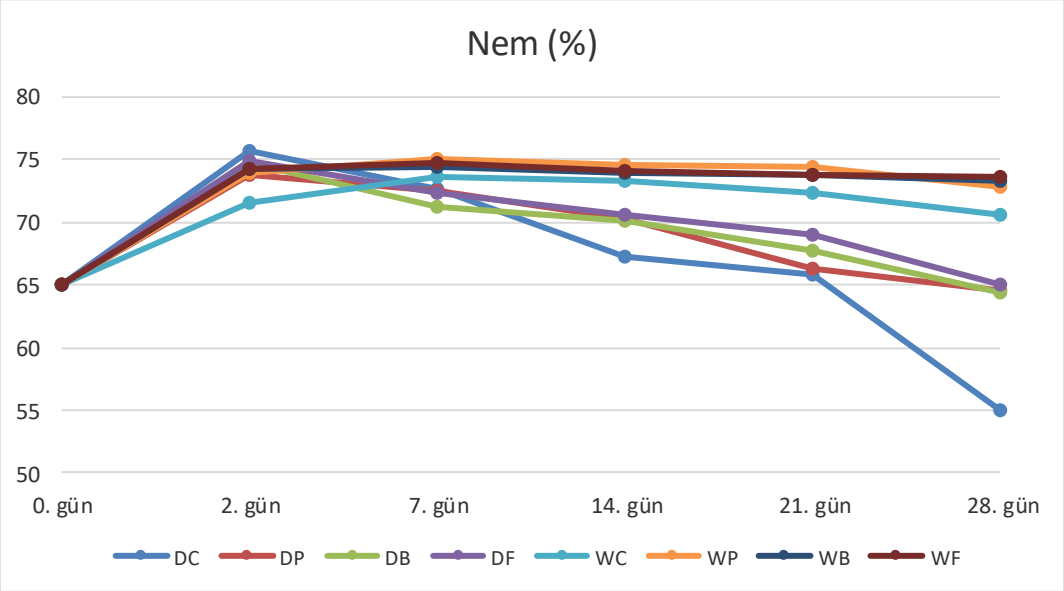
$^{A, B, C}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.2.3. Nem Miktarına Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin nem miktarındaki (%) değişimler Tablo 4-26 ve Şekil 4-15'de gösterilmiştir. Sığır etlerinin başlangıç nem miktarı %64,95 olarak saptanmıştır.

Tablo 4-26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem miktarındaki değişimler (%)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	75,70	72,72	67,20	65,80	54,95
	DP	73,71	72,48	70,28	66,36	64,61
	DB	74,75	71,26	70,11	67,66	64,35
	DF	74,83	72,39	70,67	69,06	65,05
Yaş olgunlaştırma	WC	71,61	73,60	73,38	72,37	70,61
	WP	73,88	75,03	74,61	74,44	72,89
	WB	74,20	74,35	73,88	73,74	73,31
	WF	74,27	74,79	74,02	73,83	73,58



Şekil 4-15: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem miktarındaki değişimler (%)

Tablo 4-27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin nem değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Nem	2		73,656±0,327	73,794±0,327	74,473±0,327	74,549±0,327	74,748^{a} ±0,231	73,488^{b} ±0,231	0,125	**<0,001**	**<0,001**
		D	75,704^{A}±0,561	73,708^{B}±0,089	74,750^{AB}±0,244	74,832^{AB}±0,243					
		W	71,608^{C}±0,965	73,880^{B}±0,305	74,197^{B}±0,390	74,267^{B}±0,309					
	7		73,161±0,444	73,755±0,444	72,804±0,444	73,589±0,444	72,209^{a} ±0,314	74,445^{b} ±0,314	0,428	**<0,001**	0,338
	14		70,291^{b}±0,532	72,441^{a}±0,532	71,995^{a}±0,532	72,343^{a}±0,532	69,564^{a} ±0,377	73,971^{b} ±0,377	**0,018**	**<0,001**	0,258
	21		69,087^{bc}±0,554	70,399^{ac}±0,554	70,701^{a}±0,554	71,443^{a}±0,554	67,219^{a} ±0,392	73,595^{b} ±0,392	**0,029**	**<0,001**	0,213
	28		62,780^{b}±0,645	68,752^{a}±0,645	68,828^{a}±0,645	69,315^{a}±0,645	62,242^{a} ±0,456	72,595^{b} ±0,456	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	54,954^{D}±1,618	64,612^{C}±1,031	64,350^{C}±0,989	65,053^{C}±0,653					
		W	70,607^{B}±0,931	72,892^{AB}±0,286	73,307^{A}±0,429	73,577^{A}±0,671					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

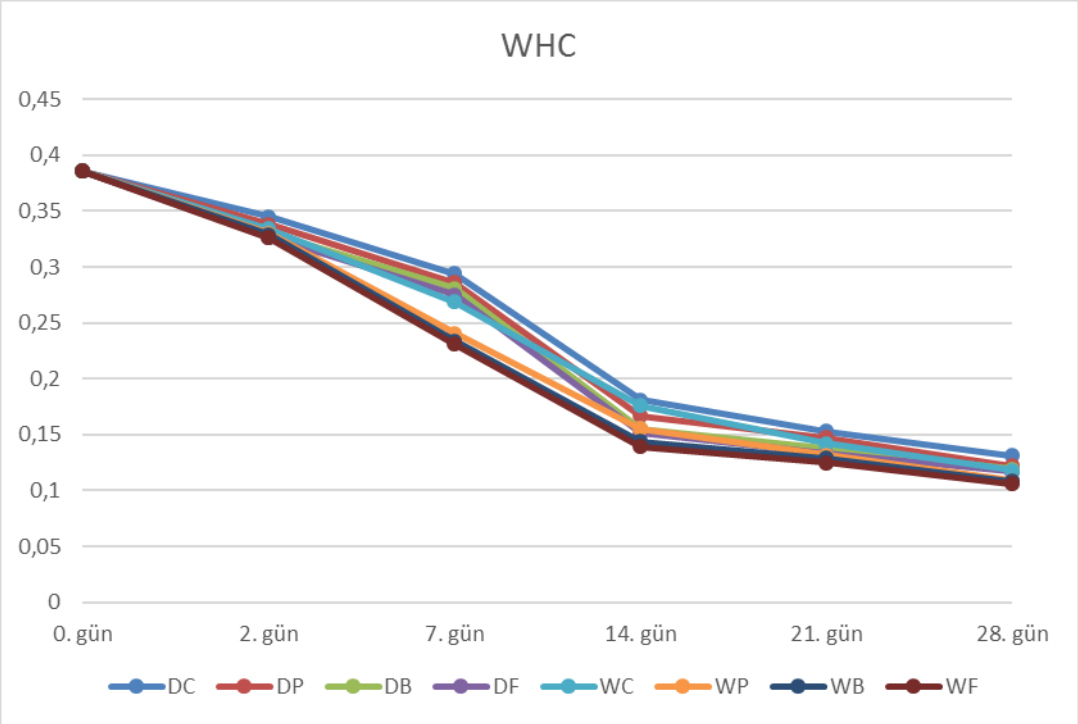
$^{A-D}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.2.4. Su Tutma Kapasitesine (WHC) Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin su tutma kapasitelerindeki değişimler Tablo 4-28 ve Şekil 4-16'de gösterilmiştir.

Tablo 4-28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su tutma kapasitelerindeki (WHC) değişimler (cm^2)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	0,345	0,294	0,181	0,153	0,131
	DP	0,338	0,286	0,167	0,147	0,122
	DB	0,331	0,281	0,155	0,138	0,119
	DF	0,327	0,275	0,151	0,133	0,117
Yaş olgunlaştırma	WC	0,334	0,269	0,176	0,142	0,118
	WP	0,33	0,241	0,155	0,132	0,109
	WB	0,329	0,234	0,144	0,129	0,108
	WF	0,326	0,231	0,139	0,125	0,106



Şekil 4-16: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin su tutma kapasitelerindeki (WHC) değişimler (cm^2)

Tablo 4-29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin WHC değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (cm^2)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
WHC	2	0,340^{a} ±0,003	0,334^{ac} ±0,003	0,330^{bc} ±0,003	0,327^{bc} ±0,003	0,335±0,002	0,330±0,002	**0,029**	0,084	0,641
	7	0,282^{a} ±0,003	0,264^{b}±0,003	0,258^{bc}±0,003	0,253^{c}±0,003	0,284^{a} ±0,002	0,244^{b} ±0,002	**<0,001**	**<0,001**	0,064
	14	0,179^{a} ±0,003	0,161^{b}±0,003	0,150^{c}±0,003	0,145^{c}±0,003	0,164^{a} ±0,002	0,154^{b} ±0,002	**<0,001**	**0,001**	0,818
	21	0,148^{a}±0,002	0,140^{b}±0,002	0,134^{c}±0,002	0,129^{c}±0,002	0,143^{a} ±0,001	0,132^{b} ±0,001	**<0,001**	**<0,001**	0,583
	28	0,125^{a}±0,001	0,116^{b}±0,001	0,114^{b}±0,001	0,112^{c}±0,001	0,123^{a} ±0,001	0,110^{b} ±0,001	**<0,001**	**<0,001**	0,806

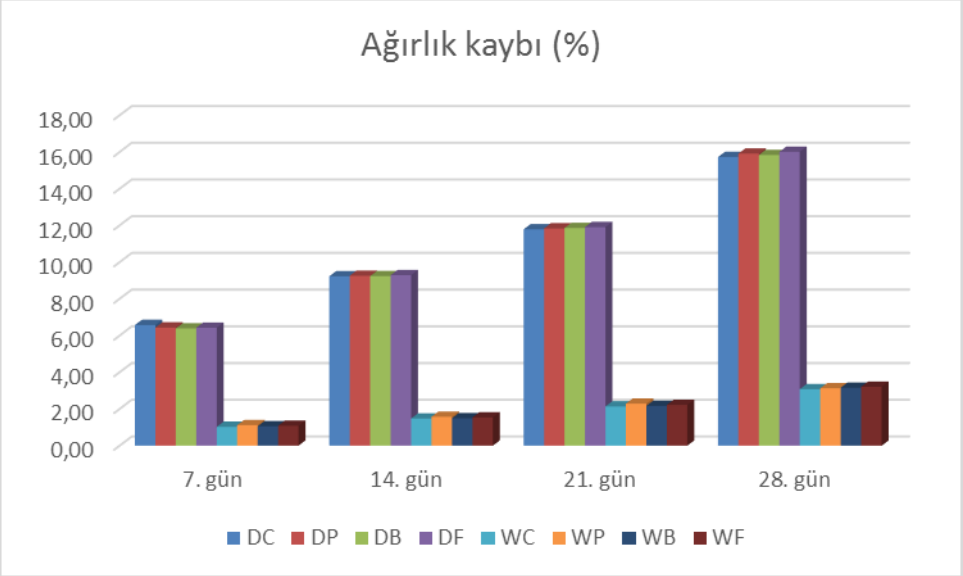
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

4.2.5. Ağırlık Kaybına (WL) Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerine ait sonuçlar (%) Tablo 4-30 ve Şekil 4-17'de gösterilmiştir.

Tablo 4-30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerindeki değişimler (%)

Yöntem	Gruplar	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	6,58	9,23	11,79	15,73
	DP	6,44	9,26	11,84	15,92
	DB	6,39	9,24	11,86	15,84
	DF	6,43	9,29	11,91	16,01
Yaş olgunlaştırma	WC	1,03	1,48	2,14	3,08
	WP	1,12	1,58	2,29	3,13
	WB	1,06	1,50	2,17	3,16
	WF	1,09	1,54	2,22	3,21



Şekil 4-17: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin ağırlık kaybı değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Ağırlık kaybı (WL)	**7**		3,806^{a}±0,014	3,780^{ac}±0,014	3,725^{b}±0,014	3,760^{bc}±0,014	6,461^{a} ±0,010	1,075^{b} ±0,010	**0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	6,583^{A}±0,033	6,440^{B}±0,038	6,390^{B}±0,019	6,430^{B}±0,008					
		W	1,030^{E}±0,007	1,120^{C}±0,013	1,060^{DE}±0,009	1,090^{CD}±0,008					
	14		5,381±0,026	5,421±0,026	5,370±0,026	5,416±0,026	9,268^{a} ±0,019	1,526^{b} ±0,019	0,437	**<0,001**	0,428
	21		6,966^{bc}±0,020	7,065^{a}±0,020	7,014^{ac}±0,020	7,065^{a}±0,020	11,850^{a} ±0,014	2,205^{b} ±0,014	**0,002**	**<0,001**	0,052
	28		9,406^{c}±0,017	9,524^{b}±0,017	9,500^{b}±0,017	9,610^{a}±0,017	15,875^{a} ±0,012	3,145^{b} ±0,012	**<0,001**	**<0,001**	**0,003**
		D	15,730^{D}±0,057	15,920^{B}±0,019	15,840^{C}±0,011	16,010^{A}±0,017					
		W	3,082^{H}±0,019	3,128^{FG}±0,011	3,160^{EF}±0,008	3,210^{E}±0,015					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

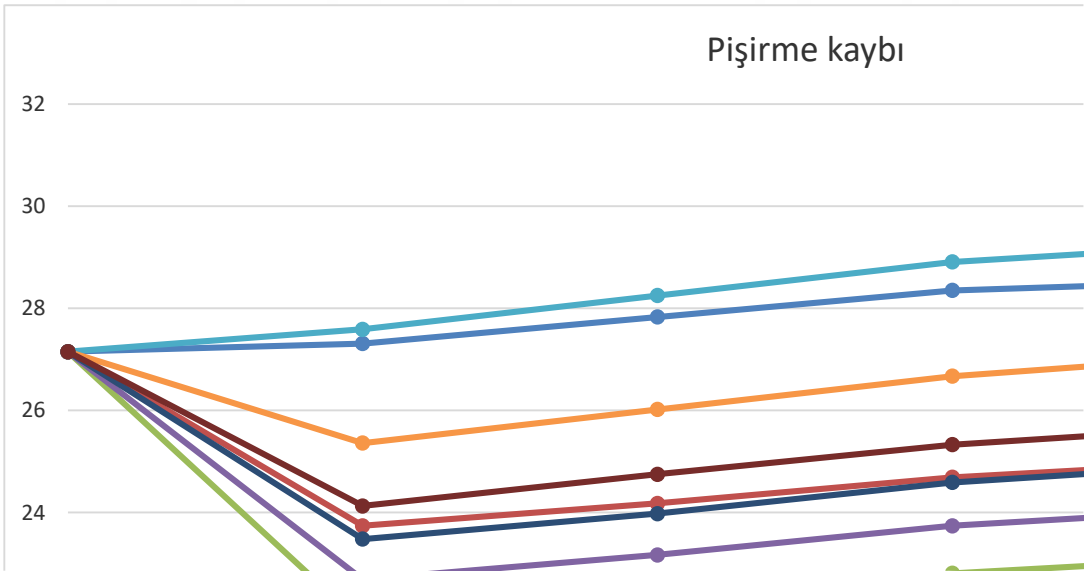
$^{A-H}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.2.6. Pişirme Kaybına (CL) Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerine ait sonuçlar (%) Tablo 4-32 ve Şekil 4-18'de gösterilmiştir.

Tablo 4-32: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerindeki değişimler (%)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	27,31	27,83	28,35	28,54	28,89
	DP	23,74	24,18	24,69	25,01	25,29
	DB	21,82	22,25	22,81	23,13	23,46
	DF	22,69	23,17	23,74	24,08	24,42
Yaş olgunlaştırma	WC	27,59	28,25	28,91	29,26	29,95
	WP	25,36	26,02	26,67	27,09	27,83
	WB	23,48	23,98	24,59	24,96	25,68
	WF	24,13	24,75	25,33	25,70	26,42



Şekil 4-18: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Pişirme Kaybı (CL)	2		27,450^{a}±0,015	24,550^{b}±0,015	22,650^{d}±0,015	23,410^{c}±0,015	23,890^{a} ±0,010	25,140±0,010^{b}	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	27,310^{B}±0,016	23,740^{E}±0,018	21,820^{H}±0,018	22,690^{G}±0,017					
		W	27,590^{A}±0,039	25,360^{C}±0,012	23,480^{F}±0,015	24,130^{D}±0,018					
	7		28,041^{a}±0,020	25,100^{b}±0,020	23,115^{d}±0,020	23,960^{c}±0,020	24,358^{a} ±0,014	25,750^{b} ±0,014	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	27,832^{B}±0,012	24,180^{E}±0,006	22,250^{H}±0,020	23,170^{G}±0,021					
		W	28,250^{A}±0,044	26,020^{C}±0,021	23,980^{F}±0,035	24,750^{D}±0,039					
	14		28,630^{a}±0,030	25,679^{b}±0,030	23,700^{d}±0,030	24,535^{c}±0,030	24,897^{a} ±0,022	26,375^{b} ±0,022	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	28,350^{B}±0,028	24,688^{E}±0,087	22,810^{G}±0,020	23,740^{F}±0,019					
		W	28,910^{A}±0,039	26,670^{C}±0,021	24,590^{E}±0,017	25,330^{D}±0,060					
	21		28,900^{a}±0,018	26,049^{b}±0,018	24,045^{d}±0,018	24,890^{c}±0,018	25,190^{a} ±0,013	26,753^{b} ±0,013	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	28,540^{B}±0,019	25,008^{E}±0,017	23,130^{G}±0,018	24,080^{F}±0,017					
		W	29,260^{A}±0,020	27,090^{C}±0,017	24,960^{E}±0,014	25,700^{D}±0,055					
	28		29,421^{a}±0,019	26,560^{b}±0,019	24,568^{d}±0,019	25,420^{c}±0,019	25,515^{a} ±0,013	27,470^{b} ±0,013	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	28,892^{B}±0,009	25,290^{F}±0,017	23,457^{H}±0,037	24,420^{G}±0,018					
		W	29,950^{A}±0,031	27,830^{C}±0,018	25,680^{E}±0,038	26,420^{D}±0,033					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz, D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

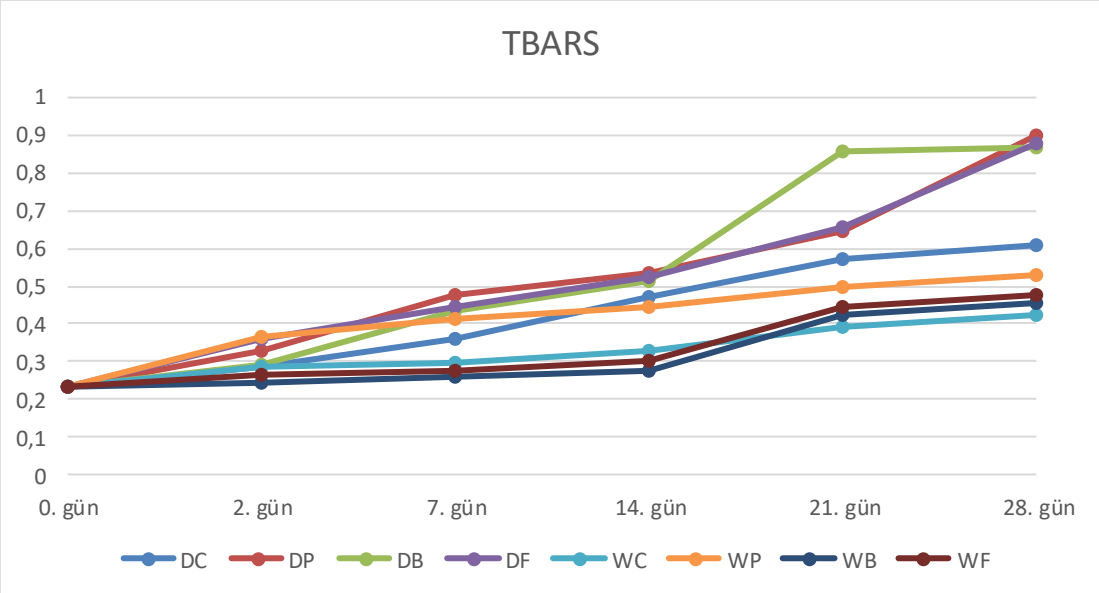
$^{A-H}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.2.7. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin lipid oksidasyon düzeylerindeki değişimler Tablo 4-34 ve Şekil 4-19'de gösterilmiştir. Sığır etlerinin başlangıç TBARS değeri 0,233 mg MDA/kg'e olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4-34: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	0,287	0,362	0,473	0,569	0,610
	DP	0,330	0,475	0,536	0,644	0,899
	DB	0,293	0,435	0,511	0,856	0,869
	DF	0,361	0,442	0,522	0,658	0,879
Yaş olgunlaştırma	WC	0,285	0,296	0,330	0,390	0,424
	WP	0,366	0,414	0,444	0,496	0,528
	WB	0,246	0,260	0,277	0,424	0,454
	WF	0,263	0,274	0,300	0,444	0,476



Şekil 4-19: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

Tablo 4-35: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (mg MDA/kg)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
TBARS	2		0,286±0,034	0,313±0,034	0,276±0,034	0,312±0,034	0,311±0,024	0,282±0,024	0,820	0,395	0,478
	7		0,329±0,029	0,435±0,029	0,348±0,029	0,358±0,029	$0,424^{a}$ ±0,020	$0,311^{b}$ ±0,020	0,054	**<0,001**	0,242
	14		0,401±0,035	0,490±0,035	0,394±0,035	0,411±0,035	$0,511^{a}$ ±0,025	$0,338^{b}$ ±0,025	0,190	**<0,001**	0,435
	21		$0,479^{b}$ ±0,036	$0,570^{ab}$±0,036	$0,663^{a}$±0,036	$0,551^{b}$±0,036	$0,693^{a}$ ±0,026	$0,439^{b}$ ±0,026	**0,007**	**<0,001**	**0,007**
		D	$0,569^{BCD}$ ±0,074	$0,644^{BC}$ ±0,032	$0,902^{A}$ ±0,066	$0,658^{B}$ ±0,029					
		W	$0,390^{E}$±0,056	$0,496^{CDE}$ ±0,056	$0,424^{DE}$ ±0,040	$0,444^{DE}$ ±0,041					
	28		$0,517^{b}$±0,041	$0,716^{a}$±0,041	$0,716^{a}$±0,041	$0,678^{a}$±0,041	$0,843^{a}$ ±0,029	$0,471^{b}$ ±0,029	**0,002**	**<0,001**	**0,038**
		D	$0,610^{B}$±0,077	$0,904^{A}$±0,038	$0,978^{A}$±0,097	$0,879^{A}$±0,024					
		W	$0,424^{C}$±0,061	$0,526^{BC}$±0,056	$0,454^{BC}$±0,032	$0,476^{BC}$±0,041					

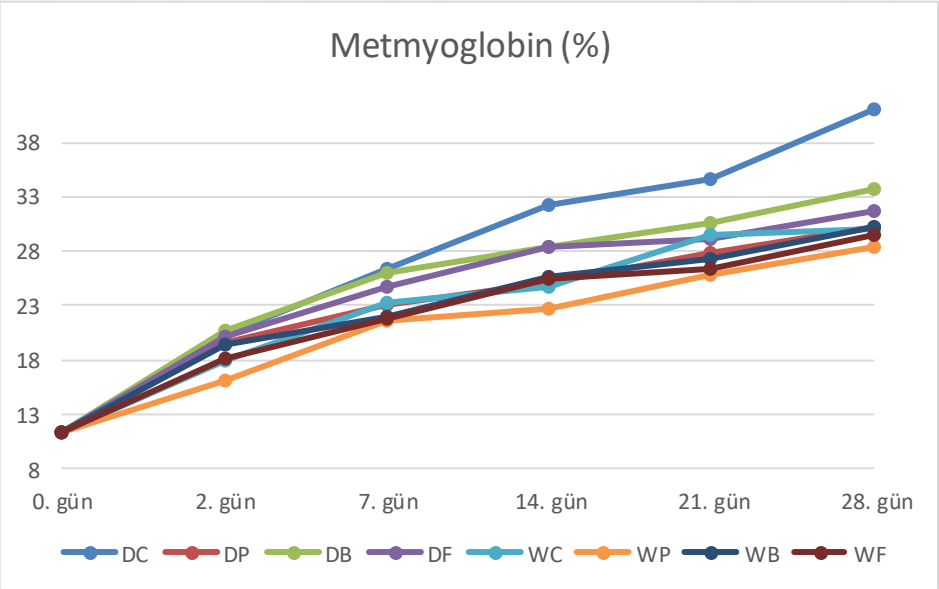
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).
$^{A-E}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4.2.8. Metmiyoglobin Miktarına Ait Analiz Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin % metmiyoglobin miktarlarındaki değişimler Tablo 4-36 ve Şekil 4-20'de gösterilmiştir.

Tablo 4-36: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin miktarındaki değişimler (%)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	20,386	26,449	32,283	34,642	41,131
	DP	19,586	23,088	25,021	27,93	30,283
	DB	20,762	25,921	28,35	30,533	33,722
	DF	20,052	24,671	28,327	29,213	31,783
Yaş olgunlaştırma	WC	17,995	23,314	24,708	29,531	30,033
	WP	16,069	21,553	22,733	25,92	28,327
	WB	19,386	21,89	25,592	27,344	30,276
	WF	18,149	21,869	25,466	26,294	29,531



Şekil 4-20: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin miktarındaki değişimler (%)

Tablo 4-37: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin metmiyoglobin değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (%)

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Metmiyoglobin	2		19,190±0,693	17,828±0,693	20,074±0,693	19,100±0,693	20,197^{a} ±0,490	17,900^{b} ±0,490	0,157	**0,001**	0,729
	7		24,881±0,922	22,321±0,922	23,905±0,922	23,270±0,922	25,032^{a} ±0,652	22,156^{b} ±0,652	0,259	**0,002**	0,815
	14		28,495^{a}±0,805	23,877^{b}±0,805	26,971^{a}±0,805	26,896^{a}±0,805	28,495^{a} ±0,569	24,625^{b} ±0,569	**0,001**	**<0,001**	0,075
	21		32,086^{a}±0,746	26,925^{b}±0,746	28,938^{b}±0,746	27,753^{b}±0,746	30,579^{a} ±0,528	27,272^{b} ±0,528	**<0,001**	**<0,001**	0,517
	28		35,582^{a}±0,494	29,305^{c}±0,494	31,999^{b}±0,494	30,657^{bc}±0,494	34,230^{a} ±0,349	29,542^{b} ±0,349	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
		D	41,131^{A}±0,390	30,283^{CD}±0,255	33,722^{B}±0,675	31,783^{BC}±0,960					
		W	30,033^{CD}±0,538	28,327^{D}±0,681	30,276^{CD}±0,270	29,531^{D}±1,216					

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).
$^{A-D}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

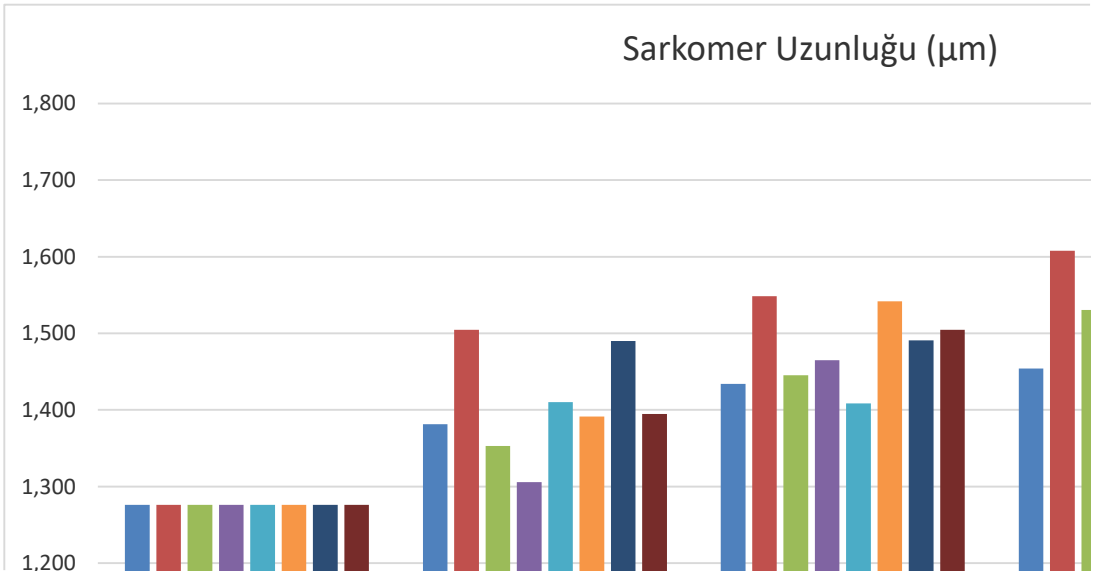
4.3. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Histolojik Analiz Bulguları

4.3.1. Sarkomer Uzunluğu (SL) Ölçümü

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin sarkomer uzunlukları (µm) arasındaki farklılıklar Tablo 4-38 ve Şekil 4-21'de gösterilmiştir.

Tablo 4-38: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarındaki (SL) değişimler (µm)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	1,382	1,434	1,454	1,610
	DP	1,505	1,549	1,608	1,670
	DB	1,353	1,445	1,531	1,593
	DF	1,306	1,465	1,610	1,679
Yaş olgunlaştırma	WC	1,410	1,409	1,436	1,494
	WP	1,392	1,542	1,555	1,591
	WB	1,490	1,491	1,514	1,496
	WF	1,395	1,505	1,558	1,556

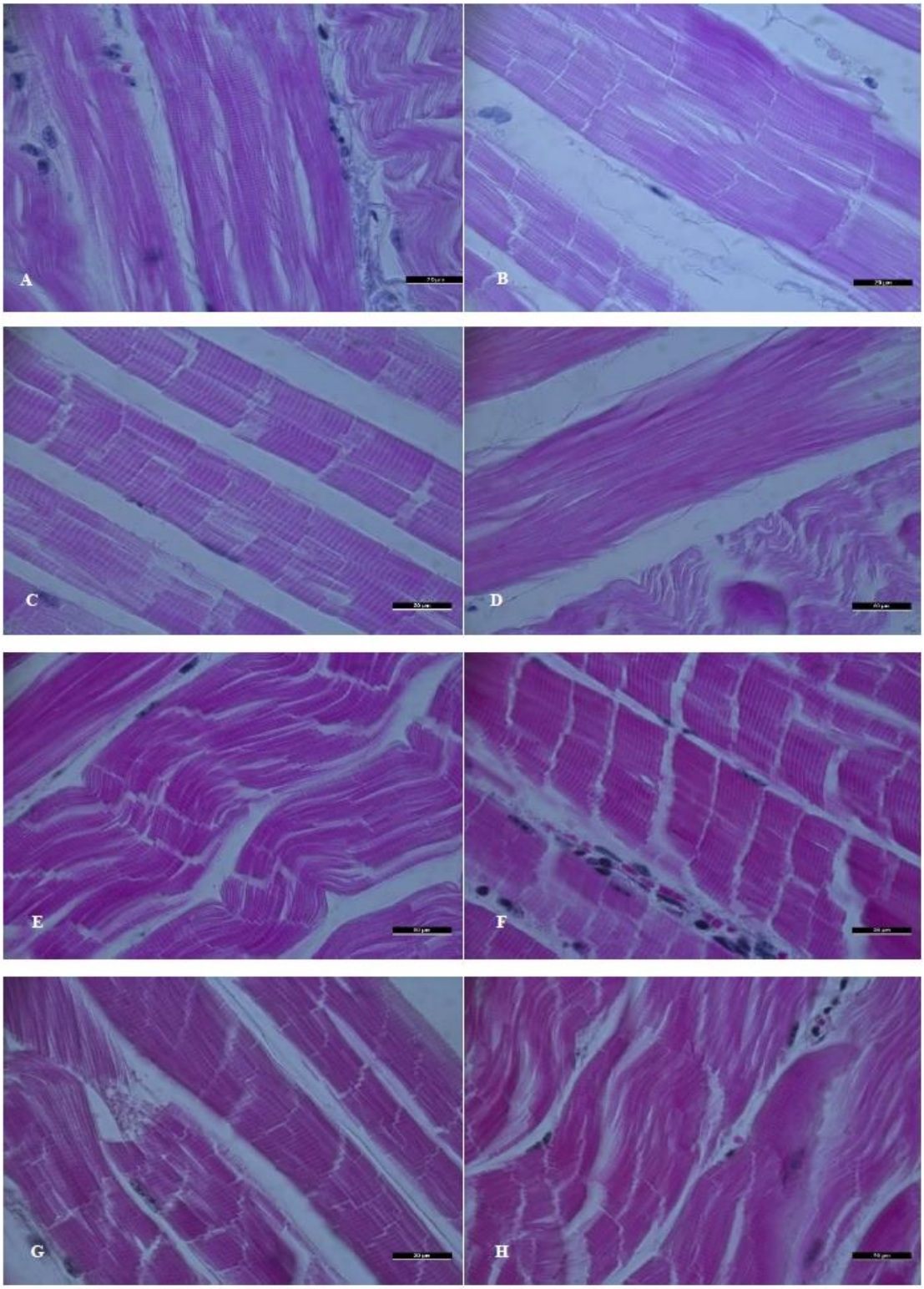


Şekil 4-21: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarındaki (SL) değişimler (µm)

Tablo 4-39: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluğu (SL) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (µ/m)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
Sarkomer uzunluğu (SL)	2	1,396±0,033	1,448±0,033	1,422±0,033	1,350±0,033	1,386±0,024	1,422±0,024	0,203	0,290	0,053
	7	1,421^{bc}±0,030	1,545^{a}±0,030	1,468^{ac}±0,030	1,485^{ac}±0,030	1,473±0,021	1,487±0,021	**0,040**	0,659	0,799
	14	1,445^{bc}±0,037	1,582^{a}±0,037	1,522^{ac}±0,037	1,584^{a}±0,037	1,551±0,026	1,516±0,026	**0,029**	0,346	0,974
	21	1,552±0,031	1,630±0,031	1,544±0,031	1,617±0,031	1,638^{a}±0,022	1,534^{b}±0,022	0,118	**0,001**	0,961

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).



A: yaş olgunlaştırmanın 2. günü, **B:** kuru olgunlaştırmanın 2. günü, **C:** yaş olgunlaştırmanın 7. günü, **D:** kuru olgunlaştırmanın 7. günü, **E:** yaş olgunlaştırmanın 14. günü, **F:** kuru olgunlaştırmanın 14. günü, **G:** yaş olgunlaştırmanın 21. günü, **H:** kuru olgunlaştırmanın 21. günü

Şekil 4-22: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarkomer uzunluklarının karşılaştırıldığı kas dokusuna ait kesitlerin genel görüntüsü (Bar: 20µm)

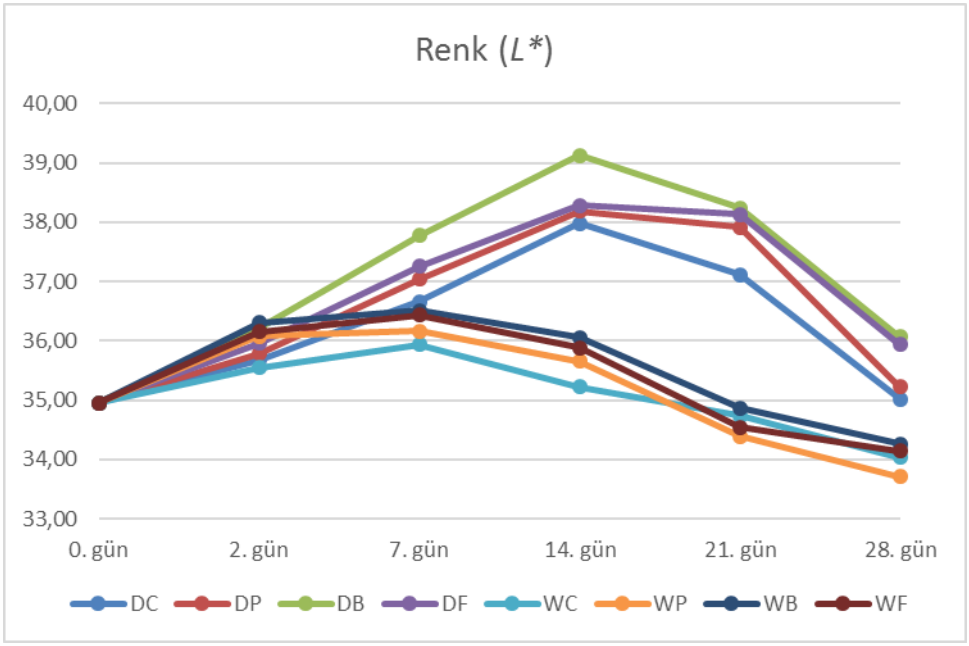
4.4. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki İnstrumental Analiz Bulguları

4.4.1. Renk Analizi Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin instrumental renk (CIE *L**, *a**, *b**, *C**, *h**) değerlerindeki değişimler Tablo 4-40 – 4-48 ve Şekil 4-23 – 4-27'de gösterilmiştir.

Tablo 4-40: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (*L) değerlerindeki değişimler**

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	35,68	36,66	37,98	37,12	35,02
	DP	35,79	37,04	38,19	37,92	35,23
	DB	36,21	37,78	39,12	38,24	36,07
	DF	35,96	37,26	38,28	38,13	35,94
Yaş olgunlaştırma	WC	35,55	35,94	35,23	34,74	34,04
	WP	36,08	36,17	35,66	34,39	33,71
	WB	36,31	36,51	36,06	34,87	34,26
	WF	36,15	36,44	35,88	34,54	34,14



Şekil 4-23: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (*L) değerlerindeki değişimler**

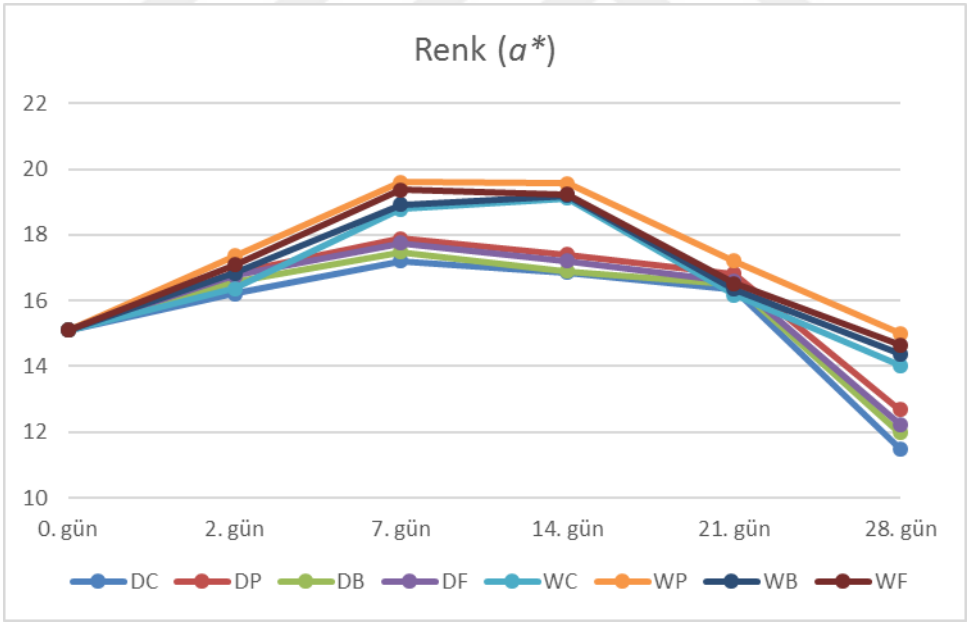
Tablo 4-41: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin parlaklık (*L) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)**

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
CIE *L**	**2**	35,615±0,376	35,936±0,376	36,258±0,376	36,055±0,376	35,909±0,266	36,023±0,266	0,676	0,764	0,982
	7	36,297±0,434	36,603±0,434	37,143±0,434	36,850±0,434	$37,184^{a}$±0,307	$36,263^{b}$±0,307	0,562	**0,037**	0,972
	14	36,605±0,390	36,923±0,390	37,589±0,390	37,060±0,390	$38,393^{a}$±0,276	$35,695^{b}$±0,276	0,351	**<0,001**	0,945
	21	35,929±0,463	36,153±0,463	36,557±0,463	36,334±0,463	$37,853^{a}$±0,327	$34,633^{b}$±0,327	0,802	**<0,001**	0,773
	28	$34,529^{bc}$±0,186	$34,469^{b}$±0,186	$35,166^{a}$±0,186	$35,038^{ac}$±0,186	$35,565^{a}$±0,132	$34,036^{b}$±0,132	**0,017**	**<0,001**	0,357

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-42: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (*a) değerlerindeki değişimler**

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	16,20	17,21	16,86	16,32	11,49
	DP	16,85	17,89	17,39	16,81	12,67
	DB	16,56	17,48	16,90	16,48	11,98
	DF	16,76	17,74	17,20	16,58	12,23
Yaş olgunlaştırma	WC	16,37	18,78	19,11	16,17	14,02
	WP	17,35	19,61	19,56	17,21	15,00
	WB	16,84	18,91	19,19	16,35	14,38
	WF	17,08	19,37	19,24	16,53	14,64



Şekil 4-24: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (*a) değerlerindeki değişimler**

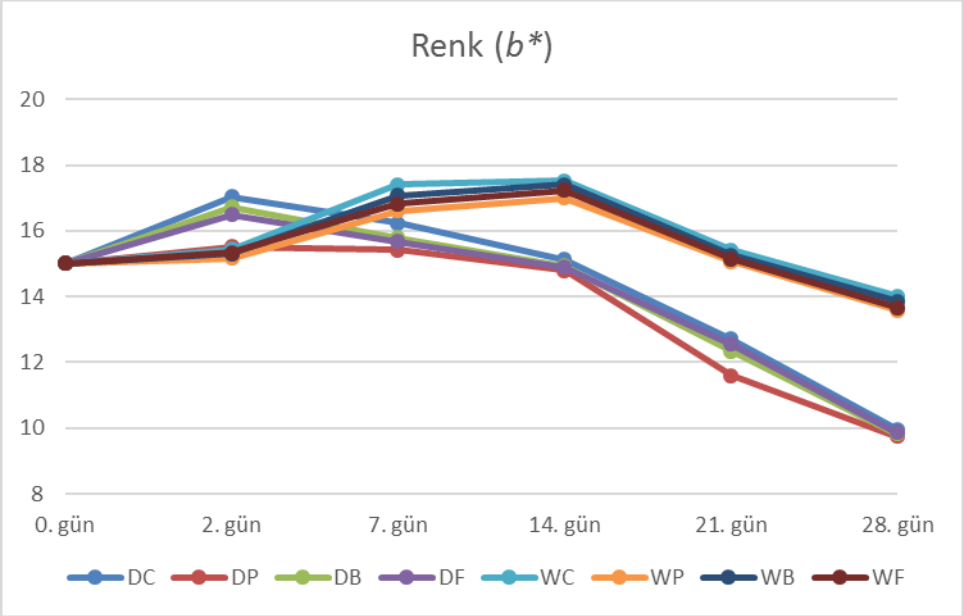
Tablo 4-43: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (*a) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)**

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
CIE *a**	2	16,284±0,247	17,098±0,247	16,699±0,247	16,920±0,247	16,592±0,175	16,909±0,175	0,118	0,203	0,974
	7	17,993±0,300	18,749±0,300	18,192±0,300	18,557±0,300	17,578±0,212a	19,167±0,212b	0,277	**<0,001**	0,989
	14	17,986±0,156	18,476±0,156	18,044±0,156	18,220±0,156	17,088±0,110a	19,275±0,110b	0,122	**<0,001**	0,947
	21	16,244±0,242	17,008±0,242	16,416±0,242	16,553±0,242	16,547±0,171a	16,563±0,171b	0,148	0,947	0,836
	28	12,753^{b}±0,232	13,834^{a}±0,232	13,180^{bc}±0,232	13,437^{ac}±0,232	12,092±0,164^{a}	14,510±0,164^{b}	**0,013**	**<0,001**	0,993

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-44: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (*b) değerlerindeki değişimler**

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	17,03	16,24	15,13	12,71	9,95
	DP	15,51	15,41	14,79	11,60	9,74
	DB	16,72	15,78	14,93	12,34	9,83
	DF	16,49	15,67	14,89	12,55	9,86
Yaş olgunlaştırma	WC	15,44	17,41	17,53	15,42	14,01
	WP	15,16	16,61	16,99	15,07	13,58
	WB	15,31	17,07	17,41	15,26	13,85
	WF	15,34	16,83	17,23	15,15	13,67



Şekil 4-25: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (*b) değerlerindeki değişimler**

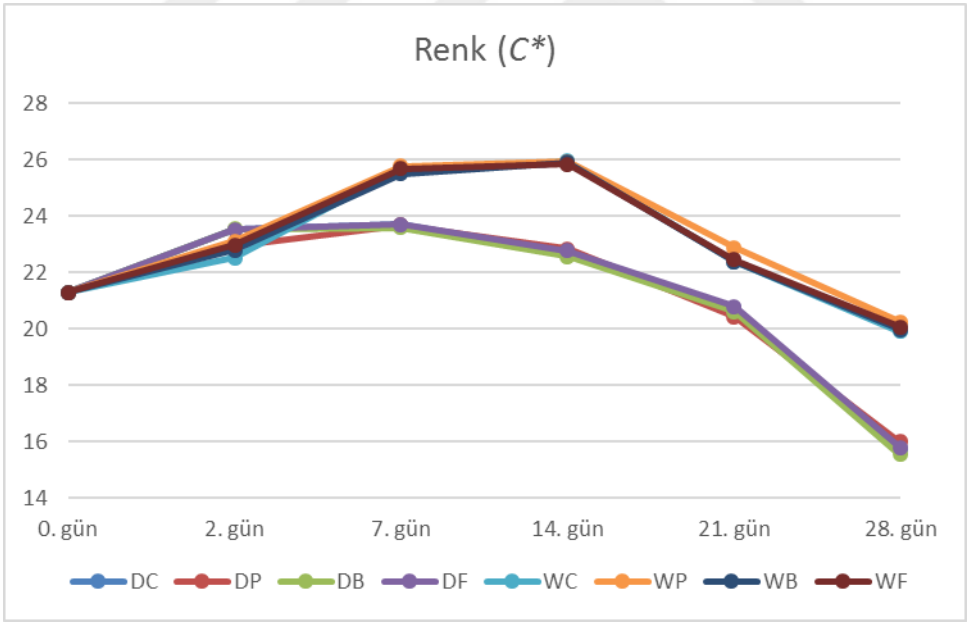
Tablo 4-45: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin sarılık (*b) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)**

Kriter	Süre (gün)	Yöntem	Grup				Yöntem		Önem		
			C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
CIE *b**	**2**		16,233^{a}±0,150	15,333^{b}±0,150	16,017^{a}±0,150	15,914^{a}±0,150	16,437^{a}±0,106	15,312^{b}±0,106	**<0,001**	**<0,001**	**0,023**
		D	17,030^{A}±0,239	15,507^{B}±0,100	16,722^{A}±0,182	16,490^{A}±0,224					
		W	15,437^{B}±0,060	15,160^{B}±0,327	15,312^{B}±0,156	15,338^{B}±0,277					
	7		16,824^{a}±0,184	16,011^{bc}±0,184	16,423^{ac}±0,184	16,249^{bc}±0,184	15,775^{a}±0,130	16,978^{b}±0,130	**0,020**	**<0,001**	0,994
	14		16,328±0,181	15,891±0,181	16,168±0,181	16,062±0,181	14,934^{a}±0,128	17,290^{b}±0,128	0,381	**<0,001**	0,955
	21		14,064±0,222	13,333±0,222	13,798±0,222	13,848±0,222	12,299^{a}±0,157	15,222^{b}±0,157	0,132	**<0,001**	0,518
	28		11,977±0,298	11,658±0,298	11,841±0,298	11,766±0,298	9,843^{a}±0,211	13,778^{b}±0,211	0,895	**<0,001**	0,988

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).
$^{A, B}$: Grup × yöntem interaksiyonunun önemli bulunduğu özellikler için farklı harfle ifade edilen aritmetik ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 4-46: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (*C) değerlerindeki değişimler**

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	23,51	23,69	22,67	20,71	15,74
	DP	22,92	23,67	22,83	20,43	15,98
	DB	23,54	23,58	22,56	20,60	15,54
	DF	23,53	23,69	22,77	20,80	15,79
Yaş olgunlaştırma	WC	22,51	25,66	25,96	22,39	19,90
	WP	23,11	25,77	25,93	22,88	20,25
	WB	22,79	25,49	25,91	22,38	19,98
	WF	22,97	25,67	25,85	22,46	20,05



Şekil 4-26: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (*C) değerlerindeki değişimler**

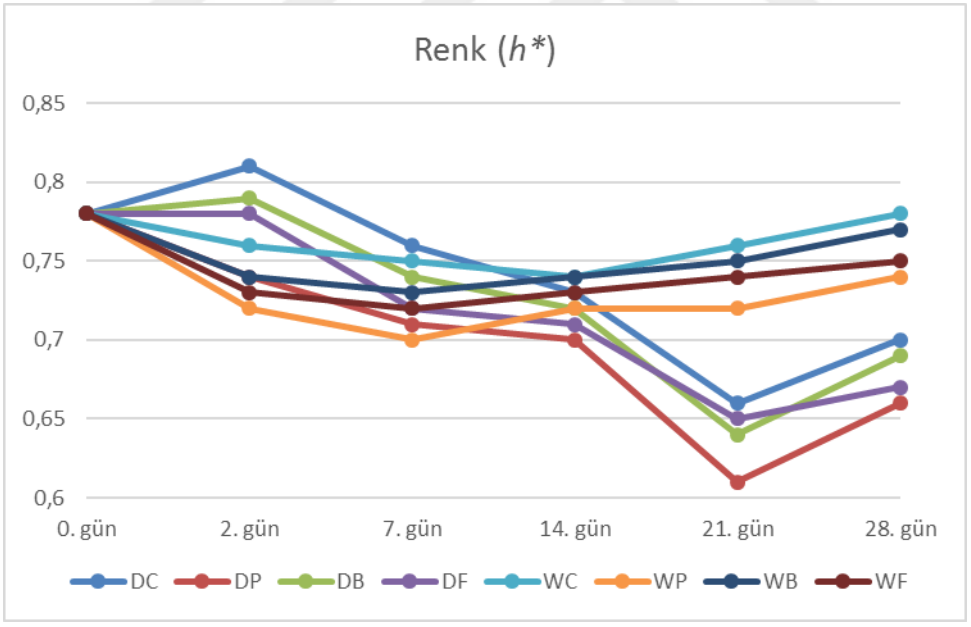
Tablo 4-47: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk koyuluğu (*C) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)**

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
CIE *C**	2	23,010±0,233	23,013±0,233	23,164±0,233	23,248±0,233	23,375^{a}±0,164	22,843^{b}±0,164	0,857	**0,025**	0,306
	7	24,676±0,260	24,718±0,260	24,535±0,260	24,682±0,260	23,658^{a}±0,184	25,647^{b}±0,184	0,962	**<0,001**	0,995
	14	24,317±0,179	24,383±0,179	24,237±0,179	24,308±0,179	22,708^{a}±0,126	25,914^{b}±0,126	0,953	**<0,001**	0,934
	21	21,551±0,276	21,658±0,276	21,492±0,276	21,632±0,276	20,636^{a}±0,195	22,530^{b}±0,195	0,973	**<0,001**	0,712
	28	17,819±0,211	18,114±0,211	17,758±0,211	17,920±0,211	15,760^{a}±0,001	20,045^{b}±0,001	0,653	**<0,001**	0,973

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-48: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (*h) değerlerindeki değişimler**

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	0,81	0,76	0,73	0,66	0,70
	DP	0,74	0,71	0,70	0,61	0,66
	DB	0,79	0,74	0,72	0,64	0,69
	DF	0,78	0,72	0,71	0,65	0,67
Yaş olgunlaştırma	WC	0,76	0,75	0,74	0,76	0,78
	WP	0,72	0,70	0,72	0,72	0,74
	WB	0,74	0,73	0,74	0,75	0,77
	WF	0,73	0,72	0,73	0,74	0,75



Şekil 4-27: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (*h) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-49: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (*h) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)**

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
CIE *h**	2	0,784^{a}±0,008	0,731^{b}±0,008	0,766^{ac}±0,008	0,754^{c}±0,008	0,781^{a}±0,005	0,736^{b}±0,005	**<0,001**	**<0,001**	0,346
	7	0,754^{a}±0,010	0,708^{b}±0,010	0,736^{ac}±0,010	0,720^{bc}±0,010	0,734±0,007	0,725±0,007	**0,006**	0,366	0,992
	14	0,736^{a}±0,007	0,709^{bc}±0,007	0,731^{a}±0,007	0,722^{ac}±0,007	0,717^{a}±0,005	0,732^{b}±0,005	**0,029**	**0,029**	0,995
	21	0,708^{a}±0,008	0,664^{b}±0,008	0,697^{a}±0,008	0,695^{a}±0,008	0,639^{a}±0,006	0,743^{b}±0,006	**0,002**	**<0,001**	0,859
	28	0,741±0,019	0,699±0,019	0,729±0,019	0,710±0,019	0,680^{a}±0,013	0,760^{b}±0,013	0,405	**<0,001**	0,999

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

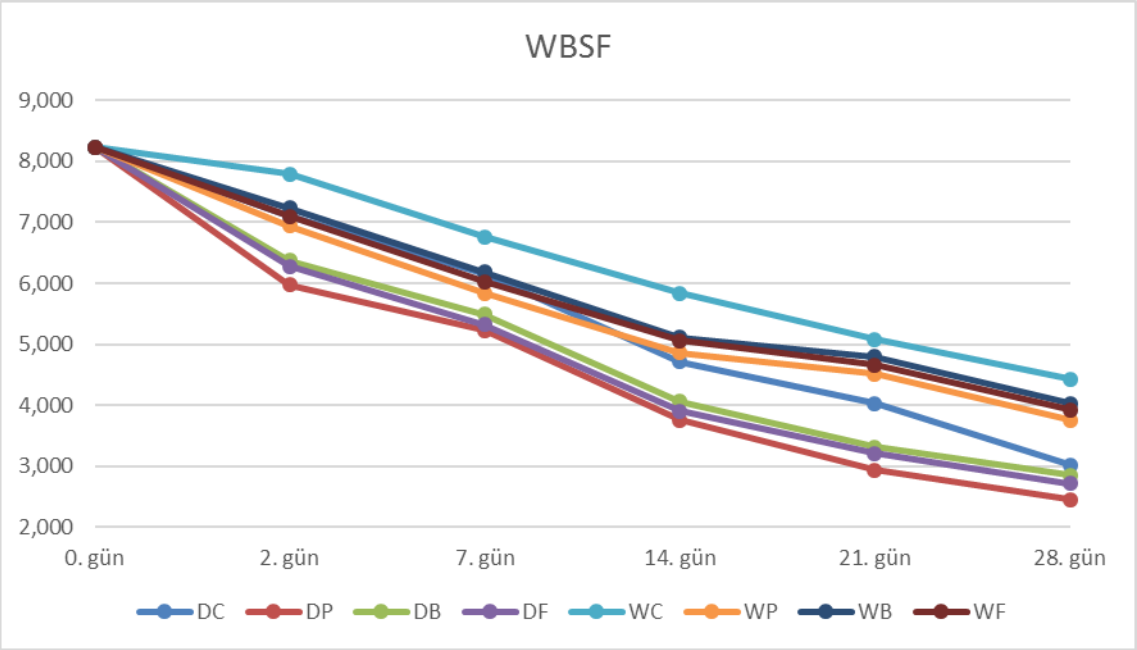
4.4.2. Tekstür Analizi Bulguları

4.4.2.1. Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) Değeri

Enzim uygulamalarını takiben 28 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin instrumental tekstür analizlerinden Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerindeki değişimler Tablo 4-50 ve Şekil 4-28'de gösterilmiştir.

Tablo 4-50: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerindeki değişimler (kg/cm^2)

Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	7,095	6,166	4,710	4,027	3,017
	DP	5,978	5,231	3,758	2,938	2,453
	DB	6,375	5,495	4,064	3,321	2,858
	DF	6,282	5,321	3,908	3,212	2,722
Yaş olgunlaştırma	WC	7,787	6,763	5,841	5,082	4,432
	WP	6,943	5,834	4,863	4,519	3,760
	WB	7,235	6,183	5,114	4,796	4,032
	WF	7,103	6,029	5,062	4,660	3,928



Şekil 4-28: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerindeki değişimler (kg/cm^2)

Tablo 4-51: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin Warner Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF) değerlerinin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE) (kg/cm2)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem		
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Grup × Yöntem
WBSF	2	7,441^{a}±0,144	6,461^{b}±0,144	6,805^{b}±0,144	6,692^{b}±0,144	6,432^{a}±0,102	7,267^{b}±0,102	**<0,001**	**<0,001**	0,926
	7	6,465^{a}±0,168	5,532^{b}±0,168	5,839^{b}±0,168	5,675^{b}±0,168	5,553^{a}±0,119	6,202^{b}±0,119	**0,001**	**<0,001**	0,993
	14	5,275^{a}±0,156	4,310^{b}±0,156	4,589^{b}±0,156	4,485^{b}±0,156	4,110^{a}±0,110	5,220^{b}±0,110	**<0,001**	**<0,001**	0,996
	21	4,554^{a}±0,120	3,728^{b}±0,120	4,058^{b}±0,120	3,936^{b}±0,120	3,374^{a}±0,085	4,764^{b}±0,085	**<0,001**	**<0,001**	0,433
	28	3,725^{a}±0,063	3,106^{c}±0,063	3,445^{b}±0,063	3,325^{b}±0,063	2,763^{a}±0,045	4,038^{b}±0,045	**<0,001**	**<0,001**	0,534

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

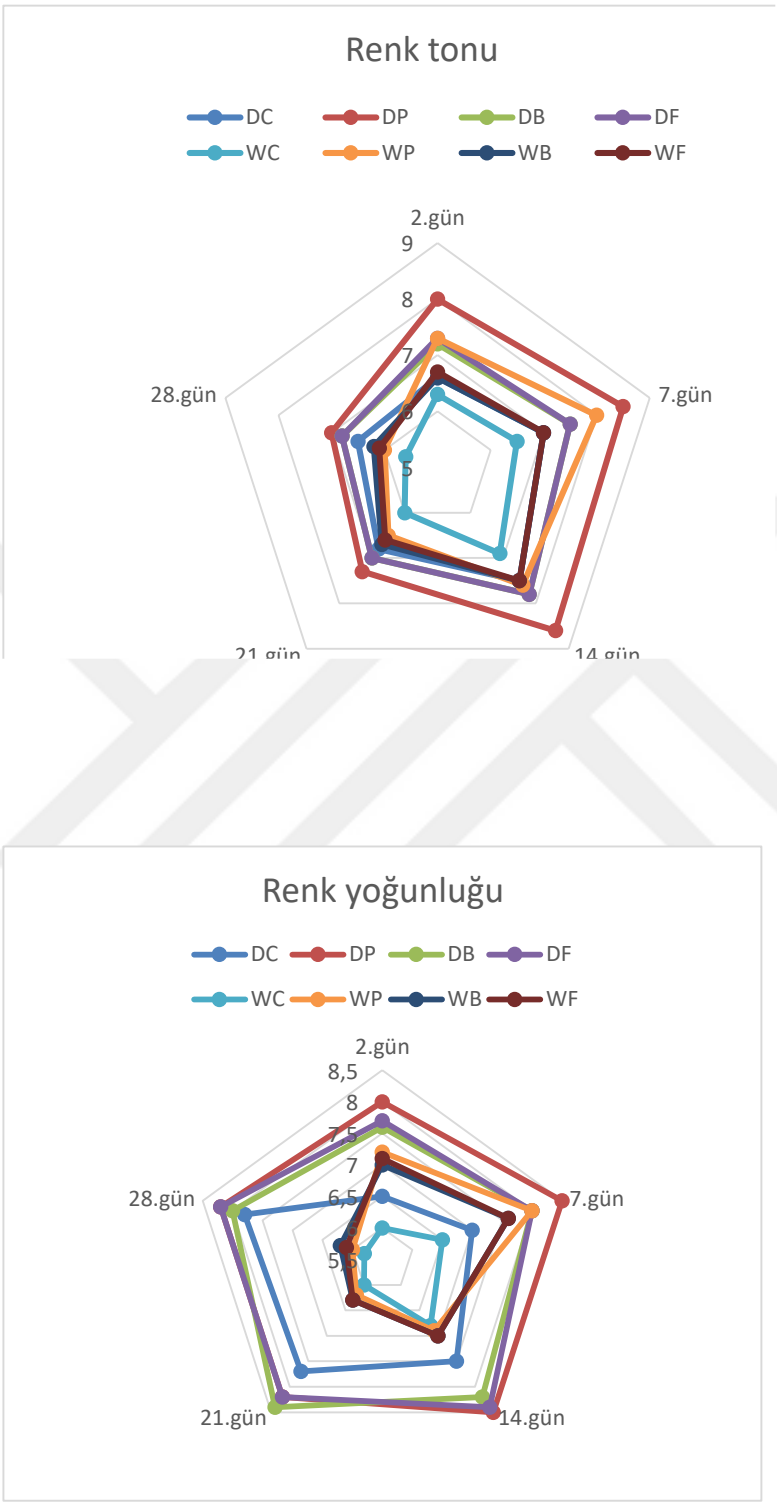
4.5. Sığır Eti Örneklerinin Olgunlaştırma Sürecindeki Duyusal Analiz Bulguları

4.5.1. Duyusal Analiz Paneli Bulguları

Enzim uygulamalarını takiben kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin 28 günlük depolama periyodu boyunca duyusal olarak muayenesi yapılmış ve örneklerin renk, koku, kıvam, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterlerindeki değişimler panelistler tarafından belirlenmiştir. Bu değişimler Tablo 4-52 – 4-72 ve Şekil 4-29 – 4-33'de gösterilmiş olup, tüketiciler tarafından örneklerin duyusal profili belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4-52: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerindeki (renk tonu, renk yoğunluğu) değişimler

Yöntem	Gruplar	Renk tonu					Renk yoğunluğu				
		2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	6,6	7	7,5	6,8	6,5	6,5	7	7,5	7,7	7,8
	DP	8	8,5	8,6	7,3	7	8	8,5	8,5	8,2	8,2
	DB	7,2	7,5	7,8	7	6,8	7,6	8	8,2	8,4	8
	DF	7,3	7,5	7,8	7	6,8	7,7	8	8,4	8,2	8,2
Yaş olgunlaştırma	WC	6,3	6,5	6,9	6	5,6	6	6,5	6,8	6	5,8
	WP	7,3	8	7,6	6,5	6	7,2	8	6,9	6,2	6
	WB	6,6	7	7,5	6,7	6,2	7	7,6	7	6,3	6,2
	WF	6,7	7	7,5	6,6	6,1	7,1	7,6	7	6,3	6,1



Şekil 4-29: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerindeki (renk tonu, renk yoğunluğu) değişimler

Tablo 4-53: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerinden renk tonu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Renk tonu	2	6,475^{c}±0,105	7,654^{a}±0,105	6,900^{b}±0,105	7,017^{b}±0,105	7,290^{a}±0,074	6,733^{b}±0,074	**<0,001**	**<0,001**	0,077	0,497
	7	6,750^{c}±0,070	8,250^{a}±0,070	7,250^{b}±0,070	7,262^{b}±0,070	7,631^{a}±0,049	7,125^{b}±0,049	**<0,001**	**<0,001**	**0,023**	0,999
	14	7,200^{c}±0,083	8,117^{a}±0,083	7,650^{b}±0,083	7,658^{b}±0,083	7,937^{a}±0,059	7,375^{b}±0,059	**<0,001**	**<0,001**	0,473	**0,008**
	21	6,412^{b}±0,102	6,917^{a}±0,102	6,858^{a}±0,102	6,800^{a}±0,102	7,035^{a}±0,072	6,458^{b}±0,072	**0,003**	**<0,001**	**0,031**	0,177
	28	6,054^{b}±0,093	6,500^{a}±0,093	6,496^{a}±0,093	6,458^{a}±0,093	6,777^{a}±0,066	5,977^{b}±0,066	**0,002**	**<0,001**	0,070	0,423

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

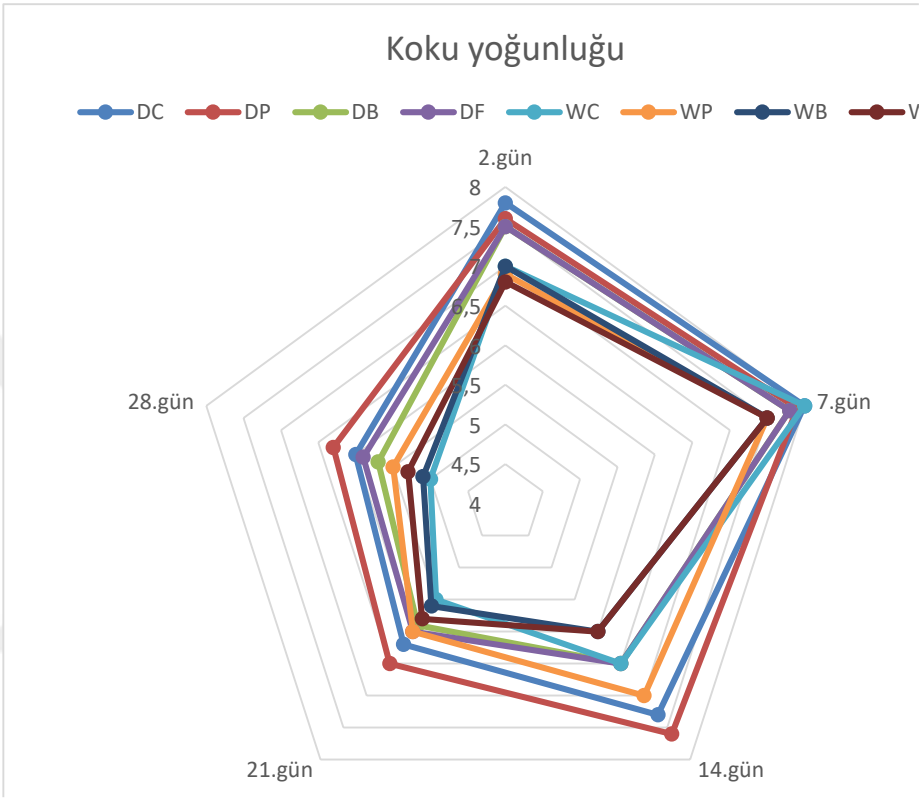
Tablo 4-54: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal renk parametrelerinden renk yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Renk yoğunluğu	2	6,258^{b}±0,128	7,600^{a}±0,128	7,300^{a}±0,128	7,402^{a}±0,128	7,455^{a}±0,091	6,825^{b}±0,091	**<0,001**	**<0,001**	0,249	0,882
	7	6,750^{b}±0,065	8,250^{a}±0,065	7,804^{c}±0,065	7,796^{c}±0,065	7,877^{a}±0,046	7,423^{b}±0,046	**<0,001**	**<0,001**	**0,005**	0,868
	14	7,158^{b}±0,096	7,700^{a}±0,096	7,596^{a}±0,096	7,704^{a}±0,096	8,156^{a}±0,068	6,923^{b}±0,068	**<0,001**	**<0,001**	0,953	**0,012**
	21	6,854^{b}±0,093	7,188^{a}±0,093	7,246^{a}±0,093	7,250^{a}±0,093	8,069^{a}±0,066	6,200^{b}±0,066	**0,010**	**<0,001**	0,163	0,730
	28	6,792^{b}±0,066	7,096^{a}±0,066	7,087^{a}±0,066	7,142^{a}±0,066	8,035^{a}±0,046	6,023^{b}±0,046	**0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,153

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-55: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (koku yoğunluğu, ekşi koku, tatlı koku, asidik koku) değişimler

Parametre	Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Koku yoğunluğu	Kuru olgunlaştırma	DC	7,8	8	7,3	6,2	6
		DP	7,6	7,9	7,6	6,5	6,3
		DB	7,5	7,8	6,5	5,9	5,7
		DF	7,5	7,8	6,5	6	5,9
	Yaş olgunlaştırma	WC	7	8	6,5	5,5	5
		WP	6,9	7,5	7	6	5,5
		WB	7	7,5	6	5,6	5,1
		WF	6,8	7,5	6	5,8	5,3
Ekşi koku	Kuru olgunlaştırma	DC	0,3	0,4	0,6	0,9	1
		DP	0,5	0,6	0,7	1,3	1,4
		DB	0,1	0,4	0,6	1,1	1,3
		DF	0,2	0,5	0,8	1,4	1,5
	Yaş olgunlaştırma	WC	0,4	0,7	0,8	1	1,2
		WP	0,3	0,6	0,9	1,4	1,5
		WB	0,5	0,8	0,9	1,5	1,6
		WF	0,4	0,7	1	1,6	1,8
Tatlı koku	Kuru olgunlaştırma	DC	0,3	0,6	0,7	0,8	1,2
		DP	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3
		DB	0,3	0,6	0,8	1	1,4
		DF	0,2	0,3	0,4	0,6	1
	Yaş olgunlaştırma	WC	0,1	0,2	0,4	0,7	0,9
		WP	0,5	0,5	0,7	0,8	1
		WB	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2
		WF	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1
Asidik koku	Kuru olgunlaştırma	DC	0,2	0,3	0,5	1	1,3
		DP	0,3	0,5	0,7	1,3	1,5
		DB	0,1	0,3	0,6	1,2	1,4
		DF	0,2	0,4	0,6	1,4	1,6
	Yaş olgunlaştırma	WC	0,5	0,6	0,8	1,5	1,6
		WP	0,4	0,5	0,7	1,7	1,8
		WB	0,6	0,8	1	1,9	2,1
		WF	0,5	0,7	0,9	1,8	2



Şekil 4-30: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (koku yoğunluğu) değişimler

Tablo 4-56: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden koku yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Koku yoğunluğu	2	7,400±0,109	7,254±0,109	7,250±0,109	7,150±0,109	7,600^{a}±0,077	6,927^{b}±0,077	0,449	**<0,001**	**<0,001**	0,803
	7	8,000^{a}±0,060	7,704^{b}±0,060	7,650^{b}±0,060	7,650^{b}±0,060	7,877^{a}±0,043	7,625^{b}±0,043	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,105
	14	6,904^{b}±0,119	7,300^{a}±0,119	6,250^{c}±0,119	6,250^{c}±0,119	6,977^{a}±0,084	6,375^{b}±0,084	**<0,001**	**<0,001**	**0,001**	0,771
	21	5,858^{b}±0,089	6,250^{a}±0,089	5,750^{b}±0,089	5,896^{b}±0,089	6,150^{a}±0,063	5,727^{b}±0,063	**0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,245
	28	5,512^{b}±0,092	5,900^{a}±0,092	5,404^{b}±0,092	5,600^{b}±0,092	5,979^{a}±0,065	5,229^{b}±0,065	**0,002**	**<0,001**	**0,001**	0,340

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-57: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden ekşi koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Ekşi koku	2	0,358±0,036	0,408±0,036	0,300±0,036	0,308±0,036	0,281^{a}±0,025	0,406^{b}±0,025	0,129	**0,001**	**0,040**	**<0,001**
	7	0,550±0,018	0,600±0,018	0,600±0,018	0,600±0,018	0,475^{a}±0,012	0,700^{b}±0,012	0,120	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
	14	0,700^{c}±0,034	0,800^{b}±0,034	0,750^{bc}±0,034	0,900^{a}±0,034	0,675^{a}±0,024	0,900^{b}±0,024	**0,001**	**<0,001**	**0,003**	0,648
	21	0,950^{c}±0,033	1,350^{b}±0,033	1,300^{b}±0,033	1,504^{a}±0,033	1,177^{a}±0,023	1,375^{b}±0,023	**<0,001**	**<0,001**	0,388	**0,005**
	28	1,104^{c}±0,037	1,450^{b}±0,037	1,450^{b}±0,037	1,650^{a}±0,037	1,300^{a}±0,026	1,527^{b}±0,026	**<0,001**	**<0,001**	0,052	0,183

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-58: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden tatlı koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Tatlı koku	2	0,200^{c}±0,027	0,450^{a}±0,027	0,350^{b}±0,027	0,250^{c}±0,027	0,300±0,019	0,325±0,019	**<0,001**	0,360	**0,002**	**<0,001**
	7	0,400^{b}±0,026	0,500^{a}±0,026	0,550^{a}±0,026	0,350^{b}±0,026	0,500^{a}±0,018	0,400^{b}±0,018	**<0,001**	**<0,001**	0,089	**<0,001**
	14	0,550^{b}±0,025	0,700^{a}±0,025	0,700^{a}±0,025	0,500^{b}±0,025	0,650^{a}±0,017	0,575^{b}±0,017	**<0,001**	**0,003**	0,149	**<0,001**
	21	0,750^{bc}±0,036	0,850^{ab}±0,036	0,950^{a}±0,036	0,700^{c}±0,036	0,825±0,026	0,800±0,026	**<0,001**	0,492	0,051	**0,007**
	28	1,050^{b}±0,045	1,150^{b}±0,045	1,300^{a}±0,045	1,050^{b}±0,045	1,225^{a}±0,032	1,050^{b}±0,032	**<0,001**	**<0,001**	**0,003**	**0,006**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

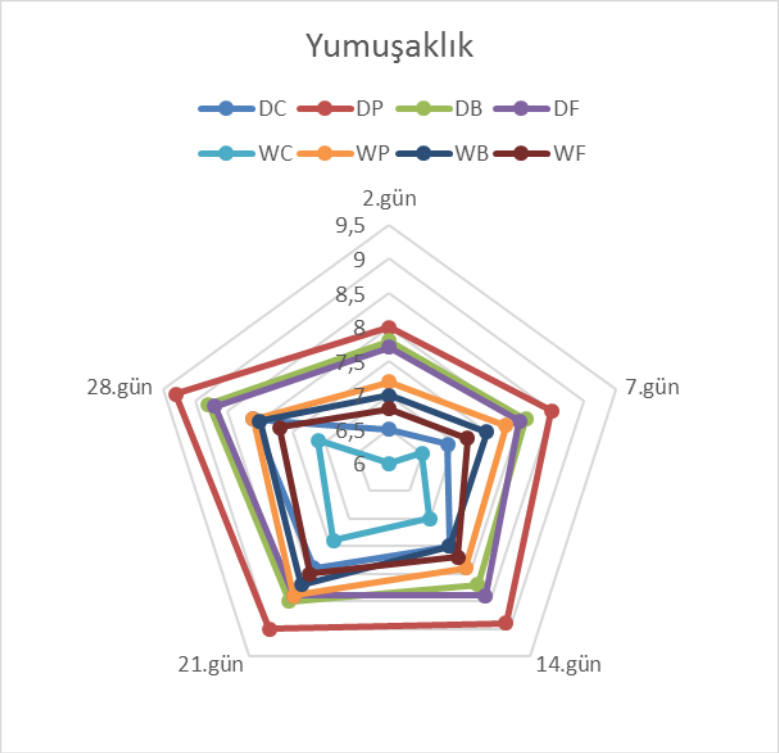
Tablo 4-59: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerinden asidik koku özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

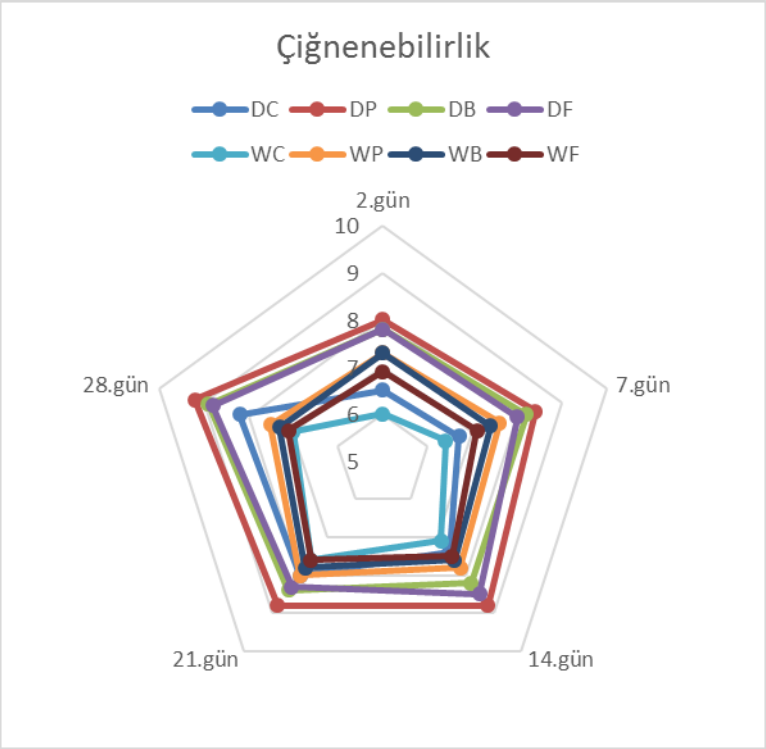
Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Asidik koku	2	0,350±0,019	0,350±0,019	0,358±0,019	0,350±0,019	0,204^{a}±0,014	0,500^{b}±0,014	0,987	**<0,001**	**0,010**	**<0,001**
	7	0,450^{c}±0,021	0,500^{bc}±0,021	0,650^{a}±0,021	0,554^{b}±0,021	0,427^{a}±0,015	0,650^{b}±0,015	**<0,001**	**<0,001**	**0,010**	**<0,001**
	14	0,650^{b}±0,031	0,700^{bc}±0,031	0,800^{a}±0,031	0,750^{ac}±0,031	0,600^{a}±0,022	0,850^{b}±0,022	**0,007**	**<0,001**	0,494	**<0,001**
	21	1,250^{c}±0,034	1,500^{b}±0,034	1,550^{ab}±0,034	1,604^{a}±0,034	1,225^{a}±0,024	1,727^{b}±0,024	**<0,001**	**<0,001**	**0,028**	**0,008**
	28	1,450^{c}±0,021	1,650^{b}±0,021	1,750^{a}±0,021	1,808^{a}±0,021	1,450^{a}±0,015	1,879^{b}±0,015	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**

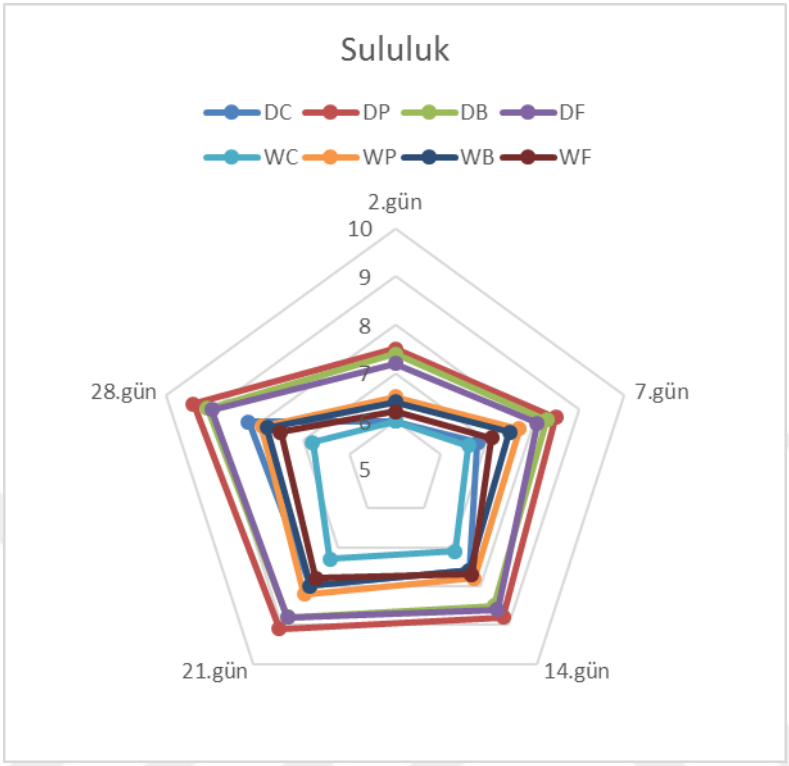
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-60: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerindeki (yumuşaklık, çiğnenebilirlik, sululuk) değişimler

Parametre	Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Yumuşaklık	Kuru olgunlaştırma	DC	6,5	6,9	7,5	7,9	8,1
		DP	8	8,5	8,9	9	9,3
		DB	7,8	8,1	8,2	8,5	8,8
		DF	7,7	8	8,4	8,4	8,7
	Yaş olgunlaştırma	WC	6	6,5	7	7,4	7,1
		WP	7,2	7,8	7,9	8,4	8,1
		WB	7	7,5	7,5	8,2	8
		WF	6,8	7,2	7,7	8	7,7
Çiğnenebilirlik	Kuru olgunlaştırma	DC	6,5	6,7	7,4	8	8,2
		DP	8	8,4	8,8	8,8	9,2
		DB	7,8	8,2	8,2	8,4	8,9
		DF	7,8	8	8,5	8,3	8,8
	Yaş olgunlaştırma	WC	6	6,4	7,1	7,6	7
		WP	7,3	7,6	7,8	8	7,5
		WB	7,3	7,4	7,6	7,8	7,3
		WF	6,9	7,1	7,5	7,6	7,1
Sululuk	Kuru olgunlaştırma	DC	6	6,8	7,6	8	8,2
		DP	7,5	8,5	8,8	9,1	9,4
		DB	7,4	8,3	8,5	8,8	9,1
		DF	7,2	8,1	8,6	8,8	9
	Yaş olgunlaştırma	WC	6	6,6	7,1	7,3	6,8
		WP	6,5	7,7	7,8	8,2	7,9
		WB	6,4	7,5	7,6	8	7,8
		WF	6,2	7,1	7,7	7,8	7,5


Yumuşaklık
DC
DP
DB
DF
WC
WP
WB
WF
2.gün
9,5
9
8,5
8
7,5
7
6,5
6
7.gün
14.gün
21.gün
28.gün


Çiğnenebilirlik
DC
DP
DB
DF
WC
WP
WB
WF
2.gün
10
9
8
7
6
5
7.gün
14.gün
21.gün
28.gün



Şekil 4-31: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerindeki (yumuşaklık, çiğnenebilirlik, sululuk) değişimler

Tablo 4-61: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden yumuşaklık özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Yumuşaklık	2	6,263^{d}±0,091	7,604^{a}±0,091	7,400^{ac}±0,091	7,254^{bc}±0,091	7,504^{a}±0,064	6,756^{b}±0,064	**<0,001**	**<0,001**	0,105	0,433
	7	6,700^{d}±0,066	8,150^{a}±0,066	7,800^{b}±0,066	7,600^{c}±0,066	7,875^{a}±0,047	7,250^{b}±0,047	**<0,001**	**<0,001**	**0,016**	0,177
	14	7,250^{c}±0,079	8,400^{a}±0,079	7,854^{b}±0,079	8,050^{b}±0,079	8,250^{a}±0,056	7,527^{b}±0,056	**<0,001**	**<0,001**	0,317	0,172
	21	7,650^{c}±0,074	8,700^{a}±0,074	8,350^{b}±0,074	8,200^{b}±0,074	8,450^{a}±0,052	8,000^{b}±0,052	**<0,001**	**<0,001**	0,178	0,519
	28	7,613^{d}±0,050	8,700^{a}±0,050	8,400^{b}±0,050	8,200^{c}±0,050	8,731^{a}±0,036	7,725^{b}±0,036	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,054

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-62: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden çiğnenebilirlik özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Çiğnenebilirlik	2	6,254^{c}±0,084	7,654^{a}±0,084	7,550^{ab}±0,084	7,350^{b}±0,084	7,527^{a}±0,059	6,877^{b}±0,059	**<0,001**	**<0,001**	0,801	0,269
	7	6,550^{c}±0,083	8,000^{a}±0,083	7,800^{a}±0,083	7,550^{b}±0,083	7,825^{a}±0,059	7,125^{b}±0,059	**<0,001**	**<0,001**	**0,040**	0,054
	14	7,250^{c}±0,063	8,300^{a}±0,063	7,900^{b}±0,063	8,000^{b}±0,063	8,225^{a}±0,045	7,500^{b}±0,045	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
	21	7,800^{c}±0,059	8,400^{a}±0,059	8,100^{b}±0,059	7,950^{bc}±0,059	8,375^{a}±0,041	7,750^{b}±0,041	**<0,001**	**<0,001**	**0,001**	0,105
	28	7,600^{c}±0,066	8,350^{a}±0,066	8,100^{b}±0,066	7,950^{b}±0,066	8,775^{a}±0,047	7,225^{b}±0,047	**<0,001**	**<0,001**	0,087	**0,027**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-63: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal kıvam parametrelerinden sululuk özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

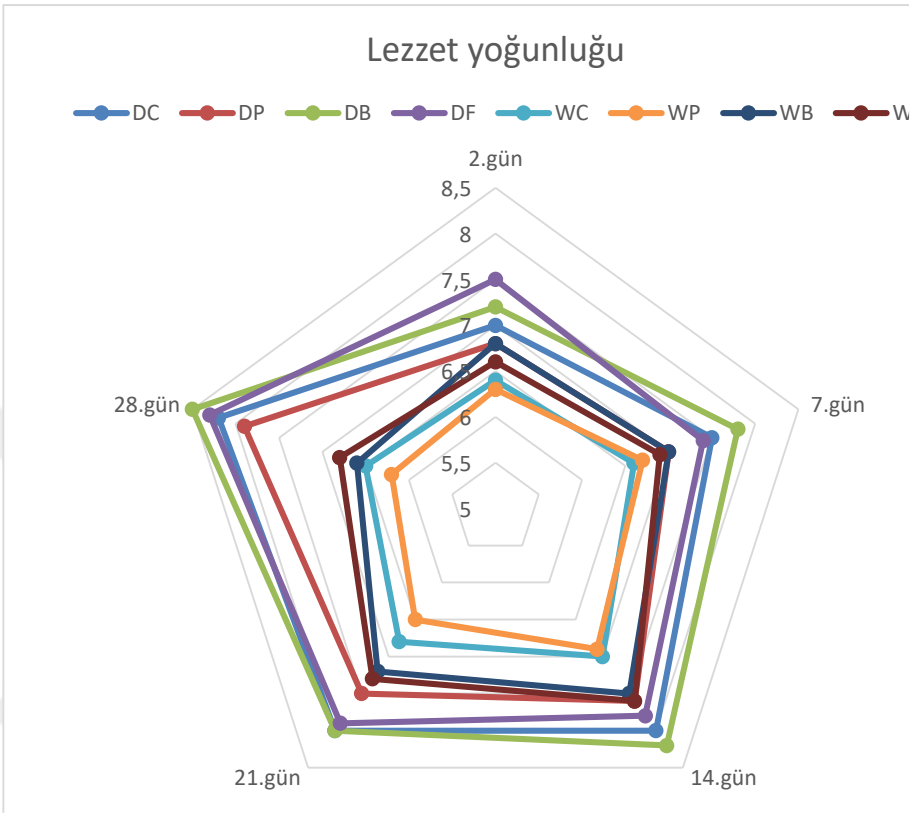
Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Sululuk	2	6,000^{b}±0,122	7,008^{a}±0,122	6,900^{a}±0,122	6,708^{a}±0,122	7,027^{a}±0,086	6,281^{b}±0,086	**<0,001**	**<0,001**	**0,010**	**0,008**
	7	6,700^{c}±0,096	8,100^{a}±0,096	7,900^{a}±0,096	7,600^{b}±0,096	7,925^{a}±0,068	7,225^{b}±0,068	**<0,001**	**<0,001**	**0,027**	**0,027**
	14	7,350^{c}±0,071	8,300^{a}±0,071	8,050^{b}±0,071	8,150^{ab}±0,071	8,375^{a}±0,050	7,550^{b}±0,050	**<0,001**	**<0,001**	0,169	**0,070**
	21	7,650^{c}±0,064	8,650^{a}±0,064	8,400^{b}±0,064	8,300^{b}±0,064	8,675^{a}±0,045	7,825^{b}±0,045	**<0,001**	**<0,001**	**0,011**	0,0391
	28	7,504^{c}±0,071	8,650^{a}±0,071	8,450^{ab}±0,071	8,254^{b}±0,071	8,927^{a}±0,050	7,502^{b}±0,050	**<0,001**	**<0,001**	**0,001**	0,697

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-64: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerindeki (lezzet yoğunluğu, tuzlu tat, tatlı tat, ekşi tat, asidik tat, acı tat, umami tat) değişimler

Parametre	Yöntem	Gruplar	2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Lezzet yoğunluğu	Kuru olgunlaştırma	DC	7	7,5	8	8	8,2
		DP	6,8	7	7,6	7,5	7,9
		DB	7,2	7,8	8,2	8	8,5
		DF	7,5	7,4	7,8	7,9	8,3
	Yaş olgunlaştırma	WC	6,4	6,6	7	6,8	6,5
		WP	6,3	6,7	6,9	6,5	6,2
		WB	6,8	7	7,5	7,2	6,6
		WF	6,6	6,9	7,6	7,3	6,8
Tuzlu tat	Kuru olgunlaştırma	DC	0,5	0,7	1,1	1,5	1,7
		DP	0,6	0,8	1,3	1,9	2,1
		DB	0,9	1,6	2	2,3	2,5
		DF	0,8	1,4	1,8	2,1	2,3
	Yaş olgunlaştırma	WC	1,6	2	2,2	2,8	3
		WP	1,1	1,7	2	2,5	3,2
		WB	1	1,6	1,9	2,2	2,9
		WF	1,2	1,8	2,1	2,4	3,3
Tatlı tat	Kuru olgunlaştırma	DC	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2
		DP	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3
		DB	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4
		DF	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
	Yaş olgunlaştırma	WC	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7
		WP	0,6	0,5	0,7	0,8	1
		WB	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2
		WF	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1
Ekşi tat	Kuru olgunlaştırma	DC	0,1	0,3	0,7	0,9	1
		DP	0,4	0,7	1	1,2	1,4
		DB	0,3	0,6	0,8	1	1,1
		DF	0,2	0,5	0,7	0,9	1
	Yaş olgunlaştırma	WC	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5
		WP	0,7	1	1,3	1,6	1,9
		WB	0,6	0,8	1,2	1,4	1,7
		WF	0,5	0,7	1,1	1,3	1,6

Asidik tat	**Kuru olgunlaştırma**	**DC**	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7
		DP	0,6	0,8	1	1,3	1,5
		DB	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3
		DF	0,3	0,5	0,7	0,9	1
	Yaş olgunlaştırma	**WC**	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1
		WP	0,8	1	1,2	1,5	1,7
		WB	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5
		WF	0,6	0,8	1	1,2	1,2
Acı tat	**Kuru olgunlaştırma**	**DC**	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4
		DP	0,3	0,4	0,7	0,6	0,8
		DB	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9
		DF	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9
	Yaş olgunlaştırma	**WC**	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2
		WP	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3
		WB	0,3	0,5	0,6	1	1,3
		WF	0,3	0,6	0,8	1,2	1,4
Umami tat	**Kuru olgunlaştırma**	**DC**	7	8	8,5	7,1	7
		DP	6,5	7,5	8	7,4	7,3
		DB	7,1	8,2	8,1	7,6	7,5
		DF	6,7	7,3	7,4	7	6,8
	Yaş olgunlaştırma	**WC**	5,9	7	7,3	6,9	6,4
		WP	6,3	6,8	7	6,7	6,2
		WB	7	7,5	7,6	7	6,5
		WF	6,4	6,5	7	6,6	6,1



Şekil 4-32: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal koku parametrelerindeki (lezzet yoğunluğu) değişimler

Tablo 4-65: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden lezzet yoğunluğu özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Lezzet yoğunluğu	2	6,708±0,163	6,550±0,163	7,000±0,163	7,050±0,163	7,125^{a}±0,115	6,529^{b}±0,115	0,102	**<0,001**	0,643	0,725
	7	7,050^{bd}±0,103	6,850^{cd}±0,103	7,404^{a}±0,103	7,150^{ab}±0,103	7,427^{a}±0,073	6,800^{b}±0,073	**0,003**	**<0,001**	**0,034**	0,150
	14	7,500^{b}±0,078	7,250^{c}±0,078	7,850^{a}±0,078	7,700^{ab}±0,078	7,900^{a}±0,055	7,250^{b}±0,055	**<0,001**	**<0,001**	0,081	**0,006**
	21	7,400^{a}±0,092	7,000^{b}±0,092	7,600^{a}±0,092	7,600^{a}±0,092	7,850^{a}±0,065	6,950^{b}±0,065	**<0,001**	**<0,001**	**0,003**	0,123
	28	7,350^{a}±0,135	7,050^{b}±0,135	7,550^{a}±0,135	7,550^{a}±0,135	8,225^{a}±0,095	6,525^{b}±0,095	**0,033**	**<0,001**	0,088	0,777

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-66: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden tuzlu tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Tuzlu tat	2	1,063^{a}±0,048	0,850^{b}±0,048	0,950^{ab}±0,048	1,000^{a}±0,048	0,706^{a}±0,034	1,225^{b}±0,034	**0,018**	**<0,001**	**0,027**	**<0,001**
	7	1,350^{b}±0,048	1,250^{b}±0,048	1,600^{a}±0,048	1,604^{a}±0,048	1,127^{a}±0,034	1,775^{b}±0,034	**<0,001**	**<0,001**	0,544	**<0,001**
	14	1,650^{b}±0,058	1,654^{b}±0,058	1,950^{a}±0,058	1,950^{a}±0,058	1,552^{a}±0,041	2,050^{b}±0,041	**<0,001**	**<0,001**	0,062	**<0,001**
	21	2,150±0,048	2,200±0,048	2,250±0,048	2,250±0,048	1,950^{a}±0,034	2,475^{b}±0,034	0,393	**<0,001**	0,086	**<0,001**
	28	2,350^{b}±0,058	2,650^{a}±0,058	2,700^{a}±0,058	2,800^{a}±0,058	2,150^{a}±0,041	3,100^{b}±0,041	**<0,001**	**<0,001**	0,412	**<0,001**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-67: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden tatlı tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Tatlı tat	2	0,300^{b}±0,031	0,500^{a}±0,031	0,450^{a}±0,031	0,254^{b}±0,031	0,400±0,022	0,352±0,022	**<0,001**	0,131	0,513	**<0,001**
	7	0,400^{b}±0,032	0,500^{a}±0,032	0,550^{a}±0,032	0,354^{b}±0,032	0,502^{a}±0,023	0,400^{b}±0,023	**<0,001**	**0,002**	0,129	**<0,001**
	14	0,550^{b}±0,034	0,704^{a}±0,034	0,754^{a}±0,034	0,500^{b}±0,034	0,654±0,024	0,600±0,024	**<0,001**	0,118	0,985	**<0,001**
	21	0,750^{bc}±0,044	0,850^{b}±0,044	1,000^{a}±0,044	0,700^{c}±0,044	0,875^{a}±0,031	0,775^{b}±0,031	**<0,001**	**0,027**	0,100	**0,001**
	28	0,950^{c}±0,049	1,150^{b}±0,049	1,300^{a}±0,049	0,950^{c}±0,049	1,175^{a}±0,034	1,000^{b}±0,034	**<0,001**	**0,001**	**0,002**	**<0,001**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-68: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden ekşi tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Ekşi tat	**2**	0,300^{c}±0,033	0,554^{a}±0,033	0,450^{b}±0,033	0,350^{c}±0,033	0,252^{a}±0,024	0,575^{b}±0,024	**<0,001**	**<0,001**	**0,031**	0,619
	7	0,500^{c}±0,048	0,850^{a}±0,048	0,700^{b}±0,048	0,600^{bc}±0,048	0,525^{a}±0,034	0,800^{b}±0,034	**<0,001**	**<0,001**	0,987	0,391
	14	0,800^{b}±0,054	1,150^{a}±0,054	1,000^{ac}±0,054	0,900^{bc}±0,054	0,800^{a}±0,038	1,125^{b}±0,038	**<0,001**	**<0,001**	0,181	0,501
	21	1,050^{c}±0,053	1,400^{a}±0,053	1,200^{b}±0,053	1,100^{bc}±0,053	1,000^{a}±0,037	1,375^{b}±0,037	**<0,001**	**<0,001**	**0,063**	0,879
	28	1,254^{b}±0,057	1,650^{a}±0,057	1,400^{b}±0,057	1,300^{b}±0,057	1,127^{a}±0,040	1,675^{b}±0,040	**<0,001**	**<0,001**	**0,007**	**0,842**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-69: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden asidik tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Asidik tat	2	0,250^{c}±0,039	0,700^{a}±0,039	0,600^{a}±0,039	0,450^{b}±0,039	0,375^{a}±0,027	0,625^{b}±0,027	**<0,001**	**<0,001**	**0,023**	0,648
	7	0,350^{c}±0,038	0,900^{a}±0,038	0,750^{b}±0,038	0,650^{b}±0,038	0,525^{a}±0,027	0,800^{b}±0,027	**<0,001**	**<0,001**	**0,004**	0,733
	14	0,550^{c}±0,052	1,100^{a}±0,052	1,000^{a}±0,052	0,850^{b}±0,052	0,725^{a}±0,037	1,025^{b}±0,037	**<0,001**	**<0,001**	0,354	0,604
	21	0,700^{c}±0,056	1,400^{a}±0,056	1,250^{a}±0,056	1,054^{b}±0,056	0,977^{a}±0,039	1,225^{b}±0,039	**<0,001**	**<0,001**	0,181	0,862
	28	0,904^{d}±0,049	1,600^{a}±0,049	1,400^{b}±0,049	1,100^{c}±0,049	1,125^{a}±0,035	1,377^{b}±0,049	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,344

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-70: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden acı tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Acı tat	**2**	0,250^{b}±0,028	0,400^{a}±0,028	0,250^{b}±0,028	0,300^{b}±0,028	0,225^{a}±0,020	0,375^{b}±0,020	**0,001**	**<0,001**	0,876	**0,002**
	7	0,350^{b}±0,031	0,500^{a}±0,031	0,400^{bc}±0,031	0,450^{ac}±0,031	0,300^{a}±0,022	0,550^{b}±0,022	**0,008**	**<0,001**	**0,011**	0,485
	14	0,500^{b}±0,040	0,750^{a}±0,040	0,550^{b}±0,040	0,600^{b}±0,040	0,475^{a}±0,028	0,725^{b}±0,028	**<0,001**	**<0,001**	0,088	**0,005**
	21	0,650^{b}±0,055	0,850^{a}±0,055	0,850^{a}±0,055	0,900^{a}±0,055	0,575^{a}±0,039	1,050^{b}±0,039	**0,009**	**<0,001**	0,556	0,272
	28	0,800^{b}±0,050	1,050^{a}±0,050	1,100^{a}±0,050	1,150^{a}±0,050	0,750^{a}±0,035	1,300^{b}±0,035	**<0,001**	**<0,001**	**0,037**	**0,036**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-71: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal lezzet parametrelerinden umami tat özelliğindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup				Yöntem		Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Umami tat	2	6,450^{b}±0,118	6,400^{b}±0,118	7,050^{a}±0,118	6,550^{b}±0,118	6,825^{a}±0,083	6,400^{b}±0,083	**0,001**	**0,001**	0,880	**0,017**
	7	7,500^{ab}±0,137	7,150^{b}±0,137	7,850^{a}±0,137	6,900^{c}±0,137	7,750^{a}±0,097	6,950^{b}±0,097	**<0,001**	**<0,001**	0,383	0,850
	14	7,900^{a}±0,136	7,500^{bc}±0,136	7,850^{ac}±0,136	7,200^{b}±0,136	8,000^{a}±0,096	7,225^{b}±0,096	**0,001**	**<0,001**	0,645	0,120
	21	7,000±0,151	7,050±0,151	7,300±0,151	6,804±0,151	7,277^{a}±0,106	6,800^{b}±0,106	0,147	**0,002**	0,930	0,658
	28	6,704±0,142	6,750±0,142	7,000±0,142	6,454±0,142	7,152^{a}±0,101	6,302^{b}±0,101	0,068	**<0,001**	0,175	0,558

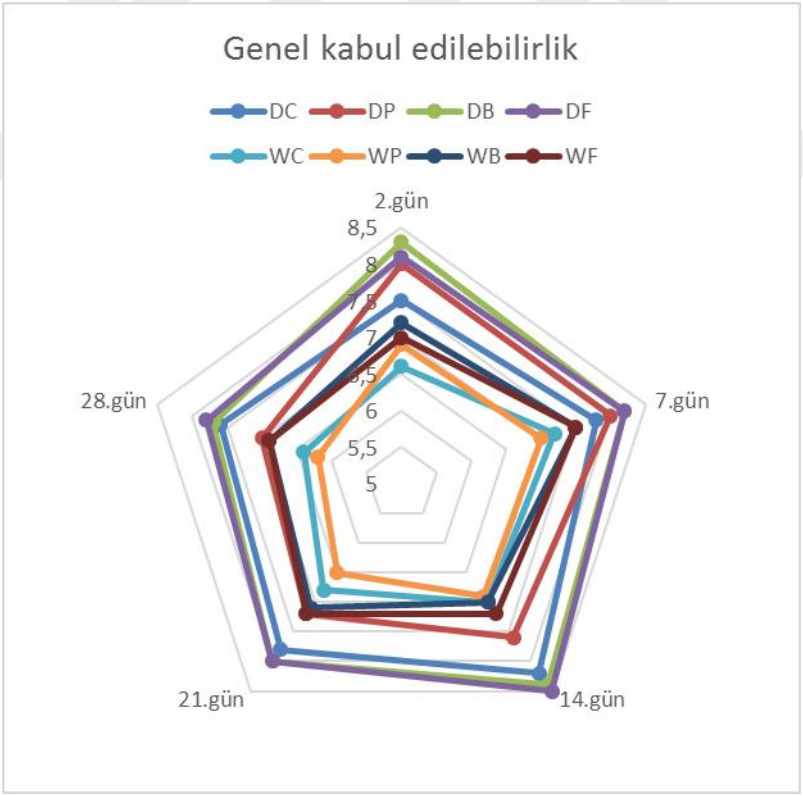
C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz

D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Tablo 4-72: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler

Yöntem	Gruplar	Genel kabul edilebilirlik				
		2.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kuru olgunlaştırma	DC	7,5	7,8	8,2	7,8	7,6
	DP	8	8	7,6	7,2	7
	DB	8,3	8,2	8,4	8	7,7
	DF	8,1	8,2	8,5	8	7,8
Yaş olgunlaştırma	WC	6,6	7,2	7	6,8	6,4
	WP	6,9	7	6,9	6,5	6,2
	WB	7,2	7,5	7	7,1	6,9
	WF	7	7,5	7,2	7,2	6,9



Şekil 4-33: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler

Tablo 4-73: Kuru ve yaş olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimlerin ortalamaları (Ort) ve standart hataları (SE)

Kriter	Süre (gün)	Grup			Yöntem			Önem			
		C (Ort ± SE)	P (Ort ± SE)	B (Ort ± SE)	F (Ort ± SE)	D (Ort ± SE)	W (Ort ± SE)	Grup	Yöntem	Panelist	Grup × Yöntem
Genel kabul edilebilirlik	2	7,063^{b}±0,124	7,458^{a}±0,124	7,758^{a}±0,124	7,554^{a}±0,124	7,990^{a}±0,088	6,927^{b}±0,088	**0,002**	**<0,001**	0,199	0,916
	7	7,496^{b}±0,041	7,500^{b}±0,041	7,850^{a}±0,041	7,850^{a}±0,041	8,048^{a}±0,029	7,300^{b}±0,029	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**0,009**
	14	7,600^{b}±0,041	7,250^{c}±0,041	7,700^{b}±0,041	7,850^{a}±0,041	8,175^{a}±0,029	7,025^{b}±0,029	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
	21	7,292^{b}±0,057	6,850^{c}±0,057	7,550^{a}±0,057	7,600^{a}±0,057	7,744^{a}±0,040	6,902^{b}±0,040	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	0,278
	28	7,000^{b}±0,050	6,600^{c}±0,050	7,300^{a}±0,050	7,350^{a}±0,050	7,523^{a}±0,035	6,602^{b}±0,035	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**0,015**

C: Kontrol, P: 0,015 g/kg Papain, B: 0,015 g/kg Bromelain, F: 0,015 g/kg Fungal Proteaz
D: Kuru olgunlaştırma yöntemi, W: Yaş olgunlaştırma yöntemi
^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

5. TARTIŞMA

Et, besin elementlerini yeterli ve dengeli miktarlarda içeren, yaşam için vazgeçilmez bir gıda maddesidir. Tüketime sunulan etlerin kalitesi de, etin içeriği kadar önem arz etmektedir. Renk, gevreklik, lezzet, su tutma kapasitesi gibi kriterler etin kalitesini belirlemede yararlanılan özellikler olup, tüketici beğenisinin şekillenmesine yol açmaktadırlar (Gürbüz 2009; Arslan 2013).

Tüketiciler tarafından kabul edilen etler, kesim sonrası rigor mortis evresini bitirmiş ve olgunlaşma sürecini tamamlamış etlerdir. Bu etler arzu edilen gevreklik, aroma ve lezzete ulaşmıştır (Anar 2012; Juárez ve ark. 2012). Ette olgunlaşma; doğal ve yapay olmak üzere iki şekilde meydana gelmektedir. Bu süreçte etler yumuşak, gevrek, sulu ve lezzetli bir yapı kazanmaktadır (Anar 2012; Khan ve ark. 2016).

Günümüzde doğal olgunlaşma için kuru ve yaş olgunlaştırma olmak üzere iki ticari yöntem kullanılmaktadır (Montgomery ve Leheska 2008; Khan ve ark. 2016). Ancak etlerin olgunlaştırılması sırasında geçen sürenin kısaltılması, muhafaza işlemlerine bağlı şekillenen giderlerin azaltılması, ticarete sokulan et miktarının arttırılabilmesi ve mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikler açısından daha kaliteli etlerin elde edilebilmesi için yapay olgunlaştırma yöntemlerinden de yararlanılmaktadır (Anar 2012).

Son yıllarda tüketici beğenisinin damak tadı üzerine yoğunlaşması, kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamaları gibi etlerin uzun sürede olgunlaştırılarak tüketime sunulduğu uygulamaların tercih edilmesine yol açmıştır. Bu çalışmada, doğal ve yapay olgunlaşma yöntemlerinin birlikte uygulanması ile et kalitesinin arttırılması hedeflenmiş ve bu doğrultuda farklı enzim uygulamaları ile kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin kalite parametreleri ve raf ömrü üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakteriler

Bu çalışmada, papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile yapay olgunlaştırmaya tabi tutulan *M. longissimus dorsi lumborum* etlerinin toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısında kontrol grubuna kıyasla daha yavaş bir artış olduğu

saptanmıştır. Kontrol grubu etler için olgunlaştırma sürecinin ilk günlerinde 4,016 log kob/g olan bakteri yükü, 28. günde 7,824 log kob/g'a ulaşırken; bitkisel ve mikrobiyel kökenli enzimlerle muamele edilen etler, olgunlaştırmanın 2. gününde 3,733 – 4,079 log kob/g düzeyine, olgunlaştırmanın sonunda ise 6,468 – 7,319 log kob/g düzeyine ulaşmışlardır (Tablo 4-9). Enzim uygulamasının yanı sıra farklı olgunlaştırma yöntemleri (kuru ve yaş olgunlaştırma) de uygulanan sığır etlerinin TAMB sayıları yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde kuru olgunlaştırmaya göre daha düşük seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etler 4,010 log kob/g'dan 7,363 log kob/g düzeyine ulaşırken; yaş olgunlaştırma uygulanan etler 3,821 log kob/g'dan 6,913 log kob/g'a yükselmiştir (Tablo 4-9). Olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ($P<0,001$), benzer şekilde enzim uygulamaları da kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 4-9). Enzim × Yöntem interaksiyonu 14. günden itibaren TAMB sayıları bakımından önemlilik arz etmeye başlamıştır ($P<0,05$). Enzim uygulanan gruplar arasında yöntemlere göre farklılıklar belirmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan enzim uygulanmış ve uygulanmamış grupların herbiri farklı ortalamalara sahip olmakla birlikte, uygulanan yönteme bağlı olarak da değişkenlik arz etmektedir (Tablo 4-9).

Olgunlaştırmanın son gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 0,7 log kob/g düzeyinde farklılık tespit edilmişken, fungal proteaz uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 1,59 log kob/g ve 1,13 log kob/g düzeyinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-8, Şekil 4-6).

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi (*longissimus* kası) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma öncesinde et örneklerinin toplam aerob bakteri sayısını 2,57 log kob/cm^2 olarak belirlemişlerdir. Olgunlaştırma işlemi ile etteki TAB sayısı, olgunlaştırma yöntemi ve süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Kuru olgunlaştırılan et örneklerinin TAB sayısı, yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklerden daha yüksek bulunurken; olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın olgunlaştırma süresinin uzaması ile artış gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada, 8 ve 19 günlük kuru olgunlaştırma işlemine tabi tutulan etlerin TAB sayıları sırasıyla 6,39 ve 8,75 log kob/cm^2 olarak belirlenmiş; 8 ve 19 günlük yaş olgunlaştırma (vakum paketli olarak) işlemine tabi tutulan etlerin TAB sayıları ise sırasıyla 3,28 ve 5,87 log kob/cm^2 olarak bildirilmiştir.

Campbell ve ark. (2001), kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin aerob bakteri sayısının kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek olduğunu, ancak kuru olgunlaştırma uygulaması süresince aerob bakteri sayısının etkilenmediğini saptamışlardır. Kuru olgunlaştırma uygulaması süresince gözlenen bu düşük mikrobiyel gelişim, et yüzeyinin kurumasına ve muhafaza sıcaklığının düşüklüğüne bağlandığı ifade edilmiştir. Ayrıca, kuru olgunlaştırmada etin yüzeyindeki su aktivitesinin azalmasına bağlı olarak bakteriyel gelişim en aza indirilebildiği belirtilmiştir (AMPC ve MLA, 2010).

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), 21 günlük kuru olgunlaştırma periyodu boyunca toplam aerob bakteri sayısında anlamlı bir artış gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırmanın 14. gününde $5{,}2\times10^5$ kob/ml olarak belirtilen TAB sayısı; 21. günde 2×10^6 kob/ml olarak saptanmışken, yaş olgunlaştırmanın 14. gününde $4{,}5\times10^2$ kob/ml olarak belirlenen TAB sayısı olgunlaştırmanın 21. gününde ise 9×10^2 kob/ml olarak bildirilmiştir.

Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma işleminin sığır etinin (longissimus lumborum kası) kalite karakteristikleri ve tüketicilerin duyusal beğenisi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yaş olgunlaştırma periyodu boyunca aerob bakteri sayısında artış tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Olgunlaştırmanın 63. gününde aerob bakteri sayısının 2 log kob/cm^2 olarak belirlendiği bildirilmişlerdir.

5.1.2. Psikrotrof Bakteriler

Bu çalışmada enzim ile muamele edilerek kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerine tabi tutulan sığır etlerindeki psikrotrof bakteri sayısı, 28 günlük olgunlaştırma periyodu boyunca bütün uygulama gruplarında artış göstermiştir (Şekil XX). Kontrol grubu etlerindeki psikrotrof bakteri sayısı, enzim ile muamele edilen etlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaştırma sürecinin 2. gününde kontrol grubu örneklerinde 4,430 log kob/g olarak belirlenen psikrotrof bakteri sayısı, enzimlerle (papain, bromelain ve fungal proteaz) muamele edilen gruplarda 4,081 – 4,387 log kob/g düzeylerinde saptanmıştır (Tablo 4-11). Psikrotrof bakteriler, olgunlaştırmanın 28. gününde kontrol grubunda 8,936 log kob/g'a ulaşırken; enzim uygulanan gruplarda daha düşük seyrederek, 8,062 – 8,532 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır.

Enzim uygulamaları ile birlikte kullanılan kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinde; kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin psikrotrof bakteri sayıları yaş olgunlaştırma uygulanan örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerindeki psikrotrof bakteri sayısı olgunlaştırmanın ilk günlerinde 4,345 log kob/g iken, 28 günlük olgunlaştırma sürecinin sonunda 8,603 log kob/g'a yükselmiş; yaş olgunlaştırılan etlerde 4,282 log kob/g olan bakteri yükü, 8,289 log kob/g'a ulaşmıştır. Enzim uygulamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlılık tespit edilirken ($P<0,001$); aynı şekilde olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 4-11). Enzim × yöntem etkileşimi, olgunlaştırmanın 14. ve 28. gününde önemlilik göstermiştir ($P<0,05$). Olgunlaştırma yöntemine bağlı olarak tüm enzim uygulamaları birbirinden farklılık göstermekte ve fungal proteaz enzimi uygulanarak yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin psikrotrof bakteri sayısındaki inhibisyon en yüksek olarak kaydedilmiştir (Tablo 4-11).

Olgunlaştırma sürecinin sonunda, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu örnekleri arasında 0,56 log kob/g farklılık belirlenirken; fungal proteaz ile muamele edilerek kuru ve yaş olgunlaştırılan etler kontrol grubuna kıyasla 1,10 log kob/g ve 1,20 log kob/g düzeylerinde düşük bulunmuştur (Tablo 4-10, Şekil 4-7).

5.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterileri

Bu çalışmada farklı enzim preparatları uygulanan gruplardaki *Enterobacteriaceae* sayıları, kontrol grubuna göre daha düşük seyrederken; 28 günlük olgunlaştırma boyunca bütün gruplarda artış gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinde 3,572 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı; olgunlaştırmanın 28. gününde 6,943 log kob/g'a yükselirken; enzimlerle muamele edilen etlerde olgunlaştırmanın başında 3,279 – 3,449 log kob/g olan sayı, olgunlaştırmanın sonunda 6,718 – 5,888 log kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir (Tablo 4-13). Bunun yanı sıra, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerdeki *Enterobacteriaceae* sayısı yaş olgunlaştırılan etlerden daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerindeki *Enterobacteriaceae* sayısı 3,509 log kob/g'dan 6,618 log kob/g'a yükselirken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 3,307 log kob/g'dan 6,328 log kob/g düzeyine artış göstermiştir (Tablo 4-13).

Enzim uygulamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlılık gözlemlenirken ($P<0,05$), olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık da anlamlı bulunmuştur ($P<0,01$) (Tablo 4-13).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru olgunlaştırma uygulanan kontrol grubu etlerindeki *Enterobacteriaceae* sayısı 7,024 log kob/g olarak saptanmışken, enzimle muamele edilen etlerde bu sayı 5,979 – 6,947 log kob/g düzeylerinde belirlenmiştir. Yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etlerinde ise 6,862 log kob/g düzeyinde tespit edilen bakteri sayısı, enzim uygulanan etlerde 6,489 – 5,798 log kob/g düzeylerinde bulunmuştur (Tablo 4-12).

Kuru ve yaş olgunlaştırılan etlerin mikrobiyolojik kalitesini kontrol etmek için, raf ömrü boyunca indikatör mikroorganizmalardan *Enterobacteriacea* sayısı ve *E. coli* varlığının tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla etlerin sağlıklı olarak değerlendirilmesi için kritik limitler, *Enterobacteriaceae* için 1000 kob/g ve *E. coli* için 10 kob/g olarak belirtilmiştir (Dashdorj ve ark. 2016).

Buna bağlı olarak, Wisconsin Üniversitesi Et Yöntemi Doğrulama Merkezi (2006) sığır karkaslarında kuru olgunlaştırma öncesinde %69 (3,7 kob/cm^2) *E. coli*, %84 (5,8 kob/cm^2) koliform ve %93 (7,3 kob/cm^2) *Enterobacteriacea* tespit edilirken; 6 gün süreyle kuru olgunlaştırılan karkaslarda %8 (0,17 kob/cm^2) *E. coli*, %17 (0,23 kob/cm^2) koliform ve %37 (4,9 kob/cm^2) *Enterobacteriaceae* saptadıklarını raporlamışlardır. Benzer olarak, bu çalışmada da *Enterobacteriaceae* sayısı 7 günlük kuru olgunlaştırmanın sonunda 3,736 log kob/g düzeyinde saptanırken; yaş olgunlaştırmada tutulan etlerde 3,405 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi (*longissimus* kası) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma işlemine tabi tutulacak et örneklerinin başlangıç *Enterobacteriaceae* yükü <0,01 log kob/cm^2 olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar, 8 ve 19 günlük olgunlaştırma süreleri boyunca etteki *Enterobacteriacea* sayılarını, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklerde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinde uygulama sürenin uzamasına bağlı olarak, *Enterobacteriacea* sayılarında artış belirlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan et örneklerinin *Enterobacteriacea* sayıları 8 günlük olgunlaştırma sonrasında 2,09 kob/cm^2 olarak gözlenirken, 19 günlük olgunlaştırma

sonrasında bu sayının artış göstererek 5,35 kob/cm^{2}'ye yükseldiğini bildirilmişlerdir. Araştırmada, 8 günlük yaş olgunlaştırma işlemi sonrasında *Enterobacteriacea* sayısı 0,24 kob/cm^{2}; 19 günlük olgunlaştırma sonrasında ise 1,20 kob/cm^{2} olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, elde edilen *Enterobacteriacea* sayıları kuru olgunlaştırma sürecinde Li ve ark. (2014)'nın elde ettiği sonuçlara benzerlik gösterse de, yaş olgunlaştırmada tutulan etlerde saptanan *Enterobacteriacea* sayılarının yüksek olduğu gözlemlenmiştir (7. gün yaş olgunlaştırma 3,405 log kob/g, 21. gün yaş olgunlaştırma 5,287 log kob/g).

5.1.4. Laktik Asit Bakterileri

Gıdalarda bozulmadan sorumlu bakteri grupları arasında yer alan laktik asit bakterileri olgunlaştırma süreci boyunca bütün gruplarda artış göstermiş olup, kontrol grupları enzim uygulanan gruplara göre daha yüksek seyretmiştir. Laktik asit bakteri sayısı kontrol grubunda 2,778 log kob/g'dan 5,345 log kob/g'a yükselmiş; enzim ile muamele edilen gruplarda olgunlaştırmanın 2. gününde 2,314 – 2,632 log kob/g düzeylerinde iken, olgunlaştırmanın 28. gününde 4,661 – 5,123 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-15). Yaş olgunlaştırma uygulanan kontrol ve enzim gruplarındaki sığır etlerine ait laktik asit bakteri sayılarının, kuru olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etler 0,781 log kob/g'dan 4,549 log kob/g düzeyine ulaşırken; yaş olgunlaştırma uygulanan etler 0,736 log kob/g'dan 5,478 log kob/g'a yükselmiştir (Tablo 4-15).

Enzim grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenirken ($P<0,05$), olgunlaştırma yöntemleri arasında da anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4-15).

Olgunlaştırmanın 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etlerindeki laktik asit bakteri sayıları sırasıyla 2,433 ve 3,123 log kob/g düzeyinde iken; olgunlaştırmanın 28. gününde 4,856 ve 5,834 düzeylerine yükselmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan enzim gruplarındaki bakteri sayıları sırasıyla 2,065 – 2,319 log kob/g ve 2,564 – 2,945 log kob/g iken, olgunlaştırmanın sonunda 4,189 – 4,714 log kob/g ve 5,134 – 5,532 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-14, Şekil 4-9).

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi (*longissimus* kası) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, etteki laktik asit bakterilerinin başlangıç yükünü <0,01 log kob/cm^2 olarak belirlemişlerdir. Et örneklerindeki LAB sayıları üzerine olgunlaştırma süresi ve yönteminin etkili olduğunu bildirilmişler ve 19 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uygulanan örneklerdeki LAB sayısının (3,20 log kob/cm^2), vakum paketle olgunlaştırılan etlerdekinden (5,34 log kob/cm^2) daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. LAB sayısının kuru olgunlaştırılan etler hariç, olgunlaştırma süresinin uzaması ile artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), yaş olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin laktik asit bakteri sayısında anlamlı bir artış gözlerken; kuru olgunlaştırılan etlerdeki LAB sayısında önemli bir değişiklik görülmediğini ifade etmişlerdir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerdeki LAB sayısı, olgunlaştırmanın 14. gününde $5{,}6\times10^3$ kob/ml; 21. gününde $4{,}4\times10^3$ kob/ml olarak bildirilmiştir. Yaş olgunlaştırılan etlerdeki LAB sayısı ise 14. günde $1{,}8\times10^5$ kob/ml iken; 21. günde $1{,}3\times10^6$ kob/ml'ye yükselmiştir. Yaş olgunlaştırılan etlerin LAB sayısındaki bu gelişim, uzun süreli olgunlaştırma ile pH değerinde meydana gelen azalmaya bağlanmıştır. Benzer şekilde bazı çalışmalarda da, laktik asit bakterilerinin tercihen anaerob koşullarda olgunlaştırılan etlerde daha fazla gelişim gösterdiği bildirilmiştir (Huis in't Veld 1996; Gram ve ark. 2002). Özellikle laktik asit bakterilerinden *Carnobacterium* spp., *Lactobacillus* spp. ve *Leuconostoc* spp., vakum paketli etlerde baskın olan bakteri grupları olarak belirtilmiştir (Borch ve ark. 1996). Bu bakterilerin üremeleri sonucu açığa çıkan laktik asit ve CO_2, sümüksel yapı oluşumuna neden olmaktadırlar (Huis in't Veld 1996; Gram ve ark. 2002; Nychas ve ark. 2008).

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), 21 günlük yaş olgunlaştırma periyodu boyunca pH değerinde meydana gelen düşmeyi, LAB tarafından üretilen laktik asit oluşumu ile açıklamaktadır.

Huis in't Veld (1996), laktik asit bakterilerinin genellikle aerob buzdolabı koşullarında yavaş gelişim gösterdiğini ve *Pseudomonas* spp. ile kısmen de olsa rekabet edebileceğini belirtmektedir. Bu durum da, kuru olgunlaştırılan etlerde yaş olgunlaştırmaya kıyasla gözlenen daha yüksek toplam aerob bakteri sayısını ve daha düşük LAB sayısını açıklamaktadır.

5.1.5. *Pseudomonas* spp.

Düşük sıcaklıkta muhafaza edilen kırmızı etlerde baskın florayı oluşturan *Pseudomonas* spp. sayısı; papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen gruplarda kontrol grubuna kıyasla daha düşük seyrettiği kaydedilmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubunda 4,274 log kob/g olan *Pseudomonas* spp. sayısı, 28. günde 7,822 log kob/g düzeyine yükselirken; enzim uygulanan gruplarda olgunlaştırmanın 2. gününde 3,958 – 4,149 log kob/g düzeylerine, olgunlaştırmanın sonunda ise 7,013 – 7,547 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-17). Bununla birlikte, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerindeki *Pseudomonas* spp. sayısı yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek kaydedilmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etler 4,330 log kob/g'dan 8,006 log kob/g'a yükselirken; yaş olgunlaştırma uygulanan etler 3,885 log kob/g'dan 6,825 log kob/g düzeyine ulaşmıştır (Tablo 4-17).

Olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren, enzim grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,001$); 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 4-17). Grup × yöntem etkileşimi, olgunlaştırmanın 21. gününde anlamlılık göstermiş; iki farklı yöntemde ve dört farklı uygulama grubunda istatistiksel açıdan anlamlı olan farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4-17).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 1,21 log kob/g düzeyinde farklılık tespit edilmişken, fungal proteaz uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,85 log kob/g ve 0,77 log kob/g düzeyinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-16, Şekil 4-10).

5.1.6. *Brochothrix thermosphacta*

Et ve et ürünlerinde bozulmaya neden olan *B. thermosphacta,* çalışmamızdaki 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca kontrol grubu etlerinde enzim uygulanan etlere kıyasla daha yüksek düzeyde seyretmiştir ve bütün gruplarda olgunlaştırmanın sonuna kadar artış izlenmiştir.

Kontrol grubu etlerindeki *B. thermosphacta* sayısı olgunlaştırmanın 2. gününde 3,778 log kob/g iken, 28. gününde 6,934 log kob/g'a ulaşmış; papain, bromelain ve

fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen gruplardaki sığır etlerinde olgunlaştırmanın 2. gününde 3,402 – 3,696 log kob/g düzeylerinde olan bakteri sayısı, 28. gününde 5,944 – 6,506 log kob/g düzeylerine yükselmiştir (Tablo 4-19). Kuru olgunlaştırma uygulanan kontrol ve enzim gruplarındaki sığır etlerine ait *B. thermosphacta* sayısının yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek seyrettiği saptanmıştır. Kuru olgunlaştırma uygulanan etler 3,775 log kob/g'dan 7,239 log kob/g düzeyine ulaşırken; yaş olgunlaştırma uygulanan etler 3,391 log kob/g'dan 5,600 log kob/g'a yükselmiştir. Uygulama grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,01$); benzer şekilde olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılıklar da önem arz etmektedir ($P<0,001$). Enzim × yöntem etkileşimi, olgunlaştırma sürecinin 7. ve 14. günlerinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$). İki farklı yöntem için de gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlılık göstermiştir (Tablo 4-19).

Olgunlaştırmanın 2. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 0,56 log kob/g düzeyinde farklılık tespit edilirken, 28. günde *B. thermosphacta* sayısındaki bu farklılık 1,50 log kob/g düzeyine yükselmiştir. Fungal proteaz ile muamele edilerek kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerine ait *B. thermosphacta* sayısı kontrol grubuna göre sırasıyla 0,53 ve 0,23 log kob/g düzeylerinde farklılık gösterirken, 28. günde 0,88 ve 1,10 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-18, Şekil 4-11).

5.1.7. Küfler ve Mayalar

Bu çalışmada, papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen sığır etlerine ait küf ve maya sayısında kontrol grubuna kıyasla daha düşük bir artış gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubunda 3,779 log kob/g olan küf ve maya sayısı, 28. günde 6,306 kob/g düzeyine yükselirken; enzim uygulanan gruplarda olgunlaştırmanın 2. gününde 3,191 – 3,530 log kob/g düzeylerine, olgunlaştırmanın sonunda 5,602 – 6,006 log kob/g düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-21). Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin küf ve maya sayısı yaş olgunlaştırma uygulanan etlere kıyasla daha yüksek seyretmiştir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin küf ve maya sayısı 3,509 log kob/g'dan 6,353 log kob/g düzeyine ulaşırken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin bakteri sayısı 3,426 log kob/g'dan 5,503 log kob/g'a yükselmiştir. Uygulama gruplarının küf ve maya sayıları arasındaki farklılık istatistiksel

açıdan anlamlı bulunurken (P<0,001); olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren önemlilik arz etmeye başlamıştır (P<0,001). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından olgunlaştırmanın 7., 14. ve 21. günlerinde anlamlılık tespit edilmiştir (P<0,05) (Tablo 4-21).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 0,72 log kob/g düzeyinde farklılık tespit edilmişken, en düşük küf-maya sayısı tespit edilen fungal proteaz uygulanmış etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,63 log kob/g ve 0,8 log kob/g düzeyinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-20, Şekil 4-12).

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi (*longissimus* kası) üzerine etkilerini gözlemledikleri araştırmalarında, etteki başlangıç yükünün 0,11 log kob/cm^2 olduğunu bildirmişlerdir. Olgunlaştırma yöntemi ve süresinin etlerdeki küf sayısı üzerine etkili olmadığı ifade ederken; 19 gün süre ile kuru olgunlaştırmaya alınan et örneklerinin küf sayısı 0,72 log kob/cm^2 olarak saptanmış; yaş olgunlaştırma işlemi uygulanan örneklerin ise küf sayısı 0,01 log kob/cm^2 olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar etteki başlangıç maya sayısını 0,86 log kob/cm^2 olarak tespit etmişler; 8 ve 19 gün süre ile kuru olgunlaştırılan etlerin maya sayısını 3,69 log kob/cm^2 ve 5,68 log kob/cm^2 olarak saptarken, vakum paketli olarak olgunlaştırma yapılan örneklerde bu sayı 0,37 log kob/cm^2 ve 0,51 log kob/cm^2 olarak daha yüksek bulunmuştur.

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), 21 günlük kuru olgunlaştırma periyodu boyunca küf ve maya sayılarında anlamlı bir artış belirlemişlerdir. Kuru olgunlaştırmanın 14. gününde küf ve maya sayıları sırasıyla $2,7\times10^5$ ve $3,7\times10^5$ olarak tespit edilirken; 21. gündeki küf ve maya sayıları sırasıyla $5,8\times10^5$ ve $7,4\times10^5$ olarak bildirilmiştir. Yaş olgunlaştırılan sığır etlerindeki küf ve maya sayıları, olgunlaştırmanın 14. gününde $5,5\times10^2$ ve $3,3\times10^3$; 21. gününde ise 1×10^3 ve 3×10^3 olarak belirtilmiştir.

Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin maya sayısındaki artış, olgunlaştırma periyodu boyunca et örneklerinin direk olarak soğutucu havasına maruz kalmasıyla ve bazı küf türlerinin düşük su aktivitesinde de üreme yeteneğine sahip olmasıyla açıklanabilmektedir (Li ve ark. 2013).

5.2. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.2.1. pH

Etin pH değeri, direk olarak raf ömrünü, rengini ve kalitesini etkileyen önemli bir parametredir (Simela 2005); etin rengi, su tutma kapasitesi ve yumuşaklığı gibi özelliklerini belirlemek suretiyle et kalitesi üzerinde etkili olmaktadır (Goli ve ark. 2007; Montgomery ve Leheska 2008).

Bu çalışmada pH değerleri bütün gruplarda, olgunlaştırma sürecinin 14. gününe kadar artış gösterirken; 14. günden sonra kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu ve enzim ile muamele edilen sığır etlerinde yükselmeye devam etmiş, yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklerde ise düşüş göstermiştir (Şekil 4-13).

Olgunlaştırmanın 2. gününde en yüksek pH değeri papain enzimi ile muamele edilen sığır etlerinde saptanırken; en düşük pH değeri bromelain enzimi ile muamele edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol grubu etlerinin pH değeri 28 günlük olgunlaştırma sürecinde yavaş bir artış göstererek, 5,400'den 5,504'e çıkmıştır. Enzim uygulanan gruplardaki pH değerleri olgunlaştırmanın 2. gününde 5,398 – 5,415 iken, olgunlaştırmanın sonunda 5,513 – 5,535'e yükselmiştir (Tablo 4-23). Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin pH değerleri 28 günlük olgunlaştırma sürecinde sürekli artış göstermiş; 5,424'den 5,688'e yükselmiştir. Yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin pH değeri olgunlaştırmanın 2. gününde 5,393 olarak saptanmış, bu değer 14. güne kadar artış gösterdikten sonra olgunlaştırmanın ilerleyen günlerinde azalışa geçerek 28. günde 5,353 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-23). Enzim uygulanan gruplar ve kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmezken; olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-23).

Olgunlaştırmanın 2. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 0,02'lik bir farklılık tespit edilirken, 28. günde pH değerindeki bu farklılık 0,31'e yükselmiştir. Fungal proteaz ile muamele edilerek kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin pH değerlerinde kontrol grubuna göre sırasıyla 0,02 ve 0,01'lik farklılık gözlenirken, 28. günde 0,04 ve 0,01'lik farklılık tespit edilmiştir (Tablo 4-22).

Iida ve ark. (2016), 60 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uyguladıkları sığır etlerinin kalite özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Olgunlaştırmanın 4. günde

5,84 olarak bildirilen pH değeri, 11. günden 60. güne kadar 5,74 ile 5,80 değerleri arasında değişiklik göstermiştir.

Dikeman ve ark. (2013) farklı olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru-D, yaş-W ve özel bir ambalaj içerisinde-SB olgunlaşma) sığır karkaslarına ait *longissimus lumborum* kaslarının fiziko-kimyasal nitelikleri, instrumental tekstür, renk ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada; kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrfilelerin pH değerini 5,67; özel bir ambalaj içerisinde olgunlaştırılan etlerin pH değerini 5,61 ve yaş olgunlaştırılanların ise 5,59 olarak belirlemişlerdir. Kuru olgunlaştırılan etlerin pH değerinin diğer olgunlaştırma gruplarından anlamlı bir şekilde yüksek olmasının yanı sıra, özel bir ambalaj içerisinde ve yaş olgunlaştırma yapılan örneklerin pH değerleri arasındaki 0,02'lik farklılık çok az önem taşımaktadır.

Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin Holstein ineklere ait *longissimus lumborum* kaslarının kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Kuru olgunlaştırılan etlerde (pH 5,47) yaş olgunlaştırmaya (pH 5,45) kıyasla daha yüksek pH değeri izlenmiştir.

Aksu ve ark. (2005), proteolizis sonucu açığa çıkan azotlu bileşiklerin olgunlaştırma süresince pH değerinin artışından sorumlu olabileceğini ifade etmişlerdir.

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi (*longissimus* kası) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, pH değerinin birbirini etkilemeden olgunlaştırma yöntemi ve süresine bağlı değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yaş olgunlaştırmaya alınan etlerin pH değeri, 8 ve 19 gün süreyle ambalaj içerisinde kuru olgunlaştırılan etlerden ve 19 gün süre ile geleneksel kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerden daha düşük bulunmuştur. Geleneksel kuru olgunlaştırma yöntemi uygulanan örneklerin pH değerleri, olgunlaştırma süresine bağlı olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir.

DeGeer ve ark. (2009), pH değerlerinin olgunlaştırma yöntemleri ve süreleri arasında farklılık göstermesine rağmen; bu farklılığın 0,05'ten küçük olduğunu ve olgunlaştırma sonuçlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Stenström ve ark. (2014), ise çalışmalarında sığır etlerine uyguladıkları olgunlaştırma yöntemleri ile (kuru olgunlaştırma, paketli kuru olgunlaştırma, vakum paketli-yaş olgunlaştırma) kesimden 48 saat sonra 5,30 ile 5,53 arasında değişen pH değerinin, 13 günlük olgunlaştırmanın ardından 5,53 ile 5,61 değerlerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2016), farklı kuru ve yaş olgunlaştırma koşullarının sığır etlerinin kalite özellikleri üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, olgunlaştırma yöntemi (kuru ve yaş) veya kuru olgunlaştırma şekillerinin (sıcaklık, relatif rutubet ve hava akışı) sığır etlerinin pH değerini etkilemediğini belirlemişlerdir. Olgunlaştırma yöntemleri ile uygulama şekilleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmasına rağmen, mevcut farklılık çok düşük düzeyde belirlenmiş ve bu farkın pratik olarak anlamlılık arz etmediğini belirtmişlerdir. Etlerin 1°C'de 3 hafta süreyle kuru olgunlaştırılmaları neticesinde pH değerinin 5,60 (başlangıçta 5,52); yaş olgunlaştırılmaları neticesinde ise pH değerinin 5,61 (başlangıçta 5,53) olarak ölçüldüğünü ifade etmişlerdir.

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin pH değerlerinin olgunlaştırmanın 7., 14. ve 21. günlerinde sırasıyla 5,65, 5,60 ve 5,62 olarak belirlerken; yaş olgunlaştırılan etlerin pH değerlerini olgunlaştırma periyodu boyunca 5,68, 5,65 ve 5,54 olarak tespit etmişlerdir. Colle ve ark. (2015) ise 63 güne varan yaş olgunlaştırma işleminin sığır etinin kalite karakteristikleri üzerine etkilerini incelerken; *longissimus lumborum* kaslarının pH değerinin, vakum paketli olarak (wet aging) olgunlaştırma periyodu boyunca yükseldiği bildirmişlerdir. Olgunlaştırmanın 2. gününde 5,58 olarak belirlenen pH değeri, 63. günde 5,69'a kadar yükseldiği gösterilmiştir.

Wyrwisz ve ark. (2016), 21 gün süreyle vakum paketli olarak olgunlaştırmanın sığır etlerinin (*semimembranosus* kası) başlangıç (kesimden 48 saat sonra) pH değerini 5,51 olarak ifade etmişler; 21 günlük olgunlaştırma süreci boyunca pH değerinde anlamlı bir yükselme izlenirken, 7. günde 5,64 olan pH değerinin, 14. günde 5,74, 21. günde 5,80 olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Florek ve ark. (2007) ile Stanišić ve ark. (2012), uzun olgunlaştırma periyotları boyunca pH değerinde yükselme gözlediklerini bildirmişlerdir. pH değerinin olgunlaşma boyunca artış göstermesi, bu süreçte meydana gelen proteolizis ile ilişkilendirilmiştir. Kesimden hemen sonra, anaerobik glikolizis sırasında oluşan laktik asitin kas dokuda birikmesine bağlı olarak pH değeri azalmakta; bu da olgunlaşma evresinin başlamasına imkan sağlamaktadır. Daha sonra, olgunlaşma sürecinde kalpainler başta olmak üzere endojen enzimlerin aktivite göstermesiyle proteinlerin yıkımlanması şekillenmekte ve açığa alkali karakterli parçalanma ürünleri çıkmaktaktadır. Bu durum da, pH değerinin tekrar artış göstermesine yol açmaktadır (Lawrie ve Ledward 2006).

Oliete ve ark. (2005), vakum paketli halde olgunlaştırma sığır etlerinin pH değerlerinde, 21 günlük olgunlaştırma süresince anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir. pH değerinin, sığır etleri için normal aralık olarak bilinen 5,47 - 5,54 değerleri arasında olduğunu ve olgunlaştırma süresince 5,8'in üzerine çıkmadığını bildirmişlerdir.

Etin pH değerindeki değişiklikler, postmortem dönemde metabolizmadaki olaylar ve ayrıca teknolojik işlemler sırasında etin maruz kaldığı uygulamalara bağlı olarak şekillenmektedir (Gault 1985).

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bromelain enziminin etin pH değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin pH değeri 5,60 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin pH değerinin 5,69'a yükseldiğini saptamışlardır. Benzer olarak, bu çalışmada da bromelain uygulaması ile pH değerinde kontrol grubuna kıyasla artış kaydedilmiş ($P>0,05$); başlangıç düzeyi 5,30 olan pH değeri bromelain uygulanan etlerde 28. günde 5,51 olarak kaydedilirken, kontrol grubunda 5,50 olarak belirlenmiştir. Bromelain uygulanan sığır etlerinin pH değerindeki artış, serbest haldeki asidik grupların kaybındaki artış ile ilişkilendirilmektedir (Huang ve ark. 2011).

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), farklı konsantrasyonlardaki (0, %3, %7, %10 ve %20 w/w) bromelain ekstraktı (BE) ile oda sıcaklığında 1 saat süre ile marine ettikleri et örneklerinin pH değerlerinde, kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde bir azalma belirlemişlerdir. Enzim ile muamele edilmeyen sığır eti örneklerinin pH değeri 5,28 olarak ölçülürken, %3, %7, %10 ve %20 konsantrasyonlarında BE ile marine edilen örneklerin pH değerleri sırasıyla 5,27; 5,26; 5,26 ve 5,24 olarak tespit etmişlerdir.

5.2.2. Su Aktivitesi (a_w)

Bu çalışmada, kuru olgunlaştırma işlemi uygulanan kontrol grubu ve enzim ile muamele edilen gruplardaki sığır etlerinin su aktivitesi değerleri, 28 günlük olgunlaştırma sürecinde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla düşüş göstermiştir. Yaş olgunlaştırma uygulanan gruplar içerisinde, kontrol grubu etleri enzim ile muamele edilen örneklerden daha düşük seyretmiştir (Şekil 4-14). Olgunlaştırmanın 2. gününde

kontrol grubu etlerinin su aktivitesi değeri 0,969 iken, 28. günde bu değer 0,943'e düşmüştür. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin pH değerleri ise 2. günde 0,962 – 0,966 iken, olgunlaştırmanın sonunda 0,957 – 0,962 düzeylerinde belirlenmiş olup olgunlaştırma sürecinin sonunda enzim uygulanan sığır etlerinin su aktivitesi değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4-25). Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin ikisinde de olgunlaştırma boyunca azalma gözlenirken, kuru olgunlaştırma işleminde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla azalma tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin su aktivitesi değerleri 0,963'den 0,928'e düşerken; yaş olgunlaştırılan etlerde bu değer 0,968'den 0,955'e düşmüştür (Tablo 4-25). Olgulaştırma yöntemleri arasında, olgunlaştırmanın 21. gününden itibaren su aktivitesi değeri açısından anlamlı farklılık gözlenmiştir ($P<0,001$). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından da olgunlaştırmanın 28. gününde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Tablo 4-25).

Olgunlaştırmanın son gününde, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etleri arasında 0,012'lik bir farklılık tespit edilirken, enzim uygulanan gruplar ile kontrol grubu arasında kuru olgunlaştırılan etlerde ortalama 0,004, yaş olgunlaştırılan etlerde ortalama 0,016'lık bir farklılık belirlenmiştir (Tablo 4-24).

Smith ve ark. (2008), 14 ve 35 gün süreyle kuru olgunlaştırmaya tabi tuttukları etlerin su aktivitesi değerlerini 35 gün süre ile yaş olgunlaştırılan etlerden daha düşük bulduklarını belirtmişlerdir. Bu durumun su aktivitesi değerinin kuru olgunlaştırma uygulaması boyunca etteki suyun fiziksel olarak uzaklaşmasına bağlı olarak şekillendiğini düşündüklerini bildirmişlerdir.

Smith (2007), olgunlaştırma yöntemi ve süresinin su aktivitesi değeri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığını bildirmiştir. Özellikle 35 gün süreyle kuru olgunlaştırılan etlerin su aktivitesi değerinin en düşük değere sahip olduğunu belirtmiştir.

5.2.3. Nem Miktarı

Bu çalışmada, papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen sığır etlerinin nem miktarları olgunlaştırma süreci boyunca kontrol grubuna göre daha yüksek seyrettiği belirlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubundaki sığır etlerinin nem miktarı %73,66 iken, 28. gününde %62,78'e düşmüş; enzimlerle muamele

edilen etler 2. günde %73,79 – 74,55 düzeylerindeyken, olgunlaştırmanın sonunda %68,75 – 69,32 düzeylerine düştüğü gözlemlenmiştir (Tablo 4-27). Enzimlerle muamelenin ardından farklı olgunlaştırma yöntemleri uygulanan sığır etlerindeki nem miktarı, kuru olgunlaştırma yöntemine tabi tutulanlarda yaş olgunlaştırmaya göre daha düşük bulunmuştur. Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin nem miktarları %74,75'den %62,24'e düşerken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde az bir azalmayla %73,49'dan %72,60'a gerilemiştir (Tablo 4-27).

Olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık bütün olgunlaştırma sürecinde anlamlı bulunurken ($P<0,001$); enzim grupları arasındaki farklılıklar olgunlaştırmanın 14. gününden itibaren önemlilik göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-27). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından olgunlaştırmanın 2. ve 28. günlerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 4-27).

Olgunlaştırmanın sonunda, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda %15,66'lık farklılık tespit edilmişken, fungal proteaz ile muamele edilen etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre %10,1 ve %2,97 düzeyinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-26, Şekil 4-15).

Iida ve ark. (2016), 60 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uyguladıkları sığır etlerininde, olgunlaştırmanın 4. gününde %44,9 olarak belirtilen nem içeriğinin, olgunlaşma periyodu boyunca küçük değişiklikler göstererek %39 ile %47,6 arasında değiştiğini bildirilmişlerdir. Benzer olarak, Smith (2007), olgunlaştırma uygulamalarının (kuru ve yaş) sığır etlerinin lezzet karakteristikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, olgunlaştırma yöntemi ve süresinin, nem miktarı üzerindeki etkisini anlamlı bulmadığını belirtmiştir. Buna karşın, 14 gün süreyle yaş olgunlaştırılan etlerin nem değerinin, 14 veya 35 gün süreyle kuru olgunlaştırılan etlerden daha yüksek olduğunu ifadetmiştir. Çalışmada en düşük nem değeri, 35 gün süreyle kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde gözlendiği; 14 gün süreyle kuru olgunlaştırılan etlerin nem miktarı %66,4 iken; yaş olgunlaştırılan etlerin nem değeri %69,2 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, 35 gün süreyle kuru olgunlaştırılan etlerin nem değeri %55,1 iken; yaş olgunlaştırılan etlerin nem değeri %68,2 olduğu belirtilmiştir.

Dikeman ve ark. (2013) farklı olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru-D, yaş-W ve özel bir ambalaj içerisinde-SB olgunlaşma) sığır karkaslarına ait *longissimus lumborum* kasları üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında, özel bir ambalaj içerisinde

olgunlaştırılan etlerin nem içeriğinin (%69,54), kuru olgunlaştırma uygulanan etlerden (%67,67) daha yüksek bulduklarını (P<0,0001); ancak yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrfilelerin en yüksek nem içeriğine (%71,52) sahip olduklarını gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin Holstein ineklere ait *longissimus lumborum* kaslarının kalite özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma yöntemi ile olgunlaştırma süresi arasındaki ilişkinin nem içeriği üzerine etkili olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar 23 gün süre ile kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin (%67) diğer gruplardaki etlere (%72) göre daha düşük nem içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, et örneklerinin olgunlaştırma süreci öncesindeki ortalama su içeriği %73,9 iken, bu değer olgunlaştırma yöntemi, süresi ve iki faktörün etkileşimi ile azalma gösterdiği ifade edilmiştir. Kuru olgunlaştırılan etlerin su içeriği olgunlaştırmanın 8. gününde %72,4 iken, 19. gününe kadar azalarak %69,6'ya kadar düşmüş; yaş (vakum paketli) olgunlaştırılan etlerin nem içeriği ise 8. günde %73,4 iken, 19. günde %72,7 olarak kaydedildiği belirtilmiştir.

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin nem değerlerinin olgunlaştırma süresince azalma göstererek, %74,7'den %48,1'e kadar düştüğünü ifade etmişlerdir. Buna karşın, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin nem içeriklerinde önemli bir değişiklik gözlenmediği belirtilmiştir.

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bromelain enziminin etin nem içeriğini önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin nem içeriği %70,48 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin nem içeriği %65,75'e düştüğü ifade edilmiştir.

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), bromelain ekstraktının (BE) kas dokular üzerindeki yumuşatma etkisi incelemek için et örneklerini farklı konsantrasyonlardaki (0, %3, %7, %10 ve %20 w/w) bromelain ekstraktı ile oda sıcaklığında 1 saat süre ile marine etmişler ve toz haldeki bromelain ekstraktının taze et örneklerinde daha fazla

suyu absorbe ederek, kontrol grubuna kıyasla daha düşük nem içeriğinin gözlenmesine sebep olduğunu bildirmişlerdir. BE ile muamele edilen örneklerin nem içeriği, enzim uygulanmayanlara göre önemli derecede düşük bulunmuş; BE konsantrasyonundaki artış, nem içeriğinde azalma ile sonuçlanarak, enzim uygulamasının hidrofilik özellikleri geliştirdiğini doğrulamış olduğu ifade edilmiştir.

Et örneklerinin nem içerikleri ile toplam bakteri, küf ve maya gelişimi arasında negatif bir korrelasyon bulunmaktadır. Bu durum, mikrobiyel degradasyonun kas dokunun su tutma yeteneğini etkilemesinden ve olgunlaştırma süresince ağırlık kaybının artışından kaynaklanmakta ve bu dokuda genel su içeriğinin azaldığını göstermektedir (Gudjónsdóttir ve ark. 2015).

Ette bulunan suyun büyük çoğunluğu, kas ve kas hücre yapısının içerisinde tutulmaktadır. Bu nedenle nem içeriğindeki azalma, kas hücrelerinin yapısının yıkımlanması sonucunda şekillenmektedir ve bu durum da ısı ve eti yumuşatıcı enzimlerin etkisi ile miyofibriller proteinlerin denaturasyonuna bağlı oluşmaktadır (Huang ve ark. 2011).

5.2.4. Su Tutma Kapasitesi

Etin su tutma kapasitesi; renk, tekstür ve sertlik gibi fiziksel özellikleri kısmen de olsa etkilemesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada su tutma kapasitesinin (WHC) olgunlaştırma süreci boyunca bütün uygulama gruplarında azaldığı belirlenmiş olup, bu azalma yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde kuru olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla bulumuştur (Şekil 4-16).

Kontrol grubundaki sığır etlerinde olgunlaştırmanın 2. gününde 0,340 cm^2 olan WHC değeri, 28. günde 0,125 cm^2'ye düşmüş; papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen gruplarda ise 2. günde 0,327 – 0,334 cm^2 olarak belirlenen değerler, 28. günde 0,112 – 0,116 cm^2 arasında saptanmıştır (Tablo 4-29). Enzim uygulamaları ile birlikte kullanılan olgunlaştırma yöntemlerinde, kuru olgunlaştırma işlemine tabi tutulan etlerin WHC değerleri yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin WHC değerleri 0,335 cm^2'den 0,123 cm^2'ye düşerken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 0,330 cm^2'den 0,110 cm^2'ye inmiştir (Tablo 4-29). Enzim uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan

anlamlı olduğu belirlenirken (P<0,05); olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren yöntem bakımından istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (P<0,01) (Tablo 4-29).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda 0,013'lük farklılık tespit edilmişken, fungal proteaz uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,014 ve 0,012 düzeylerinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-28, Şekil 4-16).

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bromelain enziminin su tutma kapasitesini (WHC) azalttığını bildirmişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin WHC değeri %14,44 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin WHC değerinin %12,22'ye düştüğünü ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bromelain uygulanan örneklerin sahip olduğu düşük WHC değerinin, suyun tutulmasında rol oynayan miyofibriller proteinlerin denaturasyonuna bağlı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Rigor mortisin şekillenmesi, pH değerinde düşme ve proteinlerin parçalanmasına bağlı olarak miyofibrillerde daralma ve/veya genişleme meydana gelmekte ve miyofibrillerdeki daralmanın yanı sıra suyun miyofilament boşluğundan ekstrasellüler boşluğa hareketine bağlı olarak ette su tutma kapasitesi azalmaktadır. Bromelain enzimi de, proteinleri küçük peptidlere veya aminoasitlere hidrolize ederek parçalamakta ve böylece su tutma kapasitesinin azalmasına yol açmaktadır (Huff-Lonergan ve Lonergan 2005; Ketnawa ve Rawdkuen 2011).

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), farklı konsantrasyonlardaki (0, %3, %7, %10 ve %20 w/w) bromelain ekstraktı (BE) ile oda sıcaklığında 1 saat süre ile marine ettikleri et örneklerinin su tutma kapasitesinde konsantrasyonun artmasına bağlı olarak önemli derecede bir azalma tespit etmişlerdir. Örnekler arasında %3 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile muamele edilen sığır etlerinin su tutma kapasitesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığı; enzim uygulaması öncesinde %40,01 olan WHC değerinin, enzim uygulaması sonrasında %27,97'ye düştüğü bildirilmiştir.

Kontrol grubu örneklerinde enzim uygulanan etlere göre daha yüksek WHC değerlerinin belirlenmesi, su bağlamaya elverişli olan protein reaktif gruplarının proteolize bağlı azalması ile ilişkilendirilmiştir (Forrest ve ark. 1994). Suyun tutulmasında rol oynayan miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerin bromelain enzimi

ile denaturasyonu sonucunda su tutma kapasitesinde azalma meydana geldiği düşünülmektedir (Joo ve ark. 1999; Murphy ve Marks 2000).

Enzim uygulanan et örneklerinin su tutma kapasitelerindeki azalmanın, düşük pH değerine bağlı olabileceği (Ketnawa ve Rawdkuen 2011) ve pH değerindeki bu düşüşten, protein reaktif gruplarındaki mevcut su bağlama kapasitesindeki azalmanın sorumlu tutulabileceği öngörülmektedir (Joo ve ark. 1999).

Doneva ve ark. (2015), bitkisel proteazlar olan bromelain ve papainin hindi etinin yumuşaklığı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, çiğ haldeki et örneklerine 3 farklı konsantrasyon düzeyinde (50 U/ml, 100 U/ml ve 200 U/ml) enzim solüsyonu ile, 3 farklı zaman periyodunda (24 sa, 48 sa, 72 sa) uygulama yapmışlar ve farklı konsantrasyonlarda (50 U/ml, 100 U/ml ve 200 U/ml) papain enzimi ile muamele edilen hindi eti örneklerinin su tutma kapasiteleri enzim kullanılmayan kontrol grubuna göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Uygulamada 50 U/ml düzeyinde papain enzimi solüsyonunda 24 saat süre ile bekletilen hindi eti örneklerinin su tutma kapasiteleri %40 civarında iken, kontrol grubu örneklerinin WHC değeri yaklaşık %20 olarak belirlenmiştir. Enzim uygulanan örneklerin muamele süresinin 72 saate çıkması ile WHC değeri yaklaşık %50'ye ulaşmakta, kontrol grubunun WHC değeri ise %20-25 arasında belirlenmektedir. Bromelain enzimi solüsyonunda 24 saat bekletilen hindi eti örneklerinin su tutma kapasiteleri, uygulanan enzim konsantrasyonuna (50 U/ml, 100 U/ml ve 200 U/ml) bağlı olarak değişim göstermiş olup, bu değerler sırasıyla %30-35, %30-35 ve yaklaşık %25 olarak ölçülürken, kontrol grubuna ait örneklerin WHC değeri yaklaşık %15 olarak belirlenmiştir.

Et proteinlerinin kısmi enzim hidrolizi ile su moleküllerinde yüksek bir afinite oluşmaktadır. Arttırılmış hidrofilisite, protein moleküllerinin yüzeyinde açığa çıkan birçok hidrofilik grup (hidroksilik-OH, karboksilik-COO, amino-NH-3, tiolik-SH, amid-$CONH_2$) tarafından belirlenmektedir. Sonuç olarak, 50 U/ml ve 100 U/ml kazeinolitik aktiviteye sahip solüsyonlar ile uygulama işlemi ile daha yüksek su tutma oranı tespit edilmiştir. 200 U/ml düzeyindeki bromelain solüsyonu ile yapılan uygulamada, muhafaza süresinin uzatılmasıyla daha düşük su tutma oranı gözlenmiştir. Bu durum et proteinlerinin yüksek oranda hidrolizi ile oluşmakta olup, bu da sırasıyla örneklerin pelteleşmesi ve son peptidler ile aminoasitlerin serbest kalması ile olmaktadır (Doneva ve ark. 2015).

Enzim konsantrasyonunun yükselmesiyle et proteinlerinde hidroliz tam olarak meydana gelmekte ve etin görünümü ile tadında bozulmaların şekillenme durumu artmaktadır (Doneva ve ark. 2015).

5.2.5. Ağırlık Kaybı

Bu çalışmada, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu ve papain, bromelain, fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen gruplardaki sığır etlerine ait ağırlık kayıpları, yaş olgunlaştırmaya kıyasla çok daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaştırmanın 7. gününde kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin kontrol gruplarındaki ağırlık kayıpları sırasıyla %6,58 ve %1,03 olarak belirlenirken; 28. gününde bu değerler sırasıyla %15,73 ve %3,08 olarak saptanmıştır (Tablo 4-31, Şekil 4-17).

Kontrol grubu etlerindeki ağırlık kaybı, 7 günlük olgunlaştırma sonrasında %3,81 iken, 28 günlük olgunlaştırma sürecinin sonunda %9,41'e ulaşmış; papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlere ait ağırlık kaybı değerleri olgunlaştırmanın 7. gününde %3,73 – 3,78 iken, 28. gününde %9,50 – 9,61'e yükselmiştir (Tablo 4-31). Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerindeki ağırlık kaybı %6,46'dan %15,88'e yükselirken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde %1,08'den %3,15'e çıkmıştır. Olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık ağırlık kaybı bakımından anlamlı bulunmuş ($P<0,001$); enzim uygulamaları arasındaki farklılık ise olgunlaştırmanın 14. günü hariç istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$) (Tablo 4-31). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından, olgunlaştırma sürecinin 7. ve 28. günlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar belirlenmiş olup ($P<0,01$); 7. günde kuru olgunlaştırma uygulanan etlerde kontrol grubu örneklerindeki ağırlık kaybı enzim uygulananlardan daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra, olgunlaştırmanın son gününde fıngal proteaz uygulanan örnekler diğer enzim gruplarına nazaran daha yüksek kayıplara uğramıştır.

Olgunlaştırma yöntemi ve periyodu arasındaki ilişki toplam fire üzerine etkili olmaktadır. Bütün olgunlaştırma periyotlarında, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinde gözlenen fire miktarı yaş olgunlaştırılanlara kıyasla daha yüksek bulunmakta ve 35 gün süreyle uygulanan kuru olgunlaştırma işleminde en yüksek fire gözlenmektedir (Warren ve Kastner, 1992; Laster ve ark. 2008; DeGeer ve ark. 2009).

Warren ve Kastner (1992), de kuru olgunlaştırmada yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla ağırlık kaybı şekillendiğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Ahnström ve ark. (2006), 21 gün süre ile kuru olgunlaştırma işleminin özel bir ambalaj içerisinde olgunlaştırmaya göre daha fazla ağırlık kaybı ile sonuçlandığını bildirmişlerdir. Parrish ve ark. (1991), 14 veya 21 gün süreyle kuru olgunlaştırılan sığır etlerinde belirgin bir firenin şekillendiği belirtirken; aynı sürelerde yaş olgunlaştırılan etlerde çok az miktarda kaybın gözlendiğini ya da hiç gözlenmediğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, 14 günlük kuru olgunlaştırma uygulaması boyunca, karkas ağırlığının %5'i oranında bir kaybın şekillendiğini bildirmişlerdir. Olgunlaştırma süresinin artması ile tespit edilen fire de artış göstermiş; özellikle 21 günlük olgunlaştırma sonrasında etlerdeki kaybın %10, 30 gün olgunlaştırma sonrasında ise %15'e ulaştığı belirtilmiştir.

DeGeer ve ark. (2009), kemikli halde sığır kontrfilesi kullanımının kemiksiz etlere göre ekonomik açıdan daha avantajlı olabileceğini; ağırlık ve trimleme kayıplarının daha düşük oranda şekilleneceğini belirtmişlerdir. Nitekim kuru olgunlaştırma işlemi genellikle kemikli etler kullanılarak yapılmakta, böylece nem kaybının en az düzeyde olması sağlanabilmektedir.

Dikeman ve ark. (2013) farklı olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru-D, yaş-W ve özel bir ambalaj içerisinde-SB olgunlaşma) sığır karkaslarına ait l*ongissimus lumborum* kaslarındaki kalite etkilerini inceledikleri araştırmalarında, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrfilelerde (%15,56), yaş (%2,90) ve özel bir ambalaj içerisinde (%13,48) olgunlaştırılan örneklere nazaran daha fazla ağırlık kaybı gözlendiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin Holstein ineklere ait *longissimus lumborum* kaslarının kalite özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinde yaş olgunlaştırmaya kıyasla 3 katı daha fazla ağırlık kaybı tespit etmişlerdir.

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma yöntemlerinin et kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çiğ haldeki etlerde gözlenen ağırlık kayıplarının olgunlaştırma yöntemi, süresi ve bunların etkileşimi ile değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ambalaj içerisinde kuru olgunlaştırılan etlerdeki ağırlık kaybı, vakum paket içerisinde olgunlaştırılanlardan fazla, geleneksel kuru olgunlaştırma uygulanan etlerden daha düşük bulunmuştur. Kuru

olgunlaştırma yöntemi ile olgunlaştırılan etlerin ağırlık kaybı ise vakum paketle olgunlaştırılanlara göre daha yüksek olarak saptanmıştır.

Stenström ve ark. (2014), sığır etlerine uygulanan olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru olgunlaştırma, paketli kuru olgunlaştırma, vakum paketli-yaş olgunlaştırma) duyusal özellikler üzerine etkisini belirlemeyi hedefledikleri çalışmalarında, 13 günlük kuru olgunlaştırma işlemi boyunca şekillenen ağırlık kaybını %3,8; vakum paketli olarak olgunlaştırılan etlerdeki ağırlık kaybını ise %0,8 olarak tespit etmişlerdir.

Kim ve ark. (2016), farklı kuru ve yaş olgunlaştırma koşullarının sığır etlerinin kalite özellikleri üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında ise kuru olgunlaştırılan sığır etlerinde, yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla ağırlık ve trimleme kaybı şekillendiğini bildirmişlerdir. Depo sıcaklığı olarak 3°C'de kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinde, 1°C'de olgunlaştırılan etlere göre daha fazla ağırlık kaybının şekillendiğini tespit etmişlerdir. Bu durum, yüksek sıcaklık ve düşük relatif nem derecelerinde suyun daha fazla buharlaşması ile ilişkilendirilmektedir. Bunun yanı sıra, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerdeki ağırlık kaybının olgunlaştırma sıcaklığından etkilenmediği ifade edilmiştir. Kuru olgunlaştırma yönteminde kullanılan farklı uygulama şekillerinin (sıcaklık, relatif rutubet ve hava akışı derecelerindeki farklılıklar) trimleme ve kombine verimi etkilemediği belirtilmiştir.

Benzer şekilde birçok çalışmada da, kuru olgunlaştırılan etlerde artan atıklara bağlı olarak verimde azalmanın gözlendiği bildirilmiştir (Warren ve Kastner 1992; Ahnström ve ark. 2006; Laster ve ark. 2008; Smith ve ark. 2008; Dikeman ve ark. 2013). Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma işleminin sığır etinin kalite özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yaş olgunlaştırma uygulanan *longissimus lumborum* kasında gözlenen ağırlık kaybının olgunlaştırma süresince azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Olgunlaştırmanın 2. gününde %1,59 olarak belirlenen kaybın, 63. günde %0,75'e kadar düştüğü rapor edilmiştir.

5.2.6. Pişirme Kaybı

Bu çalışmada, olgunlaştırma sürecinin 2. gününden 28. gününe kadar bütün uygulama gruplarındaki sığır etlerine ait pişirme kaybı değerleri artış göstermiştir (Şekil). Kontrol grubu etlerinin pişirme kaybı, papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerden daha yüksek seyretmiştir (Tablo 4-32, Şekil 4-

18). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinde %27,45 olan pişirme kaybı, enzimlerle muamele edilen etlerde %22,65 – 24,55 değerlerine sahipken; 28. günde kontrol grubu etlerinde %29,42'ye yükselen pişirme kaybı, enzim uygulanan etlerde %24,57 - 26,56 değerlerine ulaşmıştır (Tablo 4-33). Enzim uygulamaları ile birlikte farklı olgunlaştırma yöntemleri de kullanılan etlerin pişirme kayıpları, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulanlarda yaş olgunlaştırmaya göre daha düşük seyrettiği gözlemlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin pişirme kayıpları %23,89'dan %25,52'ye yükselirken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde %25,14'den %27,47'ye ulaşmıştır (Tablo 4-33). Enzim uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,001$); benzer şekilde olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık da istatistiksel olarak önemlilik göstermiştir ($P<0,001$). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından pişirme kaybı değerlerindeki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuş ($P<0,001$) olmakla birlikte, kuru ve yaş olgunlaştırma süreci boyunca tüm gruplara ait pişirme kaybı değerleri birbirinden bağımsız değişim göstermiş ve tüm zamanlarda yaş olgunlaştırmada tutulan kontrol grubu etlerindeki kayıp en yüksek olmuştur (Tablo 4-33).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etler arasında kontrol grubunda %1,06 farklılık tespit edilmişken, bromelain enzimi ile muamele edilen etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre %5,43 ve %4,27 düzeylerinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-32, Şekil 4-18).

Benzer şekilde Warren ve Kastner (1992) de, kuru olgunlaştırılan sığır etlerinde, yaş olgunlaştırılanlara göre daha düşük pişirme kaybı ve daha kısa pişirme süresi gözlemlediklerini bildirmişlerdir (Warren ve Kastner, 1992). Iida ve ark. (2016), 60 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uyguladıkları sığır etlerinde olgunlaştırmanın 11. gününde %15,8 olarak gözledikleri pişirme kaybı değerini, 20. günde %16,6, 30. günde %14,3 ve 60. günde %14,9 olarak tespit etmişlerdir.

Stenström ve ark. (2014), çalışmalarında sığır etlerine uyguladıkları olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru olgunlaştırma, paketli kuru olgunlaştırma, vakum paketli-yaş olgunlaştırma) pişirme kaybı değerleri üzerinde bir etkisinin olmadığını; 13 gün süre ile kuru olgunlaştırılan etlerde %30,3 oranındaki pişirme kaybı değerinin, yaş olgunlaştırılan örneklerde %30,7 olduğunu bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2016), farklı kuru ve yaş olgunlaştırma koşullarının sığır etlerinin kalite özellikleri üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, olgunlaştırma yöntemi (kuru ve yaş) veya uygulama şeklinin sığır etlerinin pişirme kaybı değerlerini etkilemediği ifade edilmişlerdir. Benzer şekilde, bazı çalışmalarda da olgunlaştırma yönteminin pişirme kaybı üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir (Warren ve Kastner 1992; Laster ve ark. 2008; Dikeman ve ark. 2013).

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), kuru olgunlaştırılan etlerde anlamlı ölçüde düşük pişirme kaybı gözlendiğini belirtirken, pişirme kaybı ile olgunlaştırma sürecinde meydana gelen toplam kayıp arasında negatif bir korrelasyon olduğunu ifade etmişlerdir.

Pişirme işlemi sırasında kas liflerinde ve miyofibrillerde meydana gelen büzülmeye bağlı olarak dışarı sızan su, pişirme kaybı olarak hesaplanmaktadır (Bertram ve ark. 2001; Micklander ve ark. 2002). Olgunlaşma periyodu boyunca çok fazla su kaybetmiş olan kasın, pişirme sırasında şekillenen büzülmeye bağlı olarak daha az su kaybedeceği düşünülmektedir. Olgunlaşmış bir sığır etindeki ağırlık kaybı ile pişirme kaybı arasındaki negatif korrelasyon bu durum ile açıklanabilmektedir (Gudjónsdóttir ve ark. (2015). Bu çalışmada da kuru olgunlaştırma sürecinde nem kaybının yaş olgunlaştırmadan daha fazla olması, pişirme kaybının kuru olgunlaştırmada daha az olmasına yol açmıştır.

Wicklund ve ark. (2005), 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca *longissimus lumborum* kaslarındaki pişirme kaybı değerinin değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Oliete ve ark. (2005), vakum paketli halde olgunlaştırma işleminin ve süresinin sığır etinin kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, pişirme kaybının olgunlaştırma günleri arasında anlamlı bir değişim göstermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Perry ve ark. (2001) da vakum paketli olarak olgunlaştırılan sığır etlerine ait pişirme kaybı değerlerinde bir farklılık tespit etmezken; Boakye ve ark. (1993), olgunlaştırma sürecinde suyun hücre içinden hücre dışına geçişine bağlı olarak pişirme kaybının artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bu görüş doğrultusunda, Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma periyodunda sığır etinin pişirme kaybı üzerindeki etkisinin, olgunlaştırmanın 14. gününden 21. gününe kadar arttığını, 63. güne kadar ise azaldığını ifade etmişlerdir. Olgunlaştırmanın 14. gününde %24,5 olarak bildirilen pişirme kaybı, 21. günde %27,9'a yükselmiş; ancak 63. günde %26,9'a kadar düşmüştür.

Wyrwisz ve ark. (2016), 21 gün süreyle vakum paketli olarak olgunlaştırılan sığır etlerine ait pişirme kaybı değerlerini olgunlaştırmanın ilk gününde %22,1; 7., 14. ve 21. günlerinde ise sırasıyla %24,0, %25,6 ve %26,1 olarak kaydetmişlerdir.

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bromelain enziminin etin pişirme kaybı değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin pişirme kaybı %8,77 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin pişirme kaybı değerlerinin %15,89'a yükseldiği belirtilmiştir. Murphy ve Marks (2000), ısı uygulaması sırasında, filamentler arasındaki miyofibrillerdeki su içeriğinin değişikliklere maruz kaldığını ve doku matrislerinin büzülerek, ette pişirme kaybına neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Pawar ve ark. (2007), enzim uygulanan örneklerin kontrol grubuna kıyasla düşük pişirme verimine sahip olmalarının sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerin yıkımlanmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Ketnawa ve Rawdkuen (2011), farklı konsantrasyonlardaki (0, %3, %7, %10 ve %20 w/w) bromelain ekstraktı (BE) ile oda sıcaklığında 1 saat süreyle marine ettikleri et örneklerine ait pişirme verimi değerlerinin kontrol grubuna kıyasla önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir ($P<0,05$). BE ile marine edilen et örneklerinin pişirme kaybı değerlerinde bir azalma görülmüş olup, sığır eti örneklerine dair pişirme verimlerinin, uygulanan konsantrasyonun artması ile azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Isı işleminin enzim uygulanan sığır etlerinde diğer hayvan etlerine kıyasla daha fazla suyu uzaklaştırabildiği; bu durumun da, bromelain enziminin sığır etindeki proteinleri kanatlı ve balık etlerine oranla daha iyi hidrolize etmesinin bir sonucu olarak ortaya çıktığını düşündürmektedir (Ketnawa ve Rawdkuen 2011).

5.2.7. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değeri

Sığır etlerinin olgunlaştırma sürecinde şekillenebilecek lipid oksidasyon düzeyinin belirlenebilmesi için tiyobarbitürik asit değerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada, 28 günlük olgunlaştırma sürecinde bütün uygulama gruplarındaki etlerin TBARS değerlerinde artış belirlenmiş olup; kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler yaş

olgunlaştırmaya göre, enzim ile muamele edilen gruplardaki etler kontrol gruplarına göre daha yüksek değerlerde seyretmiştir (Tablo 4-34, Şekil 4-19).

Kontrol grubu etlerinin TBARS değeri olgunlaştırmanın 2. gününde 0,286 mg MDA/kg iken, olgunlaştırmanın 28. gününde 0,517 mg MDA/kg'a ulaşmış; enzimler ile muamele edilen etlerin TBARS değerleri ise olgunlaştırmanın 2. gününde 0,276 – 0,313 mg MDA/kg düzeylerinde, 28. gününde 0,678 – 0,716 mg MDA/kg düzeylerine yükselmiştir (Tablo 4-35).

Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin TBARS değerleri 0,311 mg MDA/kg'dan 0,843 mg MDA/kg'a yükselirken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde 0,282 mg MDA/kg'dan 0,471 mg MDA/kg'a ulaşmıştır. Enzim uygulama grupları arasındaki farklılık, olgunlaştırmanın 21. gününden itibaren anlamlı bulunurken ($P<0,01$); olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren olgunlaştırma yöntemleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık belirlenmiştir ($P<0,001$). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından TBARS değerlerindeki farklılık, olgunlaştırmanın 21. ve 28. günlerinde anlamlılık arz etmektedir ($P<0,05$) (Tablo 4-35).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etlerin kontrol grupları arasında 0,186 mg MDA/kg değerinde farklılık tespit edilmişken, bromelain enzimi uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,259 mg MDA/kg ve 0,03 mg MDA/kg değerlerinde farklılık saptanmıştır. Diğer enzim uygulanan gruplarda ise bromelain uygulamasına kıyasla daha yüksek TBARS değerleri kaydedilmiş olup; 28. gündeki papain ve fungal proteaz enzimlerinin sırasıyla kuru olgunlaştırma için 0,899 ve 0,879 mg MDA/kg, yaş olgunlaştırma için 0,528 ve 0,476 mg MDA/kg olarak bulunduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4-34, Şekil 4-19).

Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma periyodu boyunca sığır etlerinde şekillenen lipid oksidasyon düzeyini, TBARS değerinin ölçümü ile belirlemiş; olgunlaştırmanın 14. gününde 0,41 mg MDA/kg'a kadar yükselen TBARS değerinin, 21. günde 0,24 mg MDA/kg'a düştüğünü ve olgunlaştırmanın ilerleyen günlerinde artış göstermeye devam ettiğini bildirmişlerdir (42. günde 0,33 mg MDA/kg ve 63. günde 0,49 mg MDA/kg).

DeGeer ve ark. (2009) 28 gün süreyle sığır etlerine uyguladıkları kuru olgunlaştırma yöntemi ile TBARS değerinde zaman bağlı olarak artış kaydettiklerini ve

TBARS değerinin olgunlaştırmanın sonunda 1,2 mg MDA/kg düzeyine ulaşarak etlerin nisbi bir oksidasyona uğradıklarını belirtmişlerdir.

Faustman ve Cassens (1990), lipid oksidasyonu ile miyoglobin oksidasyonu arasında yakın bir ilişkinin olduğuna işaret ederek; lipid oksidasyonu ve miyoglobin oksidasyonundaki artışın, etlerde meydana gelen olumsuz renk değişiminden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir (Faustman ve ark. 2010).

Olgunlaşma periyodunun uzaması ile artan pH değeri, ette oluşabilecek olumsuz renk değişimlerini azaltabilmektedir. Çünkü yüksek pH değeri, miyoglobin oksidasyonunu azaltmaktadır (McKenna ve ark. 2005). Kasın pH değeri ile etin renk parametrelerinden *L**, *a** ve *b** değerleri arasında negatif bir ilişki bulunduğu ifade edilmiştir (Page ve ark. 2001).

Lipid oksidasyonu ürünün lezzetini olumsuz olarak etkileyebilmektedir. McKenna ve ark. (2005), ette olumsuz tat oluşumuna sebep olabilecek nokta olarak, 1,0 mg MDA/kg'ı sınır değer kabul ettiklerini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada, lipid oksidasyonu için belirlenen sınır TBARS değerini yaklaşık olarak 2,3 mg MDA/kg olarak belirtmişlerdir (Campo ve ark. 2006). TBARS değeri için belirlenen sınır değerinin geniş bir aralıkta bulunabilmesine rağmen (Bingol ve Ergun, 2011; Campo ve ark. 2006; McKenna ve ark. 2005); Bingol ve ark. (2012) ile Colle ve ark. (2015), depolama ve uzun olgunlaşma periyodu boyunca TBARS değerinin 1 mg MDA/kg'ın altında olması gerektiğini belirtmişlerdir.

5.2.8. Metmiyoglobin Miktarı

Taze etin rengi, bileşiminde bulunan miyoglobin, oksimiyoglobin ve metmiyoglobin miktarlarına bağlı olarak değişkenlik göstermekte; oksijenin yeterli düzeyde bulunmadığı ortamlarda metmiyoglobin şekillenerek, ette gri kahverengi renk pigmentleri oluşmaktadır. Bu çalışmada, kontrol grubu ve enzim uygulanan gruplardaki etlere ait metmiyoglobin miktarları 28 günlük olgunlaştırma süreci boyunca yükselmiştir (Tablo 4-36, Şekil 4-20). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin metmiyoglobin miktarı %19,19 olarak tespit edilirken; papain bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin sırasıyla %17,83, %20,07 ve %19,10 olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırmanın 28. gününde ise kontrol grubu etlerinin metmiyoglobin miktarı %35,58; papain, bromelain ve fungal proteaz uygulanan etlerin

metmiyoglobin miktarları ise sırasıyla %29,31, %32,00 ve %30,66 olarak saptanmıştır (Tablo 4-37). Enzim uygulamalarını takiben farklı olgunlaştırma yöntemleri uygulanan etlerin metmiyoglobin miktarları, kuru olgunlaştırma işleminde yaş olgunlaştırmaya göre daha yüksek seyretmiştir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin metmiyoglobin miktarları %20,20'den %34,23'e yükselirken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde %17,90'dan %29,54'e ulaşmıştır (Tablo 4-37). Enzim uygulamaları arasında olgunlaştırmanın 14. gününden itibaren istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilirken ($P<0,01$); olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık olgunlaştırma süreci boyunca istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,01$). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından metmiyoglobin miktarındaki farklılık, sadece olgunlaştırmanın 28. gününde anlamlılık göstermiştir ($P<0,001$) (Tablo 4-37).

Olgunlaştırmanın son gününde, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin metmiyoglobin miktarları arasındaki farklılık kontrol grubunda %11,10 iken, papain enzimi ile muamele edilen etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre %10,85 ve %1,71 olarak saptanmıştır (Tablo 4-36, Şekil 4-20).

5.3. Histolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.3.1. Sarkomer Uzunluğu

Bu çalışmada, sarkomer uzunluklarının olgunlaştırma süreci boyunca artış gösterdiği izlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin sarkomer uzunlukları kontrol gruplarında sırasıyla 1,382 µm ve 1,410 µm olarak belirlenirken; olgunlaştırmanın 21. gününde 1,610 µm ve 1,494 µm olarak saptanmıştır. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilerek kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin olgunlaştırmanın 2. günündeki sarkomer uzunlukları sırasıyla 1,505 µm, 1,353 µm ve 1,306 µm; 21. gününde ise 1,670 µm, 1,593 µm ve 1,679 µm olarak belirlenmiştir (Tablo 4-38, Şekil 4-21). Olgunlaşmanın 28. gününde bantlaşmaların otolize bağlı olarak kaybolduğu gözlenmiş olup sarkomer uzunluğu ölçülememiştir.

Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubundaki etlerin sarkomer uzunlukları 1,396 µm olarak tespit edilirken; 21. gününde 1,552 µm olarak saptanmıştır. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri uygulanan etlerin sarkomer uzunlukları 2. günde 1,350 – 1,448 µm iken; 21. günde 1,544 – 1,630 µm'ye yükselmiştir. Kuru

olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin sarkomer uzunlukları 1,386 µm'den 1,638 µm'ye artarken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde 1,422 µm'den 1,534 µm'ye ulaşmıştır (Tablo 4-39).

Enzim uygulamaları arasında olgunlaştırmanın 7. ve 14. günleri için istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilirken ($P<0,05$); olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık sadece 21. günde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$) (Tablo 4-39).

Rigor mortisin gelişimi sırasında sarkomerlerdeki kısalma, etin sertleşmesinden sorumludur (Koohmaraie ve ark. 1996). Bu nedenle, sarkomerlerin 2µm'den daha kısa olduğu durumlarda sarkomer uzunluğu ve etin sertliği arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Bouton ve ark. 1973).

Etteki intramuskuler bağ doku ile intramuskuler yağın miktarı ve sarkomer uzunluğu, etin sertliğini göstermektedir. Bu değer, tüketici için arzu edilen et kalitesi ile ilişkilendirilmektedir. Etin tüketilmesi sırasında değerlendirilen kalite parametreleri, direk olarak kas dokuyu oluşturan bileşenler ile ilgili bulunmuştur. Yaşlı hayvanların etleri, genç hayvanlara göre çok daha sert yapılıdır. Et ne kadar kaba lifli ise, bağ doku miktarı o oranda fazla olmaktadır (Kemp ve ark. 2010).

Ette kesme kuvveti değerlerinin sarkomer uzunluğuna bağlı olarak şekillendiği düşünülmektedir (Hannula ve Pudanne 2004). Kesme kuvveti değeri ile sarkomer uzunluğu arasında negatif bir ilişki olduğu; SL arttıkça, SF değerlerinin düştüğü ifade edilmektedir (Claus ve ark. 1997; Sørheim ve ark. 2001; Bayraktaroglu ve Kahraman 2011).

5.4. İnstrumental Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.4.1. Renk Analizi

Renk, tüketici beğenisini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Olgunlaştırma süresince sığır etlerinin renklerinde meydana gelen değişiklikler instrumental analizler ile belirlenmiştir. Bu çalışmada, sığır etlerinin başlangıç parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*), sarılık (b^*), renk koyuluğu (C^*) ve renk açısı/ton açısı (h^*) değerleri sırasıyla 34,96, 15,09, 15,01, 21,29 ve 0,78 olarak kaydedilmiştir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubundaki ve enzim ile muamele edilen

gruplardaki sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerleri olgunlaştırma sürecinin 14. gününe kadar artış gösterirken; 14. günden sonra azalma şekillendiği belirlenmiştir. Yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubundaki ve enzim ile muamele edilen gruplardaki sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerlerinde ise 2. günden itibaren yavaş bir azalma izlenmiştir (Tablo 4-40, Şekil 4-23). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin parlaklık (L^*) değeri 35,615 iken; 28. günde 34,529'a düşmüştür. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin L^* değerleri, 2. günde 35,936 – 36,258 aralığında iken; 28. günde 34,469 – 35,166'ya düşmüştür (Tablo 4-41). Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin L^* değerleri 35,909'dan 35,565'e düşerken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 36,023'ten 34,036'ya inmiştir. Enzim uygulamalarının sığır etlerinin parlaklık değeri üzerindeki etkisi sadece 28. günde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gösterirken ($P<0,05$); olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık 7. günden itibaren önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-41). Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinin parlaklık (L^*) değerlerindeki farklılık kontrol grupları arasında 0,98 olarak belirlenirken; papain enzimi uygulanan etlerde kontrol grubuna göre sırasıyla 0,21 ve 0,33 olarak saptanmıştır (Tablo 4-40, Şekil 4-23).

Olgunlaştırma sürecinde sığır etlerinin kırmızılık (a^*) değerleri 7. güne kadar artış gösterirken; 7. günden sonra azalmaya başlamıştır. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin kırmızılık değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek seyretmiştir (Tablo 4-42, Şekil 4-24). Kontrol grubu etlerinde olgunlaştırmanın 2. gününde 16,284 olan a^* değeri, 28. günde 12,753'e düşmüştür. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin a^* değerleri 2. günde 16,699 – 17,098 iken, 28. günde 13,180 – 13,834'e inmiştir. Kuru olgunlaştırma işlemi uygulanan etlerin a^* değerlerinin yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha düşük seyrettiği; kuru olgunlaştırılan etlerde 16,592'den 12,092'ye düşen kırmızılık değerinin, yaş olgunlaştırılan etlerde 16,909'dan 14,510'a gerilediği tespit edilmiştir (Tablo 4-43). Enzim uygulamaları arasındaki farklılık sadece olgunlaştırmanın 28. gününde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($P<0,05$); yöntemin farklılığı 7. günden sonra istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştr ($P<0001$) (Tablo 4-43).

Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen sığır etlerinin sarılık (b^*) değerleri kontrol grubuna kıyasla daha düşük seyretmiştir (Tablo 4-44,

Şekil 4-25). Kontrol grubu etlerinin sarılık değeri olgunlaştırma sürecinin 2. gününde 16,233 iken, 28. günde 11,977'ye düşmüş; bitkisel ve mikrobiyel kökenli enzimlerle muamele edilen etlerin *b** değerleri olgunlaştırmanın 2. gününde 15,333 – 16,017 değerlerinde, olgunlaştırmanın sonunda ise 11,658 – 11,841 değerlerinde belirlenmiştir (Tablo 4-45). Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin sarılık değerleri yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha düşük seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin *b** değeri 16,437'den 9,843'e düşerken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 15,312'den 13,778'e gerilemiştir. Olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,001$); enzim uygulmaları arasındaki farklılık sadece olgunlaştırmanın 2. ve 7. günlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-45).

Olgunlaştırma sürecindeki sığır etlerinin renk koyuluğu (*C**) değerleri, yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan gruplarda 14. güne kadar yükselme göstererek, 14. günden sonra azalmaya geçmiş; kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan gruplarda 7. güne kadar artış gösteren *C** değeri, 7. günden sonra azalma göstermiştir. Olgunlaştırmanın son gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etlerin *C** değerleri arasındaki farklılık kontrol gruplarında 4,16 olarak tespit edilmişken, bromelain enzimi uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,2 ve 0,08 düzeyinde farklılık saptanmıştır (Tablo 4-46, Şekil 4-26). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubundaki etlerin renk koyuluğu değeri 23,010 olarak belirlenirken, 28. günde bu değer 17,819'a düşmüştür. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamle edilen etlerin *C** değerleri 2. günde 23,013 – 23,248 iken, 28. günde 17,758 – 18,114 değerlerine düşmüştür. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin renk koyuluğu değerleri yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha düşük seyretmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etler 23,375'ten 15,760'a düşerken, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde bu değer 22,843'ten 20,045'e azalmıştır (Tablo 4-47). Renk koyuluğu (*C**) yönünden olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$).

Olgunlaştırma sürecindeki sığır etlerinin renk açısı/ton açısı (*h**) değerleri kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan gruplarda azalma gösterirken; yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan gruplarda artışa neden olmuştur (Tablo 4-48, Şekil 4-27). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin renk açısı/ton açısı (*h**) değerleri 0,784 olarak belirlenirken, 28. günde 0,741 olarak saptanmış; enzimlerle muamele edilen etlerin *h**

değerleri ise 2. günde 0,731 – 0,766; 28. günde 0,699 – 0,729 olarak belirlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin *h** değerleri 0,781'den 0,680'e düşerken; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 0,736'dan 0,760'a yükselmiştir (Tablo 4-49). Enzim uygulamaları arasındaki farklılık olgunlaştırmanın 28. günü hariç istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken (P<0,05); olgunlaştırmanın 7. günü hariç yöntemler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlilik arz etmiştir (P<0,05) (Tablo 4-49).

Dikeman ve ark. (2013) farklı olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru-D, yaş-W ve özel bir ambalaj içerisinde-SB olgunlaşma) etkilerini inceledikleri çalışmalarında sığır karkaslarına ait *longissimus lumborum* kaslarında, yaş olgunlaştırma sonucunda parlaklık (*L**) değerlerinin, kuru ve özel bir ambalaj içerisinde olgunlaştırılanlara kıyasla daha yüksek olduğu belirlemişlerdir. Çalışmada 21 gün süre ile kuru olgunlaştırma işlemi uygulanan etlerin parlaklık (*L**) değeri (54,66) yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklere (56,21) göre daha düşük bulunurken, kuru olgunlaştırılan etlerin kırmızılık (*a**) değeri (14,00) yaş olgunlaştırılanlardan (12,72) daha yüksek olarak belirlenmiştir. Kuru olgunlaştırma sürecinin sonunda sarılık (*b**) değeri (19,83) ise yaş olgunlaştırmaya (20,01) kıyasla daha düşük tespit edilmiştir. Ayrıca, etlerin pişirilmesinde son sıcaklığın 62,8°C olduğu durumda, kuru olgunlaştırılan etlerin vakum paketli olgunlaştırmaya göre daha düşük *a** ve *b** değerleri gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin Holstein ineklere ait *longissimus lumborum* kaslarının kalite özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, uygulanan olgunlaştırma işlemlerinin *L** değerini arttırırken, *a** ve *b** değerlerini azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 2 gün süre ile kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin 32,7 olarak belirlenen *L** değerinin, 23 günlük olgunlaştırma sürecinde artarak 39,5'e yükseldiğini tespit etmişlerdir. Yaş olgunlaştırılan etlerde ise bu değer 32,7'den 40'a kadar yükselmiştir. Kuru olgunlaştırılan etlerin *a** değeri, olgunlaştırmanın 2. gününde 16,2 iken, 23. gününde 12,4'e düşmüş; sarılık (*b**) değeri ise 11,3'ten 8,3'e gerilediği belirlenmiştir. Yaş olgunlaştırma uygulanan et örneklerinde 2. günde 16,2 olan *a** değeri, 23. günde 15,1 olarak bulunmuş, 2 günde 11,3 olan *b** değeri 23 günde 10,5 olarak kaydedildiği bildirilmiştir.

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süre ile ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde (wet aging) olgunlaştırma

yöntemlerinin et kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, olgunlaştırma yönteminin etin rengi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı saptadıklarını ifade etmişlerdir. Sadece 19 günlük olgunlaştırma süresinin, parlaklık (L^*) ve renk açısı (h^*) değerleri üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bütün olgunlaştırma yöntemlerinde, örneklerin h^* değerleri olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak artmışken, olgunlaştırma yönteminin yağsız etin rengi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Renk koyuluğu (C^*) ve kırmızılık (a^*) değerleri, yaş olgunlaştırma uygulanan örneklerde geleneksel kuru olgunlaştırmaya göre daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir.

Kim ve ark. (2016), farklı kuru ve yaş olgunlaştırma koşullarının sığır etlerinin kalite özellikleri üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, genel olarak kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin yaş olgunlaştırılan etlere göre daha koyu renkte olduğunu bildirmişlerdir (sırasıyla 38,9 ve 40,3). Özellikle, 3°C'de kuru olgunlaştırılan etlere ait L^* (parlaklık) değerlerinin, 1°C'de kuru olgunlaştırılan ve yaş olgunlaştırmaya alınan etlerden daha düşük olduğunu saptamışlardır. Olgunlaştırma yöntemi ve uygulama şekli, L^* değerinin yanı sıra a^* ve C^* değerlerini de etkilediği gözlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan et örneklerinde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha düşük a^* ve C^* değerleri saptadıklarını (a^*=27,4 ve 28,6; C^*=29,9 ve 31,4) bildirmişlerdir. Renk açısı (h^*) değeri açısından olgunlaştırma yöntemleri arasında bir farklılık tespit edilmediği de ifade edilmiştir.

Yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin kuru olgunlaştırmaya göre daha açık renkli olması, olgunlaşma sonrasında ışığın daha fazla yansımasına yol açan yüksek nem içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Kim ve Hunt, 2011).

Gudjónsdóttir ve ark. (2015), kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin her ikisinde de, etlerin L^* değerlerinde artış tespit etmişlerdir. Olgunlaştırmanın 7. ve 21. günlerinde, yaş olgunlaştırılan etlerin parlaklık değerleri kuru olgunlaştırılanlara kıyasla anlamlı ölçüde daha düşük bulunmuştur.

Hector ve ark. (1992)'na göre etin parlaklık (L^*) değerindeki artış, miyofibriller protein denaturasyonunun bir göstergesi olarak bilinmektedir. Bu tür bir protein denaturasyonu, daha sıkı ve mat bir yapı oluşumu ile renk ölçümleri sırasında ışık yansımasının yüksek olmasına yol açmaktadır. Özellikle kuru olgunlaştırılan etlerdeki kırmızı renk varlığı (a^* ve h^* değerleri), olgunlaşma ile birlikte azalma gösteriirken, kuru olgunlaştırılan etlerdeki sarılık (b^*) değeri, olgunlaşma süresince azalmakta ve 21

günlük olgunlaştırma sonrasında zayıf bir mavi renk oluşumu dikkat çekmektedir. *C** değerinde gözlenen düşüş, olgunlaştırmaya bağlı olarak etlerde canlı rengin kaybolması olarak ifade edilmektedir (Gudjónsdóttir ve ark. 2015).

Borch ve ark. (1996) laktik asit bakterilerinin gelişimine bağlı olarak renkte solma ve bozulma meydana geldiği belirtirken, Gudjónsdóttir ve ark. (2015), LAB gelişimi ile et rengi arasında herhangi bir ilişki tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma işleminin sığır etinin kalite karakteristikleri ve tüketicilerin duyusal beğenisi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yaş olgunlaştırma periyodunda *longissimus lumborum* kasına ait *L**, *a** ve *b** değerleri 21. güne kadar artış gösterirken; olgunlaştırma periyodunun kalan günlerinde azalma gösterdiği belirtilmiştir.

Wyrwisz ve ark. (2016), 21 gün süreyle vakum paketli olarak olgunlaştırılan sığır etlerinde, yaş olgunlaştırma işleminin renk değerleri (*L**, *a**, *b**, *C** ve *h**) üzerine anlamlı ölçüde etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Kırmızılık (%10,6) ve *C** (%9,0) değerlerinde olgunlaştırmanın 7. gününde anlamlı bir artış gözlenirken; *L** (%14,3) ve *h** (%8,3) değerlerinde olgunlaştırmanın 14. gününde anlamlı bir artış tespit etmişlerdir. Olgunlaştırma periyodunun 14. gününde gözlenen yüksek *L** (parlaklık) değeri, olgunlaştırma süresince protein yapılarının zayıflamasına yol açan protein yıkımlanması ile açıklanabilmektedir. Proteinlerde meydana gelen yıkımlanma ile ışığın daha fazla dağılımı mümkün olmakta ve böylece etin rengi daha parlak görülebilmektedir (MacDougall ve Taylor 1975).

Stanišić ve ark. (2012) da olgunlaştırma işlemine tabi tuttukları kasların *L**, *a** ve *b** değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen önemli bir artış gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Buna karşın, *C** değerinde anlamlı bir artış bildirmişlerdir. Oliete ve ark. (2005), vakum paketli halde olgunlaştırma işleminin ve süresinin sığır etinin kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemeyi amaçladıklaeı çalışmalarında, olgunlaştırma ile *L** (%2,1), *a** (%7,3), *b** (%20,2), *C** (%11,0) ve *h** (%11,7) değerlerinin anlamlı ölçüde artış gözlendiğini bildirmişlerdir.

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bromelain enziminin etin *a** değerini azaltırken, *L** ve *b** değerlerini arttırdığını belirlemişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin *a** değeri 7,20 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin *a** değeri

5,61'e düşmüştür. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin L^* değeri 41,19 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin L^* değeri 42,95'e yükselmiştir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin b^* değeri 11,86 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süre ile muamele edilen etlerin b^* değeri 13,15'e yükselmiştir.

Isıtma işlemi sırasında etin sahip olduğu kırmızı renk, kademeli olarak kahverengine doğru değişmektedir (Huang ve ark. 2011). Etin ısıtılması sürecinde merkezi sıcaklığın artması, kesit yüzeyinin parlaklık (L^*) değerini arttırmakta ve kırmızılık (a^*) değerini azaltmaktadır (Wyrwisz ve ark. 2012). Et rengindeki değişiklikler, etin okside forma geçmesi ile şekillenen metmiyoglobin oluşumundan kaynaklanmakta ve bu metmiyoglobin ette mat kahverengi bir rengin şekillenmesine neden olmaktadır (Hernández ve ark. 2006).

Kırmızılık (a^*) değerinin, toplam pigment, miyoglobin ve demir iyonu konsantrasyonları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle a^* değerindeki değişiklikler, oksidasyona uğramak suretiyle metmiyoglobin formuna dönüşüp, daha kahverengi bir renk oluşumu ile sonuçlanan miyoglobinin (Mb) içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Chueachuaychoo ve ark. 2011).

Sığır eti renginin zaman içindeki kararlılığının ölçümünde, a^* değerinin muhtemelen b^* değerinden daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunun nedeni, a^* değerine dair skalanın kırmızı renkten yeşil renge doğru olmasıdır. MetMb'in oluşumunun, kırmızıdan yeşilimsi-kahverengine kadar olan sığır eti rengindeki değişikliklere bağlı olduğu tespit edilmiştir (Page ve ark. 2001).

5.4.2. Tekstür Analizi

5.4.2.1. Warner-Bratzler Kesme Kuvveti (SF) Değeri

Yumuşaklık etin en önemli tekstürel özelliklerden biri olup, tüketici tercihleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Miller ve ark. 2001; Liang ve ark. 2016) ve instrumental ya da duyusal yöntemlerle değerlendirilmektedir (AMSA 1995). Etin yumuşaklığının ölçülmesinde yararlanılan iki temel yöntemden biri olan Warner-Bratzler kesme kuvveti (WBSF) değeri, ürüne uygulanan baskıya karşılık alınan yanıtın instrumental olarak değerlendirilmesidir (Montgomery ve Leheska 2008).

Bu çalışmada, tüm uygulama gruplarına ait Warner-Bratzler kesme kuvveti değeri olgunlaştırma süresince azalma göstermiştir. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen sığır etlerinin kesme kuvveti değerleri kontrol grubuna kıyasla daha düşük seyretmiştir (Tablo 4-50, Şekil 4-28).

Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinde 7,441 kg/cm^2 olan kesme kuvveti değeri, 28. günde 3,725 kg/cm^2 olarak belirlenirken; enzim uygulanan gruplardaki etlerde 2. günde 6,461 – 6,805 kg/cm^2 olan kesme kuvveti değeri, 28. günde 3,106 – 3,445 kg/cm^2'ye kadar düşmüştür (Tablo 4-51). Enzim ile muamele edilen etlere uygulanan farklı olgunlaştırma yöntemlerinde, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin kesme kuvveti değerleri yaş olgunlaştırmaya kıyasla çok daha düşük bulunmuştur. Yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin kesme kuvveti değeri 7,267 kg/cm^2'den 4,038 kg/cm^2'ye düşerken; kuru olgunlaştırma uygulanan etlerde 2. günde 6,432 kg/cm^2 olan değer, 28. günde 2,763 kg/cm^2 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-51). WBSF değerleri kuru olgunlaştırmanın ilk gününden son gününe kadar %57,47 oranında değişirken, yaş olgunlaştırma sürecinde bu değişim %43,59 olarak kaydedilmiştir. Enzim uygulanan gruplarda yöntemler arasında benzer bir değişim gözlenmekle birlikte, kontrol gruplarına kıyasla daha yumuşak et eldesi sağlanmıştır. Olgunlaştırmanın 28. gününde en yumuşak et papain enzimiyle muamele edilen örneklerde belirlenmişken, bunu sırasıyla fungal proteaz ve bromelain uygulamaları takip etmiştir (Tablo 4-50).

Enzim uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilirken ($P<0,01$); benzer şekilde olgunlaştırma yöntemleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 4-51).

Olgunlaştırmanın 28. gününde, kuru ve yaş olgunlaştırılan etlerin kesme kuvveti değerleri arasındaki farklılık kontrol gruplarında 1,415 kg/cm^2 düzeyinde tespit edilmişken, papain enzimi uygulanan etlerde sırasıyla kontrol grubuna göre 0,564 kg/cm^2 ve 0,672 kg/cm^2'lik farklılık saptanmıştır (Tablo 4-50, Şekil 4-28).

Kuru olgunlaştırma süreci boyunca, sığır etinde bulunan enzimler etin yumuşamasına katkı sağlamaktadır (Savell 2008). Buna göre Warren ve Kastner (1992), 11 gün süreyle kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tuttukları etlerde, kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde yumuşama elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra, kuru olgunlaştırılan etlerin yumuşaklık derecesinin yaş olgunlaştırma uygulananlara kıyasla

daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (Campbell ve ark. 2001). Karşıt bir görüş olarak, Laster ve ark. (2008) 14, 21 ve 35 gün süre ile kuru ve yaş olgunlaştırdıkları sığır kontrfilelerinde, yaş olgunlaştırmanın kuru olgunlaştırmaya göre daha yumuşak et eldesine, bunun yanı sıra verimde artışa ve ekipman gerekliliğinde azalmaya imkan sağladığını bildirmişlerdir.

Olgunlaştırma periyodunun uzunluğu, WBSF değeri üzerine etkili olmaktadır. Olgunlaştırma süresinin uzaması ile sığır etlerine ait WBSF değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir (Savell 2008). 14 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uygulanan sığır etlerinin duyusal yumuşaklık derecesinin, 7 gün kuru olgunlaştırılan etlerden önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilirken (Campbell ve ark. 2001); olgunlaştırmanın 28. gününde yumuşaklıktaki gelişim duyusal değerlendirmelerle belirlenmiştir (Lepper-Blilie ve ark. 2016).

Smith ve ark. (2008), olgunlaştırmanın 14. gününden 35. gününe kadar kesme kuvveti değerinde %17 oranında önemli bir azalmanın gözlendiğini ifade etmişlerdir. Gudjonsdottir ve ark. (2015), kuru olgunlaştırma boyunca kas dokuda denaturasyonun belli ölçüde şekillendiğini bildirmişlerdir. Olgunlaştırmanın 14. gününe kadar önemli bir farklılık gözlenmezken; 21 günden sonra kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan sığır etlerinde anlamlı ölçüde denaturasyonun meydana geldiği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar 21 gün süreyle kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin yumuşaklığı ile 14 gün süreyle olgunlaştırılan etlerin yumuşaklığının benzerlik gösterdiğini ifade etmişlerdir (Campbell ve ark. 2001).

Smith (2007), olgunlaştırma uygulamalarının (kuru ve yaş) kesme kuvveti değeri üzerinde bir etkisinin olmadığını, ancak olgunlaştırma süresinin kesme kuvvetini anlamlı ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. 28 ve 35 gün süre ile olgunlaştırılan etlerin kesme kuvveti değerlerinin daha düşük olduğu; olgunlaştırma süresinin uzamasıyla kesme kuvveti değerinin sayısal olarak azalma gösterdiği ifade edilmiştir.

Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri neticesinde; 2 gün süre ile olgunlaştırılan etlerin kesme kuvveti değerinin 39,75 N iken, 23 gün süreyle olgunlaştırılan etlerde WBSF değerinin düşerek 34,84 N'a indiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Wheeler ve ark. (1999), artan olgunlaştırma süresi ile WBSF değerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Etlerin 14 günlük kuru veya yaş olgunlaştırma işlemi sonrasında yumuşaklık derecesindeki gelişimin devam etmesi görüşüne karşın; bazı araştırmacılar 11 veya 14

günden sonra etlerin yumuşaklık derecesinde anlamlı bir gelişme olmadığını tespit etmişlerdir (Warren ve Kastner, 1992; Campbell ve ark. 2001; Jeremiah ve Gibson, 2003; Sitz ve ark. 2006; Laster ve ark. 2008). Bununla birlikte, Iida ve ark. (2016), 60 gün süreyle kuru olgunlaştırma işlemi uyguladıkları sığır etlerinin yumuşaklık değerlerinde olgunlaştırma periyodu boyunca anlamlı bir değişiklik gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Dikeman ve ark. (2013) farklı olgunlaştırma yöntemlerinin (kuru-D, yaş-W ve özel bir ambalaj içerisinde-SB olgunlaşma) sığır etlerinde Warner-Bratzler kesme kuvveti üzerine bir etkisinin olmadığını, ancak pişirme işlemindeki son sıcaklığın artmasına bağlı olarak WBSF değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Oreskovich ve ark. (1988) ile Parrish ve ark. (1991) da, kuru ve yaş olgunlaştırma işlemlerinin kesme kuvveti üzerinde etkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Lepper-Blilie ve ark. (2016), olgunlaştırma periyodunun uzaması ile Warner-Bratzler kesme kuvveti değerinde doğrusal bir azalma gözlendiğini; 42 gün süre ile olgunlaştırılan sığır etlerinin en düşük WBSF değerine sahip olduğunu ve 14, 21 ve 28 günlük olgunlaştırmalardan farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Olgunlaştırma yöntemi (kuru veya yaş) ve etin kemikli ya da kemiksiz olması, kesme kuvveti değerini etkilemediği gözlemlenmiştir. Kesme kuvveti değeri, postmortem olgunlaştırmanın 14. gününden 49. gününe kadar doğrusal bir şekilde azalırken; ekonomik açıdan ve lezzet özellikleri bakımından 21. günden sonra belirlenen azalmanın tüketici algısında bir değişikliğe yol açmadığı kaydedilmiştir. Aynı görüşü belirten Gudjónsdóttir ve ark. (2015) da, olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak, WBSF değerinin azaldığını, ancak olgunlaştırma yöntemleri arasında yumuşaklık bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmediğini ifade etmişlerdir.

Kim ve ark. (2016), farklı koşullarda uygulanan kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin kesme kuvveti değeri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu; 1°C'de yaş olgunlaştırma uygulanan et örneklerinin WBSF değerlerinin en yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Daha yüksek sıcaklık derecesinde (3°C), 3 hafta süreyle yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin, 1°C'de yaş olgunlaştırılanlardan daha düşük kesme kuvveti değeri göstermesi; daha yüksek sıcaklıkta proteolitik enzim aktivitesinin artmasına bağlı olarak yumuşamanın daha ileri düzeyde şekillenebilmesi ile açıklanmaktadır.

Farklı koşullar kullanılarak gerçekleştirilen kuru olgunlaştırma yöntemiyle etlerin WBSF değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmezken; yaş olgunlaştırma uygulamasına göre kuru olgunlaştırma neticesinde çok daha yumuşak et elde edilebilmektedir (Kim ve ark. 2016). Bunun aksine, bazı çalışmalarda kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin kesme kuvveti değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Laster ve ark. 2008; Smith ve ark. 2008; Dikeman ve ark. 2013).

Destefanis ve ark. (2008), etleri yumuşaklıklarına göre 5 grup altında sınıflandırmışlar ve bunları en yumuşak (WB kesme kuvveti < 32,96 N), yumuşak (32,96 N < WB kesme kuvveti < 42,77 N), kabul edilebilir ölçüde yumuşak (42,87 N < WB kesme kuvveti < 52,68 N), sert (52,78 < WB kesme kuvveti < 62,59 N) ve çok sert (WB kesme kuvveti > 62,59 N) olarak tanımlamışlardır. Wyrwisz ve ark. (2016), yaş olgunlaştırmanın 14. gününde etlerin (WBSF=55,3 N) hala sert olduklarını ve 21 günden sonra (WBSF=48,34 N) kabul edilebilir yumuşaklığa sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Hopkins ve Geesink (2009), etin sertliğindeki azalmanın miyofibriller ve sitoskeletal proteinlerin proteolizisi ile şekillendiğini bildirmişlerdir. İntermiyofibriller (desmin ve vinculin) ve intramiyofibriller (titin ve nebulin) proteinlerin proteolizis ile yıkımlanmasına bağlı olarak miyofibriller zayıflamakta ve böylece etin postmortem dönemde olgunlaştırma ile yumuşatılması mümkün olmaktadır (Robson ve ark. 1997). Ayrıca, aktin ve miyosin filamentlerinin de olgunlaşma sürecinde yıkımlandığı bildirilmiştir (Hwang ve ark. 2005; Lametsch ve ark. 2003).

Gelişmiş yumuşaklık (WBSF değerinin azalması), olgunlaştırma periyodu boyunca şekillenen proteolitik değişikliklerin bir sonucudur (Kemp ve ark. 2010). Proteolitik enzimler, çoğunlukla kalpainler, olgunlaşma sürecinde kas doku proteinlerinin parçalanmasına neden olarak kas liflerinin yapısında değişikliklere yol açmaktadır, bu da etin sertliğinde bir azalma ile ilişkilendirilmektedir (Huff-Lonergan ve ark. 2010). Yaş olgunlaştırma işlemi süresince gözlenen WB kesme kuvveti değerindeki değişiklikler, Oliete ve ark. (2005), Marino ve ark. (2013), Wu ve ark. (2014) ve Colle ve ark. (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Etin pH değeri olgunlaştırma süresince yumuşaklığın gelişim derecesi üzerine etkili olabileceğinden, kuru olgunlaştırma için seçilen etlerin pH değerinin 5,4 ile 5,7 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (USMEF 2014; Dashdorj ve ark. 2016).

Olgunlaştırmaya bağlı olarak kesme kuvvetindeki azalma, miyofibril fragmentasyon indeksindeki artış ile de ilişkilendirilmiştir (McDonagh ve ark. 2001).

Sullivan ve Calkins (2010), sığır etlerinin yumuşatılması amacıyla eksojen enzimlerden yararlandıkları çalışmalarında, 7 farklı enzim (papain, ficin, bromelain, homojenize taze zencefil, *Bacillus subtilis* proteazı ve 2 *Aspergillus oryzae* proteazı) uygulaması sonrasında etin yumuşama derecesini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Bu doğrultuda, enzim uygulamalarının Warner-Bratzler kesme kuvveti üzerindeki etkilerini anlamlı bulmuşlardır. Zencefil dışında bütün enzim uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde gelişme sağladığını bildirilmişler ve papain uygulanmış etlerin, diğer enzim uygulamalarından farklılık göstererek, en düşük kesme kuvveti değerine (34,42 N) sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Enzim uygulamaları etlerin kesme kuvveti yönünden birbirlerinden farklılık göstermezken; bu benzerliğin kullanılan enzim düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir ve kas grupları arasında enzim etkinliği bakımından farklılık olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle etin bağ doku içeriğinin enzim etkinliği üzerinde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Sullivan ve Calkins (2010) tarafından elde edilen sonuçlar, enzim ile ilgili çalışmalardaki papainin WBSF değeri üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu ve enzim uygulanmayan örneklere kıyasla yumuşaklıkta iyileşme sağlandığı görüşü ile uyuşmaktadır (Schwimmer, 1981; McKeith ve ark. 1994; Ashie ve ark. 2002).

Stefanek ve ark. (2002), ficin enzimi uygulanan örneklerin kesme kuvvetinde bromelaine göre daha etkin sonuçlar aldıklarını bildirirken; Sullivan ve Calkins (2010) bu enzim uygulamaları arasında herhangi bir farklılık oluşmadığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, çalışmamızda da papain, bromelain ve fungal proteaz enzimlerinin ette oluşturdukları yumuşama etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Nadzirah ve ark. (2016), ananastan üretilen toz haldeki bromelainin sığır etinin kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, bromelain enziminin etin sertliğini azalttığını tespit etmişlerdir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin sertlik oranı %187,23 iken, %0,17 konsantrasyonunda bromelain solüsyonu ile 60°C'de 10 dakika süreyle muamele edilen etlerin sertlik oranının %19,73'e düştüğü bildirilmiştir. Enzim uygulanmayan sığır etlerinin yumuşaklığının, %0,17 konsantrasyonunda bromelain enzimi uygulamasından sonra önemli ölçüde arttığı (%89,46) gösterilmiştir. Bromelain uygulanan sığır etlerinin yumuşaklığındaki bu

artışın, enzimin kas proteinleri üzerindeki proteolizis etkisine bağlı olarak şekillendiği ifade edilmiştir. Bu durum, bromelainin myosin ağır zincirini parçaladığını bulan Ketnawa ve Rawdkuen (2011)'in çalışmalarına dayandırılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların, Ketnawa ve Rawdkuen (2011)'den daha yüksek değerler gösterdiği bildirilmiştir. Ketnawa ve Rawdkuen (2011), farklı konsantrasyonlardaki (0, %3, %7, %10 ve %20 w/w) bromelain ekstraktı (BE) ile oda sıcaklığında 1 saat süre ile marine ettikleri et örneklerine ait WBSF değerinin, BE uygulanmayan kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir ($P<0,05$). Uygulanan BE konsantrasyonunun artmasına paralel bir şekilde kesme kuvveti değerinin sürekli olarak azaldığını gözlemişler; %3 konsantrasyonunda BE uygulanan sığır etlerinin sertlik derecelerinin kontrol grubuna kıyasla, yaklaşık %20 oranında azaldığı; %20 BE ile marine edilen örneklerin sertliğinin kontrol grubuna göre %61'den daha fazla azalma gösterdiği belirlemişlerdir. Etin sertliğindeki azalma, proteolitik enzimlerin miyofibriller proteinler üzerindeki etkisi ile meydana gelmektedir. Miyofibriller proteinlerin yıkımlanması ile düşük molekül ağırlıklı küçük peptidlerin veya proteinlerin meydana gelmesi, et örneklerinin sertliğinin azalmasıyla sonuçlandığı ifade edilmiştir.

5.5. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Et ve et ürünlerinde vizüel renk tüketicinin ürüne karşı olan beğenisini belirleyen ilk parametredir. Bu çalışmada, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol ve enzim uygulanmış gruplardaki sığır etlerinin renk tonu ve renk yoğunluğu parametreleri yaş olgunlaştırmada tutulan etlere kıyasla daha beğenilir bulunmuştur. Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin renk tonu değeri 6,475 iken, olgunlaştırmanın sonunda 6,054 olarak kaydedilmiştir. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin renk tonu değerleri 2. günde 6,900 - 7,654 aralığındayken, 28. günde panelistler tarafından 6,458 – 6,500 olarak puanlanmıştır (Tablo 4-53). Kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin renk tonu değerleri 7,290'dan 6,777'e gerilerken, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 6,733'ten 5,977'ye düşmüştür. Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemlerinin etlerin renk tonu üzerindeki etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($P<0,01$); panelist etkisi olgunlaştırmanın 7. ve 21. günlerinde farklılık göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-53).

Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin renk yoğunluğu değeri 6,258 iken, olgunlaştırmanın sonunda 6,792 olarak saptanmıştır. Papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri ile muamele edilen etlerin renk yoğunluğu değerleri 2. günde 7,300 – 7,600 aralığındayken, 28. günde panelistler tarafından 7,087 – 7,142 olarak puanlanmıştır (Tablo 4-54). Kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin renk yoğunluğu değerleri 7,455'den 8,035'e gerilerken, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 6,825'ten 6,023'e inmiştir. Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemlerinin etlerin renk yoğunluğu üzerindeki etkileri istatistiksel açıdan farklılık gösterirken ($P<0,05$); panelist etkisi olgunlaştırmanın 7. ve 28. günlerinde önemli bulunmuştur ($P<0,01$) (Tablo 4-54).

Renk parametreleri gibi ürünle ilgili olarak ilk algılanan başka bir özellik de koku yoğunluğudur. Özellikle tüketiciler tarafından aromanın algılanmasında yararlanılan koku parametreleri, ürünü yeme yönünde oluşan algıyı desteklemektedir. Bu çalışmada, 28 günlük olgunlaştırma süresi boyunca tüm gruplarda koku yoğunluğu değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 2. gününde kuru olgunlaştırılan etlerden alınan tipik et kokusu yaş olgunlaştırmadan daha yüksek olmakla birlikte, olgunlaştırmanın sonunda da panelistler tarafından aynı şekilde algılanmış; kontrol grubunda başlangıçta daha yüksek olan değerler, 28. günde enzim uygulanan gruplar için genel olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4-55).

Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin koku yoğunluğu değeri 7,400 olarak belirlenirken, olgunlaştırmanın sonunda 5,512 olarak kaydedilmiştir. Enzimler ile muamele edilen etlerin koku yoğunluğu değerleri ise 2. günde 7,150 – 7,254 aralığındayken, 28. günde 5,404 – 5,900 değerleri arasında bulunmuştur (Tablo 4-56). Kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin koku yoğunluğu değerleri 7,600'den 5,979'a gerilerken, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerde 6,927'den 5,229'a düşmüştür. Enzim uygulamaları arasında olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren istatistiksel olarak farklılık kaydedilmişken ($P<0,01$), olgunlaştırma yöntemleri ve panelistlerin etlerin koku yoğunluğu üzerindeki etkileri tüm olgunlaştırma sürecinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$) (Tablo 4-56).

Li ve ark. (2014), 8 veya 19 gün süreyle farklı olgunlaştırma yöntemleri (ambalajlı kuru olgunlaştırma, geleneksel kuru olgunlaştırma ve vakum paket

içerisinde-yaş olgunlaştırma) uyguladıkları sığır etlerinde; çiğ etlere ait koku skorlarının olgunlaştırma yöntemi, süresi ve bunların etkileşimi ile değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek koku skoru, 19 gün süre ile geleneksel kuru olgunlaştırmaya alınan etlerde elde edildiği ifade edilmiştir. Ayrıca, vakum paketli olarak olgunlaştırılan sığır etlerinde, metalik koku ve tat oluşumu da gözlenmiştir.

Metalik kokunun yağlarda meydana gelen oksidatif değişikliklere (uçucu bileşiklerin formasyonu ile oluşan epoksialkenaller gibi) bağlı oluştuğu bildirilmiştir (Özbek ve ark. 2012).

Ete uygulanan işlemler neticesinde ürünün kıvamını belirlemede yumuşaklık, çiğnenebilirlik ve sululuk gibi temel özelliklerden yararlanılmaktadır. Yumuşaklık ette en önemli duyusal özellik olup, tüketici tercihlerini olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada, sığır etlerine uygulanan farklı enzimler ve olgunlaştırma yöntemleri ile 28 gün boyunca yumuşaklık değerlerinde artış sağlanmıştır. Olgunlaştırmanın 2. gününde kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol grubu etlerinin duyusal yumuşaklık değerleri arasındaki farklılık 0,5 iken, 28. günde 1'e ulaşmıştır (Tablo 4-60). Kontrol grubu etleri için olgunlaştırmanın 2. gününde 6,263 olarak belirlenen duyusal yumuşaklık değeri, 28. günde 7,613'e çıkmış; enzimlerle muamele edilen gruplarda ise 2. günde 7,254 – 7,604 aralığında iken, 28. günde 8,200 – 8,700 değerlerine ulaşmıştır (Tablo 4-61). Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamalarında olgunlaştırma süreci boyunca artış gözlenirken; kuru olgunlaştırılan etlerin duyusal yumuşaklık değeri 7,504'ten 8,731'e; yaş olgunlaştırılan etlerin ise 6,756'dan 7,725'e çıkmıştır. Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemleri bakımından yumuşaklık değerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 4-61). Aynı şekilde, çiğnenebilirlik değerlerinde de yumuşaklığa benzer değişimler gözlemlenmiştir. Kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamalarında olgunlaştırma süreci boyunca çiğnenebilirlik değerlerinde artış gözlemlenirken; kuru olgunlaştırılan etlerin çiğnenebilirlik değeri 7,527'den 8,775'e; yaş olgunlaştırılan etlerin ise 6,877'den 7,225'e çıkmıştır. Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemleri arasında çiğnenebilirlik değerleri bakımından bulunan farklılık istatistiksel açıdan anlamlılık arz etmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4-62). Olgunlaştırma süresinin uzaması ile sığır etlerinin çiğnenebilirlik karakteristiğinde artış kaydedilmiş, bu iyileşme kuru olgunlaştırmada

tutulmuş ve enzim uygulanmış örneklerde daha belirgin olarak şekillenmiştir. Özellikle papain uygulaması, bromelain ve fungal proteaz enzimlerine nazaran daha yumuşak ve çiğnenebilir et eldesine olanak sağlamıştır (Tablo 4-60).

Li ve ark. (2014), kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinde olgunlaştırma süresinin uzaması ile yumuşaklıkta da artma gözlemlediklerini ve 19 gün süre ile kuru olgunlaştırma uygulanan örneklerin yumuşaklığının, vakum paketli olgunlaştırmaya kıyasla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Stenström ve ark. (2014), farklı olgunlaştırma yöntemlerine tabi tuttukları sığır etlerinden, kuru olgunlaştırılanların tüketicilerin %64'ü tarafından çok yumuşak olarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir.

Obuz ve ark. (2014), 23 gün süre ile olgunlaştırdıkları et örneklerinde 2 günlük olgunlaştırmaya göre daha az bağ doku belirlemişlerdir. Bu durum, olgunlaştırma işleminin bağ doku üzerinde yumuşatma etkisine sahip olabileceğini göstermektedir. Olgunlaştırma yöntemi ve süresinin, etin genel yumuşaklığı üzerinde etkili olduğu; yaş olgunlaştırılan et örneklerinin genel yumuşaklık bakımından kuru olgunlaştırılan etlerden daha yüksek puan aldığı belirtilmiştir. İki yöntem arasındaki farklılık anlamlı bulunsa da, duyusal değerlendirme skorları arasındaki fark 0,3 olarak bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, 23 gün süre ile olgunlaştırılan etlerin (5,7) genel yumuşaklık skoru, 2 gün süre ile olgunlaştırılanlardan (4,5) anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur ($P<0,001$).

Buna benzer şekilde, George-Evins ve ark. (2004) tarafından da, olgunlaştırma ile bağ doku içeriğinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. George-Evins ve ark. (2004), 21 gün süre ile olgunlaştırdıkları et örneklerinde 7 gün süreyle olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek yumuşaklık skoru elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra, Richardson ve ark. (2008), kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin yaş olgunlaştırmaya göre daha yumuşak olduklarını ifade etmişlerdir.

Lepper-Blilie ve ark. (2016), olgunlaştırma periyodunun uzaması ile etin yumuşaklığında bir iyileşme gözlendiğini, ancak olgunlaştırmanın 21. gününden sonra istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmediğini bildirmişlerdir.

Sitz ve ark. (2006) ile Parrish ve ark. (1991), genel beğeni ve yumuşaklık bakımından vakum paketli olarak olgunlaştırılan etlerin tüketiciler tarafından tercih edildiğini bildirmişlerdir. Buna karşın, Warren ve Kastner (1992) ile Troy (1991), kuru ve yaş olgunlaştırılan etlerin yumuşaklık değerleri arasında farklılık bulmadıklarını bildirmişlerdir.

Belew ve ark. (2003), kas tipine bağlı olmadan 3,2 kg'dan daha düşük kesme kuvveti değerine sahip olan sığır etlerinin panelistler tarafından çok yumuşak olarak derecelendirildiğini bildirmişlerdir.

Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucunda, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin sululuk değerleri, yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren, kontrol ve enzim uygulanan etler arasında sululuk özelliği yönünden yüksek farklılık kaydedilmiştir. Bu etki, kuru olgunlaştırma altında tutulan etlerde daha fazla gözlenmiştir (Talo 4-60). Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,001$); panelist etkisi olgunlaştırmanın 14. günü hariç bütün süreçte anlamlı farklılık göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-63).

Campbell ve ark. (2001), sığır etlerinin sululuk derecesinde kuru olgunlaştırma boyunca gelişme gözlendiğini; 21 gün süre ile kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin sululuk değerlerinin, 7 ve 14 gün süreyle olgunlaştırılanlara göre önemli ölçüde yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Richardson ve ark. (2008) kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin yaş olgunlaştırılanlara göre daha sulu olduğunu rapor etmişlerdir.

DeGeer ve ark. (2009), duyusal değerlendirmeler sonucunda panelistlerin kuru olgunlaştırılan sığır etlerini tercih ettiğini ve kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin sululuk değerlerinin yaş olgunlaştırılanlardan daha fazla olduğunu gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Kuru olgunlaştırılan etlerin pişirme sonrasında da hala sulu oldukları ve bu suyun daha lezzetli olduğu ifade edilmiştir. Bu durum, su tutma kapasitesinde olası bir azalmaya yol açarak, çiğneme sırasında daha fazla suyun serbest kalması ile sonuçlanmaktadır. Olgunlaşma süresince nem kaybına bağlı olarak aroma daha da yoğunlaşmakta, bu durum yağ oranının artması ve neticesinde yoğunlaşan yağın damak tadını arttırmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca kuru olgunlaştırılan etteki kas lifleri, su tutma yeteneklerini kaybetmekte ve böylece etin çiğnenmesi sırasında daha fazla suyun serbest kalmasına yol açmaktadır (Campbell ve ark. 2001; DeGeer ve ark. 2009; Dashdorj ve ark. 2016).

Parrish ve ark. (1991), Troy (1999), Sitz ve ark. (2006), Laster ve ark. (2008), Smith ve ark. (2008) ile Lepper-Blilie ve ark. (2016) kuru ve yaş olgunlaştırma

uygulanan sığır etlerinin sululuk değerlerinde bir farklılık olmadığını ifade etmişlerdir. Iida ve ark. (2016), kuru olgunlaştırma periyodu boyunca sululuk bakımından bir değişiklik gözlenmediğini bildirdikleri çalışmalarında, sadece olgunlaştırmanın 20. gününde diğer günlere kıyasla önemli bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarda elde edilen sululuk değerlerindeki farklılıklar, etlerdeki yağ içerikleri veya mermerleşme derecesi ile ilişkilendirilmektedir (Campbell ve ark. 2001). Ayrıca, düşük sıcaklık derecelerinde pişirmenin etin sululuğunu arttırırken (Christensen ve ark. 2012); uzun süreli yapılan pişirme işleminin de etin sululuğunu azalttığı bildirilmiştir (Wheeler ve ark. 1996).

Lepper-Blilie ve ark. (2016), sığır etlerinin sululuk özellikleri üzerine olgunlaştırma periyodunun etkili olmadığını tespit etmişlerdir. Buna karşın, Obuz ve ark. (2014), 2 ve 23 gün süre ile uyguladıkları kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinde, olgunlaştırma prosesi boyunca şekillenen ağırlık kaybına bağlı olarak etin sululuğunda azalma gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2016) da sululuk özelliğinin olgunlaştırma yönteminden etkilenmediğini ifade ederken, 3°C'de olgunlaştırılan etlerde 1°C'de olgunlaştırılanlara göre daha yüksek sululuk değeri tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Kuru ya da yaş olgunlaştırma sadece etlerin yumuşatılması amacıyla değil, genellikle lezzeti arttırmak veya yoğunlaştırmak için de kullanılmaktadır (Baird 2008). Çalışmamızda, farklı olgunlaştırma yöntemleri ile enzim uygulamaları kombine bir şekilde denenerek sığır etlerinin kalite özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Lezzet yoğunluğu özellikle kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde daha yüksek bulunmuş olup, papain enzimi hariç enzim uygulaması sığır etlerinin lezzet teşekkülünde kontrol grubuna nazaran büyük bir değişikliğe yol açmamıştır. Ancak tüm gruplar olgunlaştırma süresi boyunca yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerden daha lezzetli algılanmıştır (Tablo 4-64). Olgunlaştırmanın 2. gününde kontrol grubu etlerinin lezzet yoğunluğu değeri 6,708 iken, 28. günde 7,350 olarak belirlenmiş; enzim ile muamele edilen etlerde ise 2. günde 6,550 – 7,050 değerlerinde tespit edilen lezzet yoğunluğu, 28. günde 7,050 – 7,550 değerlerine yükselmiştir (Tablo 4-65). Kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin lezzet yoğunluğu, olgunlaştırma süresince artış göstererek, 7,125'ten 8,225'e yükselmiş; yaş olgunlaştırma uygulanan etlerin lezzet yoğunluğu değeri ise olgunlaştırmanın 14. gününden sonra azalma göstererek, 6,529'dan 6,525 değerine inmiştir (Tablo 4-65).

Olgunlaştırma yöntemleri arasındaki farklılık tüm olgunlaştırma sürecinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,001$); enzim uygulamaları arasındaki farklılık olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren önemlilik göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-65).

Kuru olgunlaştırma işleminin sığır eti üzerindeki en önemli etkisi, lezzet yoğunluğudur. Kuru olgunlaştırma işlemi süresince etteki su emilmekte; protein ve yağ bileşenleri kimyasal olarak yıkımlanmaktadır. Bunun sonucunda da yoğun bir lezzete ve aromaya sahip etler şekillenmektedir (Warren ve Kastner 1992; Campbell ve ark. 2001; Savell 2008; DeGeer ve ark. 2009).

Sığır eti olgunlaştıkça, lezzet prekursörü olarak görev yapan bileşenlerin seviyelerinde önemli bir değişiklik gözlenmektedir. Kuru olgunlaştırılan sığır etinin lezzeti; ette postmortem olgunlaşma boyunca şekillenen indirgeyici şekerler, serbest aminoasitler, peptidler ve ribonükleotidlerin parçalanmasıyla oluşan IMP, GMP, inosin ve hipoksantine bağlı olarak gelişmektedir (Mottram 1998; Spanier ve ark. 1997). Bu değişikliklerin çoğu hidrolitik aktiviteye bağlı olsa da, kas yapısının parçalanmasında etkili kalsiyuma bağımlı kalpain proteinazları ve lezzet verici peptidlerin üretiminde etkili katepsinler gibi çeşitli hidrolazların aktiviteleri de postmortem olgunlaşma süresince et lezzetinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Spanier ve ark. 1997).

Etin yapısında doğal olarak bulunan enzimlerin, uzun süren olgunlaştırma periyotları boyunca proteinleri peptidlere ve serbest aminoasitlere parçaladıkları bildirilmiştir. Proteinlerin yıkımlanmasıyla oluşan alifatik aminoasitler tatlı tadın oluşumundan sorumlu tutulurken; bir sülfür atomu içeren sistein ve metiyonin ile glutamik asit ve aspartik asit umami tat (MSG benzeri tat) ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, olgunlaşma sırasında karbonhidratlar tatlı tadı veren şekerlere yıkımlanırken; yağlar ve yağ benzeri membran molekülleri aromatik yağ asitlerine parçalanmaktadır. Bütün bu yıkımlanma ürünleri, kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin yoğun lezzet ve aromasına katkı sağlamaktadır (Nishimura ve ark. 1988; Perry 2012; Dashdorj ve ark. 2015). Bunların yanı sıra, +2 değerli demir, metalik tadın oluşumunda önemli bir kaynak olarak gösterilmektedir (Özbek ve ark. 2012).

Pişirme işlemi sırasında lezzet prekursörleri, aromayı daha da zenginleştiren yeni moleküller veya uçucu bileşikler oluşturmak için birbirleriyle reaksiyona da girmektedirler. Kuru olgunlaştırılan sığır etleri, yaş olgunlaştırılan etlerden farklı lezzet prekursörleri veya uçucu lezzet bileşenleri içerebilmektedir (Baird 2008).

Kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin duyusal analizleri arasında farklı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. Kuru olgunlaştırılan sığır etleri, yaş olgunlaştırılan veya olgunlaştırılmayan örneklere göre daha aromalı ve pişmiş bir et lezzetine sahipken; yaş olgunlaştırılan sığır etleri daha yoğun ekşi ve metalik tat ile kuvvetli bir serum lezzetine sahip olarak belirlenmiştir (Warren ve Kastner 1992; Campbell ve ark. 2001; Jeremiah ve Gibson 2003).

Kuru olgunlaştırılan etlerin umami tat, pişmiş ve lezzetli et kokusu gibi bazı özellikler açısından yaş olgunlaştırılan etlere göre daha yüksek puanlar aldığı belirtilmiştir (NAMP 2007). Bu sonuçlar kuru olgunlaştırma işleminde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha lezzetli ve aromalı sığır etlerinin meydana geldiğini göstermiştir. Warren ve Kastner (1992) da kuru olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinde daha yoğun bir lezzet elde edildiğini ifade etmişlerdir. Ancak Parrish ve ark. (1991) ile Sitz ve ark. (2006) vakum paketli olarak olgunlaştırılan etlerin daha iyi bir tada sahip olduklarını bildirmişken, bu çalışmaların aksine, kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin lezzetleri arasında farklılık olmadığının gösterildiği araştırmalar da mevcuttur (Troy 1999; Jeremiah ve Gibson, 2003; Ahnström ve ark. 2006; Sitz ve ark. 2006; Laster ve ark. 2008; Richardson ve ark. 2008; Smith ve ark. 2008; Jiang ve ark. 2010; Lepper-Blilie ve ark. 2016).

Kuru olgunlaştırılan sığır etlerinin lezzetinin 14. günden sonra gelişmeye başladığı ve sonra yoğunlaştığı rapor edilmiştir (Bischoff 1984). Lepper-Blilie ve ark. (2016), olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak olgunlaşmış et lezzetinin arttığını bildirmişlerdir. Etlerin 42 ve 49 gün süre ile kuru olgunlaştırmada tutulmasıyla elde edilen lezzet, etlerin 14 ve 21 gün süreyle olgunlaştırmada tutulmasına kıyasla daha lezzetli bulunmuştur. Smith (2007), olgunlaştırma süresinin sığır etinin lezzet düzeyi, sululuk beğenisi ve sululuk düzeyi üzerinde anlamlı ölçüde etkili olduğunu bildirmiştir. 21 gün süre ile olgunlaştırılan etler, lezzet bakımından en yüksek değere sahip olurken, 21 günün ötesindeki olgunlaştırma süreleri lezzet bakımından 14 günlük olgunlaştırma ile benzer sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

DeGeer ve ark. (2009) en iyi et lezzetinin kemiksiz halde kuru olgunlaştırılan etlerde görüldüğünü; bu durumun da kuru olgunlaştırılmış etlerdeki düşük nem içeriği ile ilişkili olan aroma komponentlerinin yoğunluğundan kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Matsuishi ve ark. (1993), 20 gün süre ile kuru olgunlaştırılan etlerde lezzeti geliştiren tatlı, süt benzeri bir aroma belirlerken; yaş olgunlaştırmada arzu edilen olgunlaşmış et lezzetinin ve aromasının engellendiğini bildirmişlerdir.

Olgunlaşma süresince meydana gelebilecek istenmeyen lezzet ve aroma oluşumunda esas olarak mikrobiyel gelişim, yağlarda acılaşma ve muhafaza odasındaki kötü kokuların emilimi etkili olmaktadır (Garlough ve Campbell 2012).

Iida ve ark. (2016), 60 gün süreyle kuru olgunlaştırma uygulamasının 4. gününden 60. gününe kadar, serbest aminoasitlerin her birinin anlamlı ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Olgunlaştırmanın 60. gününde serbest aminoasitlerin toplam miktarının en yüksek düzeye ulaştığını belirtmişlerdir.

Kuru olgunlaştırılan etlerdeki umami tadın yoğunluğu; 5'-inosin monofosfat (5'-IMP) ve glutamik asit veya 5'-IMP ve aspartik asit kombinasyonlarının sinerjistik etkileri ile oluşmaktadır (Nishimura ve ark. 1988). Iida ve ark. (2016) kuru olgunlaştırmaya tabi tuttukları sığır etlerinde ölçtükleri 5'-IMP ve glutamik asit miktarları üzerinden umami tat yoğunluğunu hesapladıkları çalışmalarında, umami tat yoğunluğunun, olgunlaştırmanın 4. gününde en yüksek değere sahipken; olgunlaştırmanın diğer günlerinde 5'-IMP ve glutamik asit miktarlarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, lezzet ve umami tat yoğunluğundaki değişimlerin hemen hemen aynı olduğunu ifade etmişlerdir.

IMP, aynı zamanda yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde fazla miktarda bulunan tek metabolit olarak bildirilmiştir. Bu metabolit, etteki umami lezzetin oluşumunda sorumludur (Maga 1994). Ancak kuru olgunlaştırılan etlerde IMP düzeyi daha düşük olmasına rağmen, duyusal panel sonuçlarında kuru olgunlaştırılan etlerdeki umami lezzet daha fazla bulunmuştur (Kim ve ark. 2016).

Li ve ark. (2014), kuru olgunlaştırma yöntemi uygulanan örneklerdeki umami ve pişmiş et yağı tadının, yaş olgunlaştırma uygulanan etlerden daha yüksek olduğunu ve bu tatların her iki olgunlaştırma yönteminde de sürenin uzamasına bağlı artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Umami tadın önemli bir bileşeni olan glutamik asitin konsantrasyonunun uzun olgunlaştırma süreleri sonrasında arttığı ifade edilmiştir. Yaş olgunlaştırılan etlerdeki metalik tat kuru olgunlaştırmaya göre daha yüksek bulunurken; yaş olgunlaştırılan etlerdeki yağlı tat, kuru olgunlaştırma yöntemine kıyasla daha düşük olarak belirlenmiştir. Tatlı, acı tat ve et suyu tadı, aroma, sululuk, gevrek yapı gibi duyusal niteliklerin olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak artış gösterdiği

bildirilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve süresi arasındaki etkileşimin, tuzlu ve ekşi tat, hayvanın ırkına ait tipik et tadı ve yumuşaklık gibi özellikler üzerine etkili olduğu ifade edilmiştir. Kuru olgunlaştırma yöntemi uygulanan etlerdeki tuzlu tadın, 19 gün süre ile vakum paketli olarak olgunlaştırılan örneklerden daha fazla olduğu ve olgunlaştırma süresinin uzaması ile tadın artış gösterdiği bildirilmiştir. Vakum altında olgunlaştırılan örneklerdeki ekşi tadın, 8 gün süre ile kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklerden daha fazla olduğu ve bu ekşi tadın olgunlaştırma süresinin uzaması ile azalma gösterdiği ifade edilmiştir.

Olgunlaştırma süresinin uzaması, et örneklerinde umami tadın, pişmiş et yağı tadının ve yumuşaklığın artışında etkili olduğu belirtilmiştir. Uzun bir olgunlaşma süresi, şekillenen proteolizis derecesinde artışa yol açarak, et lezzetinin oluşmasında etkili serbest aminoasitler ve diğer prekursörlerin konsantrasyonlarında yükselmeye yol açmaktadır (Koutsidis ve ark. 2008).

Smith ve ark. (2014), kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etleri arasındaki tek farkın, metalik lezzet olduğunu ve kuru olgunlaştırılan etlerin yaş olgunlaştırılanlardan daha yüksek puanlar aldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, sığır eti lezzetinin, yaş olgunlaştırılan etlerde kuru olgunlaştırmaya göre daha fazla gözlendiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri arasında tuzlu ve umami tat özellikleri bakımından olgunlaştırma süresince istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar kaydedilmiş olup; olgunlaştırmanın 28. gününde artan bir tuzlu tat oluşumu gözlenmiştir (Tablo 4-66). Umami tat, özellikle olgunlaştırmanın 14. gününde kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerde yüksek oranda algılanırken, olgunlaştırma süresinin sonuna kadar yaş olgunlaştırma uygulanan etlerden yüksek oranda farkedilmiştir (Tablo 4-71).

Panelist değerlendirmeleri neticesinde, sığır etlerinde tatlı, ekşi, asidik ve acı tat oluşumu olgunlaştırma süresince benzerlik göstermiş olup, düşük değerlerde algılanmıştır. Gruplar arasındaki istatistiksel farklılık enzim uygulamalarına bağlı olarak şekillenmiştir (Tablo 4-64).

Dikeman ve ark. (2013), uygulanan olgunlaştırma yöntemi veya etin kalite derecesinin miyofibriller yumuşama, sululuk, bağ doku miktarı, genel yumuşaklık ve istenmeyen lezzet yoğunluğu üzerinde etkili olmadığını belirlemişlerdir. 62,8°C'ye kadar pişirilen etlerin sululuk derecesinin 71,1°C'e kıyasla daha fazla olduğunu tespit ederken, olgunlaştırma yöntemi ile pişirme işlemindeki son sıcaklığın, miyofibriller

yumuşama üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kuru olgunlaştırma işlemine tabi tutularak 71,1°C'ye kadar pişirilen sığır etlerinin miyofibriller yumuşama skoru (6,19), yaş olgunlaştırma işlemi uygulanan etlerden daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Sullivan ve Calkins (2010), sığır etlerinin yumuşatılması amacıyla eksojen enzimlerden yararlandıkları çalışmalarında, 7 farklı enzim (papain, ficin, bromelain, homojenize taze zencefil, *Bacillus subtilis* proteazı ve 2 *Aspergillus oryzae* proteazı) uygulaması sonrasında etin yumuşama derecesini belirlemek üzere gerçekleştirdikleri duyusal değerlendirme sonucunda, enzim uygulamasının etin duyusal yumuşaklığı üzerine anlamlı ölçüde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bütün uygulama gruplarında yumuşaklık derecesinde kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde bir artış gözlendiği belirtilirken; %7,6'dan %18'e varan bir iyileşme kaydedilmiştir. Papain uygulanan etler en yumuşak örnekler olarak belirlenmiş ve Aspergillus kökenli enzimler hariç diğer bütün enzim gruplarından önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Ficin ve bromelain uygulamaları istatistiksel olarak benzer sonuçlar açığa çıkarırken, bağ doku içeriği bakımından, enzim uygulamaları arasında önemli bir farklılık tespit edildiği bildirilmiştir. Aynı zamanda, sululuk kas ve enzim uygulaması etkileşiminin görüldüğü tek parametre olarak kaydedildiği belirtilmiştir. Benzer olarak, McKeith ve ark. (1994) da etin yumuşaklığının gelişiminde papainin en etkili enzim uygulaması olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da, olgunlaştırma yöntemine bağlı olmaksızın en etkin yumuşaklık, çiğnenebilirlik ve sululuk özelliklerinin gözlendiği uygulama papain enzimi ile muamele edilen etlerde şekillenmiştir (Tablo 4-61 – 4-63).

Doneva ve ark. (2015), bitkisel proteazlar olan bromelain ve papainin hindi etinin yumuşaklığı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 50 ve 100 U/ml düzeyinde bromelain ve papain enzimleri ile 24 saat süreyle muamele edilen hindi eti örneklerinde, et renklerinin ve taze görünümün korunduğunu tespit etmişlerdir. Deneysel hindi eti örneklerinin dış görünüşlerinin kontrol örnekleri ile benzer olduğu ve kas liflerinin bozulmadığı saptanmıştır.

Sığır etlerinde tat ve lezzet oluşumu ile ilişkili metabolitler; aminoasitler (alanin, leusin, glutamin, glutamat, valin, methionin, tirozin, isoleucin, fenilalanin), ette bol miktarda bulunan parçalanma ürünleri (kreatin, karnosin, karnitin ve kreatinin), laktat-sitrik asit siklusunda oluşan ara ürünler (sukkinat ve fumarat), şekerler (glukoz, glukoz-

1-fosfat, glukoz-6-fosfat ve mannoz), organik asitler, ozmolitler ve nükleotidlerdir (Kim ve ark. 2016).

Valin, tirozin, isoleucin, fenilalanin, triptofan ve leucin acı tat ile; alanin, methionin, glutamin, glicin, glukoz, laktat ve sukkinat tatlı tat ile; aspartik ve glutamik asit, histidin, asparagin, sukkinat ve laktat ekşi tat ile; glutamik ve aspartik asit tuzlu lezzet; glutamat, aspartat, karnosin ve inosin monofosfat (IMP) umami tat ile ilişkilendirilmektedir (Nishimura ve Kato 1988). Bu suda çözünebilen metabolitlerin tümü, direk ya da Maillard reaksiyonlarında prekürsör olarak pişmiş etin lezzetine daha büyük ya da az ölçüde katkıda bulunmaktadır (Pereira-Lima ve ark. 2000; Koutsidis ve ark. 2008; van Ba ve ark. 2012).

Bu çalışmada, kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrol ve enzim uygulanmış gruplardaki sığır etlerinin genel kabul edilebilirlik değerleri, yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaştırma süresi boyunca gruplar arasında enzim uygulamasına bağlı olarak farklılıklar şekillenmiş; olgunlaştırmanın 2. ve 7. günlerinde bromelain enzimi panelistler üzerinde diğer enzim uygulamalarına göre daha olumlu bir etki oluşturmuşken, artan olgunlaştırma sürecinde arzu edilen et teşekkülü fungal proteaz ve/veya bromelain uygulanan gruplardan elde edilmiştir. Olgunlaştırmanın 14. gününde fungal proteaz enzimi ile muamele edilen etler en yüksek kabul edilebilirlik puanlarını alırken, olgunlaştırmanın 21. ve 28. günlerinde fungal proteaz ve bromelain uygulamaları panelistlerde aynı etkiyi oluşturmuştur (Tablo 4-73).

Enzim uygulamaları ve olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin genel kabul edilebilirliği üzerindeki etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($P<0,01$); panelist etkisi olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren anlamlı farklılık göstermiştir ($P<0,001$). Enzim × yöntem etkileşimi bakımından gruplar arasında olgunlaştırmanın 7., 14. ve 28 günlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4-73). Bu değişkenlik tüketiciler için kritik olabilecek olgunlaşma zamanlarını işaret etmektedir.

Kuru olgunlaştırılan etlere ait genel tüketici beğenisi, yumuşaklık ve sululuk gibi parametreler olgunlaşma süresindeki uzamaya bağlı olarak artmıştır (Campbell ve ark. 2001; Laster ve ark. 2008). Bu da duyusal karakteristiğin şekillenmesinde yeterli düzeyde olgunlaştırma süresinin uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Colle ve ark. (2015), 63 güne varan yaş olgunlaştırma işleminin sığır etlerinin genel kabul edilebilirliğini etkilediğini; olgunlaştırma periyodunun 21. gününe kadar artış gösterirken, 21. gününden sonra azalma tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Kim ve ark. (2016), kuru olgunlaştırılan etlerin genel kabul edilebilirliğini yaş olgunlaştırılan etlerden anlamlı ölçüde yüksek bulmuştur.

Stenström ve ark. (2014), farklı olgunlaştırma yöntemlerine (kuru olgunlaştırma, paketli kuru olgunlaştırma, vakum paketli-yaş olgunlaştırma) tabi tutulan sığır etlerine uygulanan tercih testleri sonucunda kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan örneklerin, vakum paketli olarak olgunlaştırılan etlere nazaran daha çok tercih edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Li ve ark. (2014), kuru olgunlaştırma uygulanan etlerin bazı duyusal özelliklerinde yaş olgunlaştırmaya kıyasla daha yüksek değerler tespit ederken; Smith (2007), kuru ve yaş olgunlaştırma uygulanan sığır etlerinin duyusal özellikleri (lezzet, yumuşaklık, sululuk, genel beğeni) arasında anlamlı bir farklılık tespit etmediğini bildirmiş; benzer şekilde Parrish ve ark. (1991), Sitz ve ark. (2006), Laster ve ark. (2008) ile Smith ve ark. (2008) da, kuru ve yaş olgunlaştırılan sığır etlerinin duyusal nitelikleri arasında önemli bir farklılık gözlemlemediklerini ifade etmişlerdir.

5.6. Sonuç

Et kalitesi, papain, bromelain ve fungal proteaz enzimleri gibi yapay olgunlaştırma ajanlarının kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemleri ile birlikte kullanılması sonucunda geliştirilebilmiştir. Sığır etlerinin kalite parametreleri ve raf ömrü mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikler bakımından doğal ve yapay olgunlaştırma yöntemlerinin birlikte uygulanması ile olumlu yönde etkilenmiş olup; kuru olgunlaştırma yöntemi 28 günlük raf ömrü süresince tüketiciler tarafından daha çok arzu edilen ürün eldesine imkan sağlamıştır.

Farklı enzimlerle muamele edilen sığır etleri yumuşaklık, çiğnenebilirlik ve sululuk özellikleri bakımından enzim uygulanmayan örneklere göre daha çok tercih edilirken, bu farklılık instrumental ölçüm yöntemleriyle de ortaya konmuştur. Papain enzimi etin yumuşaklığının gelişmesinde en etkili enzim olarak belirlenmiş olmasına karşın, lezzet ve genel kabul edilebilirlik değerleri bakımından fungal proteaz ve bromelain enzimlerinin ardında kalmıştır.

Kuru olgunlaştırma yöntemi, yaş olgunlaştırmaya göre sığır etlerinin duyusal özellikleri ve instrumental tekstür değerlerinde iyileşmeye, sarkomer uzunluğu ve su tutma kapasitesinde artışa, pişirme kaybı değerlerinde azalmaya yol açarak tüketiciler tarafından daha çok beğenilen et oluşumu sağlamıştır. Ancak olgunlaştırma süresince yaş olgunlaştırmada tutulan etlerde saptanan mikrobiyolojik ve kimyasal değişimler kuru olgunlaştırmada tutulan etlerde gözlenmemiştir. Özellikle ürünün olgunlaştırma sırasında açık olarak depolanması mikrobiyel üremeyi ve lipid oksidasyonunu hızlandırmış, aynı zamanda et yüzeyinde kararma ve kabuk oluşumuna neden olmuştur.

Olgunlaştırma süresinin uzamasına bağlı olarak biyokimyasal ve enzimatik faaliyetler sonucunda kas yapısında meydana gelen değişimler, tüketici beğenisi belirleyen sığır etlerinin yumuşaklık ve lezzet parametrelerinde artışa neden olarak; et kalitesinin yükselmesine katkı sağlamıştır. Özellikle kuru olgunlaştırma yönteminde tekstürel ve duyusal özelliklerin önemli düzeyde iyileştiği ve açığa çıkan lezzet komponentlerine bağlı olarak daha yoğun bir aroma oluşumunun sağlandığı belirlenmiştir. Olgunlaştırma yöntemlerinin yanı sıra kullanılan enzim uygulamaları ile ürünün öne çıkan özellikleri güçlendirilebilmektedir. Bu sayede, tüketicilerin damak tadına hitap eden yüksek kaliteli etin daha kısa sürede elde edilerek piyasaya sürülmesinin mümkün olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Naeem, H.H. ve 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.
- Ahnstrom, M.L., Seyfert, M., Hunt, M.C., Johnson, D.E. (2006). Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapor. *Meat Science*, **73**, 674–679.
- Akpan, I.P. ve Omojola, A.B. (2015). Quality attributes of crude papain injected beef. *Journal of Meat Science and Technology*, **3**, 42-46.
- Aksu, M. I., Kaya, M., Ockerman, H.W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging meat. *Journal of Muscle Foods*, **16**, 192–206.
- AMPC and MLA. Australian Meat Processor Corporation and Meat & Livestock Australia. Meat technology update; Dry aging of beef. 2010. http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU_2010_Dry-aging-of-beef.pdf. Accessed 10 Apr 2010.
- AMSA (American Meat Science Association) (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago, Illinois: American Meat Science Association & National Livestock and Meat Board.
- AMSA (American Meat Science Association) (1991). Guidelines for meat color evaluation. Chicago, Illinois: American Meat Science Association & National Livestock and Meat Board.
- Anar, S. (2012). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi*. Bursa: DORA Basım.
- AOAC. Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA. 1990.
- 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**, 1-10.
- Arslan, A. (2013). *Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi.* Elazığ: Medipres Matbaacılık.

- 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**, 2138–2142.
- Astruc, T. (2014). Carcass Composition, Muscle Structure, and Contraction. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 148-166.
- Baird, B. (2008). Dry aging enhances palatability of beef, Beef safety and quality. http://www.beefusa.org/uDocs/dryagingenhancespalatabilityofbeef 164.pdf Accessed March April 2008.
- Barrett, A.J., Rawlings, N.D., Woessner, J.F. (2004). Handbook of Proteolytic Enzymes. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Bekhit, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D., Bickerstaffe, R. (2003). The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. *Food Chemistry*, **81**, 175–187.
- 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**, 433-453.
- Bekhit, A.E.D.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**, 1012-1031.
- Bertram, H.C., Dønstrup, S., Karlsson, A.K., Andersen, H.J. (2002). Continuous distribution analysis of T2 relaxation in meat – An approach in the determination of water holding capacity. *Meat Science*, **60**, 279–285.
- Bingol, E.B., Colak, H., Cetin, O., Kahraman, T., Hampikyan, H., Ergün, O. (2012). Effects of high-oxygen modified atmosphere packaging on the microbiological quality and shelf life of Tekirdag kofte - A Turkish type meatball. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **11**, 3148-3155.
- Bingol, E.B., Ergun O. (2011). Effects of modified atmosphere packaging on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. *Meat Science*, **88**, 774-785.
- Bischoff, J. (1984). Dry-aging beef: Is it worth it? *Meat Industry*, **30**, 12-16.

- Boakye, K., Mittal, G.S. (1993). Changes in pH and water holding properties of Longissimus dorsi muscle during beef ageing. *Meat Science*, **34**, 335-349.
- Borch, E., Kant-Muermans, M.L., Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, **33**, 103-120.
- Bourne, M. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, **32**, 62-67.
- Bourne, M.C. (2002). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. San Diego: Associated Press. 1-32.
- Bouton, P.E., Carrol, F.D., Harris, P.V., Shorthose, W.R. (1973). Influence of pH and fiber contraction state upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. *Journal of Food Science*, **38**, 404-407.
- Bowker, B.C., Fahrenholz, T.M., Sarnoski, P.J., Solomon, M.B. (2012). Alterations in the Sarcoplasmic Protein Fraction of Beef Muscle with Postmortem Aging and Hydrodynamic Pressure Processing. *Journal of Food Science*, **77**, 594-602.
- 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**, 279-284.
- Brewer, M.S. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat – Water-Holding Capacity. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 274-282.
- Bruce, H.L., Beilken, S.L., Leppard, P. (2005). Variation in flavor textural descriptions of cooked steaks from bovine M. longissimus thoracis et lumborum from different production and aging regimes. *Journal of Food Science*, **70**, 309-316.
- Bruce, H.L. ve Ball, R.O. (1990). Postmortem Interactions of Muscle Temparature, pH and Extension on Beef Quality. *Journal of Animal Science*, **68**, 4167-4175.
- CAC/RCP 58-2005. Codex Alimentarius Commission. Code of hygienic practice for meat. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ru/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites

%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2BRCP%2B58-2005%252FCXP_058e.pdf

- Calkins, C.R. ve Sullivan, G. (2007). Adding enzymes to improve beef tenderness. Beef Fact. Product enhancement. Lincoln, NE: University of Nebraska.
- 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**, 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.
- Christensen, L., Gunving, A., Torngren, M.A., Aaslyng, M.D., Knochel, S., Christensen, M. (2012). Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. *Meat Science*, **90**, 485–489.
- Chueachuaychoo, A., Wattanachant, S. and Benjakul, S. (2011). Quality characteristics of raw and cooked spent hen *Pectoralis major* muscles during chilled storage: Effect of salt and phosphate. *International Food Research Journal*, **18,** 601-613.
- Claus, J.R., Wang, H., Marriott, N.G. (1997). Prerigor carcass muscle stretching effects on tenderness of grain-fed beef under commercial conditions. *Journal of Food Science*, **62**, 1231-1234.
- 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.
- Crossmon, G. (1937). A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. *The Anatomical Record,* **69**, 33-38.
- Dashdorj, D., Amna, T., Hwang, I.H. (2015). Influence of specific taste active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors: an overview. *European Food Research and Technology*, **24**, 157-171.
- Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology,* **58**, 20.

- Daszkiewicz, T., Wajda, S., Matusevicicus, P. (2003). Changing of beef quality in process of storage. *Veterinarija ir Zootechnica*, **74**, 225-237.
- DeGeer, S.L., Hunt, M.C., Bratcher, C.L., Crozier-Dodson, B.A., Johnson, D.E., Stika, J.F. (2009). Effects of dry age of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science*, **83**, 768–774.
- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., Dal Molin, E. (2008). Relationship between beef consumer tenderness perception andWarner-Bratzler shear force. *Meat Science*, **78**, 153–156.
- Devine, C.E. (2014). Conversion of Muscle to Meat. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 329-338.
- Dietz, G. (2014). Color and flavor stability of beef gluteus medius as influenced by postmortem aging time and blade tenderization. A Thesis. Kansas State University, Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture. 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**, 228–233.
- Doneva, M., Miteva, D., Dyankova, S., Nacheva, I., Metodieva, P., Dimov, K. (2015). Efficiency of plant proteases bromelain and papain on turkey meat tenderness. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **31**, 407-413.
- 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.
- EFSA (2005). European Food Safety Authority Journal. Opinion of the scientific panel on animal health and welfare (AHAW) on a request from the commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. *EFSA Journal*, **45**, 1-29.
- Eilers, J.D., Tatum, J.D., Morgan, J.B., Smith, G.C. (1996). Modification of early postmortem muscle pH and use of postmortem ageing to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, **74**, 790-798.

- Ertbjerg, P. ve Puolanne, E. (2017). Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. *Meat Science*, **132**, 139-152.
- FAO (1992). Meat and meat products in human nutrition in developing countries. Food and Nutrition Paper 53. Rome, Italy.
- FAO (2018). Food Outlook. Biannual Report on Global Food Markets. July Issue. Rome, Italy.
- Farmer-Stockman. (2011). Best techniques for dry aging studied by USMEF, OSU team. Farmer-Stockman, 101, 38. http://magissues.farmprogress.com/tfs/FS09Sep11/tfs038.pdf.
- Faustman, C., Cassens, R. G. (1990). The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review. *Journal of Muscle Foods*, **1**, 217–243.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., Suman, S.P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, **86**, 86–94.
- FDA (1995). *Bacteriological Analytical Manual*. (6th Ed.), Food and Drug Administration AOAC Int., Gaithersburg.
- Feijoo-Siota, L. ve Villa, T.G. (2011). Native and biotechnologically engineered plant proteases with industrial applications. *Food and Bioprocess Technology*, **4**, 1066-1088.
- Florek, M., Litwińczuk, A., Skałecki, P., Ryszkowska-Siwko, M. (2007). Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of aging under vacuum. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **57**, 281-288.
- Floyd, A.D. (2002). Quantitative Data From Microscopic Specimens. İçinde J.D. Bancroft, M. Gamble (Ed.), *Theory and Practice of Histological Techniques* (5th ed.). London, UK: Churchill Livingstone: 743-744.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge M. D., Merkel, R. A. (1994). *Principles of Meat Science*, Dubuque: Kendall Hunt Publishing Company.
- 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–Fresian cull cows. *Meat Science*, **83**, 484-491.

- Garlough, R.B. ve Campbell, A. (2012). Dry and wet aging. In Modern Garde Manger; A global perspective (2nd ed.). Delmar Gengage Learning: NY, USA: 441-442.
- Gasperlin, L., Zlender, B., Abram, V. (2001) Colour of beef heated to different temperatures as related to meat ageing. *Meat Science*, **59**, 23-30.
- Gault, N.F.S. (1985). The Relationship between Water-Holding Capacity and Cooked Meat Tenderness in Some Beef Muscles as Influenced by Acidic Conditions below the Ultimate pH. *Meat Science*, **15**, 15-30.
- George-Evins, C.D., Unruh, J.A., Waylan, A.T., Marsden, J.L. (2004). Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef gluteus medius steaks. *Journal of Animal Science*, **82**, 1863-1867.
- Gerelt, B., Ikeuchi, Y., Suzuki, A. (2000). Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science*, **56**, 311–318.
- 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.
- Goli, T., Nakhoul, P. A., Zakhia-Rozis, N., Trystram, G., Bohuon, P. (2007). Chemical Equilibrium of Minced Turkey Meat in Organic Acid Solutions. *Meat Science*, **75**, 308-314.
- Gomes, H.A.R., Moreira, L.R.S., Filho, E.X.F. (2018). Enzymes and Food Industry: A Consolidated Marriage. İçinde A.M. Holban, A.M. Grumezescu (Ed.), *Advances in Biotechnology for Food Industry-Handbook of Food Bioengineering*. London: Academic Press: 55-89.
- Gorraiz, C., Beriain, M. J., Chasco, J., and Insausti, K. (2002). Effect of aging time on volatile compounds, odor, and flavor of cooked beef from Pirenaica and Friesian bulls and heifers. *Journal of Food Science*, **67**, 916-922.
- 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**, 79–97.
- Gürbüz, Ü. (2009). *Mezbaha Bilgisi ve Pratik Et Muayenesi.* Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.

- Ha, M., Bekhit, A.E.D.A., Carne, A., Hopkins, D.L. (2012). Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibain protease preparations and their activities toward meat proteins. *Food Chemistry*, **134**, 95-105.
- Han, J., Morton, J.D., Bekhit, A.E.D., Sedcole, J.R. (2009). Prerigor infusion with kiwifruit juice improves lamb tenderness. *Meat Science*, **82**, 324–330.
- Hannula, T., Puolanne, E. (2004). The effect of cooling rate on beef tenderness: the significance of pH at 7ºC. *Meat Science*, **67**, 403–408.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. London: Academic Press.
- Heinz, G. ve 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. *Erisim Tarihi: 28.07.2018* *http://www.fao.org/docrep/003/x6909e/x6909e00.htm*
- Hernández, B., Lizaso, G., Horcada, A., Beriain, M. J. and Purroy, A. (2006). Meat colour of fighting bulls. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, **14**, 90-94.
- Hodges, J.H., Cahill, V.R., Ockerman, H.W. (1974). Effect of vacuum packaging on weight loss, microbial growth and palatability of fresh beef wholesale cuts. *Journal of Food Science*, **39**, 143-146.
- Honikel, K.O. (2014). Rigor Mortis, Cold, and Rigor Shortening. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 358-365.
- Hopkins, D.L. ve Bekhit, A.E.D.A. (2014). Tenderizing Mechanisms-Chemical. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 431-437.
- Hopkins, D. L. ve Geesink, G. H. (2009). Protein degradation post mortem and tenderisation. In M. Du ve R.J. McCormick (Eds.), *Applied Muscle Biology and Meat Science*. Boca Raton (FL), USA: CRC Press: 149-173.
- Huang, F., Huang, M., Xu, X. and Zhou, G. (2011). Influence of heat on protein degradation, ultrastructure and eating quality indicators of pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **91**, 443-448.

- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S.M. (2005). Mechanism of Water Holding Capacity of Meat: The Role of Postmortem Biochemical and Structural Changes. *Meat Science*, **71**, 194-204.
- Huff-Lonergan, E., Zhang, W., Lonergan, S.M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle – lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, **86**, 184-195.
- Huff-Lonergan, E. (2014). Tenderizing Mechanisms-Enzymatic. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 438-442.
- Huis in't Veld, J.H.J. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: An overview. *International Journal of Food Microbiology*, **33**, 1–18.
- 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**, 677-691.
- Hwang, I.H., Park, B.Y., Kim, J.H., Cho, S.H., Lee, J.M. (2005). Assessment of postmortem proteolysis by gel-based proteome analysis and its relationship to meat quality traits in pig longissimus. *Meat Science*, **69**, 79-91.
- Iida, F., Miyazaki, Y., Tsuyuki, R., Kato, K., Egusa, A., Gogshi, H., Nishimura, T. (2016). Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes during dry aging of beef from Japanese black cattle. *Meat Science*, **112**, 46–51.
- 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*, pp. 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**, 529-533.
- ISO 6888-1. (07/2003) Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) Technique including confirmation of colonies.
- ISO 6887-1 (09/1999) Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination Part 1: General rules for preparation of dilutions for microbiological examination. Geneva, Switzerland.

- ISO 4833 (05/2003) General guidance for the enumeration of micro-organisms Colony-count technique at 30°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 17410 (05/2001) Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. Geneva, Switzerland.
- ISO 21528-2 (08/2004) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae Part 2: Colony-count technique. Geneva, Switzerland.
- ISO 16649-2 (04/2001) Horizontal method for the enumeration of β-glucuronidase-positive E. Coli Part 2: Colony-count technique at 44°C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide. Geneva, Switzerland.
- ISO 13720 (08/2010) Meat and meat products - Enumeration of presumptive Pseudomonas spp. Geneva, Switzerland.
- ISO 15214 (08/1998) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for enumeration of Mesophilic Lactic Acid Bacteria Colony-count technique at 30°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 15213 (05/2003) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. Geneva, Switzerland.
- ISO 7954 (08/1988) General guidance for enumeration of Yeasts and Molds Colony-count technique at 25°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 6658 (1985). Sensory analysis–Methodology–General guidance. Geneva, Switzerland.
- ISO 8586-1 (1993). Sensory analysis—general guidance for the selection, training and monitoring of assessors: Part 1. Selected assessors. Geneva, Switzerland.
- Istrati, D., Vizireanu, C., Dima, F., Dinica, R. (2012). Effect of marination with proteoliytic enzymes on quality of beef muscle. *Scientific Study & Research*, **13**, 81-89.
- İnal, T. ve Nazlı, B. (1997). *Mezbaha Bilgisi*. İstanbul: Saray Medikal Yayıncılık. 140-150.

- 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**, 628-639.
- Jeremiah, L.E. ve Gibson, L.L. (2003). The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*, **36**, 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**, 642-650.
- Joo, S.T., Kauffman, R.G., Kim, B.C., Park, G.B. (1999). The relationship of Sarcoplasmic and Myofibrillar Pro-tein Solubility to Colour and Water-holding Capacity in Porcine Longissimus Muscle. *Meat Science*, **52**, 291-297.
- Jorgova, V.K., Danchev, S., Kostov, A. (1989). Effect of bacterial enzyme preparation on the solubility and electrophoretic properties of muscle proteins. Proceedings, *International Congress of Meat Science and Technology*, **35**, 913–917.
- Juárez, M., Aldai, N., López-Campos, Ó., Dugan, M.E.R., Uttaro, B., Aalhus, J.L. (2012). Beef Texture and Juiciness. İçinde Y.H. Hui (Ed), *Handbook of Meat and Meat Processing* (2nd ed.). Florida: CRC Press: 177-206.
- Kahraman, T. (2007). Küçükbaş hayvan karkaslarına uygulanan düşük voltaj elektrik stimülasyonunun et kalitesi üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Kato, H. ve Nishimura, T. (1987) Taste Components and Conditioning of Beef, Pork, and Chicken. In: Y. Kawamura ve M.R. Kare (eds) *Umami: A Basic Taste*. New York: Marcel Dekker Inc. 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**, 42-48.
- Keeton, J.T., Ellerbeck, S.M., Núñez de González, M.T. (2014). Chemical Composition. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 235-243.
- Kemp, C.M., Sensky, P.L., Bardsley, R.G., Buttery, P.J., Parr, T. (2010). Tenderness–An enzymatic view. *Meat Science*, **84**, 248-256.

- Ketnawa, S. ve Rawdkuen, S. (2011). Application of bromelain extract for muscle foods tenderization. *Food and Nutrition Sciences*, **2**, 393-401.
- 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**, 159-169.
- Kim, Y.H.B., Hunt, M.C. (2011). Advance technology to improve meat color. In S.T. Joo (Ed.), *Control of Meat Quality*. Kerala, India: Research Signpost, pp. 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**, 412, 418.
- Kim, Y.H., 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.
- 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**, 773-778.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, **43**, 193-201.
- Koohmaraie, M., Doumit, M.E., Wheeler, T.L. (1996). Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science*, **74**, 2935–2942.
- 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**, 345-352.
- Koutsidis, G., Elmore, J.S., Oruna-Concha, M.J., Campo, M.M., Wood, J.D., Mottram, D.S. (2008). Water-soluble precursors of beef flavor. Part II: Effect of post mortem conditioning. *Meat Science*, **79**, 270-277.
- Lambooij, E. (2014). Electrical Stunning. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 407-412.

- Lametsch, R., Karlsson, A.H., Rosenvold, K., Andersen, H.J., Roepstorff, P., Bendixen, E. (2003). Postmortem proteome changes of porcine muscle related to tenderness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 6992-6997.
- 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**, 795-804.
- Lawrie, R.A. ve Ledward, D.A. (2006). Lawri's meat science (7th) edition. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- 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**, 592-598.
- 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**, 231–243.
- 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.
- 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.
- Li, X., Babol, J., Bredie, W.L.P., Nielsen, B., Tománková, J., Lundström, K. (2014). A comparative study of beef quality after aging longissimus muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging. *Meat Science*, **97**, 433-442.
- Li, X., Babol, J., Bredie, W.L.P., 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**, 229–234.
- Liang, R.R., Zhu, H., Mao, Y.W., Zhang, Y.M., Zhu, L.X., Cornforth, D., Wang, R.H., Meng, X.Y., Luo, X. (2016). Tenderness and sensory attributes of the

longissimus lumborum muscles with different quality grades from Chinese fattened yellow crossbred steers. *Meat Science*, **112**, 52-57.

- Lindahl, G. (2011). Colour stability of steaks from large beef cuts aged under vacuum or high oxygen modified atmosphere. *Meat Science*, **87**, 428-435.
- Mancini, R.A. ve Hunt, M.C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, **71**, 100-121.
- Marieb, E.N. (2001). Human Anatomy & Physiology, 5th Edition. Benjamin-Cummings Publishing Company, Subs of Addison Wesley Longman, Inc, US.
- Marino, R., Albenzio, M., della Malva, A., Santillo, A., Loizzo, P., Sevi, A. (2013). Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. *Meat Science*, **95**, 281-287.
- Marino, R., Albenzio, M., della Malva, A., Caroprese, M., Santillo, A., Sevi, A. (2014). Changes in meat quality traits and sarcoplasmic proteins during aging in three different cattle breeds. *Meat Science*, **98**, 178-186.
- 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*, Article ID 480923, 8 pages.
- Matsuishi, M., Mori, J., Moon, Y.H., Okitani, A. (1993). Generation of the desirable aroma, the conditioned raw beef aroma induced by storage of meat in air. *Animal Science and Technology*, **64**, 163–70.
- McDonagh, M.B., Herd, R.M., Richardson, E.C., Olly, U.H., Archer, J.A., Arthur, P.F. (2001). Meat quality and the calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **41**, 1013-1021.
- McKeith, F.K., Carr, C.B., Ramsey, C.B., Crockett, K.L., Hoover, L.C. (1994). Effect of enzyme applications on sensory, chemical and processing characteristics of beef steaks and roasts. *Journal of Muscle Foods*, **5**, 149-164.
- McKenna, D.R., Mies, P.D., Baird, B.E., Pfeiffer, K.D., Ellebracht, J.W., Savell, J.W. (2005). Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Science*, **70**, 665-682.
- Mengi, A. (1998). *Biyokimya*. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, No: 89, 250-260.

- Micklander, E., Peshlov, B., Purslow, P.P., Engelsen, S.B. (2002). NMR-cooking: Monitoring the changes in meat during cooking by low-field 1H-NMR. Trends in Food Science & Technology, 13, 341–346.
- Miller, M.F., Carr, M.A., Ramsey, C.B., Crockett, K.L., Hoover, L.C. (2001). Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, **79**, 3062-3068.
- Miller, M.F., Davis, G.W., Ramsey, C.B. (1985). Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail case life of loin steaks from lean beef. *Journal of Food Science*, **50**, 1544-1546.
- Miller, R.K. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat - Palatability. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 252-261.
- Monin, G., Santé-Lhoutellier, V. (2014). Color and Texture Deviations. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 339-345.
- Monson, F., Sanudo, 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**, 471-479.
- Montgomery, T. ve Leheska, J. (2008). Effect 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).
- Mottram, D.S. (1998). Flavor formation in meat and meat products. *Food Chemistry*, **62**, 415-424.
- Mungure, T.E., Bekhit, A.E.D., 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.
- Murphy, R.Y. ve Marks, B.P. (2000). Effect of meat temperature on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. *Poultry Science*, **79**, 99-104.

- Murray, A.C. (1995). The evaluation of muscle quality. In: *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. CRC Press: London.
- NAMP. The North American Meat Processors Association. In: Meat Buyers Guide. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2007. p. 11–51.
- Nadzirah, K.Z., Zainal, S., Noriham, A., Normah, I. (2016). Application of bromelain powder produced from pineapple crowns in tenderising beef round cuts. *International Food Research Journal*, **23**, 1590-1599.
- 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**, 556-560.
- Nishimura, T. (2015). Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. *Meat Science,* **109**, 48-55.
- Nishimura, T. ve Kato, H. (1988). Taste of free amino acids and peptides. *Food Reviews International*, **4**, 175–194.
- Nishimura, T., Rhue, M.R., Okitani, A., Kato, H. (1988). Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agricultural and Biological Chemistry*, **52**, 2323-2330.
- NMKL, (1991). Nordic Committee on Food Analysis: Brochothrix thermosphacta. Determination in Meat and Meat Products, No.141, 1991.
- Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N., Tassou, C.C., Koutsoumanis, K.P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, **78**, 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**, 1227-1232.
- Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J.A., Varela, A., Monserrat, L., Sanchez, L. (2005). Influence of ageing time on the quality of yearling calf meat under vacuum. *European Food Research and Technology*, **220**, 489-493.
- 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**, 151-158.

- Özbek, P.Ö., Dietrich, A.M., Duncan, S.E., Lee, Y.W. (2012). Role of lipid oxidation, chelating agents, and antioxidants in metallic flavor development in the oral cavity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **60**, 2274-2280.
- Page, J.K., Wulf, D.M., Schwotzer, T.R. (2001). A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, **79**, 678-687.
- Parrish, 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**, 601-603.
- Pawar, V.D., Mule, B.D., Machewad, G.M. (2007). Effect of Marination with Ginger Rhizome Extract on Properties of Raw and Cooked Chevon. *Journal of Muscle Foods*, **18**, 349-369.
- Payne, C.T. (2009). Enzymes. İçinde R. Tarté (Ed.). *Ingredients in Meat Products: Properties*, New York: Springer Science + Business Media, LLC: 173-198.
- Pereira-Lima, C.I., Ordoñez, J.A., García De Fernando, G.D., Cambero, M.I. (2000). Influence of heat treatment on carnosine, anserine and free amino acid composition of beef broth and its role in flavour development. *European Food Research and Technology,* **210**, 165-172.
- Perry, D., Thompson, J.M.M., Hwang, I.H., Butchers, A., Egan, A.F. (2001). Relationship between objective measurements and taste panel assessment of beef quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture,* **41**, 981-989.
- Perry, N. (2012). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science,* **1**, 78-80.
- Pietrasik, Z. ve 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, 475-476.
- Polidori, P. ve Vincenzetti, S. (2017). The Use of Electrical Stimulation in Meat Production. İçinde D.B. McCarthy (Ed.), *Meat and Meat Processing.* Nova Science Publishers, Inc: 133-153.
- Raj, A.B.M. (2014). Stunning-CO2 and other Gases. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 401-406.

- Richardson, R.I., Nute, G.R., Wood, J.D. (2008). Effect of wet vs. dry ageing on eating quality of beef from traditional breeds. Proceedings 54th International Congress of Meat Science and Technology, Cape Town, South Africa.
- Robson, R.M., Huff-Lonergan, E., Parrish, F.C., Ho, C.Y., Stromer, M.H., Huiatt, T.W. (1997). Postmortem changes in the myofibrillar and other cytoskeletal proteins in muscle. Proceedings of the Reciprocal Meat Conference, 43-52.
- Sanudo, C., Nute, G.R., Campo, M.M., Maria, G., Baker, A., Sierra, I., Enser, M.E., Wood, J.D. (1998). Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat Science,* **48**, 91-100.
- Savell, J.W. (2008). Dry-aging of beef, executive summary. National Cattlemen's Beef Association. http://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/dry%20Aging%20of%20beef.pdf
- 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. http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Project_Summaries/FY06Tenderness_flavor_yield_assessments.pdf
- Savell, J.W., Mueller, S.L., Baird, B.E. (2005). The Chilling of Carcasses. *Meat Science,* ***70***, 449-459.
- Schwimmer, S. (1981). Source book of food enzymology. Westport, CT: AVI, Inc.
- Shrestha, S. ve Min, Z. (2006). Effect of lactic acid pretreatement on the quality of fresh pork packed in modified atmosphere. *Journal of Food Engineering*, **72**, 254-260.
- 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**, 1221-1226.
- Smith, R.D. (2007). Dry aging beef for the retail channel. Texas A&M University, Animal Science, Master of Science, TX.

- Smith, G., Hall, L., Vanderzant, C. (1980). Inoculation of beef steaks with lactobacillus species before vacuum packaging .2. Effect on meat quality characteristics. *Journal of Food Protection*, **43**, 842–849.
- 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**, 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**, 21–26.
- Sørheim, O., Idland, J., Halvorsen, E.C., Frøystein, T., Lea, P., Hildrum, K.I. (2001). Influence of beef carcass stretching and chilling rate on tenderness of M. longissimus dorsi. *Meat Science*, **57**, 79-85.
- Spanier, A.M., Flores, M., McMilli, K.W., Bidne, T.D. (1997). The effect of post-mortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors. *Food Chemistry*, **59**, 531-538.
- SPSS 25.00 for Windows. SPSS Inc, Chiago, IL. 2017.
- Stanišić, N., Petričević, M., Živković, D., Petrović, M. M., Ostojić-Andrić, D., Aleksić, S. (2012). Changes of physical-chemical properties of beef during 14 days of chilling. *Biotechnology of Animal Husbandry*, **28**, 77-85.
- Stefanek, J.L., Scanga, J.A., Belk, K.E., Smith, G.C. (2002). Effects of enzymes on beef tenderness and palatability traits. Colorado state annual research reports. Available from: <http://ansci.colostate.edu/index.php?option=com_content&task=view&id=10>.
- Stenström, H., Li, X., Hunt, M.C., Lundström, K. (2014). Consumer preference and effect of correct or misleading information after aging beef longissimus muscle using vacuum, dry aging, or a dry aging bag. *Meat Science*, **96**, 661-666.
- Sullivan, G.A. ve Calkins, C.R. (2010). Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science*, **85**, 730-734.

- Suman, S.P., Hunt, M.C., Nair, M.N., Rentfrow, G. (2014). Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. *Meat Science*, **98**, 490-504.
- Suman, S.P. ve Joseph, P. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat - Color and Pigment. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 244-251.
- Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, **13**, 215-225.
- Tayar, M. ve Yıbar, A. (2013). *Et Muayenesi*. Bursa: Dora Basım.
- TEPGE. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Tarım Ürünleri Piyasaları "Kırmızı Et". Ocak, 2018. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarım%20Ürünleri%20Piyasaları/2018-Ocak%20Tarım%20Ürünleri%20Raporu/2018-Ocak%20Kırmızı%20Et.pdf
- Troy, D.J. (1999). Enhancing the tenderness of beef. Dublin. The National Food Centre, Research report no 11 (ISBN 1841700104).
- Troy, D.J. ve Kerry, J.P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, **86**, 214-226.
- TSE. Et ve mamullerinde pH tayini. Referans Metot. TS 3136 Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 1978.
- TSE. Mikrobiyoloji – Maya ve Küf Sayımında Genel Kurallar- 25°C'de koloni sayımı tekniği. TSE 6580. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 1989.
- TÜİK (2017b). Hayvansal Üretim İstatistikleri. Sayı: 27704. (7 Şubat 2018). http://www.tuik.gov.tr
- TÜİK (2017a). Kırmızı Et Üretim İstatistikleri. Sayı: 27703. (12 Şubat 2018). http://www.tuik.gov.tr
- TÜİK (2018a). Kırmızı Et Üretim İstatistikleri. Sayı: 27701. (13 Ağustos 2018). http://www.tuik.gov.tr
- TÜİK (2018b). Hayvansal Üretim İstatistikleri. Sayı: 27705. (14 Eylül 2018). http://www.tuik.gov.tr

- TGK (2006/31, 26221). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği. (25 Ağustos 2018). http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/07/20060707-12.htm
- Uğur, M, Nazlı, B, Bostan, K. (2001). *Gıda Hijyeni*. İstanbul: Teknik Yayınevi.
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. (1998). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.
- Underkofler, L.A., Barton, R.R., Rennert, S.S. (1958). Microbial process report: Production of microbial enzymes and their applications. *Applied Microbiology*, **6**, 212-221.
- University of Wisconsin Center for Meat Process Validation, 6-Day dry-aging as a beef slaughter intervention treatment. 2006. http://meathaccp.wisc. edu/assets/beef_carcass_dry-aging.pdf
- USDA, 1999. Food Ingredients and Sources of Radiation Listed or Approved for Use in the Production of Meat and Poultry Products; Final Rule. Available fro: http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/88-026F.htm.
- USMEF, Meat Export Federation of USA. Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets. 2014. https://www.usmef.org/guidelines-for-u-sdry-aged-beef-for-international-markets/
- van Ba, H., Hwang, I., Jeong, D., Touseef, A. (2012). Principle of meat aroma flavors and future prospect. In M.S.F. Nezhad (Ed.), Latest research into quality control, pp. 145-176.
- Vergara, H., Linares, M.B., Berruga, M.I., Gallego, L. (2005). Meat quality in suckling lambs: effect of preslaughter handling. *Meat Science*, **69**, 473-478.
- 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**, 270-277.
- Vural, H. ve Öztan, A. (1996). Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 36 (1), Ankara.
- Warren, K.E. ve Kastner, C.L. (1992). A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef striploins. *Journal of Muscle Foods*, **3**, 151-157.

- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M. (1996). Sampling, cooking, and coring effects on Warner–Bratzler shear force values in beef. *Animal Science Journal*, **74**, 1553-1562.
- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M. (1999). Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner–Bratzler shear force of beef longissimus. *Journal of Animal Science*, **77**, 400-407.
- Woerner, D.R., Scanga, J.A., Belk, K.E. (2014). Slaughter-Line Operation. İçinde M. Dikeman, C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). London: Academic Press: 284-314.
- Wu, G., Farouk, M.M., Clerens, K., Rosenvold, K. (2014). Effect of beef ultimate pH and large structural proteins changes with aging on meat tenderness. *Meat Science*, **98**, 637–645.
- Wyrwisz, J., Moczkowska, M., Kurek, M., Stelmasiak, A., Półtorak, A., Wierzbicka, A. (2016). Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef semimembranosus. *Meat Science*, **122**, 48–54.
- Wyrwisz, J., Półtorak, A., Polawska, E., Pierzchala, M., Józzwik, A., Zalewska, M., Zaremba, R., Wierzbicka, A. (2012). The impact of heat treatment methods on the physical properties and cooking yield of selected muscles from Limousine breed cattle. *Animal Science Papers and Reports*, **30**, 339-351.
- Yancey, E.J., Dikeman, M.E., Hachmeister, K.A., Chambers, 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**, 2618-2623.
- Yıldırım, Y. (1996). *Et Endüstrisi*. (4. Baskı). Ankara: Remzi Ofset.

ETİK KURUL KARARI

T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU



Sayı: 2016/28

27/05/2016

Sayın: Sayın Prof. Dr. Ömer ÇETİN
İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Sorumluluğunu üstlendiğiniz **Doktora Öğrencisi Esra AKKAYA**'ya ait "**Farklı Enzim Uygulamalarının Ve Paketleme Yöntemlerinin Sığır Etlerinin Kalite Parametreleri Ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi**" başlıklı projeniz; incelenmiş olup, Orman ve Su İşleri Bakanlığının 15.02.2014 tarih ve 28914 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliği"nin 8.Maddesi (k-2) bendi hükümlerince, araştırmanızda kullanılacak materyal dikkate alındığında, çalışmanızın Etik Kurul Onayı almayı gerektirmediğine karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Alev AKDOĞAN KAYMAZ
İÜ HADYEK Başkanı

İstanbul Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığı İ.Ü. Veteriner Fakültesi Dekanlık katı A 221 nolu oda Avcılar–İSTANBUL TEL : (0 212) 4737070/ 17031 E-mail : hadyek@istanbul.edu.tr

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	ESRA	**Soyadı**	AKKAYA
Doğ.Yeri	EMİNÖNÜ/İSTANBUL	**Doğ.Tar.**	03.05.1990
Uyruğu	T.C.	**TC Kim No**	24581087274
Email	esra.akkaya@istanbul.edu.tr	**Tel**	0538 423 43 28

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mez. Yılı**
Doktora	İ.Ü.Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü	
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2013
Lise	Sarıyer Vehbi Koç Vakfı Lisesi	2008

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1.	Araştırma Görevlisi	İ.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı	2016-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***	**KPDS/ÜDS Puanı**	**(Diğer) Puanı**
İngilizce	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi		72,50

***Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
ALES Puanı	73,50		
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**
Microsoft Office Sistemleri	İyi

Yayınları/Tebligleri Sertifikaları/Ödülleri

YAYINLAR	Bingol E.B., Akkaya E., Hampikyan H., Cetin O., Colak H. Effect of nisin-EDTA combinations and modified atmosphere packaging on the survival of Salmonella Enteritidis in Turkish type meatballs, CyTA - JOURNAL OF FOOD, 2018. Article In press, DOI: 10.1080/19476337.2018.1523810. Hampikyan H., Bingöl E.B., Muratoğlu K., Akkaya E., Çetin Ö., Çolak H. The prevalence of Clostridium difficile in cattle and sheep carcasses and the antibiotic susceptibility of isolates, MEAT SCIENCE, vol.139, pp.120-124, 2018. Akkaya E., Bingöl E.B., Çetin Ö. Paketleme Yöntemleri (Modifiye Atmosfer Paketleme, Kontrollü Atmosfer Paketleme, Vakum Paketleme), Türkiye Klinikleri, cilt.3, ss.164-168, 2017. Bayrakal G.M., Akkaya E. Mikroorganizmaların Gıdalarda Gelişimini Etkileyen Faktörler, Türkiye Klinikleri Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Özel Dergisi, cilt.3, ss.57-63, 2017. Bingöl E.B., Akkaya E., Çolak H. Gıdalarda Duyusal Özellikler ve Gıda Katkı Maddeleri, Türkiye Klinikleri Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Özel Dergisi, cilt.2, ss.40-50, 2016.

TEBLİĞLER	Keklik A.Y., Akkaya E., Bingöl E.B., "Effect of ozone disinfection on the presence of Salmonella enterica serovar Typhimurium onto eggshell surfaces", 20th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKİYE, 3-5 Mayıs 2018, pp.96-97. Ünver S., Doğru M., Akkaya E., Bingöl E.B., "Effect of fish balls produced with different recipes on consumer taste", 20th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 3-5 Mayıs 2018, pp.92-93. Akkaya E., Ergene E., Yilmaz Eker F., "Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin Varlığı ve Halk Sağlığı Üzerine Etkileri ", 20th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 3-5 Mayıs 2018, pp.2-2. Doğru M., Ünver S., Akkaya E., Bingöl E.B., "Effect Of Modified Atmosphere Packaging On The Shelf-Life Of Manti (A Meat-Filled Pasta Product)", 20th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 3-5 Mayıs 2018, pp.94-95. Akkaya E., Çolak H., Hampikyan H., Çetin Ö., Bingöl E.B., Changes of Nutritional Characteristics of Salmon (Salmo Salar) Fillets Stored at 4°C Under Modified Atmosphere Conditions, 5th International Conference on Nutrition and Growth, Paris, FRANSA, 1-3 Mart 2018, pp.379-379. Akkaya E., Çolak H., Çetin Ö., Hampikyan H., Bingöl E.B., Nutritional Parameters of Tulum, Mihalic and Civil Cheeses Produced In Turkey – A Screening of Regional Salty Cheeses, 5th International Conference on Nutrition and Growth, Paris, FRANSA, 1-3 Mart 2018, pp.380-380.

	Akkaya E., Hampikyan H., Bingöl E.B., Muratoğlu K., Çetin Ö., Çolak H., "Detection of Clostridium difficile in Cattle and Sheep Carcasses in Marmara Region of Turkey", 17th International Nutrition & Diagnostics Conference, PRAGUE, CEK CUM., 9-12 Ekim 2017, pp.15-15. Bingöl E.B., Muratoğlu K., Akkaya E., Hampikyan H., Çolak H., Çetin Ö., "Antimicrobial Susceptibility of Clostridium difficile Strains Isolated from Cattle and Sheep Carcasses in Marmara Region of Turkey", 17th International Nutrition & Diagnostics Conference, PRAGUE, CEK CUM., 9-12 Ekim 2017, pp.85-85. Akkaya E., Hampikyan H., Bingöl E.B., Çetin Ö., Çolak H., "Survival of Salmonella enterica serovar Typhimurium in Alcoholic and Non-Alcoholic Beverages Served with Ice", 17th International Nutrition & Diagnostics Conference, PRAGUE, CEK CUM., 9-12 Ekim 2017, pp.81-81. Karaarslan A., Petrovas G., Akkaya E., Kahraman T., "Home Produced Hellim Cheese and its Microbiological Control", International Scientific Conference "Veterinary Medicine in Service of People", STARA ZAGORA, BULGARISTAN, 6-7 Ekim 2017, pp.x-x. Çetin Ö., Bingöl E.B., Akkaya E., Hampikyan H., Çolak H., "Ozone disinfection against Salmonella Enterica Serovar Typhimurium and Escherichia coli in Washing Water", 4th International VETIstanbul Group Congress, ALMATY, KAZAKISTAN, 11-13 Mayıs 2017, pp.XX-XX. Doğru M., Ünver S., Akkaya E., Bingöl E.B., "Effect of regional çiğ köfte production on the consumer taste", 19th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 2-4 Mayıs 2017, pp.83-84. Ünver S., Doğru M., Akkaya E., Bingöl E.B., "Effects of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on the Shelf-Life of Çiğ Köfte Stored Under Refrigerator Conditions", 19th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 2-4 Mayıs 2017, pp.97-98. Akkaya E., Yilmaz Eker F., "The Food of Today and the Future: Functional Foods ", 19th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 2-4 Mayıs 2017, pp.229-230. Keklik A.Y., Akkaya E., Bingöl E.B. Effects of Different Marination Applications on Meat Quality, 19th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress, İSTANBUL, TÜRKIYE, 2-4 Mayıs 2017, 29-30. Akkaya E., Çolak H., Hampikyan H., Çetin Ö., Bingöl E.B. Incidence of Clostridium difficile in meat originated foods – A worldwide review, 6th International Congress on Food Technology, Atina, YUNANISTAN, 18-19 Mart 2017, pp.50-50. Çolak H., Akkaya E., Çetin Ö., Hampikyan H., Bingöl E.B., Effect of Packaging Conditions and Nisin-Edta Combinations on the Survival of Salmonella Enteritidis In Turkish Type Meatballs, 6th International Congress on Food Technology, ATİNA, YUNANISTAN, 18-19 Mart 2017, pp.54-54. Akkaya E., Çolak H., Hampikyan H., Çetin Ö., Bingöl E.B., The Effect of Ozone Treatment on the Inhibition of Salmonella Enterica Serovar Typhimurium and Escherichia Coli In Washing Water, 6th International Congress on Food

	Technology, ATİNA, YUNANISTAN, 18-19 Mart 2017, pp.49-49. Çolak H., Akkaya E., Çetin Ö., Hampikyan H., Bingöl E.B., Evaluation of the Quality Parameters In Turkish Type Cheeses, 6th International Congress on Food Technology, ATİNA, YUNANISTAN, 18-19 Mart 2017, pp.55-55. Çetin Ö., Akkaya E., Hampikyan H., Bingöl E.B., Çolak H., Muratoğlu K., et al., Effects of Packaging Techniques on the Quality Parameters of Beef Meat, THE FOOD FACTOR I BARCELONA CONFERENCE, BARCELONA, ISPANYA, 2-4 Kasım 2016, pp.261-261. Çetin Ö., Bingöl E.B., Akkaya E., Hampikyan H., Çolak H., Quality Changes of Ozonized Fresh Green Leaf Lettuces during Refrigerator Storage, The Food Factor I, Barselona, ISPANYA, 2-4 Kasım 2016, pp.305-305. Keklik A.Y., Doğru M., Ünver S., Akkaya E., Bingöl E.B., Evaluation of Hygienic Profile of Communal Areas of Shopping Centers, 7th International Scientific Meeting - Days of Veterinary Medicine 2016, STRUGA, MAKEDONYA, 22-24 Eylül 2016, pp.91-91. Akkaya E., Bingöl E.B., Çolak H., Hampikyan H., Çetin Ö. Effects of Packaging Techniques on the Survival of Salmonella Typhimurium in Beef Meat Stored under Refrigerator Condition, 7th International Scientific Meeting - Days of Veterinary Medicine 2016, STRUGA, MAKEDONYA, 22-24 Eylül 2016, 98. Keklik A.Y., Doğru M., Ünver S., Akkaya E., Bingöl E.B., Evaluation of Hygienic Profile of Communal Areas of Shopping Centers, 18th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress , İSTANBUL, TÜRKIYE, 26-28 Nisan 2016, pp.82-83. Sarioğlu Z.Ö., Eraslan A., Akkaya E., Bingöl E.B., Survival of Escherichia coli in Beverages served with ice", 18th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress , İSTANBUL, TÜRKIYE, 26-28 Nisan 2016, pp.76-77. Çolak H., Hampikyan H., Bingöl E.B., Akkaya E., Çetin Ö., Reduction of Escherichia coli O157, Salmonella Typhimurium, Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus populations on fresh green leaf lettuce with ozone treatment, 3rd International Conference on Food Security and Nutrition - ICFSN, AMSTERDAM, HOLLANDA, 23-25 Mart 2016, pp.69-69 Bingöl E.B., Hampikyan H., Çetin Ö., Akkaya E., Çolak H., Effect of ozonized water on the sensory and microbiological quality of fresh green leaf lettuce during refrigerator storage, 3rd International Conference on Food Security and Nutrition - ICFSN, AMSTERDAM, HOLLANDA, 23-25 Mart 2016, pp.70-70 Akkaya E., Bingöl E.B., Hampikyan H., Muratoğlu K., Presence of Clostridium difficile in Foods, 17th International Veterinary Medicine Students Scientific Research Congress , İSTANBUL, TÜRKIYE, 28-30 Nisan 2015, pp.148-149 Akkaya E., Bingöl E.B., Hampikyan H., Is Clostridium difficile a food-borne pathogen?, International VETistanbul Group Congress 2015 Saint Petersburg, Russia , SAINT PETERSBURG, RUSYA, 7-9 Nisan 2015, pp.19-20

SERTİFİKALAR	TSC Management Systems Training Academy, GMP – GLP- ISO 17025-2005 (2012) İstanbul Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi - ISO 9001, ISO 22000 Eğitimleri (2013) Tübitak Marmara Araştırma Merkezi "Duyusal Test Teknikleri Eğitimi" (2015)