



**KURU VE YAŞ OLGUNLAŞTIRMA İŞLEMLERİNİN
LONGISSIMUS LUMBORUM KASININ
BAZI KALİTE KRİTERLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Çiğdem AŞÇIOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

İkinci Danışman

Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Şubat 2021

Bu tez çalışması 16.FEN.BİL.29 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KURU VE YAŞ OLGUNLAŞTIRMA İŞLEMLERİNİN
LONGİSSİMUS LUMBORUM KASININ BAZI KALİTE
KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Çiğdem AŞÇIOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

İkinci Danışman

Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Şubat 2021

ÖZET

Doktora Tezi

KURU VE YAŞ OLGUNLAŞTIRMA İŞLEMLERİNİN LONGİSSİMUS LUMBORUM KASININ BAZI KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Çiğdem AŞÇIOĞLU

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

İkinci Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Bu araştırmada, sığır *longissimus lumborum* kasının 28 gün $1,5 \pm 2$ °C’de kuru ve yaş olgunlaştırılması sonucu meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimler araştırılmıştır.

Kuruma ve kabuk tıraşlanması sonucu kuru olgunlaştırmada %47’ ye varan, yaş olgunlaştırmada %11 civarınca toplam kayıp meydana gelmiştir. Olgunlaştırılan örneklerin yağ, protein, kül içerikleri nem kaybına bağlı olarak oransal artış göstermiştir. Olgunlaştırma boyunca pH değerlerinde önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Lipid oksidasyonu sonucu kuru olgunlaştırılmış numunelerde, yaş olgunlaştırılmış numunelere göre daha yüksek TBARS değerleri tespit edilmiştir. Olgunlaştırma boyunca serbest amino asit içeriklerinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmeler sonucu panelistlerin tekstür, sululuk özellikleri yönünden yaş olgunlaştırılmış etleri tercih ettiği, yeni aroma ve lezzet gelişimi bakımından ise kuru olgunlaştırılmış numunelerin farklılıklar arz ettiği belirlenmiştir. SDS-PAGE analizi sonucunda, miyofibril proteinlerde, sarkoplazmik proteinlere göre daha fazla parçalanma olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, kontrollü koşullar altında kuru ve yaş olgunlaştırma işlemi ile kurumaya bağlı olarak kayıpların meydana geldiği, istenen lezzet gelişiminin sağlandığı tespit edilmiştir.

2021, xvi+ 143 sayfa

Anahtar Kelimeler: Et, olgunlaştırma, kuru, yaş, protein, proteoliz



ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF DRY AND WET AGING ON SOME QUALITY PROPERTIES OF *LONGISSIMUS LUMBORUM* MUSCLE

Çiğdem AŞÇIOĞLU

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

Co-Supervisor: Prof. Kezban CANDOĞAN

In this study, physical, chemical, microbiological and sensory days at changes were determined in beef *longissimus lumborum* which was dry and wet aged for $1,5 \pm 2$ °C.

In dry aged samples the total losses due to crust formation and drying was about 47 % whereas in wet aged samples this amount is about 11 %. Lipid, protein and ash contents were increased proportionally. pH values of the samples were constant during aging period. Water holding capacities of samples were decreased during this period. TBARS values were increased significantly due to lipid oxidation. Free amino acid content of samples were increased due to proteolysis. Sensory scores of wet aged samples were better than dry aged samples in terms of juiciness and texture whereas for flavour development, dry aged samples were preferred. SDS-PAGE analysis showed that myofibrillic proteins were much broken down than sarkoplasmic proteins.

As a result, in controlled conditions, losses have been detected due to trimming and drying in both of the samples, whereas dry and wet aging high flavourful and quality products.

2021, xvi + 143 pages

Keywords: Meat, ageing, dry, wet, proteolysis, proteins

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması için destek veren AKÜ Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimine 16.FEN.BİL.29 nolu proje için teşekkür ederim.

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında sabırla yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e, analizlerimin bir kısmını yapabilmem için laboratuvar imkanları sağlayan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak yol gösteren Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a, tez izleme komitemde yer alan ve değerli fikirlerini her daim benimle paylaşan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA ve Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR'a, analizlerimde yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA'ya, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Dr. Öğr. Üyesi Eda DEMİROK SONCU'ya çok teşekkür ederim. Hammadde temininde her daim yardımcı olan Coşkun Et ve Mamülleri San ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederim

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme çok teşekkür ederim.

Çiğdem AŞÇIOĞLU

Afyonkarahisar 2021

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
RESİMLER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 Etin Tanımı ve Beslenmedeki Önemi	3
2.2 Etin Kimyasal Bileşimi	3
2.2.1 Proteinler	4
2.2.2 Yağlar	6
2.2.3 Karbonhidratlar	7
2.2.4 Vitaminler	8
2.2.5 Mineral Maddeler	8
2.3 Et Kalitesini Etkileyen Faktörler	9
2.3.1 Kesim Öncesi Stres	10
2.3.2 Ölüm Sertliği (Rigor Mortis)	12
2.4 Kesim Sonrası Değişimler	13
2.4.1 Kesim Sonrası Proteinlerdeki Değişimler.....	13
2.5 Etin Tüketim Kalitesi ve Gevreklik	18
2.6 Proteoliz	19
2.7 Olgunlaştırma İşlemi ve Çeşitleri	21
2.7.1 Olgunlaştırma işlemleri esnasında meydana gelen değişimler	22
3. MATERYAL ve METOT	32
3.1 Materyal	32
3.2 Metot	32
3.2.1 Kimyasal Analiz Metotları	32
3.2.1.1 Kuru madde tayini	32

3.2.1.2 Ağırlık Kaybı tayini.....	33
3.2.1.3 Kül tayini.....	33
3.2.1.4 Yağ Tayini.....	33
3.2.1.5 Protein Tayini.....	34
3.2.1.6 pH Tayini.....	34
3.2.1.7 Renk Tayini.....	34
3.2.1.8 Su Aktivitesi (a_w) tayini.....	34
3.2.1.9 Su Tutma Kapasitesi (STK) tayini.....	34
3.2.1.10 Tiyobarbitürikasit reaktif maddeler (TBARS) miktarının tayini.....	35
3.2.1.11 Protein Oksidasyonu tayini.....	35
3.2.1.12 Serbest amino asit kompozisyonunun tayini.....	36
3.2.1.13 Miyofibriler ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilinin tayini.....	36
3.2.1.14 Tekstür Profil Analizi.....	37
3.2.2 Mikrobiyolojik Analiz Metodları.....	38
3.2.2.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı.....	38
3.2.2.2 Laktik asit bakteri (LAB) sayımı.....	38
3.2.2.3 Maya ve Küf Sayımı.....	39
3.2.2.4 Osmofilik Maya Sayımı.....	39
3.2.3 Duyusal Analiz.....	39
3.2.4. İstatistiksel Analizler.....	39
4. BULGULAR.....	40
4.1 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Kayıp ve Tıraşlama Kayıp Sonuçları.....	40
4.2. pH Değerleri.....	42
4.3 Kuru Madde Değerleri.....	44
4.4 Su Tutma Kapasitesi Sonuçları.....	45
4.5 Yağ analiz sonuçları.....	47
4.6 Protein analiz sonuçları.....	48
4.7 Kül analiz sonuçları.....	50
4.8 Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları.....	51
4.9 Tiyobarbitürikasit reaktif madde (TBARS) analiz sonuçları.....	53
4.10 L^* (Parlaklık) Değeri analiz sonuçları.....	54

4.11 b^* (Sarılık) Değeri analiz sonuçları	56
4.12 a^* (Kırmızılık) Değeri analiz sonuçları	57
4.13 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	59
4.13.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları	59
4.13.2 Laktik Asit Bakteri Sayıları	61
4.13.3 Maya-Küf Sayıları.....	62
4.13.4 Osmofilik Maya Sayıları	64
4.14 Tekstür Profil Analiz Sonuçları	65
4.15 Serbest Amino Asit İçerikleri	75
4.16 Protein Oksidasyonu	83
4.17 Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	86
4.18 Miyofibrilik ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilleri.....	95
4.18.1 Miyofibrilik Proteinlerin Jel Görüntüleri.....	95
4.18.2 Sarkoplazmik Proteinlerin Jel Görüntüleri.....	97
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	99
5.1 Toplam ve Tıraşlama Kayıp Değerleri	99
5.2 pH değerleri	99
5.3 Kuru madde Değerleri	100
5.4 Su Tutma Kapasitesi değerleri.....	100
5.5 Yağ Değerleri.....	101
5.6 Protein Değerleri.....	101
5.7 Su aktivitesi (a_w) değerleri	102
5.8 Tiyobarbitürikasit reaktif maddeler (TBARS) değerleri	102
5.9 L^* (Parlaklık) Değerleri.....	103
5.10 a^* (Kırmızılık) Değerleri	104
5.11 b^* değerleri.....	104
5.12. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri	105
5.12.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları	105
5.12.2 Laktik Asit Bakteri Sayıları	106
5.12.3 Maya-Küf Sayıları.....	107
5.12.4 Osmofilik Maya Sayıları.....	107
5.13 Tekstür Profil Analizi	108

5.13.1 Sertlik Değerleri (Hardness)	108
5.13.2 Dış yapışkanlık Değerleri (Adhesiveness)	109
5.13.3 Elastikiyet Değerleri (Springiness)	110
5.13.4 İç yapışkanlık Değerleri (Cohesiveness).....	111
5.13.5 Sakızımsılık Değerleri (Gumminess).....	112
5.13.6 Çiğnenebilirlik Değerleri (Chewiness)	112
5.13.7 Geri kazanım değerleri (esneklik, resilience).....	113
5.14 Serbest amino asit kompozisyonu.....	114
5.15 Protein Oksidasyonu	117
5.16 Duyusal Analiz	120
5.17. Miyofibrilik ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilleri.....	123
6. KAYNAKLAR.....	124
ÖZGEÇMİŞ.....	143

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

H_2O_2	Hidrojen peroksit
H_3PO_4	Fosforik Asit
HCl	Hidroklorik asit
μM	Mikromolar
mM	Milimolar
μg	Mikrogram
Na_2HPO_4	Disodyum fosfat
$Na_2B_4O_7$	Sodyum tetraborat
$O_2^{\cdot -}$	Süperoksit radikali
$OH^{\cdot}$	Hidroksil radikali

Kısaltmalar

MDA	Malondialdehit
ROS	Reaktif oksijen türleri
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid jel elektroforez
SOD	Süperoksit dismutaz
TBARS	Tiyobarbitürik asit
TCA	Trikloroasetik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Tıraşlama Değerleri	40
Şekil 4.2 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Tıraşlama Değerleri üzerine etkisi	41
Şekil 4.3 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Toplam Kayıp değerleri (%).....	42
Şekil 4.4 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Toplam Kayıp değerleri üzerine etkisi	42
Şekil 4.5 Olgunlaştırma Boyunca örneklerin pH değerleri	43
Şekil 4.6 Olgunlaştırma Yönteminin örneklerin pH Değerleri üzerine etkisi	44
Şekil 4.7 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Kuru madde değerleri	45
Şekil 4.8 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Kuru madde değerleri üzerine etkisi	45
Şekil 4.9 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.....	46
Şekil 4.10 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin su tutma kapasitesi değerleri üzerine etkisi	47
Şekil 4.11 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Yağ değerleri	48
Şekil 4.12 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Yağ Değerleri üzerine etkisi	48
Şekil 4.13 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Protein değerleri	49
Şekil 4.14 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Protein analiz sonuçları üzerine etkisi	50
Şekil 4.15 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin% kül değerleri.....	51
Şekil 4.16 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin% Kül değerleri üzerine etkisi	51
Şekil 4.17 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları	52
Şekil 4.18 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları üzerine etkisi.....	53
Şekil 4.19 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin TBARS analiz sonuçları	54
Şekil 4.20 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin TBARS analiz sonuçları üzerine etkisi	54
Şekil 4. 21 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin L^* (Parlaklık) değerleri.....	55
Şekil 4.22 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin L^* (Parlaklık) değerleri üzerine etkisi	56
Şekil 4.23 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin b^* (Sarılık) değerleri.....	57
Şekil 4.24 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin b^* (Sarılık)değerleri üzerine etkisi .	57
Şekil 4.25 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri.....	58
Şekil 4.26 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri üzerine etkisi	59

Şekil 4.27 Olgunlaştırma Boyunca Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g)	60
Şekil 4.28 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g üzerine etkisi).....	61
Şekil 4.29 Olgunlaştırma Boyunca Laktik asit bakteri Sayıları (log kob/g)	62
Şekil 4.30 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Laktik asit Bakteri Sayıları (log kob/g) üzerine etkisi	62
Şekil 4.31 Olgunlaştırma Boyunca Maya-Küf Sayıları (log kob/g).....	63
Şekil 4.32 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Maya-Küf sayıları (log kob/g) üzerine etkisi.....	64
Şekil 4.33 Olgunlaştırma boyunca Osmofilik Maya Sayıları (log kob/g).....	65
Şekil 4.34 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Osmofilik Maya sayıları (log kob/g) üzerine etkisi.....	65
Şekil 4.35 Olgunlaştırma boyunca sertlik değerleri (gram)	66
Şekil 4.36 Olgunlaştırma yönteminin sertlik değerlerine etkisi	67
Şekil 4.37 Olgunlaştırılan örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi (gram x saniye).....	68
Şekil 4.38 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi	68
Şekil 4.39 Olgunlaştırılan örneklerin elastikiyet değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi	69
Şekil 4.40 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin elastikiyet değeri üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi	69
Şekil 4.41 Olgunlaştırılan örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi.....	70
Şekil 4.42 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine etkisi.....	71
Şekil 4.43 Olgunlaştırılan örneklerin Sakızimsılık değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi	72
Şekil 4.44 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Sakızimsılık değeri üzerine etkisi ...	72
Şekil 4.45 Olgunlaştırma zamanının örneklerin Çiğnenebilirlik değerlerine etkisi.....	73
Şekil 4.46 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi	73
Şekil 4.47 Olgunlaştırma zamanının örneklerin geri kazanım (esneklik) değerlerine etkisi	74
Şekil 4.48 Olgunlaştırma Yönteminin örneklerin geri kazanım (esneklik) değeri üzerine etkisi	75
Şekil 4.49 Örneklerin toplam serbest aminoasit değeri üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi	83

Şekil 4.50 Örneklerin toplam serbest aminoasit değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi	83
Şekil 4.51 Olgunlaştırılan örneklerin toplam toplam karbonil madde miktarlarına olgunlaştırma zamanının etkisi ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$)	84
Şekil 4.52 Örneklerin toplam karbonil madde miktarları üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi	85
Şekil 4.53 Örneklerin toplam tiyol miktarlarına olgunlaştırma zamanının etkisi ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$)	86
Şekil 4.54 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin toplam tiyol miktarları üzerine etkisi ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$)	86
Şekil 4.55 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal görünüş puanları	87
Şekil 4.56 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyuşal görünüş puanları üzerine etkisi	87
Şekil 4.57 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal renk puanları	88
Şekil 4.58 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyuşal renk puanları üzerine etkisi	89
Şekil 4.59 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal sululuk puanları	90
Şekil 4.60 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyuşal sululuk puanları üzerine etkisi	90
Şekil 4.61 Olgunlaştırma Boyunca tat-aroma puanları	91
Şekil 4.62 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin tat-aroma puanları üzerine etkisi.....	92
Şekil 4.63 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal tekstür puanları	93
Şekil 4.64 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyuşal tekstür puanları üzerine etkisi	93
Şekil 4.65 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal genel beğeni puanları.....	94
Şekil 4.66 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyuşal genel beğeni puanları üzerine etkisi	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Olgunlaştırılan Örneklerin Tıraşlama Kayıplarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.2 Olgunlaştırma boyunca örneklerin tıraşlama kayıpları (%).	40
Çizelge 4.3 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Kayıp Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.4 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Toplam Kayıp değerleri (%).	41
Çizelge 4.5 Olgunlaştırılan Örneklerin pH değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları... ..	43
Çizelge 4.6 Olgunlaştırma boyunca örneklerin pH değerleri.....	43
Çizelge 4.7 Olgunlaştırılan Örneklerin % Kuru madde değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.8 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Kuru madde değerleri.	44
Çizelge 4.9 Olgunlaştırılan Örneklerin su tutma kapasitesi değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.	46
Çizelge 4.10 Olgunlaştırma boyunca örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.	46
Çizelge 4. 11 Olgunlaştırılan Örneklerin % Yağ değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.12 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Yağ analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.13 Olgunlaştırılan Örneklerin % Protein analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.14 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Protein analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.15 Olgunlaştırılan Örneklerin % Kül analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.16 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % kül analiz sonuçları.	50
Çizelge 4.17 Olgunlaştırılan Örneklerin Su aktivitesi (aw) analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.18 Olgunlaştırma boyunca örneklerin su aktivitesi (aw) analiz sonuçları.	52
Çizelge 4.19 Olgunlaştırılan Örneklerin TBARS analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.20 Olgunlaştırma boyunca örneklerin TBARS analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.21 Olgunlaştırılan Örneklerin L^* (Parlaklık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.22 Olgunlaştırma boyunca örneklerin L^* (Parlaklık) değeri analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.23 Olgunlaştırılan Örneklerin b^* (Sarılık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	56

Çizelge 4.24 Olgunlaştırma boyunca örneklerin b^* (Sarılık) değerleri.	56
Çizelge 4.25 Olgunlaştırılan Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.26 Olgunlaştırma boyunca örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri.	58
Çizelge 4.27 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	59
Çizelge 4.28 Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g).....	59
Çizelge 4.29 (Devam) Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g).	60
Çizelge 4.30 Olgunlaştırılan Örneklerin Laktik asit bakteri Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.	61
Çizelge 4.31 Olgunlaştırma boyunca Laktik asit bakteri Sayıları (log kob/g).....	61
Çizelge 4.32 Olgunlaştırılan Örneklerin Maya-Küf Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.33 Olgunlaştırma boyunca Maya- Küf Sayıları (log kob/g).	63
Çizelge 4.34 Olgunlaştırılan Örneklerin Osmofilik Maya Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.35 Olgunlaştırma boyunca Osmofilik Maya Sayıları (log kob/g).....	64
Çizelge 4.36 Olgunlaştırılan Örneklerin Sertlik Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.37 Olgunlaştırma boyunca örneklerin sertlik değerleri (gram).	66
Çizelge 4.38 Olgunlaştırılan Örneklerin Dış Yapışkanlık (Adhesiveness) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	67
Çizelge 4.39 Olgunlaştırma boyunca örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri.	67
Çizelge 4.40 Olgunlaştırılan Örneklerin Elastikiyet değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.41 Olgunlaştırılan örneklerin elastikiyet değerleri.....	69
Çizelge 4.42 Olgunlaştırılan Örneklerin İç Yapışkanlık (Cohesiveness) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	70
Çizelge 4.43 Olgunlaştırma boyunca örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri.	70
Çizelge 4.44 Olgunlaştırılan Örneklerin Sakızımsılık Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.45 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Sakızımsılık değerleri.....	71
Çizelge 4.46 Olgunlaştırılan Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.....	72

Çizelge 4.47 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Çiğnenebilirlik değerleri.	73
Çizelge 4.48 Olgunlaştırılan Örneklerin Geri kazanım (Esneklik) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.	74
Çizelge 4.49 Olgunlaştırma boyunca örneklerin geri kazanım (esneklik) değerleri.	74
Çizelge 4.50 Olgunlaştırılan örneklerin serbest aminoasit değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.	75
Çizelge 4.51 (Devam) Olgunlaştırılan örneklerin serbest aminoasit değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.	76
Çizelge 4.52 Olgunlaştırma boyunca örneklerin aspartat değerleri (mg/100 g).	77
Çizelge 4.53 Olgunlaştırma boyunca örneklerin glutamat değerleri (mg/100 g).	77
Çizelge 4.54 Olgunlaştırma boyunca örneklerin serin değerleri (mg/100 g).	77
Çizelge 4.55 Olgunlaştırma boyunca örneklerin histidin değerleri (mg/100 g).	77
Çizelge 4.56 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin histidin değerleri (mg/100 g).	78
Çizelge 4.57 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Glisin değerleri (mg/100 g).	78
Çizelge 4.58 Olgunlaştırma boyunca örneklerin treonin değerleri (mg/100 g).	78
Çizelge 4.59 Olgunlaştırma boyunca örneklerin arjinin değerleri (mg/100 g).	78
Çizelge 4.60 Olgunlaştırma boyunca örneklerin alanin değerleri (mg/100 g).	79
Çizelge 4.61 Olgunlaştırma boyunca örneklerin tirozin değerleri (mg/100 g).	79
Çizelge 4.62 Olgunlaştırma boyunca örneklerin valin değerleri (mg/100 g).	79
Çizelge 4.63 Olgunlaştırma boyunca örneklerin metiyonin değerleri (mg/100 g).	79
Çizelge 4.64 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin metiyonin değerleri (mg/100 g).	80
Çizelge 4.65 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Triptofan değerleri (mg/100 g).	80
Çizelge 4.66 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Fenilalanin değerleri (mg/100 g).	80
Çizelge 4.67 Olgunlaştırma boyunca örneklerin İzolösin değerleri (mg/100 g).	80
Çizelge 4.68 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin İzolösin değerleri (mg/100 g).	81
Çizelge 4.69 Olgunlaştırma boyunca örneklerin lösin değerleri (mg/100 g).	81
Çizelge 4.70 Olgunlaştırma boyunca örneklerin lisin değerleri (mg/100 g).	81
Çizelge 4.71 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Prolin değerleri (mg/100 g).	81
Çizelge 4.72 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Serbest aminoasit değerleri (mg/100 g).	82
Çizelge 4.73 Örneklerin aminoasit değerleri üzerine olgunlaştırma metodu ve olgunlaştırma zamanının etkisi (mg/100g).	82

Çizelge 4.74 Olgunlaştırılan Örneklerin toplam karbonil madde miktarlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	83
Çizelge 4.75 Olgunlaştırılan boyunca örneklerin toplam karbonil madde miktarları ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$).....	84
Çizelge 4.76 Olgunlaştırılan Örneklerin toplam tiyol miktarlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	85
Çizelge 4.77 Olgunlaştırma boyunca örneklerin toplam tiyol miktarları ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$).....	85
Çizelge 4.78 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal görünüş puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.79 Olgunlaştırma boyunca duysal görünüş puanlarının değişimi.	87
Çizelge 4.80 Örneklerin duysal renk puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.	88
Çizelge 4.81 Olgunlaştırma boyunca duysal renk puanlarının değişimi.	88
Çizelge 4.82 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal sululuk puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	89
Çizelge 4.83 Olgunlaştırma boyunca duysal sululuk puanlarının değişimi.	89
Çizelge 4.84 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal tat-aroma puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.	90
Çizelge 4.85 Olgunlaştırma boyunca duysal tat-aroma puanlarının değişimi.....	91
Çizelge 4.86 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal tekstür puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.....	92
Çizelge 4.87 Olgunlaştırma boyunca duysal tekstür puanlarının değişimi.	92
Çizelge 4.88 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal genel beğeni puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.	93
Çizelge 4.89 Olgunlaştırma boyunca duysal genel beğeni puanlarının değişimi.....	94

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 4.18.1 1.Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli	95
Resim 4.18.2 2.Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli	96
Resim 4.18.3 3. Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli	96
Resim 4.18.4 1.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli	97
Resim 4.18.5 2.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli	97
Resim 4.18.6 3.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli	98



1. GİRİŞ

Et, protein içeriğinin yüksek, karbonhidrat içeriğinin düşük olması sayesinde ‘düşük glikemik indeksli’ gıdalardan biri olması sebebiyle obezite ve diyabet hastalarının da güvenle tüketebileceği bir gıdadır (Biesalski 2005). Et ve et ürünlerinin LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol seviyelerini yükselttiği, kanser, kalp-damar hastalıkları ile felç riskini artırdığı yönünde çalışmalar olmakla beraber, (Rohrmann vd. 2013, Wolk 2016, Godfray vd. 2018) bu ve benzeri çalışmaların pek çoğunda tuz oranı yüksek, kütleme vb. prosesler sonucu elde edilen et ürünlerinin çok daha yüksek risk taşıdığı, yüksek sıcaklıklarda ve direkt ateş ile temas halindeki pişirme yöntemlerinde (Öz ve Kaya 2011) söz konusu sağlık risklerinin arttığı belirtilmiştir (Bingham vd. 2002, Demeyer 2010, McAfee 2010, Abete vd. 2014). Söz konusu sağlık kaygılarından dolayı et ve et ürünlerinde son yıllarda sentetik katkılardan ziyade bitkisel ekstraktlar ve esansiyel yağlar ile raf ömrünü uzatma, koruyuculuk sağlama üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Fernandes vd. 2018, Pateiro vd. 2018, Jin vd. 2018). Taze tüketime sunulan etlerde ise tüketim kalitesini artırmak amacıyla etin gevrekliğine önemli derecede katkı sağlayan olgunlaştırma işlemi son yıllarda oldukça fazla önem kazanmıştır.

Olgunlaştırma esnasında, post-mortem proteoliz olayı, serbest amino asitler ve nükleotitler gibi uçucu olmayan bileşenlerin sayısını artırır; bu durum da lezzet yoğunluğunun artmasına sebep olur (Frank vd. 2020).

Gevreklik, et kalitesi açısından önemli kalite kriterlerinden birisidir. Taze etlerin kalite özelliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan bir çalışma sonucuna göre; gevreklik %51, lezzet %39 ve sululuk % 10 düzeyinde tüketiciler tarafından önemli olarak addedilmiştir (Huffman vd. 1996). Gevrekliğin yeterince olmaması tüketici memnuniyetsizliğinin önemli sebeplerinden birisidir, bu yönü ile gevrekliğin ürünün ekonomik değerini artıcı etkisi olduğu açıktır (Brooks vd. 2000). Tüketicilerin değişik gevreklik değerlerini algılayabildiği ve daha gevrek ürünler için daha fazla harcama yapmayı gözden çıkarabildikleri belirlenmiştir (Boleman vd. 1997).

Çalışmada, en yaygın şekilde uygulanan iki yöntem olan kuru ve yaş olgunlaştırma uygulamalarının, etin temel fizikokimyasal özelliklerinin yanısıra, olgunlaştırma boyunca mikrobiyel gelişmenin tespit edilmesi ile olgunlaştırma işleminin temelini

oluşturan proteinlerdeki değişimin; protein oksidasyonu, serbest amino asit oluşumu ve protein ekstraktlarındaki değişimin elektroforez yöntemi ile araştırılması amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Etin Tanımı ve Beslenmedeki Önemi

Büyükbaş (sığır, manda vb.), küçükbaş (keçi, koyun vb.) ve kanatlı (tavuk, ördek vb.) hayvanlardan elde edilen, insan tüketimine uygun olan hayvansal kas dokularına et denir (Ay 2020). AMSA (Amerikan Et Bilimi Birliği), her türlü memeli hayvan, sürüngenler ve suda yaşayan türlerdeki kas dokularını da et tanımı içine almıştır (Boler ve Woerner 2017). İnsanların beslenme sistemine en az 3 milyon yıl önce girdiği belirtilen et (McPherron vd. 2010); Orta Çağ'dan itibaren, refah ve zenginlik göstergesi olarak kabul görmüş (Anonymous 2007), refah düzeyi artan toplumlarda et tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir (Horowitz 2006). 2016 yılı için küresel et tüketiminin 317 milyon tona ulaştığı bildirilmiştir (FAO 2017). Batı mutfak kültüründe eski zamanlardan beri en kıymetli yiyecek olarak yer alan et ve türevleri, muhafaza yöntemlerinin gelişmesinin yanı sıra hayvan yetiştiriciliğinin iyileştirilmesi sayesinde daha sık tüketilir hale gelmiştir (Potter ve Jackson 2020). Kırmızı et, tüm esansiyel amino asitleri içeren, yüksek biyolojik değere sahip protein içeriği, A vitamini, B12 vitamini, folik asit, demir ve selenyum gibi mikro besin öğelerini de içermesi sayesinde insan beslenmesi ve gelişmesi için vazgeçilmez beslenme unsurlarından birisidir (Biesalski 2005, Williams 2007).

2.2 Etin Kimyasal Bileşimi

Kesim sonrası çeşitli aşamalardan geçtikten sonra insan tüketimine uygun 'et' haline gelen iskelet kasları, ortalama olarak; % 75 su, % 18,5 protein, % 3 lipidler, % 1,5 protein yapısında olmayan azotlu maddeler, % 1 karbonhidrat ve % 1 inorganik bileşenlerden oluşur.

Su, en fazla miktarda bulunan bileşen olarak, kaslarda pek çok madde için çözücü ortam oluşturmanın yanı sıra emülsiyon ortamı da sağlar. Bu sebeple damar sistemi ve kas fibrilleri arasında taşıyıcı görevi görür (Aberle vd. 1989). Kaslardaki suyun % 85 kadarı miyofibriller protein ağı içinde bulunurken (Huff-Lonergan ve Lonergan 2005), % 15'i ise miyofibriller ağı dışında yer alır (Lawrie 1998). Miyofibriller ağı içerisinde yer alan

su, kalın ve ince filamentler arasındaki boşluklarda, miyofibrillerin içerisinde, miyofibrillerin arasında, miyofibriller ile hücre zarı (sarkolemma) arasında, kas hücreleri ile kas fasikülleri arasında bulunur (Offer ve Cousin 1992). Su dipolar bir moleküldür, bu sebeple proteinler gibi yüklü parçacıklardan etkilenir. Kas hücresi içerisindeki suyun bir kısmı proteinlere sıkı sıkıya bağlıdır. Proteinler gibi su içermeyen bileşenlerin civarında konumlanmış, hareketliliği büyük oranda azalmış su, bağlı su olarak tanımlanır. Et yapısındaki suyun az bir kısmını oluşturan bağlı su, dondurma işlemine ve geleneksel ısıtma işlemine karşı dirençlidir (Fennema 1985). Diğer su çeşidi; ete kısmen bağlı vaziyette olan, çoğunlukla proteinler ve polisakkaritler civarına lokalize olmuş, ancak tam anlamıyla proteinlere de bağlanmamış olan absorbe sudur. Kesimin hemen sonrasında absorbe su akıp gitmez; kurutma ile bir kısmı uzaklaştırılabilir, kolaylıkla dondurulabilir. Absorbe su rigor mortisten ve kasın ete dönüşümünden oldukça fazla etkilenir. Kas hücre yapısının değişimi ve pH'nın düşmesi akabinde bu su, yapıdan sızıntı olarak ayrılabilir (Huff-Lonergan ve Lonergan 2005). Son olarak serbest su; zayıf yüzey kuvvetlerince tutulan, yapıdan kolayca ayrılabilen, yapıdaki suyun çoğunluğunu oluşturan su çeşididir. Serbest su; sarkoplazmik bölgede kas hücresinin içindeki kılcal damarlarda yer alır ve sıvı ile onu çevreleyen matrix arasındaki intermoleküler kuvvetlerce tutulur. Rigor mortis sürecinde miyofibrillerin büzülmesinin ardından oluşan minör fiziksel kuvvetler vasıtasıyla kolayca harekete geçebilir (Honikel 1988, Pearce vd. 2011).

2.2.1 Proteinler

Proteinler; hayvan vücudunun önemli kimyasal yapıtaşlarından birisidir. 100 g ette ortalama 20-25 g protein bulunurken, pişirme işlemi ile su içeriğinin azalıp, besleme öğelerinin konsantre hale gelmesi ile 100 g pişmiş ette 28-36 g protein olduğu belirtilmiştir. Kas proteinlerinin bazıları vücut yapısı için gerekli iken, bir kısmı da hayati metabolik reaksiyonlarda görev yaparlar. Et proteinlerinin sindirilebilirliği, %94 civarındadır, aynı durum baklagillerden fasülye için %78, tam buğday için % 86'dır. Et proteinleri tüm esansiyel aminoasitleri yapılarında bulundurur. Bu özellikleri sayesinde bitkisel proteinlere üstünlük sağlamaktadır (Williams 2007). Proteinlerin önemli bir kısmı, kas doku ve bağ dokuda yer alır. Boyut ve şekil olarak farklılıklar arz ederler,

globüler ve fibriler yapılar söz konusudur. Protein moleküllerindeki yapısal farklılıklar, proteinlerin işlevsel özelliklerini de etkiler. Fibriler proteinler yapısal birimleri oluştururken, globüler proteinler ise metabolik reaksiyonları katalize eden pek çok enzimin yapısını oluştururlar (Aberle vd. 1989). Kas dokusu proteinleri miyofibriler, sarkoplazmik ve bağ doku proteinleri olarak başlıca üç gruba ayrılır.

Miyofibriler proteinler; tüm proteinlerin % 50-55'ini oluşturur. Üç alt gruba ayrılır. İlki; ana kontraktıl proteinler grubudur. Aktin ve miyosin proteinleri bu gruptadır. Asıl miyofibriler yapıyı oluşturan bu proteinlerdir. İkinci grup, düzenleyici proteinler grubudur. Tropomyosin-troponin kompleksi, α - ve β -aktinin, M-protein ve C-protein bu gruptadır. Üçüncü grup ise; tüm miyofibriler yapıyı destekleyen sitoskeletal proteinler olarak tanımlanan titin, nebulin, desmin, filamin, vimentin ve sinemin fraksiyonlarıdır. Sarkoplazmik proteinler, sarkoplazmada çözünmüş halde bulunan, glikolizde görevli kreatin kinaz gibi pek çok enzimi de içine alan gruptur. Myoglobin ve hemoglobin de bu gruptadır. Yaklaşık 100 çeşit protein sarkoplazmik yapıya sahiptir. Globüler yapıya sahip bu proteinlerin moleküler ağırlıkları oldukça düşüktür, 17,000 Da ve 92,500 Da arasında değişir (Tornberg 2005).

Bağ doku proteinleri; kollajen, elastin ve retikulinden oluşur. Hepsi de fibriler yapılı proteinlerdir. Bağ doku; kasların iskelete bağlanmasını sağlayan, organların çatısını oluşturan, derinin vücuda bağlanmasını sağlayan bir doku çeşididir. Kas bağ dokusu; hücrelerden ve hücre dışı bir matriksten meydana gelmiştir, içeriği proteoglikan yapı içine gömülü halde kollajen liflerden oluşur (Nishimura 2010). Kas içi bağ doku miktarı, karkastan geldiği bölgelere, hayvanın türüne ve yaşına göre farklılıklar göstermektedir. Sırt etleri ile ayak, but, boyun gibi fiziksel aktivitesi daha fazla olan bölgelerden elde edilen etlerin kalite farkları; dolayısıyla da satış fiyatlarındaki farklılıklar bağ doku miktarından kaynaklanmaktadır. Hayvanın yaşı ile beraber bağ dokudaki çapraz bağların artması ile mekanik ve termal direnç artmakta, pişirme işlemi esnasında zorluklarla karşılaşılmalıdır (Purslow 2005). Miyofibrillerin ve kas içi bağ dokunun özellikleri, et gevrekliği üzerine etkilidir (Bailey 1972). Postmortem olgunlaştırma işlemi ile gevreklik artmaktadır (Judge ve Aberle 1982). Perimisyal kollajenin olgunlaştırma esnasında zarar gördüğü ve kısmen çözündüğü tespit edilmiştir (Stanton ve Light 1990). Sığır etlerindeki kas içi kollajenin termal büzüşme sıcaklığının, kesim sonrasındaki 7 gün içerisinde 7-8 °C azaldığı, yine kas içi kollajenin izometrik

gerilimin sığır etinde kesim sonrasındaki 21 günde azaldığı görülmüştür (Judge ve Aberle 1982, Etherington 1987). Kas içi bağ dokunun bütünlüğünün, olgunlaştırma süresince tavuk etinde, sığır etinde ve domuz etinde azaldığı kanıtlanmıştır (Nishimura 2010).

2.2.2 Yağlar

Hayvan vücudunda birkaç çeşit yağ dokusu olmakla beraber, nötral lipidler olarak tanımlanan yağ asitleri ve gliserol baskın durumdadır. Vücuttaki bazı lipidler hücre için enerji kaynağı görevi görürken, bazıları ise hücre zarının yapısına ve işlevlerine katkı sağlar (Aberle vd. 1989). Sığırlarda vücudun yağlanması genel olarak 3 evrede gerçekleşir. Buna göre; İlk yağlanmalar karın boşluğunda, böbrek, işkembe gibi iç organlarda başlayıp sonrasında kaslar arasında, derialtında ve son olarak kas içi yağlanma olarak devam eder (Hood 1982). Hayvan vücudundaki yağın miktarı, birikme bölgesi ve kompozisyonu önemlidir. İç yağların, kaslar arası yağların ve derialtı yağlarının değeri düşüktür ve bunlar ‘fazlalık yağ’ olarak tabir edilir. Ekonomik değeri daha yüksek olan kas içi yağlanmadır (Aldai vd. 2007). Kas fibril demetleri arasında yerleşmiş, etin enine kesitinde kas içi yağlar tarafından oluşturulan gözle görülür yapıya mozayikleşme denir (Sadkowski vd. 2014). Kas içi yağlar yaklaşık 11 aylık olan hayvanda görünür hale gelir ve 15. - 24. aylar arasında artış gösterir (Albrecht vd. 2006). Mozayikleşme, etin sululuk, gevreklik, flavor gibi duyuşal niteliklerini büyük ölçüde etkilediği için et kalitesi açısından belirleyici faktörlerden biri olarak nitelendirilmektedir (Cheng vd. 2015). Uluslararası et endüstrisi için mozayikleşme, ticari değeri etkileyen bir kriter olarak kabul görmektedir. Kanada, Güney Kore, Japonya ve Avustralya’nın bazı bölgelerinde, mozayikleşme düzeyinin baz alındığı karkas derecelendirme sistemleri oluşturulmuştur (Schulz ve Sundrum 2019, Bottema vd. 2020). Mozayikleşme seviyesi, hayvanın ırkı, yaşı, beslenme seviyesi ve içerisinde bulunduğu çevresel faktörler ile tür ve cins özellikleri gibi genetik faktörlerle yakından bağlantılıdır (Bottema vd. 2020). Wagyu, Hanwoo ve Kobe sığırlarından elde edilen biftekler şu an dünya üzerindeki en kıymetli etler olarak kabul edilmekte ve oldukça yüksek fiyatlara satılmaktadır. Hem genetik özellikleri sayesinde hem de uygulanan beslenme rejimleri neticesinde bu etlerin oleik asit içeriklerinin yüksek olduğu tespit edilmiş, bu özellik sayesinde yağların erime noktalarının daha düşük olduğu, sonuç

olarak yağın tüketicilerin ağızda eriyerek lezzet algısını artırdığı belirlenmiştir (Motoyama vd. 2016). Kırmızı etlerde, kolestrol, yağ ve doymuş yağ asidi içeriklerinin fazla olması sebebiyle fazla tüketilmesi durumunda çeşitli kronik hastalık risklerini ve erken ölüm riskini artırdığına dair çeşitli çalışmalar mevcuttur (Micha vd. 2011, Larsson ve Orsini 2014, Bellavia vd. 2016). Sakatatlarda kolestrol içeriği 300- 2300 mg /100 g'a kadar çıkarken, yağsız etin kolestrol içeriği 65-75 mg/100 g civarındadır (Öztan 2008). Geviş getiren hayvan etlerinin yağ asidi içeriğinde yaklaşık % 30- 40 doymuş yağ asitleri yer almaktadır. Bu durumun sebebi, yemle alınan doymamış yağ asitlerinin rumen mikroorganizmaları tarafından hidrojenasyona uğramasıdır (Vahmani vd. 2020). İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen ve bu sebeple esansiyel yağ asitleri olarak bilinen; linoleik asit (n-6) ve α -linolenik asit (n-3), ette en fazla bulunan çoklu doymamış yağ asitleridir. Sığır eti ve diğer geviş getiren hayvanların etleri, sağlığa faydalı özellikleri bulunan ve en çok bilinen hali cis-9,trans-11 izomeri olan konjüge linoleik asitin (CLA) önemli kaynaklarından (Salter 2013). Sığır et yağları, trans yağ asitlerini de içermektedir. Sığır ve koyun etindeki miktarı yaklaşık % 3-9 olan (Precht 1995) ruminant trans yağ asitlerinden en fazla olanı trans-11-18:1 vaksenik asittir. Ruminant trans yağ asitleri, rumen bakterileri tarafından, özellikle linoleik asit ve α -linolenik asit gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) biyohidrojenasyonu sonucu üretilirler (Lock ve Bauman 2004). Bitkisel yağların kısmi hidrojenasyonu sonucu üretilen endüstriyel trans yağ asitleri, koroner kalp hastalıkları riskini artırırken, ruminant trans yağ asitlerinin ise koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Scollan vd. 2014).

2.2.3 Karbonhidratlar

Hayvan vücudunda oldukça az miktarda bulunan karbonhidratlar, çoğunlukla kaslarda ve karaciğerde bulunur. Etteki karbonhidratların büyük kısmı glikojen formunda karaciğerde yer alır. Canlı hayvan vücudundaki karaciğer ağırlığının % 2-8'ini, glikojen oluşturur. Kaslardaki glikojen miktarı, çok azdır. Hayvan vücudunda bulunan diğer karbonhidrat bileşenleri karbonhidrat metabolizmasının ara ürünleri ile, bağ dokuda bulunan glikozaminglikanlardır. Karbonhidratlar canlı ağırlığın çok küçük bir kısmını oluşturmasına rağmen, enerji metabolizmasında ve yapısal dokularda oldukça önemli görevleri vardır (Aberle vd. 1989). Kesim öncesinde canlı hayvan vücudundaki glikojen

miktarı, postmortem süreçte kaliteli et elde edilebilmesi için büyük önem arz eder. Kesim öncesi açlık süresinin uzaması, stresin ve fiziksel aktivitenin artmasıyla kaslarda glikojen düzeyi azalır. Bunun sonucunda kaslarda yeterince laktik asit birikimi olmadığı için et pH'ı yeterince düşmez ve DFD (koyu, kuru, sert) et denilen kusurlu et oluşur (Çobanbaşı ve Teke 2019). 1 kg kasın pH değerini 7,2'den 5,5'e düşürebilmek için yaklaşık 45 mmol glikojen gereklidir. Glikojenin kendi ağırlığının 3-4 katı kadar su bağlayabildiği, bu sayede etin su tutma kapasitesine katkıda bulunduğuna dair çalışmalar da söz konusudur (Olsson ve Saltin 1970).

2.2.4 Vitaminler

Vitaminler, hücre içinde katalitik enzimleri üreterek enzimatik prosesleri kontrol eder, dokuların büyümesini ve görevlerini yerine getirmelerini sağlar. Kırmızı et, D, E ve C vitaminleri ile tiamin, riboflavin, pantotenik asit, folat, niasin, B6 ve B12 vitaminlerini içerir (Cabrera ve Saadoun 2014). Özellikle B12 vitamini açısından iyi bir kaynak olan kırmızı etin, 100 gr'ının, günlük ihtiyacın 2/3'ünü karşıladığı bildirilmiştir (Willams 2007). İnsan vücudunda sentezlenemeyen ve depolanamayan B6 vitamini (piridoksamin) et ve tahıllarda bulunmakla beraber, etteki B6 formunun biyoyararlılığının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uzun süre yüksek sıcaklıklarda muamele edilmesi durumunda B6 vitamini ısı denatürasyonuna uğratabilmektedir (Kondjoyan vd. 2018). Biyolojik membranların stabilizasyonu için, normal görme, kemik gelişimi, üreme, hücre bölünmesi ve hücre farklılaşması gibi işlevlere katkı sağlayan A vitamini (Kraemer vd. 2012), kas dokularında az miktarda olsa da, karaciğerde oldukça fazla miktarlarda bulunur. Tüm vitamin içeriklerinin yaşlı hayvanlarda daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir. Sığır ve koyun etlerinin vitamin içeriklerinin, buzağı ve kuzu etlerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Willams 2007).

2.2.5 Mineral Maddeler

Et, insan beslenmesi için çok önemli mineral kaynaklarından biridir. Özellikle iz elementler olarak ifade edilen demir, selenyum, çinko, bakır ve mangan yönünden oldukça zengindir. Farklı türlere ait etlerde oransal olarak en fazla bulunan mineraller; potasyum ve fosfor olmakla beraber, pişirme işlemi ile etten su kaybının sonucu

miktarları artmaktadır. Sığır eti, koyun ve domuz etine kıyasla daha fazla miktarda demir içermektedir (Lawrie 2006). Demir esansiyel mikro besin öğelerinden birisidir. Heme demir (organik) hayvansal dokularda mevcutken, heme olmayan (inorganik) demir ise sebzelerde ve tahıllarda bulunur (Seiwert vd. 2020). Heme demir, toplam demirin % 40 kadarını, heme olmayan demir ise % 60 kadarını oluşturur (Monsen vd. 1978). Heme formundaki demirin emiliminin, çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kalpalathika vd. 1991). Demirin insan vücudunda oksijenin taşınması ve depolanması, hücresel solunum, DNA'nın, sinir uyarıcılarının ve kollajenin sentezi ile, yağ asitlerinin, ksenobiyotiklerin, hidrojen peroksit ve iyotun metabolizması gibi pek çok biyolojik fonksiyonu söz konusudur (Gurzau vd. 2003). Yeterli düzeyde alınmadığı takdirde, dünya çapında en yaygın beslenme problemi olan anemi meydana gelmektedir. Vücuda fazla demir alımı durumunda ise toksik etki göstererek başta bağırsak kanseri olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olabildiği bildirilmiştir (Czerwonka ve Tokarz 2017, Bastide vd. 2015).

2.3 Et Kalitesini Etkileyen Faktörler

Kesim işleminin ardından kaslarda birtakım biyokimyasal reaksiyonlar meydana gelmeye başlar. Kesimle birlikte vücut dışına yoğun kan akışının başlaması sonucu, homeostatik kontrol mekanizması devreye girer. Kan basıncındaki düşme sonucu kalp daha hızlı çalışmaya başlar ve organlara kan pompalamaya çalışır. Bunun sonucunda toplam kan hacminin yaklaşık % 50'si hayati organlarda kalırken, kesim sonrası kan akıtma işlemi ile kalan kan vücut dışına çıkar. Kan mikroorganizmalar için çok uygun bir doğal besiyeridir. Ayrıca tüketime sunulan etler içindeki fazla kan, tüketiciler tarafından arzu edilmeyen bir durumdur. Bu sebeple kesim sonrası kan akıtma işleminin eksiksiz bir şekilde yapılması gerekir. Dolaşım sisteminin görevi; bir taraftan besin maddelerini hücrelere taşıırken, diğer taraftan hücrelerde oluşan metabolitleri ve atıkları uzaklaştırmaktır. Kan akışının sona ermesi ile bu durum da sonlanır. Depo oksijen kaynakları tükendiği zaman, Trikarboksilik asit çevrimi (TCA) ile elektron taşıma sistemi sekteye uğramaya başlar. Homeostatik dengeyi sağlamak amacıyla, enerji metabolizması, canlı hücrede ağır egzersiz gibi oksijenin kısıtlı hale geldiği durumlardakine benzer şekilde, anaerobik çevrime başlayarak alternatif enerji kaynağı yaratılmış olur. Anaerobik metabolizmada daha az enerji üretilir fakat yine de bu sayede

hücrelerin yapısal bütünlüğü bir süre daha sürdürülmüş olur. Canlı hayvanda, anaerobik metabolizma sonucu üretilen laktik asit, kaslardan karaciğere gönderilir ve glikoz da glikojene çevrilir, diğer bir seçenek olarak laktik asit kalbe transfer edilir, burada karbondioksit ve suya metabolize olur. Kesim işleminin ardından kan akışının durması, dolaşım sisteminin fonksiyonlarını yitirmesi ile laktik asit kaslarda kalır ve postmortem süreçte konsantrasyonu artar. Kas dokularındaki depo glikojen rezervleri tükeninceye kadar laktik asit birikimi devam eder.

Laktik asit birikimi sonucu kas pH değerinin düşmesi, en önemli postmortem değişimlerden birisidir. pH değerinin düşüş hızı ve miktarı her hayvanda farklı olmaktadır. Normal, sağlıklı bir hayvanda pH değeri kesim sonrasında ilk 6-8 saat içinde 5,6-5,7 seviyesine iner. 24 saatin ardından 5,3-5,7 arasında nihai değere ulaşılır (Aberle vd. 1989). Çeşitli sebeplerle pH değerinin yeterince düşmemesi veya kesim sonrasındaki birkaç saat içerisinde aşırı düşüş olması, teknolojik açıdan kusurlu etlerin oluşumuna sebep olur.

2.3.1 Kesim Öncesi Stres

Kesim günü veya öncesinde hayvanların kesimin yapılacağı bölgeye transferi, ahırda tutulması, farklı hayvan topluluğunun içine girmesi vb. sebeplerle hayvan korku yaşayıp strese kapılabilir. Kesim öncesinde, bağırsak içeriğinin daha sağlıklı olması, kesim esnasında herhangi bir kontaminasyonu önlemek amacıyla hayvanların yaklaşık 24 saat aç ve susuz bırakılması sonucu da stres oluşabilir. Susuz bırakılması hayvanlarda dehidrasyon riskini artırır. Kesim öncesinde taşıma mesafesi ve açlık süresi uzun olan hayvanların karkas kalitelerinin düşük olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Hayvanların aç bırakılması yerine kesimden 24 saat önce bağırsak patojen düzeyini azaltan doğal yem katkı maddelerinin kullanımı önerilmektedir (Önenç 2003). Kesim öncesinde hayvanların kesimhaneye taşınımı sırasında kısıtlı alan nedeniyle ayakta durmaları enerji sarfiyatlarını artıracak bu durum da kas glikojen konsantrasyonunu ve nihai pH değerini etkileyecektir. Kesim öncesi fiziksel aktivitenin artması, bu aktivitenin yoğunluğu ve süresine de bağlı olarak, glikojen, kreatin fosfat gibi kas metabolitlerinin konsantrasyonlarında, sıcaklık ve pH değerinde değişikliklere yol açabilir. Yine kesim öncesi hayvanların yaralanmaları durumunda, kesim sonrası bu bölgenin karkastan kesilerek alınmasını gerektirdiği için karkas ağırlığında ve

veriminde kayıp yaşanmasına neden olur (Ferguson ve Warner 2008). Bu tür hafif yaralanmaların en çok hayvan gruplarının kesimin hemen öncesinde kesimhaneye ulaştıkları sırada meydana geldiği bildirilmiştir (McCausland ve Millar 1982).

Kesim öncesinde kas glikojen depolarının boşalması, nihai pH, gevreklik ve olgunlaştırma potansiyeli, renk ve su tutma kapasitesi gibi etin çeşitli kalite kriterlerini etkilemektedir. Sığır ve koyunlarda normal glikojen konsantrasyonu; 75- 120 mmol/ kg arasında değişiklik gösterir. 45-57 mmol/ kg glikojen içeriği için eşik değerlerdir ve bu değerlerin altında, normal nihai pH değeri kabul edilen 5,5-5,6'ya ulaşmak zordur (Ferguson ve Warner 2008). Kesim öncesinde bahsedilen bu stres faktörlerinin meydana gelmesi sonucu, postmortem süreçte hızla glikojen parçalanır ve ilk 1 saat içerisinde pH değeri 5,8'in altına düşebilir. Bu durumda PSE'li et olarak ifade edilen teknolojik açıdan kusurlu etlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Yapılan çalışmalar, glikolizdeki enzimlerin PSE'li etlerde, normal etlerden farklı olduğunu göstermiştir. Bu enzimlerden birisi glikojen fosforilazdır. Glikojen fosforilaz enziminin PSE'li etlerde daha yüksek aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Ono vd. 1977, Schwägele vd. 1996). Glikojen fosforilaz ve fosfofruktokinaz aktiviteleri sonucu, postmortem süreçte hızlı glikojen yıkımı ve PSE'li etler meydana gelir. Sonuç olarak; karkas sıcaklığı yüksekken, hızlı pH düşüşü ve protein denatürasyonu gerçekleşir (Kastenschmidt vd. 1968). Protein denatürasyonu, protein çözünürlüğünde azalma, su ve protein bağlama kapasitesinde azalma ve kas pigment yoğunluğunda ise kayıplar meydana getirebilir. Bu gibi durumlar; kasların hem taze et şeklinde değerlendirilmesinde ve hem de et ürünlerine işlenmesinde arzu edilmeyen değişimler meydana getirir (Aberle vd. 1989). PSE'li et oluşumuna; domuz eti genetik özellikleri nedeniyle daha yatkındır ve bu durumdan kaynaklanan önemli ekonomik kayıplar söz konusu olabilmektedir. Kesim öncesi uzun süre stres koşulları, glikojen rezervlerinin kesim gerçekleşmeden kullanılmasına ve kesim sonrası anaerobik solunumda yetersiz glikojen içeriği meydana gelmesine sebep olabilir. Bu durumda yeterli laktik asit oluşumu meydana gelemmez ve pH düşüşü yeterince gerçekleşemez. Sonuç olarak koyu, kuru, sert olarak ifade edilen DFD'li etler meydana gelir. DFD'li etlerde daha yüksek olan su tutma kapasitesi nedeniyle, ısk et yüzeyinden yansıtılmak yerine absorblanır, bu yüzden de et daha koyu renkli bir görüntüye sahip olur. DFD'li ette var olan ısı şok proteinleri (HSP), miyofibriler proteinler için kalkan görevi yapar ve miyofibriler proteinleri proteolitik enzimler

tarafından parçalanmalara karşı korur. Bu durum etlerin sertliğini etkiler, yumuşamasına engel teşkil eder. DFD'li etler ayrıca yüksek pH değeri nedeniyle, daha çabuk bozulurlar (Ijaz vd. 2020).

2.3.2 Ölüm Sertliği (Rigor Mortis)

Kesim sonrası en önemli değişimlerden birisi, ölüm sonrası kasların sertleşmesi olarak tanımlanan rigor mortistir. Yüzyıllardan beri bilinen ölüm sertliğinin fizyolojik temelleri, çok uzun yıllar sonra açıklanabilmiştir. Postmortem süreçte rigor mortis esnasında gözlemlenen kas sertleşmesinin sebebi, kas içerisinde aktin ve miyosin filamentler arasında kalıcı çapraz köprülerin oluşumudur. Bu durum, canlı hücrede kasların kasılması esnasında meydana gelen aktomiyosinin kimyasal reaksiyonunun aynısıdır. Fakat kasılma sürecinde aktomiyosin bağlarını kırmak için yeterli enerji olmadığı için kasların gevşemesi mümkün olmaz. Kan uzaklaştıktan hemen sonraki süreçte, kaslar oldukça uzayabilir formdadır. Bu halde kaslara herhangi bir kuvvet uygulandığı takdirde kas dokuları pasif olarak uzar, söz konusu kuvvet ortadan kalktığı zaman ise orijinal uzunluğuna geri döner. Kasın oldukça uzayabilir ve elastik bir yapıda olduğu bu zaman dilimine rigorun gecikme fazı denir. Kasın dinlenme halinde kalabilmesi için; Mg^{+2} ile kompleks oluşturması gerekir. Postmortem sürecin erken dönemlerinde kreatin fosfat depoları, ADP'den ATP sentezi yapımı için kullanılır. Kreatin fosfat depoları tükendiği zaman, kasın dinlenme halinde kalabilmesi için ADP'nin fosforilasyonu yetersiz kalmaya başlar. Sonuç olarak glikojen depoları metabolize olur ve ADP fosforilasyonu yeniden başlar. Oluşan ATP sınırlıdır. ATP, kısıtlayıcı olmaya başladığı için aktomiyosin köprüleri oluşmaya başlar ve dışardan bir kuvvet uygulandığında, kaslar gitgide uzayabilirliğini kaybeder. Kasların esnekliğini kaybetmeye başladığı bu aşama, rigor mortisin başlama fazı olarak tanımlanır. Çapraz köprüler oluşurken kaslar kasılır, sarkomerler kısalır ve kas gerilimi artar. Bu olaylar, ATP kaynakları tükendiğinde ve tüm bağlantı noktaları aktomiyosin köprüleri oluşturduğunda en yüksek düzeydedir. ATP yokluğunda, aktomiyosin bağları kırılmaz sonuç olarak gerilim/kasılma maksimum seviyededir. Postmortem fazda depolama esnasında gerilim düşer fakat rigor mortis öncesindeki seviyelere inmez. Postmortem süreçte kas geriliminin azalmadığı bu evre rigorun çözülmesi olarak tanımlanır. Kas gerilimindeki düşüşün sebebi aktomiyosin köprülerinin yıkımı değil, bazı miyofibriller

proteinlerin parçalanması ile Z bandının parçalanması ve sarkomerin yapısal bütünlüğünü kaybetmesidir. Rigor kısılması, normal kas kasılmasından farklı bir olaydır. Çünkü rigor mortis sürecinde daha fazla çapraz köprü oluşur. Normal kasılma sürecinde; bağlanma bölgelerinin yalnızca % 20'sinde çapraz köprüler oluşurken, rigor mortis sürecinde aktin miyosin filamentlerin tamamına yakınında çapraz köprüler oluştuğu belirtilmiştir (Aberle vd. 1989).

2.4 Kesim Sonrası Değişimler

Kan uzaklaştırıldıktan hemen sonra, membran bütünlüğünün ve işlevinin kaybı gibi yıkıma bağlı değişimler yavaş yavaş görülmeye başlar. Kasın mikroskobik yapısı, rigor esnasında sarkomer boyunun daha kısa olması haricinde aynıdır. Kesim sonrasında, karkas halde veya parçalanmış vaziyette etler değişik sıcaklık derecelerinde farklı süreler boyunca muhafaza edilir. Bu süreçte etin kalitesini etkileyen pek çok değişim meydana gelir. Bu değişimler arasında en dikkate değer değişim etin gevrekliğinin gelişimidir. Karkasdaki kaslar veya parçalanmış etler donma sıcaklığının üzerindeki düşük sıcaklıklarda belli süre muhafaza edilmesine olgunlaştırma denilmektedir.

2.4.1 Kesim Sonrası Proteinlerdeki Değişimler

Postmortem süreçte gözlemlenebilen ilk değişim miyofibrillerde Z bandının parçalanmaya başlamasıdır. Bu değişim, zaman ilerledikçe kasın daha uzun bir yapıyı kazanmasını sağlar. Z bantının tamamen kaybolması, bu bantın yapısında bulunan özellikle desmin ve titin gibi proteinlerin proteolitik parçalanması sonucu meydana gelir. Bu süreçte miyofibrillerdeki bazı diğer protein fraksiyonları da parçalanır. Aktin ve miyosin ise parçalanmaz. Z bantının parçalanması, miyofibrillerin güçsüzleşmesine ve parçalanmasına sebep olur. Desminin parçalanması, miyofibriller arasındaki enine çapraz bağların bozulmasına sebep olur ve bu durum miyofibrillerin parçalanmasına sebep olur. Miyofibrillerin boylamsal sağlamlığını sağlayan titin ve nebulin proteinlerinin parçalanması da miyofibrillerin parçalanmasına yol açar.

Postmortem süreçte en fazla dikkat çeken durum ise; 56 günlük olgunlaştırma işleminden sonra bile aktin ve miyosinin etkilenmemesidir (Aberle vd. 1989). Ancak son yapılan çalışmalar miyosin ve aktinin postmortem süreçten az da olsa etkilendiğini

göstermektedir. Aktomiyosin çapraz köprülerinin oluşum miktarında az bir değişim meydana gelmesi, proteazların substrata ulaşmasını ve aktomiyosin bağlantısının sağlamlığını etkileyebilmektedir (Goll vd. 1997, Weaver vd. 2007). Miyosin ve bileşenleri (ağır ve hafif miyosin zincirleri), postmortem depolama esnasında, özellikle indirgen koşullar altında klasik SDS-PAGE analizi sonucuna göre, önemli bir değişim göstermezler. Daha hassas yöntemler kullanılarak yapılan değerlendirmelerde; μ -calpain enziminin miyosin ağır zincirini ayrıştırabildiği, miyosin hafif zincirinin de μ -calpain tarafından proteolize uğramaya duyarlı olduğu, bu durumun aktomiyosin rigor bağının oluşumuna veya bütünlüğüne etkili olduğu bildirilmiştir (Lametsch vd. 2004). Miyosinin parçalanması, kümelenmesi ve oksidasyonu gibi modifikasyonların sonucunda, et kalitesi önemli derecede etkilenir. Okside myoglobine veya yaban turpu peroksidaza maruz kalması sonucu, miyosin türevi serbest radikaller oluşabilir. Oluşan bu serbest radikaller, protein çapraz bağlarından kaynaklanan miyosin kümelenmesine olanak tanırırlar. Bu çapraz bağlar, özellikle miyosinin kuyruk kısmında oldukça yaygındır. Bilhassa demir ve metmyoglobin tarafından katalize edilen oksidasyonlar sonucu oluştukları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak miyosinin kuyruk kısmındaki çapraz bağların, protein çözünürlüğünü, liflerin kırılmaya direncini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Huff-Lonergan vd. 2010). Miyosin ağır zincirinin diğer proteinlerle de çapraz bağlar yaptığı görülmüştür. %80 O₂ / %20 CO₂ içerecek şekilde modifiye atmosferde paketlenen taze sığır eti paketlerindeki oksidatif koşullar sonucu miyosin ağır zincirinin titin ile çapraz bağlar kurduğu, diyagonal elektroforez ile tespit edilmiştir (Kim vd. 2010). Aynı çalışmada yüksek O₂ içeriğinin postmortem proteolizi ve μ -kalpain aktivasyonunu olumsuz yönde etkilemediği ancak bifteklerin gevrekliğinin yine de azaldığı belirtilmiştir. Gevreklikteki bu azalmanın sebebinin miyosin ve titin arasındaki oksidatif çapraz bağlanmalar/ kümelenmeler olabileceği belirtilmiştir. Böyle bir oluşumun, protein çözünürlüğünü, et gevrekliğini, miyofibriller şişmeyi ve su tutma kapasitesini azaltacağı aşıkardır.

Titin; 3 MDa molekül ağırlığında, memeli iskelet kaslarındaki toplam miyofibriller proteinlerin %10'unu oluşturan proteinlerden biridir. Konnektin olarak da adlandırılan titin, doğal olarak elastik bir yapıdadır ve iskelet kasının bir kısım esneyebilme özelliklerinden sorumludur. Titin, kasların kasılması sırasında miyofibrilin sarkomerik sıralanmasında rol oynar. Z hattı ve kalın filamentleri birleştirir, böylece sarkomerin

merkezinde kalın filamentlerin (A bantları) yerini belirlemiş olur. Titin ayrıca, iskelet kası hücrelerinde var olan pasif gerilimin bir kısmının üretiminden de sorumludur. Miyofibrilin oluşumu esnasında, titin en önce ortaya çıkan proteinlerden birisidir. Bu sebeple miyofibrilin gelişimi için iskelet yapıyı oluşturan moleküler yönlendirici olarak görev yapar (Clark vd. 2002). Titin ayrıca spesifik ligandlar için bir çerçeve görevi üstlenir. Söz konusu ligandlar ana Z bandında sarkomerik α -aktinin proteini, telethonin, kas dokusuna özgü RING-finger protein-1 ve kalpain-3 olarak da bilinen p94'tür. Bu ligandlar belirli bölgelerden titine bağlanır. Sarkomerik α -aktinin Z bandından titine bağlanırken, p94 ise hem I bandında bulunan N2 ipliğinden, hem de M hattından bağlanır. N2 ipliği, postmortem sürecin erken dönemlerinde proteolitik hassasiyete sahip, etin gevrekliği ile yakından alakalı bir bölümdür. p94'ün titine bağlanması, onu otolize uğramaktan korur. Bu durum, titinin p94 için stabilize edici bir güç olduğunu ortaya koyar. Postmortem süreçte titinin parçalanması, sarkomerin uzunlamasına yapısında ve kasın yoğunluğunda bir zayıflama meydana getirir.

Normal iskelet kasında titin; α -konnektin (titin-1) ve daha az miktarda bulunan β -konnektin (titin-2) olarak bulunur. Postmortem depolama esnasında α -konnektin kolayca β -konnektin'e parçalanır. Bu parçalanmanın büyüklüğü zamana ve sıcaklığa bağlıdır (Lusby vd. 1983). Postmortem süreçte gevrekliğin gelişimine katkı sağlayan durum, postmortem kastaki titin miktarı değil, titinin parçalanmış olmasıdır. Titin parçalandığı zaman ana parçalanma ürünü SDS-PAGE ile tespit edilmiş, 2400 kDa değerinde, parçalanmamış titinden daha önce protein jellerde görüldüğü belirtilmiştir. Titinin diğer bir parçalanma ürünü 1200 kDa değerinde bir polipeptid olup, düşük kesme kuvvetine, dolayısıyla daha gevrek yapıya sahip olgunlaştırılmış ette tespit edildiği bildirilmiştir (Huff-Lonergan vd. 2010).

Takahashi ve Saiko (1979); postmortem süreçte miyofibrillerde çözünmez titinin parçalandığını bildirmişlerdir. Parçalanan konnektin, et gevrekliğinin artışı ile ilişkilendirilmiştir. Gevrek bifteklerde titin miktarının daha az olduğu, titinin parçalanma hızının gevrek bifteklerde, daha az gevrek olan benzerlerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Paterson ve Parrish 1987).

Nebulin; miyofibriler proteinlerin yaklaşık %4'ünü oluşturur. Büyük yapılı proteinlerdendir. Aktin filamentlerin hemen yanında paralel olarak yerleşmiştir. A

bandından Z bandına kadar, ince filament (aktin) boyunca uzanmıştır. Gelişmekte olan kasta miyofibrillerin oluşumu sırasında ince filamentlerin organizasyonunda rol aldığı belirtilmiştir. Olgun kaslarda, ince filamentlerin stabilitesi için bir dayanak olarak işlev görür. Ayrıca ince filamentlerin Z bandına tutunmasında görevlidir. Nebulin ve titinin sarkomerde yapısal düzeni ve bütünlüğü sağladığı bildirilmiştir (Ilian vd. 2004). Postmortem süreçte nebulinin parçalanması, ince filamentlerin Z hattı ile bağlantılarının zayıflamasına, I bandının yanındaki ince filamentlerin zayıflamasına ve dolayısıyla kas hücresinin yapısının zayıflamasına sebep olabilir. Nebulinin; ayrıca aktin ve myosini bağlayabildiği gösterilmiştir (Root ve Wang 1994). İskelet kasının kasılması sırasında düzenleyici işlevi gördüğü varsayımı söz konusudur. A bandı - I bandı birleşim yerlerini kapsayan nebulin parçalarının, aktin, miyosin ve calmoduline bağlanabildiği bildirilmiş, söz konusu nebulin parçalarının aktomyosin ATPaz aktivitesini önlediği belirtilmiştir (Lukyanova vd. 2002). Nebulinin bu bölgesinin, aktin filamentlerinin miyosin filamentler üzerinde kayma hızını kısıtladığı bildirilmiştir. Bu durumda, nebulinin postmortem süreçteki parçalanması, aktin miyosin interaksiyonlarında önemli değişimlere yol açarak, postmortem kas dokularında kalın ve ince filamentlerin sırası ve interaksiyonlarının bozulması ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu bu olayların, postmortem gevrekliğin artmasını sağladığı bildirilmiştir (Huff-Lonergan vd. 2010). Koyun *Longissimus lumborum* kasının kesim sonrası ilk 3 gün boyunca izlenmesi ile gerçekleştirilen çalışmada (Ilian vd. 2004), kesim anında hem titin hem nebulinin miyofibrillerde sağlam olarak var oldukları, kesimden sonraki gün ise mevcut titin miktarının, başlangıçtaki miktarın % 45'ine indiği belirtilmiştir. Kesimden sonraki 3. günde, titinin parçalanma ürünü olan 2000 kDa büyüklüğündeki molekülün yoğunluğu ise maksimum düzeyine ulaşmıştır. Benzer şekilde, kesimden sonraki 3. günde, mevcut nebulin miktarı kesim esnasındaki miktarının % 39'una düşmüştür.

Troponin, yaklaşık 80 kDa büyüklüğünde globüler bir proteindir. Troponin; C (18 kDa), I (22 kDa) ve T (37 kDa) olmak üzere 3 alt ünitelerden oluşur. C alt ünitesi Ca'u bağlar, I alt ünitesi aktomyosin ATPaz aktivitesini önler ve T alt ünitesi de tropomyosini bağlar. Özellikle troponin-T, çizgili kaslarda kas kasılmasında anahtar rol oynar. Troponin-T, kasların kasılmasına, tropomyosin molekülü ile interaksiyonu şeklinde müdahil olur. Sığır kaslarında troponin-T'nin 'yavaş' ve 'hızlı' olarak sınıflandırılan pek çok izoformu tespit edilmiştir (Polati vd. 2012). Postmortem süreçte troponin-T

parçalanmasının, gevrekliğin gelişiminde önemli rol oynadığı bilinmektedir (Kitamura vd. 2010). Etin olgunlaşması sürecinde, 30 kDa büyüklüğündeki troponin-T parçalanma ürünü, miyofibriler protein parçalanmasının en yaygın kanıtıdır (Joo vd. 1999). Angus ırkı danaların *Longissimus lumborum* kasları, kesimden 48 saat sonra olgunlaştırma vb. bir işlem uygulanmaksızın, kesme kuvvetine göre gevrek, orta ve sert olarak sınıflandırılmış, daha sonra troponin-T içerikleri belirlenmiştir. Buna göre; gevrek et grubundakilerde % 26.7, orta gevreklikteki grupta % 19.4 ve sert et grubundakilerde % 8.6 troponin-T parçalanması meydana geldiği tespit edilmiştir (Malheiros vd. 2019). Troponin-T parçalanması esnasında oluşan bir peptidin, laktik asidin ekşimsi tadını baskıladığı, bu sayede et lezzetinin gelişimine katkı sağladığı belirtilmiştir (Nishimura vd. 2004). Postmortem süreçte Troponin-T, özellikle kalpain-1, katepsinler ve kaspaz sistemi tarafından enzimatik proteolize uğrar (Huff-Lonergan vd. 2010, Polati vd. 2012). Postmortem süreçte sığır *Longissimus thoracis* kaslarında (Jia vd. 2007) ve domuz kaslarında (Lametsch vd. 2002) sağlam troponin-T'nin miktarının azaldığı fakat troponin-T'nin küçük parçalarının, parçalanma ürünlerinin arttığı belirtilmiştir. Kesimden sonraki 48. saatte troponin-T'nin parçalanması proteolizin ve gevrekliğin önemli bir indikatörü olarak kabul edilir (Lonergan vd. 2001).

Desmin; iskelet kasında Z bandının çevresinde lokalize olmuştur. Başlıca görevi, komşu miyofibrilleri bağlamak, hücre zarını miyofibrillere eklemektir. Postmortem proteolizde desminin parçalanması, bitişik miyofibriller arasındaki bağlantıları ortadan kaldırabilir ve sonuç olarak kas hücreleri boyunca miyofibrillerin birbirini çekmesi azalır. Miyofibriller içindeki yapısal proteinler, kas lifi içerisinde esnek bir çerçeve oluştururlar. Desmin ile Z bandı proteinlerinden α -aktinin, miyofibrillerin yapısal organizasyonunda görev yapar. Kas fibrillerindeki suyun % 85'i, aktin ve miyosin filamentlerinde ve aralarında bulunur (Huff-Lonergan ve Lonergan 2005). Kesimle birlikte sarkomer uzunluğu ve miyofibrillerin çapı azalır (Diesbourg vd. 1988). Miyofibriler kafes yapının büzülmesi, suyun kademeli olarak miyofibriler yapının içinden dışarı doğru hareketlenmesine sebep olur ve bunu takiben sızıntı kaybının artışı ile sonuçlanır (Hughes vd. 2014). Etlerin depolanması sürecinde ilk aşamada su tutma kapasitesi azalırken, bu durumun birkaç gün sonra domuz ve sığır etlerinde arttığı görülmüştür. Postmortem proteolizin, daha uzun süreli depolama sürecinde, su tutma kapasitesinin gelişimi ile bağıntılı olduğu bildirilmiştir. (Kristensen ve Purslow 2001,

Farouk vd. 2012). Olgunlaştırma esnasında desmin gibi sitoskeletal proteinlerin proteolizinin su tutma kapasitesindeki bu değişimle ilgili olduğu belirtilmiştir (Kristensen ve Purslow 2001). Desmin parçalanmasının artışı ile gevreklik gelişimi ve su tutma kapasitesi artışının doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Huff-Lonergan ve Lonergan 2005, Starkey vd. 2015). Desminin ana parçalanma ürünlerinden birinin yaklaşık 38 kDa büyüklüğünde bir polipeptid olduğu, bu polipeptidin daha çok μ -kalpain'in etkilediği miyofibrillerde var olduğu gösterilmiştir (Carlin vd. 2006).

Filamin; aktini bağlayan, oldukça büyük ve pek çok hücre tipinde var olan bir proteindir. Oldukça esnektir. İskelet ve kalp kaslarındaki miktarı, toplam kas proteinlerinin yaklaşık % 1'inden azdır. Filamin- aktin kompleksi, çoğunlukla hücre çevresinde bulunur ve oldukça sert olup, hücre iskeletinin stabilitesini artırır (Cunningham vd. 1992). Miyofibriller Z bantının çevresine lokalize olmuştur. Parçalanması durumunda, miyofibrilleri yanal düzlemde tutan ana bağlantıların da bozulması söz konusu olur. Son pH değerlerine göre düşük, orta ve yüksek pH'lı olarak gruplara ayrılmış sığır *Longissimus dorsi* kaslarının olgunlaştırılması konusunda yapılan çalışmada, yüksek pH değerlerine sahip örneklerde filamin parçalanması postmortem sürecin 1. gününde başlarken, düşük ve orta pH değerine sahip örneklerde filamin parçalanmasının postmortem sürecin 7. gününde başladığı belirtilmiştir. Kesimden hemen sonra tüm numunelerin filamin miktarları benzer seviyelerde iken, postmortem sürecin 1. gününde yüksek pH'lı numunelerde SDS-PAGE jel görüntülerinde ikili bandlar görülmüş, bu bantlardan birinin tam filamin, diğerinin ise α -filamin 3 olduğu tespit edilmiştir. α -filamin 3; filaminin parçalanma ürünlerinden birisidir. Aynı çalışmada, hızlı filamin parçalanması gösteren numunelerin kesme kuvvetlerinin düşük olduğu bildirilmiş olup, filamin parçalanmasının etin gevrekliğini artırıcı bir unsur olduğu açıklığa kavuşturulmuştur (Wu vd. 2014).

Açıklanan bu proteinler dışında; spectrin, dystrophin, vinkulin ve talin de postmortem süreçte parçalanmış kas proteinleridir. Bu proteinlerin postmortem süreçteki et kalitesi üzerine olan katkıları hakkında, literatürde oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır (Di Luca vd. 2013, Lee vd. 2010, Lana ve Zolla 2016).

2.5 Etin Tüketim Kalitesi ve Gevreklik

Et kalitesi; et rengi, bileşimi, toplam yağ miktarı ile kas içi yağlanma derecesi-dağılımı,

sululuk, gevreklik, tekstür, lezzet gibi özelliklerden etkilenmektedir (Dikeman ve Devine, 2004a). Et kalitesi; et bileşenlerinin kalitesi ve tüketim kalitesinin oluşturduğu bir unsurdur (Muchenje vd 2009). Tüketim kalitesi; etin ağza alındığı zamanki hissi, etin çiğnenebilirliğini ve sululuğunu ifade etmektedir. (Dikeman ve Devine, 2004 b). Gevreklik, sululuk, renk etin tüketim kalitesinin ana unsurlarıdır. (Muchenje vd. 2009). Bunlardan gevreklik et için en önemli kalite özelliği olarak ifade edilmektedir (Miller vd. 2001). Tüketicilerin etin gevreklik farklarını ayırt ettiğini ve daha gevrek et için fazla para ödemeyi kabul ettiğini, daha gevrek et parçalarının daha yüksek fiyata satıldığı belirtilmiştir (Miller vd. 2001). Gevreklik; etin insan ağızında bıraktığı his, dilin hissettiği yumuşaklık, dişlerin baskısına gösterdiği direnç, yapışkanlık olarak ifade edilebilir (Muchenje vd. 2009). Gevreklik; bağ dokunun çözünürlüğü, rigor sırasında sarkomerin kısalması, post mortem fazda myofibriler proteinlerin proteolizi gibi olayların sonucunda gelişir (Koochmaraie ve Geesink, 2006). Etin gevrekliği pek çok farklı faktörün sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. (Brooks vd. 2000).

Gevreklik; hayvanın yaşı, cinsiyeti, canlı ağırlığı, ırkı ve kesim öncesi stresi ile yakından ilişkilidir (Muchenje vd 2009). Hayvanda yaşın ilerlemesi ile beraber kollajenin mekanik stabilitesinin artması sonucu yaşlı hayvan etlerinin genç hayvan etlerinden daha sert olduğu bildirilmiş (Tatum, 2001), Kesim öncesi stres, hayvanın hormon salgılarını etkilemekte sonuç olarak kas glikojen düzeyi de bunun etkisinde kalarak daha düşük kaliteli etler meydana gelmektedir (Shank, 2002). Gevreklik üzerine ırkın da etkisi vardır (Shackelford, 1991). Tek ırk içinde genetik yapının gevreklik üzerine etkisinin % 30 olduğu, % 70’lik etkinin ise çevresel koşullarla oluştuğu belirtilmiştir (Koochmaraie 1995). Angus x Hereford ve Brahman melezi düve etleri gevreklik yönünden analize tabi tutulmuş, Brahman ırkının kaslarında daha fazla miktarda kalpastatin ihtiva ettiği ve kesme kuvveti sonuçlarının Brahmanlarda daha yüksek çıktığı görülmüş bu durum yüksek kalpastatin aktivitesinin kasta proteolizi engellediği yönünde yorumlanmıştır (Shackelford, 1991). Olgunlaştırma işleminin, ırklar arasındaki sertlik farkını azalttığı (O’Connor, 1997; Sanudo vd. 2004), et gevrekliğini artırdığı bildirilmiştir (Smith vd. 1978).

2.6 Proteoliz

Kas kasılmasından sorumlu başlıca proteinler miyofibriler proteinler olup kontraktıl

proteinler olarak isimlendirilen oldukça kompleks yapılardır (Kerth, 2013). Söz konusu proteinler kasılma sırasında kaslardaki, ligamentlerdeki, tendonlardaki ve kemiklerdeki gerilimi de taşımak durumunda olduğundan fiziksel yapılarının çok güçlü olması gerekmektedir (Kerth, 2013). Myofibriler proteinlerin bu sağlam yapısı, gevrek bir et elde etmek için engel teşkil etmektedir. Postmortem fazda et gevrekliğinin oluşması için enzimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu enzimler özellikle proteoliz olaylarında rol almaktadır (Kerth, 2013). Postmortem proteoliz gevrekliğe etki eden en önemli unsurlardan biridir. Gevreklik gelişiminde rol oynayan birkaç proteolitik enzim sistemi bulunmaktadır. Bunlar; ubikuitin proteazom, kaspaz, lizozom ve kalpain sistemleridir. Ubikuitin proteazom sistemi, antemortem süreçte hücrel proteinlerin parçalanmasında etkilidir (Tanaka 2009). Proteazom sistemi tarafından 400 ATP molekülüne ihtiyaç vardır. Rigor mortis esnasında ATP tükendiği için proteazom sistemi, postmortem protein parçalanmasında yeterince etki gösteremez. Kaspaz sistemi, antemortem süreçte kas dokusundaki apoptosiste etkilidir (Goll vd. 2008). Postmortem kas sisteminde, Kaspaz-3'ün nebulin, troponin-T, desmin ve titinin parçalanmasından direkt sorumlu olmadığı belirtilmiştir (Mohrhauser vd. 2011). Bu yüzden kaspazın gevreklik oluşumundan sorumlu ana proteinaz sistemi olmadığı sonucuna varılmıştır (Bakker 2020). Lizozomlar 13 tip katepsin bulundururlar. Katepsinler asit proteazlardır, düşük pH değerlerinde aktif hale geçerler. Kesim sonrasında kas hücrelerinde pH'nın düşmesi ile lizozomal membran zarar görür ve katepsinler sitoplazmaya dağılır (Piórkowska vd. 2013). Katepsinlerin miyofibriler proteinlerden aktin, miyosin ve α -aktinin'e etki edebildiği bildirilmiştir. Ne var ki, olgunlaştırma prosesi esnasında söz konusu proteinlerin çok az bir kısmının parçalanabildiği görülmüş, o yüzden lizozomal proteazların gevreklikteki rolünün çok az olduğu belirtilmiştir (Purslow vd. 2001). Lizozomal sistemin protein parçalanmasındaki fonksiyonunun, hücrelerin makrofaj saldırısı sonucu ortaya çıkan ekstraselüler (hücre dışı) proteinleri parçalamak olduğu belirtilmiştir (Lowell vd. 1986). Kalpain sistemi, proteolitik enzim kalpain ve onun inhibitörü olan kalpastatinin izoformlarından oluşmaktadır. Bu sistemin postmortem protein parçalanmasında esas sorumlu olduğu bildirilmiştir. Kalpain sisteminde 3 farklı enzim bulunmaktadır. Bu enzimler μ -kalpain (kalpain-1), m-kalpain (kalpain-2) ve kalpain-3 (p94) olarak sıralanabilir. Bu enzimlerden μ -kalpain ve m-kalpain aktive olmak için belli konsantrasyonda Ca^{+2} iyonunun varlığına ihtiyaç duymaktadır (Goll vd.

2003). Kalpain-1 yarı maksimal aktivite için 5-65 μ M kalsiyuma ihtiyaç duyarken, Kalpain-2 ise aynı aktivite için 300-1000 μ M kalsiyuma ihtiyaç duyar (Goll vd. 1992). Geesink vd. (2006), postmortem proteoliz ve etin gevrekleşmesinde, kalpain sistem içerisinde en etkin enzimin μ -kalpain olduğunu belirtmiştir. Proteinlerin kalpain tarafından parçalanması sonucu gevreklik artarken, ette bulunan serbest su miktarı da olgunlaşma süresince % 9'dan % 16'ya çıkar ne var ki; bağlı su, kuru madde ve kesme kuvveti ise katlanarak azalır.

2.7 Olgunlaştırma İşlemi ve Çeşitleri

Et gevrekliğini artırmak ve lezzetini geliştirmek amacıyla yapılan olgunlaştırma işlemi kuru ve yaş olgunlaştırma olmak üzere başlıca iki şekilde yapılmaktadır (Campbell vd 2001; Warren ve Kastner, 1992). Rigor mortisi tamamlamış ette tüm fibriller arasında olgunlaşma işlemi başlamakla beraber; rigor mortis öncesi etin maruz kaldığı sıcaklığın da olgunlaştırma işlemine etki ettiği belirtilmiştir; kesim sonrası pH düşüşü ile beraber kalpain aktivitesinin 35 °C'de en hızlı şekilde düşerken, 15 °C'de en az aktivite kaybının olduğu tespit edilmiş, ette en iyi gevrekliğin, rigor mortisin 15 °C civarında gerçekleşmesi ile sağlanabileceği deneysel olarak gösterilmiştir (Devine 2014).

Kuru olgunlaştırma işleminde et, hiçbir ambalaj gereci olmaksızın sıcaklığı, bağıl nemi ve hava akımı ayarlı soğutma odalarında veya soğutma kabinlerinde belirlenen süre dinlenmeye bırakılırken; yaş olgunlaştırma işleminde ise et su buharı geçirgenliği olmayan bir gereç ile vakum altında paketlenerek aynı şekilde sıcaklığı ayarlı soğutma odalarında veya soğutma kabinlerinde belirlenen süre dinlenmeye bırakılması işlemidir (Ahnström vd 2006). Olgunlaştırma sürecinde olgunlaştırma odasına, kabinlerine mikrobiyal kontaminasyonu minimum düzeye indirmek amacıyla UV lambalar yerleştirilebilmektedir (Perry, 2012). Proteolitik enzim aktivitesinin yükselen sıcaklıkla beraber artması sonucu proteinlerde parçalanma artar (Choe vd. 2016). Böylece nispeten yüksek sıcaklıklarda en iyi derecede olgunlaşma sağlanabilir ancak; yükselen sıcaklıkla beraber artan mikrobiyal risk bu duruma engel teşkil eder (Savell, 2008)

Olgunlaştırma sürecinde et yüzeyinde meydana gelen kuruma, önemli bir mikrobiyal gelişim olmasını engellemektedir. Olgunlaştırma sürecinde olgunlaştırılan etler, önemli düzeyde ağırlık kaybına uğramaktadırlar. Bu durumun sebebi, etin olgunlaştırma

sırasında su kaybetmesi ve olgunlaştırma tamamlandıktan sonra et yüzeyinin tıraşlanmasıdır. Tıraşlama işlemi sırasında, etin deri altı yağı ve yüzeyinden su kaybetmesinden dolayı ortaya çıkan kuru tabaka kesilip alınmaktadır (Li ve ark., 2014). Kuru olgunlaştırma, yaş olgunlaştırma işlemine göre; fazla ağırlık kaybı ve tıraşlama kaybı yaşanmasından ötürü daha az verim elde edilen bu nedenle de daha masraflı bir uygulamadır (Warren ve Kastner, 1992). Yaş ve Kuru olgunlaştırmanın yanı sıra, su buharı geçirgenliği oldukça yüksek özel torbalar içerisinde olgunlaştırma işlemi ile ilgili de bazı çalışmalar da mevcuttur (Ahnström vd, 2006; DeGeer vd, 2009; Dikeman vd., 2013; Li vd., 2013; Li vd, 2014). Söz konusu çalışmalarda, kuru olgunlaştırma işlemi, su buharı geçirgenliği yüksek özel poşetler içinde gerçekleştirilmiş böylece ağırlık kaybı, tıraşlama kaybı ve mikrobiyal kontaminasyon azaltılmaya çalışılmış aynı esnada geleneksel kuru olgunlaştırılmış etin aynı gevrekliği ve diğer duyuşsal nitelikleri vermesi amaçlanmıştır (Dikeman vd ,2013).

Olgunlaştırılan etlerde gevrekliğin artışı pek çok çalışmada kuru olgunlaştırılmış ve yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerde yakın değerlerde bulunmuş fakat bu iki uygulama arasında lezzet profili bakımından farklılık gözlemlenmiştir. Kuru olgunlaştırma işleminde etlerde daha kahverengi, fırınlanmış lezzet algılanırken; yaş olgunlaştırma işlemi ise daha metalik ve kanlı tat vermiştir. Olgunlaştırma işleminin ete en önemli katkılarının birisi flavor bileşenlerinin gelişimidir (Li vd. 2014). Yaş olgunlaştırılmış etler, kuru olgunlaştırılmış etlere göre daha ekşimsi ve kan serumu benzeri flavora sahip iken; kuru olgunlaştırılmış etlerin ise karakteristik et tadına yakın, fırınlanmış kavrulmuş bir ürün tadına yakın olduğu belirtilmiştir (Dikeman vd. 2013).

2.7.1 Olgunlaştırma işlemleri esnasında meydana gelen değişimler

Olgunlaştırma işleminde, kaslarda miktarları çok düşük düzeyde bulunan ve canlı hayvanda çok da işlevsel olmayan titin, desmin, nebulin gibi proteinlerin parçalanması sonucu hedeflenen gevreklik oluşmaktadır. Lomiwes vd. (2014), myofibrillerdeki titin, nebulin, desmin ve troponin T'nin parçalanmasının etin gevrekliğine katkı sağladığını bildirmişlerdir. Wu vd. (2014), etin postmortem fazda ulaştığı pH değerinin, 28 güne kadar -1.5 °C'de olgunlaştırılan boğa *M.longissimus* dorsi kasında, moleküler ağırlıkları 220 kDA'dan büyük, yapısal proteinler olarak adlandırılan titin, nebulin, filamin ve

myosinin parçalanmasına olan etkilerini belirlemişlerdir. Başlangıç örneklerinde düşük ve orta pH değerli örneklerde belirgin bir parçalanma olmazken, yüksek pH değerli örneklerde titinin, kayda değer bir parçalanmaya uğradığı belirlenmiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde yüksek pH değerlerinde titin, T2 olarak adlandırılan parçalanma ürünlerine neredeyse tamamen parçalanmış ve bu durum düşük kesme kuvveti ile de bağıntılı bulunmuştur. Olgunlaştırmanın 7. gününde tüm örneklerdeki titinin tamamen parçalandığı belirlenmiştir. Titinin hızlı ve tamamen parçalandığı örneklerin daha gevrek yapıda olduğu sonucuna varılmıştır. Olgunlaştırmanın 2. gününde nebulinin en fazla parçalandığı örneklerde; diğer örneklerle kıyaslanınca en düşük kesme kuvvetlerinin olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaştırmanın 7. gününde tüm örneklerde nebulinin tamamen parçalandığı gözlemlenmiştir. Filaminin yüksek pH değerli örneklerde olgunlaştırmanın 1. gününde parçalanma ürünü olan gama-filamine dönüştüğü tespit edilmiştir. Gama-filamin izoformunun hızla oluşum gösterdiği örneklerde; diğer örneklerle karşılaştırıldığında en düşük kesme kuvvetlerinin olduğu belirlenmiştir. Huff Lonergan vd (2010); filamin parçalanmasının myofibrillerin ana bağlantılarını bozduğunu, kas hücreleri içindeki myofibrillerin periferik tabakasının sarkolemaya bağlantılarını değiştirebileceğini belirtmiştir. Myosindeki değişimler de diğer incelenen proteinlerde olduğu gibi; ilerleyen olgunlaştırma süresi ile özellikle yüksek pH'lı örneklerde olmak üzere parçalanmaya uğramış, parçalanmanın hızlı olduğu süreçlerde en düşük kesme kuvvetlerinin meydana geldiği tespit edilmiştir.

Kim vd (2016), farklı sıcaklıklarda *M. longissimus lumborum* kasını kemikli halde 3 hafta kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutmuştur. Çalışmada olgunlaştırma işlemine alınmıştır. Üç hafta sonunda tıraşlama ve kemiklerinden ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kuru olgunlaştırma yapılan örneklerde, yüzeydeki aşırı kuruma sebebiyle daha fazla tıraşlama kaybı oluşmuştur. Kuru olgunlaştırma sonunda ürün verimi % 46 iken, yaş olgunlaştırma sonunda % 55 verim elde edilmiştir. Kuru olgunlaştırmada nem kaybı ve tıraşlama kaybının daha yüksek olması sebebiyle, düşük verim gözlemlenmiştir. Kuru olgunlaştırma uygulanan örneklerde, yaş olgunlaştırma yapılanlara göre daha yüksek ağırlık kaybı gözlemlenmiş, ayrıca farklı sıcaklıklarda kuru olgunlaştırma yapılan örnekler (3 °C ve 1 °C) arasında da önemli farklar tespit edilmiş, yüksek olgunlaştırma sıcaklığı ve düşük bağıl nem değerinde daha fazla evaporasyon gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. pH ölçümlerinde, örnekler arasında

önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. Olgunlaştırılan numuneler su banyosunda pişirilmiş, iki olgunlaştırma işleminde pişirme kayıpları bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bu sonuç, Dikeman vd. (2013)'nin kuru, yaş ve özel ambalaj içinde olmak üzere 3 olgunlaştırma işlemini karşılaştırdıkları çalışma ile benzerlik göstermiş; söz konusu çalışmada da kuru ve yaş olgunlaştırılmış örnekler arasında pişirme kaybı önemsiz iken, özel ambalaj içerisinde olgunlaştırılan örnekler önemli derecede daha fazla pişirme kaybına uğramıştır. DeGeer vd. (2009), kuru ve özel ambalaj içerisinde olgunlaştırma sonucunda, özel ambalaj içerisinde olgunlaştırılan örneklerin daha fazla pişirme kaybına uğradığını tespit etmişlerdir. Yüzey rengine bakıldığında kuru olgunlaştırılmış örneklerde, yaş olgunlaştırma uygulanmış örneklere göre daha düşük parlaklık değerleri bulunmuştur. Kim ve Hunt (2011) bu durumu yaş olgunlaştırılan örneklerin daha fazla nem miktarına sahip olması nedeniyle ışığı daha iyi yansıttığı şeklinde açıklamıştır.

Kuru olgunlaştırılan örneklerin kendi içinde de 1 °C ve 3 °C'de olgunlaştırılan örneklerden 3 °C'de olgunlaştırılanların daha koyu renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma yapılan örneklerin a^* değeri ile renk yoğunluğu göstergesi *Chroma* değerleri, yaş olgunlaştırılan örneklerden daha düşük bulunmuştur. L^* değerlerinde de benzer durum gözlemlenmiş ve 3 °C'de kuru olgunlaştırma yapılan örnekler en düşük a^* ve *Chroma* değerlerine sahip olmuşlardır. Kim ve Hunt (2011), bu durumu söz konusu etlerin yüzeyinde daha az nem olması nedeniyle ışığı en fazla derecede absorpladıklarını ve bunun sonucunda koyu kırmızı rengin gözlemlendiği şeklinde açıklamışlardır. Renk solmasının indikatörü olan *Hue* değerlerinde örnekler arasında önemli farklar gözlemlenmemiş, sonuç olarak kuru olgunlaştırma işleminin etin yüzey rengine olumsuz özellik katmadığı sonucuna varılmıştır. Kesme kuvvetleri incelendiğinde 1 °C'de yaş olgunlaştırma yapılan örneğin en yüksek kesme kuvvetine sahip olduğu, diğer tüm örneklerden yakın sonuçlar elde edildiği ve aralarında önemli farkın olmadığı tespit edilmiştir. 1 °C ve 3 °C'de yaş olgunlaştırma yapılan örneklerden, 3 °C'deki örneğin daha düşük kesme kuvvetine sahip olması Bechtel & Parrish 'in (1983), daha yüksek sıcaklıklarda fazla proteolitik aktivite sonucu gevreklik daha iyi gelişir görüşü ile uyum içerisinde. Literatürdeki bazı çalışmalarda bu sonuçların aksine kuru ve yaş olgunlaştırma arasında kesme kuvveti bakımından belirgin bir fark gözlemlenmediği tespit edilmiştir. Dikeman vd. (2013), kuru, yaş ve özel ambalaj

içerisinde olgunlaştırdıkları *Longissimus lumborum* kasları arasında kesme kuvveti açısından önemli bir fark gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada örnekler farklı son sıcaklıklarda pişirilerek de analiz edilmiş, merkez sıcaklığı daha yüksek örneklerde kesme kuvvetinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Dikeman vd. (2013) bu durumu, daha yüksek sıcaklıklarda myofibriler ve sarkoplazmik proteinlerin denatürasyonunun ve/veya koagülasyonunun artışına bağlamışlardır. Ahnström vd. (2006) benzer şekilde kuru olgunlaştırma ve özel ambalaj içerisinde olgunlaştırma yapılan örneklerde kesme kuvveti açısından önemli bir fark gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Kim vd. (2016), 2,54 cm kalınlığındaki olgunlaştırılmış biftekleri, elektrikli ocak üzerinde merkez sıcaklık 71 °C olana kadar pişirmiş ve duyu analizi sonucunda panelistler genel beğeni yönünden kuru olgunlaştırılmış örnekleri daha lezzetli bulmuşlardır. Kim vd. (2016), lezzetin öncül maddeleri olan metabolitleri de analiz etmişler ve toplamda tespit edilen 32 metabolitten 8 tanesinin, 2 olgunlaştırma yöntemi açısından önemli derecede farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Kuru olgunlaştırılmış etlerde daha fazla suyun buharlaşması nedeniyle, söz konusu metabolitlerin konsantrasyonunun artmış olabileceği belirtilmiştir. Önemli derecede farklı çıkan bu metabolitlerden triptofan, fenilalanin, valin, tirozin izoleüsin ve lösin serbest amino asitlerdir ve buna göre kuru olgunlaştırılan etlerde proteinlerin hidrolizinin daha fazla olması sonucu bu serbest amino asitlerin fazla olduğu çıkarımı yapılabilir. Proteinlerin parçalanması ile ilgili bu konu, aynı çalışmada değinilen kuru olgunlaştırılmış etlerin kesme kuvvetinin yaş olgunlaştırma yapılan örneklere göre düşük bulunması durumunu desteklemektedir.

Wasser ve Lundeen (2012), mozayikleşmesi yüksek etlerin, düşük mozayikleşmeye sahip etlere kıyasla, daha gevrek, daha lezzetli ve daha sulu olduğunu belirtmişlerdir. Matsuishi vd. (2004), dünyadaki en lezzetli etlerden biri olarak bilinen mozayikleşme düzeyi çok yüksek olan Japon Wagyu etlerinin, mozayikleşme olmaksızın yaklaşık %10 yağ içeriğine sahip Holstein etlerine göre çok daha gevrek olduğunu, daha güçlü ve hoş bir aromaya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Shimada vd. (1992), standart yağ içeriğine sahip Holstein etlerinin kesimden sonra iyi bir gevrekliğe sahip olduğunu, ancak, bu süreçte, lezzet için öncül maddelerden olan serbest amino asit miktarının da artmış olmasına karşın lezzetin yeterince gelişemediğini tespit etmişlerdir. Iida vd. (2016), mozayikleşme düzeyi oldukça yüksek olan Japon Tajima sığır etlerini kesimden sonra

60 gün süreyle 1-4 °C kadar %80-90 bağıl nem arasında kuru olgunlaştırmaya tabi tutmuşlardır. Numuneler bütün karkas halinde olgunlaştırmaya tabi tutulmuş, analizler için örnek alınacağı günlerde *Longissimus thoracis* kasından 5 cm kalınlığında bir dilim kesilmiş ve analize tabi tutulmuştur. Olgunlaştırma sürecinde serbest amino asit miktarı 60 gün süresince sürekli artış göstermiş, 60. ve 40. gün örneklerinde önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Inoue vd. (2011), yüksek düzeyde mozayikleşmeye sahip bu ırkın et yağlarında oleik asitin daha fazla olduğunu belirtmiştir. Iida vd. (2016), oleik asit miktarının %50'nin üzerinde olmasının, bu etlerdeki yağın erime noktasını 20 °C civarına indirdiğine ve bu sayede etin sululuğunun arttığı sonucuna varmışlardır. Söz konusu araştırmada, yüksek mozayikleşmeye sahip bu etler için gevreklik, sululuk, umami lezzetin yoğunluğu ve genel lezzet yoğunluğu açısından 40 günlük kuru olgunlaştırma işleminin en iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Lepper-Blilie vd. (2016), Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA) sığır derecelendirme standartlarına göre düşük mozayikleşme düzeyine sahip etlerin, tüketim kalitesi üzerine olgunlaştırma süresi ve yönteminin önemini belirledikleri çalışmada, kesimden itibaren 49. güne kadar kemikli ve kemiksiz etler kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulmuştur. 14, 21, 28, 35, 42 ve 49. günlerde alınan örneklerde olgunlaştırma sonrası tıraşlama ve ağırlık kaybı bakımından kemikli parçalar, kemiksiz parçalara göre daha düşük kayba uğrarken, yaş olgunlaştırılan örnekler kuru olgunlaştırılan örneklerle göre daha düşük kayba uğramıştır. Aynı çalışmada gevreklik tespiti için kesme kuvveti değerlerine bakılmış, kesme kuvveti olgunlaştırmanın ilerleyen zamanlarında doğrusal olarak azalmıştır. Olgunlaştırma yöntemi ve etin kemikli veya kemiksiz oluşu kesme kuvveti üzerine belirgin bir etkide bulunmamıştır. Gevreklik, duyuşal yönden de değerlendirilmiş ve 28. gün örneklerine kadar panelistlere göre gevreklik önemli derecede artarken, 28. günden sonra önemli bir artış tespit edilmemiştir. Olgunlaştırma yöntemi ile etin kemikli veya kemiksiz oluşu; gevrekliğin ve sululuğun duyuşal değerlendirilmesinde önemli bir fark oluşturmazken, olgunlaştırma yöntemi ile kemikli-kemiksiz olma durumu arasındaki interaksiyon, duyuşal gevreklik yönünden fark yaratmıştır. Buna göre; kemiksiz kuru olgunlaştırılan etler duyuşal yönden en iyi gevrekliğe sahipken, kemikli kuru olgunlaştırılanlar en düşük gevreklik puanını almıştır. Yaş olgunlaştırılmış kemikli ve kemiksiz etlerin gevrekliği ise bu iki değer arasında yer almıştır. ‘‘Olgunlaştırılmış tat’’ yönünden yapılan duyuşal değerlendirmede 42 ve 49.

gün örneklerinin en yoğun olgunlaştırılmış tada sahip olduğu belirtilmiş, kuru olgunlaştırmada bariz şekilde bu tadın yaş olgunlaştırmaya göre daha fazla olduğu, kemiksiz etlerin de bu tat bakımından daha belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Duyusal değerlendirme sonucuna göre; kuru olgunlaştırılmış kemiksiz etler en yüksek puanı alırken, yaş olgunlaştırılmış kemikli ve kemiksiz etler ile kuru olgunlaştırılmış kemikli etler aynı puanı almıştır. Çalışma sonucuna göre; yüksek evaporasyon ve tıraşlama kayıplarının yanında istenilen lezzet oluşumu elde edilemediği için; düşük mozayikleşmeye sahip etlerin kuru olgunlaştırma işlemi için uygun olmadığı görüşüne yer verilmiştir.

Etlere kalsiyum enjeksiyonu yapılarak gevrekliğin artırılması, 1960'lı yıllardan beri bilinen bir uygulamadır. Bu durum; Ca^{+2} varlığında aktiveşebilen kalpain enzimleri ile alakalıdır (Herrera-Mendez vd. 2006). Kerth vd. (1995), sığır kontrfilesine $CaCl_2$ enjeksiyonu yaparak 2 °C'de 14 gün yaş olgunlaştırma sonucunda, duyusal analiz gevreklik puanlarının arttığını ve Warner-Bratzler kesme kuvvetinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Ahnström vd. (2006), yaptıkları çalışmada kuru olgunlaştırma yöntemi ile nem geçirgenliği yüksek ambalaj içerisinde kuru olgunlaştırma işlemini karşılaştırmışlardır. Sığır kontrafileleri, 21 gün 3 °C sıcaklık ve %87 bağıl nem altında bir soğutucu içinde olgunlaştırılmış, örneklerde yağ ve nem düzeylerinde olgunlaştırma süresince önemli bir değişim olmadığı belirtilmiştir. 21. gün numunelerinde ağırlık kaybı, 14. gün örneklerine göre her iki yöntem için de artmıştır. Tıraşlama esnasında en yüksek kayba 21. gün klasik kuru olgunlaştırılan örnekler uğramış, diğer örnekler arasında fark görülmemiştir. Toplam aerobik canlı, Laktik asit bakterileri ve maya sayımı hem yağsız dokuda, hem de yağ dokuda ayrı ayrı bakılmış, toplam aerobik canlı sayısında olgunlaştırma öncesine göre önemli bir artış meydana gelmiş ancak olgunlaştırma yöntemleri ve günler arasında hiç bir fark görülmemiştir. Yağ dokuda ambalaj içerisinde olgunlaştırılanlarda laktik asit bakterileri daha yüksek sayıda çıkmıştır. Bu bakterilerin aerobik koşullardan ziyade vakum paketlerde daha fazla üremesi bu durumu desteklemiştir (Parrish ve ark., 1991). Olgunlaştırmanın ilerlemesi ile beraber her iki doku türünde de laktik asit bakteri sayısı azalmıştır. Ambalaj içerisinde olgunlaştırılan örneklerin maya sayımı her iki gün numunesinde de daha düşük bulunmuş, klasik kuru

olgunlaştırılanların direkt atmosferik koşullara maruz kalması maya sayısını artırmıştır. Olgunlaştırma işlemi ilerledikçe her iki olgunlaştırma yöntemi için de, maya sayısı önemli derecede artmıştır. Genel anlamda, maya sayısı artarken, hem yağlı hem yağsız doku için toplam aerobik canlı sayısının ve yağsız doku için laktik asit bakteri sayısının önemli değişime uğramamasının sebebi; olgunlaştırma sırasında yüzeyin kuruması sonucu su aktivitesinin düşmesi, mayaların da bakterilere göre çok az su aktivitesinde üreyebiliyor olması olabilir. Su buharı geçirgenliği yüksek paket içinde kuru olgunlaştırma işleminin, verimi artırması ve mikrobiyal kontaminasyonu düşerebilmesi açısından alternatif bir yöntem olabileceği belirtilmiştir.

Kuru olgunlaştırma poşetinde ve yaş olgunlaştırmanın karşılaştırıldığı Li vd. (2013) yaptığı çalışmada, Hereford ırkından elde edilen *Gluteus medius* kası kesimden sonraki 7. günde belirli bir su buharı geçirgenliğine sahip kuru olgunlaştırma poşetlerine konulmuş, aynı kas çeşidi numuneleri ayrıca vakum paketlenerek yaş olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Soğutma odasında 2,9 °C'de %91 bağıl nem koşulları kullanılmıştır. Bu koşullar altında numuneler 14 gün süreyle olgunlaştırılmış (kesimden sonraki 21. gün) ve farklı olgunlaştırma yöntemlerinin pH, koku ve kesme kuvveti üzerine önemli etkisi olmadığı görülmüştür. Kuru olgunlaştırma poşetlerinde olgunlaştırılan örneklerin nem içeriği, kontrol ve yaş olgunlaştırılanlardan düşük bulunmuştur. Yaş olgunlaştırılanlar ile kontrol grubu arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir. 14 gün sonunda her iki yöntem arasında önemli bir farklılık gerçekleşmemiştir. Kuru olgunlaştırma poşetinde olgunlaştırılanların metmyoglobin miktarında, yaş olgunlaştırma uygulamasına göre daha yüksek olma eğilimi gözlemlenmiştir. Olgunlaştırma işleminin Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (TMAB), Laktik asit bakteriler (LAB) ve Maya sayısına hem tıraşlama öncesi hem tıraşlama sonrası önemli derecede etkileri olmuştur. TMAB değeri her iki olgunlaştırma yönteminde de artmıştır. LAB değerleri her iki yöntemde de artmış; ancak yaş olgunlaştırmada belirgin şekilde daha yüksek çıkmıştır. Maya sayısı, kuru olgunlaştırma poşeti içindeki örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Tıraşlama sonrası maya sayısı, kuru olgunlaştırma poşeti içindeki numunelerde azalırken, vakum altında olgunlaştırılan örneklerde yüksek çıkmıştır. Enterobacteriaceae sayısı ile küf sayısı olgunlaştırma yöntemlerinden etkilenmemiştir. Tüketici testleri benzer pek çok çalışmadan farklı olarak kadın ve erkekler için farklı farklı verilmiştir. Genel beğeni yönünden, kuru olgunlaştırma poşetinde olgunlaştırılanların daha gevrek daha sulu

olduğu belirtilmiş, duyuşal değerdendirmede cinsiyet farklılığının da önem arz ettiğı görüşü desteklenmiştir. Buna göre; kadınlar daha gelişmiş koku ve lezzet algılarına sahiptir (Cani, 1982).

Laster vd. (2008), *M. Longissimus thoracis*, *M. Longissimus lumborum* ve *M. Gluteus medius* kasları ile, 35 güne kadar kuru ve yaş olgunlaştırma yapmışlardır. Olgunlaştırma, sıcaklığı -0.6 °C olan % 78 bağıl nem ortamına sahip bir soğutucu içinde yapılmıştır. Duyusal değerdendirmelerde kuru olgunlaştırılmış örnekler sürekli artan beğeni ile en yüksek puanı 35. günde almıştır. Yaş olgunlaştırılan örnekler ise en yüksek puanı 14. günde elde etmiş, 21, 28 ve 35 günlerde genel beğenide belirgin bir düşüş gözlemlenmiş ancak 3 numune arasında fark meydana gelmemiştir. Olgunlaştırma sürecinde, yaş olgunlaştırılanlar vakum paket içerisinde olduğunda hiçbir büzüşme oluşmaz iken, kuru olgunlaştırılan örnekler de ise tüm parçalar için en fazla büzüşme 35. günlerde meydana gelmiş ve % 15 düzeyine ulaşmıştır. Tıraşlama işlemi ile kuru olgunlaştırılan örneklerde % 23'e varan kayıplar meydana gelmiştir. Tıraşlama işleminin ete zarar vermemek ve gerekenden fazla kayba uğramasına engel olmak adına deneyimli bir personel tarafından yapılması gerektiğı ve belirli bir işgücü maliyeti meydana getireceğı gerçeğı göz önünde bulundurularak, bu işlem için geçen süre de kayda alınmış ve kuru olgunlaştırılan örnekler için fark edilir derecede daha uzun bir süre gerektiğı ortaya çıkmıştır. Smith vd. (2008) de yaptığı benzer sonuçlar elde edilmişler ve olgunlaştırma süresi ilerledikçe bu sürenin de arttığı belirtilmiştir. Olgunlaştırma süresi uzadıkça kuru olgunlaştırılan örneklerde toplam verimde önemli düşüşler meydana gelirken, yaş olgunlaştırılan örneklerde çok daha az miktarda kayıp yaşanmıştır. Smith vd. (2008), benzer şekilde kuru olgunlaştırılmış etlerde daha düşük verim sonucuna varmış ve bunu olgunlaştırma esnasındaki su kaybı ve sonrasındaki tıraşlama kayıplarına bağlamışlardır. Perakende satışta kuru olgunlaştırılmış etlerin bu yüzden daha yüksek fiyata satıldığı beirtilmiştir.

Watanabe vd. (2015), yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin uçucu bileşen profillerine bakmışlardır. Sığır *M. Biceps femoris* kaslarını vakum altında paketlenerek kesimden sonra toplamda 30 gün 4 °C'de olgunlaştırmışlar ve numuneleri kapaklı test tüpü içerisinde 180 °C'de 5 dak. süre ile pişirmişlerdir. Pişirilmiş numunelerden 70 tane uçucu bileşen, Watanabe vd. (2008)'nin belirttiğı yöntemle göre ekstrakte edilmiş ve GC-MS ile bunların miktarları belirlenmiştir. Homosiklik bileşenlerden metilbenzen

(toluen) ve benzenasetaldehit'in olgunlaşma ilerledikçe önemli derecede arttığı gözlemlenmiştir. Toluen, serbest tirozinin prolizi ile veya yağ asitlerinin parçalanma ürünlerinden türeyen doymamış hidrokarbonlardan meydana gelebilmektedir (Min vd. 1977). İlerleyen zamanla toluen'deki bu artış, lipid oksidasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Miktarı artan diğer bir homosiklik bileşen benzenasetaldehit, dikarbonil bileşenlerin varlığında fenilalaninin Strecker parçalanması ile oluşan bir Strecker aldehitidir (Huang ve Ho, 2012). Bununla ilişkili olarak, olgunlaştırma sürecinde fenilalaninin arttığı bilinmektedir (Watanabe vd. 2004). Ma vd. (2012)'de yaş olgunlaştırma uyguladıkları *Semimembranosus* kasında, benzenasetaldehit miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu artış, olgunlaştırma ve pişirme işlemi ile ilişkilidir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle beraber, heterosiklik bileşenlerden olan pirazinlerden bazılarında önemli artış gözlemlenmiştir. Pirazinler; Strecker reaksiyonundan türeyen iki alfa-aminokarbonil kondensasyonu ile oluşur. Strecker reaksiyonu; bir amino asit ile alfa-karbonil bileşenleri arasında meydana gelir. Olgunlaşma ile serbest aminoasit miktarının arttığı bilinmektedir. Ayrıca depolama esnasında heksozlar gibi şekerlerin de arttığı (Koutsidis vd. 2008), bu karbonhidratların karamelizasyonu veya Maillard reaksiyonuna girmeleri sonucu alfa-karbonil bileşenlerin oluştuğu bildirilmiştir (Resconi vd. 2013). Pirazinlerdeki bu artış, olgunlaşma ile beraber artan serbest aminoasit miktarı ve yüksek pişirme sıcaklığı ile beraber meydana gelen Maillard reaksiyonu sonucuna bağlanmıştır. Asetaldehit türevi et aroması olarak bilinen thiozollerden (Huang ve Ho, 2012); 2-Acetylthiazole'de de belirgin artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sürecinde önemli derecede artış gözlemlenen tüm bu uçucu bileşenlerin pişmiş etin aromasında önemli rol oynadığı; olgunlaştırma işleminin etin yalnızca lezzetini değil, aynı zamanda aromasını da etkilediği sonucuna varılmıştır.

Olgunlaştırma işleminin süresi uzarken, etin gevrekliğinin arttığı birçok çalışma ile ortaya konmuştur. *Gluteus medius* kası ile yapılan bir çalışmada, olgunlaşma süresinin uzaması ile beraber et gevrekliğinin de arttığı belirtilmiştir (Shorthose & Harris, 1990). Literatürde olgunlaştırmanın en uzun süreyle yapıldığı çalışmalardan biri Colle vd. (2015)'nin *Gluteus medius* ve *Longissimus lumborum* kaslarını 63 güne kadar yaş olgunlaştırdıkları araştırmadır. Bu çalışmada numuneler toplamda 63 gün vakum paketlenmiş olarak 0 °C'de olgunlaştırılmış, 2, 14, 21, 42 ve 63. günlerde analize tabi tutulmuştur. Her iki kas çeşidinde de toplam aerobik canlı sayısı ilerleyen olgunlaştırma süreci ile

birlikte artmış, Koliform ve *E. coli* sayıları ise her defasında tüm örneklerde $1.5 \text{ kob}/5\text{cm}^2$ 'den az bulunmuştur. Çözünür ve çözünmez kollajen miktarı önemli bir değişim göstermemiş, benzer şekilde Silva vd. (1999) de 13 günlük olgunlaştırma sonunda kollajen miktarında değişim gözlemlenmemişlerdir. Kesme kuvveti değerlerinde *Longissimus lumborum* kası, en büyük düşüşü 2 ila 14. gün numuneleri arasında göstermekle beraber, 63. güne kadar önemli derecede düşüş gözlemlenmiştir. Tüketici panelleri, her iki kas çeşidi için de olgunlaşmanın ilerlemesiyle beraber sürekli artan bir gevrekliği ortaya koymasına rağmen, *Gluteus medius* kasının kesme kuvveti değerinde çok az değişimler dışında istatistik yönden önemli bir düşüş gözlemlenmemiştir. Lipid oksidasyonu olgunlaştırma ile beraber her iki örnekte de artmış, ancak, TBA miktarları, üründe kötü lezzet algılamasına sebep olacak eşik değer olarak belirtilen (McKenna vd., 2005) $1.0 \text{ mg MDA} / \text{kg et}$ sınırını hiçbir örnekte aşmamıştır. İlerleyen olgunlaştırma süresi ile beraber ürünün perakende raf ömrünün kısaldığı, ancak gevreklik açısından tüketici memnuniyetinin arttığı sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu araştırmada, hammadde olarak Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesinde yer alan Coşkun Entegre Et ve Et Ürünleri tesisinden temin edilmiş Angus ırkına ait erkek dana karkaslarının sağ ve sol yarım-larından çıkarılan *M. Longissimus lumborum (LL)* kasları kullanılmıştır. Kesimden 48 saat sonra, karkasların bir yarısından alınan örnekler kuru olgunlaştırma, diğer yarısından alınan örnekler yaş olgunlaştırma için ayrılmıştır.

3.2 Metot

Olgunlaştırma işlemi, AKÜ Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan Nüve Test Cabinet TK600 iklimlendirme cihazında gerçekleştirilmiştir. Kuru olgunlaştırma örnekleri ambalajsız olarak, yaş olgunlaştırma örnekleri ise tesislerde polietilen-poliamid karışımı torbalar içinde vakum ambalajlama yapıldıktan sonra cihaz raflarına yerleştirilmiştir. Olgunlaştırma koşulları için ortam sıcaklığı $1,5 \pm 2$ °C, bağıl nem % 81 ± 12 olarak belirlenmiştir. Her iki grup için olgunlaştırma işlemi 28 gün süreyle devam ettirilmiş, analizler 0, 14, 21 ve 28. günlerde yapılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü olarak yapılmış ve analizler her bir tekerrürde iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Kimyasal Analiz Metotları

Olgunlaştırma işleminin 0 (kontrol), 14, 21 ve 28. günlerinde analiz numuneleri alınmış ve numuneler nem, ağırlık kaybı, kül, yağ, protein, pH, renk, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, mikrobiyolojik analizler, duyu-sal analiz, tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS), serbest amino asit kompozisyonu, tekstür profil analizi, sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ve protein oksidasyonu yönünden analiz edilmiştir.

3.2.1.1 Kuru madde tayini

Kuru madde tayini için, 103-105°C’de sabit tartıma getirilen cam kurutma kaplarına homojen hale getirilen numuneden yaklaşık 5 g tartılarak 103-105°C’deki kurutma dolabında sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin, son tartımlarının yaş numune ağırlığına oranlanması ile toplam nem ve kuru madde içerikleri tespit edilmiştir (AOAC 2000).

3.2.1.2 Ağırlık Kaybı tayini

Olgunlaştırma işlemi öncesi bütün kas kitlesi halinde tartılan numunelerin ağırlıkları tespit edilmiş, olgunlaştırma işlemi tamamlanan numuneler, olgunlaştırma dolabından çıkarıldıktan sonra ilk olarak ağırlık ölçümüne tabi tutulmuştur. Yaş olgunlaştırma uygulanan örnekler, vakum ambalajdan çıkarıldıktan sonra kas kitlesi üzerindeki kan, damlama suyu vs.nin uzaklaştırılması amacıyla hafifçe kağıt havlu yardımıyla temizlenerek tekrar tartılmıştır. Kuru olgunlaştırılan numuneler, suyun uzaklaşması sonucu dış yüzeyde meydana gelen kabuk tabakasının bıçak yardımıyla uzaklaştırılması (traşlama) sonrasında tekrar tartılmış, traşlama kaybı olarak kaydedilmiştir. Numunelerin traşlama kaybı ve toplam ağırlık kayıpları, başlangıçtaki ağırlıklara oranlanarak % olarak tespit edilmiştir (Kim vd. 2016).

3.2.1.3 Kül tayini

Kül tayini için, 103-105°C’de sabit tartıma getirilen porselen kül krozelerine homojen hale getirilen numuneden yaklaşık 3 g tartılarak 103-105 °C’deki kurutma dolabında 10-12 saat kurutulmuştur. Kül fırınına alınan numuneler 600 °C’de gri-beyaz olana kadar yakılarak kül haline getirilmiştir. Kül miktarı meydana gelen ağırlık farkından % olarak tespit edilmiştir (Anonymous 1990).

3.2.1.4 Yağ Tayini

Yağ tayini için, soxhelet düzeneği kullanılarak n-hekzan ile sıcak ekstraksiyon yapılmıştır (Anonymous 1990).

3.2.1.5 Protein Tayini

Numunelerin % azot miktarı Kjeldahl yöntemi ile belirlendikten sonra, belirlenen azot miktarı 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı tespit edilmiştir (Anonymous 1990)

3.2.1.6 pH Tayini

pH tayini için, yaklaşık 10 g numune tartılarak 100 ml saf su ile homojenize edilmiştir. Numunelerin pH değerleri, pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri ile kalibre edilen pH metre ile (HANNA, HI 2210) belirlenmiştir (Gökarp vd. 1999).

3.2.1.7 Renk Tayini

Numunelerin renk tayini için Hunter-Lab Renk sistemine göre Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) cihazı ile ölçüm yapılmıştır. L^* (Parlaklık, 100:Beyaz, 0:Siyah), a^* (+):Kırmızılık, (-):Yeşillik, b^* (+):Sarılık, (-):Mavilik renk parametreleri elde edilmiştir. Cihazın optik okuyucu kısmı numune yüzeyine direkt temas ettirilmiş ve aletin konumu değiştirilerek beş farklı noktadan okuma yapılmıştır (Kayaardı ve Gök 2003).

3.2.1.8 Su Aktivitesi (a_w) tayini

Numunelerin a_w değerleri, su aktivitesi cihazı Novasina TH-500 (Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.1.9 Su Tutma Kapasitesi (STK) tayini

Su tutma kapasitesi tayini için, Wardlaw ve ark. (1973)'nın önerdiği metot kullanılmıştır. Homojen hale getirilen numuneden selüloz nitrat test tüplerine 8 g tartılmış, üzerine 12 ml 0,6 M NaCl çözeltisi ilave edilerek çalkalanmıştır. Bu tüpler 5°C'lik su banyosunda 15 dk süreyle tutulmuş ardından 4 °C'de, 7200 devir/dakika'da hava soğutmalı santrifüj içerisinde (Nüve NF 800R, Türkiye) 15 dk santrifüj edilmiştir.

Tüp içerisindeki muhteva, üst kısmında huni bulunan mezüre boşaltılarak 60-90 dk bekletilmiştir. Mezür üzerindeki süzüntü hacmi okunarak su tutma kapasitesi (%) belirlenmiştir.

3.2.1.10 Tiobarbitürikasit reaktif maddeler (TBARS) miktarının tayini

TBARS tayini; lipid oksidasyonu sonucu meydana gelen aldehitlerden biri olan malonaldehitin miktarının belirlenmesine yönelik bir analizdir. Bu amaçla, 10 gram numune 30 ml % 7,5'luk TCA çözeltisinde homojenize edilmiştir. Whatman No:42 filtre kağıdı kullanılarak homojenizat süzölmüş, süzöntüden 5 ml vidalı kapaklı cam test tüpüne alınmıştır. Üzerine 5 ml 0,02 mol/L derişimindeki TBA çözeltisi ilave edilerek 35 dk. 100 °C'deki su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan örneklerde oluşan renk yoğunluğu 532 nm dalga boyunda şahit numuneye karşı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 Spectrophotometer, Kyoto, Japan) okuma yapılarak tespit edilmiştir (Mielnik vd. 2006).

3.2.1.11 Protein Oksidasyonu tayini

Numunelerin protein karbonil içerikleri Levine vd. (1990) modifiye spektrofotometrik metoduna göre belirlenmiştir. Yöntemin prensibi; 2,4-dinitrofenilhidrazin (DNP) karbonil grupları ile birleştiğinde renkli bir hidrozon oluşması ve oluşan bu hidrazonun absoransı 360 nm dalga boyunda belirlenmesidir. 500 µl numune 500 µl numune %20 TCA ile karıştırılmıştır. 4000 rpm' de 15 sn kadar santrifüj edilip süpernatant dökölmüştür. Pelet, 500 µl DNP ile (2N HCl içinde, 50 °C'de çözünmesi gerekir) karıştırılıp, 1 saat karanlıkta, oda ısısında bekletilmiştir. Her 10 dk da bir vortekslenerek peletin DNP ile muamelesi sağlanmışır. Daha sonra 500 µl %20'lik TCA ile karıştırılıp 2-3 dk oda ısısında bekletilmiştir. 4000 rpm'de 3 dk santrifüj edildikten sonra süpernatant dökölerek aynı işlem % 10'luk TCA ile üç kez tekrarlanmışır. Çökelti 2 ml 1 M NaOH içinde 37 °C'de 30 dk bekletilerek çözölmüştür. Numunenin absoransı, NaOH şahitine karşı 360 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Sonuçlar numunenin protein düzeyiyle oranlanarak µmol / g protein olarak verilmiştir.

Numunelerin tiyol miktarı ölçümü Rel Assay Diagnostics marka Total Thiol

Measurement Assay Kiti ile yapılmıştır (Mega Tıp San ve Tic Ltd Sti, Sahinbey/Gaziantep/TURKEY). Absorbans okuması ChemWell 2910 ELISA cihazında yapılmıştır. (Awareness Technology, Inc. Martin Hwy. Palm City, USA). Sonuçlar numunenin protein düzeyiyle oranlanarak $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olarak verilmiştir.

3.2.1.12 Serbest amino asit kompozisyonunun tayini

Serbest amino asit tayini, Henderson ve Brooks (2010) yöntemi ile Agilent 1260 HPLC cihazı ile gerçekleştirilmiştir. 2.1×150 mm, $3.5 \mu\text{m}$ özelliklerinde C18 kolon kullanılmıştır. Mobil Faz A için; 10 mM Na_2HPO_4 : 10 mM $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, pH 8.2: 5 mM NaN_3 , Mobil Faz B için: asetonitril: metanol: saf su (45:45:10, V:V:V) kullanılmıştır. Enjeksiyon seyreltisi: 100 mL mobil faz A + 0.4 mL konsantre H_3PO_4 , 100 ml'lik şişede hazırlanarak 4°C 'de muhafaza edilmiştir. Amino asit standardı olarak, 24 amino asit içeren mix (Agilent, Santa Clara, USA) kullanılmıştır.

3.2.1.13 Miyofibriler ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilinin tayini

Olgunlaştırma işlemi sonunda miyofibriler ve sarkoplazmik proteinlerde meydana gelen değişimler Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforez (SDS-PAGE) tekniği ile belirlenmiştir. Sarkoplazmik proteinlerin ekstraksiyonu için 10 g et örneği ince ince doğranmış, üzerine 40 ml 0,03 M potasyum-fosfat tampon çözeltisi ilave dilerek ultraturax ile homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizat, 12000 rev de 4°C 'de 20 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant cam yününden erlenmayer içerisine süzölmüştür. Pellete aynı işlem bir kez daha uygulanmıştır. Her iki uygulamadan elde edilen süpernatantlar birleştirilerek sarkoplazmik protein ekstraktı elde edilmiştir. İkinci süzme sonrasında elde edilen pellet üzerine 40 ml 8 M üre (%1 β -merkaptoetanol içeren) ilave edilerek homojenize edilmiştir. Elde edilen homojen örnek 12000 rev de 4°C 'de 20 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant cam yününden erlenmayer içerisine süzölmüştür. Elde edilen süzöntü miyofibriler proteinleri içermektedir.

Kuru ve yaş olgunlaştırma boyunca proteinlerdeki değişimleri incelemek amacıyla Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforez (SDS-PAGE) tekniği kullanılmıştır. Ekstrakte edilen protein örneklerinin önce konsantrasyonları

belirlenmiştir. Bunun için Bradford ayracı kullanılmış, üretici firma tarafından önerilen standart yöntemle göre belirlenmiştir. Örneklerin UV spektrofotometrede (UV-1601, Shimadzu, Japan) 595 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Protein konsantrasyonları, Bovine Serum Albumine (Sigma) standart olarak kullanılmasıyla belirlenmiş, ekstraktların konsantrasyonu 2 mg/ ml'ye ayarlanacak şekilde sample buffer ilave edilmiştir. Ardından 95 °C'de 10 dakika su banyosunda kaynatılmıştır. Kaynatma işlemi sayesinde proteinler arasındaki bağlar kırılır ve proteinler negatif yük ile yüklenir. Kaynatma işlemi ile proteinler lineer hale getirilmiş olur. Sonrasında elektroforez işlemi için poliakrilamid jeller hazırlanmış ve ayırma işlemi Laemmli (1970) tarafından belirlenen yöntemle göre yapılmıştır. Elektroforez işlemi ile yüklü moleküllerin elektrik alanda ayrılmaları sağlanır. Bu işlem, Bio-Rad Mini Protean elektroforez düzeneği ve Bio-Rad Model Power Pac Basic güç kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Ayırma jeline 30 µL örnek enjekte edilmiş ve 32 mA sabit akım koşullarında yaklaşık 60 -90 dakika ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnek koşturma (yürütme) işlemi boya izi jel sonuna ulaşana kadar devam etmiştir. Koşturma tamamlandıktan sonra jeller Commassie Brilliant Blue R-250 (Bio-Rad) içeren boyama çözeltisi içerisinde yaklaşık 30 dakika bekletilerek boyanmıştır. Boyanın fazlası, jellerin arka planı netleşinceye kadar yıkama solüsyonu (% 10 (v/v) metanol, % 5 (v/v) asetik asit, % 85 (v/v) distile su) ile uzaklaştırılmıştır. Protein bantlarının tanımlanması için Bio-Rad Precision Plus Protein Unstained Standards (161-0363) kullanılmıştır. Elde edilen jellerin görüntüleme işlemleri Gen-Box SDR Bio-Imaging Systems cihazı ile yapılmış, elde edilen protein bantlarının moleküler düzeyde hesaplamaları ise Gen Plaza Biyoteknoloji Merkezi'nde (Ankara) gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.14 Tekstür Profil Analizi

Tekstür analizi, TA.HD Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, YL, England) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Elektrikli ızgarada pişirilmiş numunelerden kas fibrillerine paralel şekilde 1cm²'lik şeritler çıkarılmış, 5 kg'lık yük hücresi ile 50 mm'lik silindirik prob kullanılarak, oda sıcaklığında ardışık olarak iki kez %20 kompresyon uygulanmıştır. İşlem şartları; ön test hızı 1 mm/sn, test hızı 5 mm/sn ve test sonrası hızı 5 mm/sn olarak belirlenmiştir (De Huidobro vd. 2005).

Analiz ile elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden hesaplaması yapılan parametreler aşağıda tanımlanmıştır (Garcia vd. 2002, Herrero vd. 2007, Szczesniak vd. 1963).

Sertlik (hardness, g): Numuneyi sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvet

Dış yapışkanlık (adhesiveness, g x sn): Numune ile ölçüm probu arasındaki yapışkan güçlerin üstesinden gelmek için gereken iş (İlk sıkıştırma sonrası apsis altında kalan alan)

İç yapışkanlık (cohesiveness): Numunenin kopmadan önceki deformasyon değeri (A2/A1)

A1: İlk sıkıştırma için gereken toplam enerji

A2: İkinci sıkıştırma için gereken toplam enerji

Elastikiyet (springiness): Numune üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra numunenin orijinal haline dönme kabiliyeti

Sakızımsılık (gumminess): Yarı katı bir et numunesini parçalara ayırarak yutmak için gereken kuvvet

Çiğnenebilirlik (chewiness): Katı bir gıda maddesini yutmaya hazır hale gelene kadar çiğnemek için gereken enerji

Geri kazanım (esneklik, resilience): Deformasyona uğrayan numunenin geri kazanımı

3.2.2 Mikrobiyolojik Analiz Metodları

3.2.2.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

TMAB sayımı için Plate Count Agar (PCA Merck 1.05463) hazırlanarak yayma plak yöntemi uygulanmıştır. 37 °C’de aerobik koşullar altında 24-48 saat inkübasyona bırakılan plaklarda koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (AOAC 2006).

3.2.2.2 Laktik asit bakteri (LAB) sayımı

Laktik asit bakteri sayımı için de MAN, ROGOSA and SHARPE (MRS Agar Merck 1.10660) hazırlanarak yayma plak yöntemi uygulanmıştır. 37 °C’de anaerobik koşullar altında 48 saat inkübasyona bırakılan plaklarda koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (Kompdra vd. 2004).

3.2.2.3 Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı için Potato Dextrose Agar (PDA Merck 1.10130) hazırlanarak yayma plak yöntemi uygulanmıştır. 25 °C’de aerobik koşullar altında 5-7 gün inkübasyona bırakılan plaklarda koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (Tournas vd. 2001).

3.2.2.4 Osmofilik Maya Sayımı

Kserofil küf ve maya sayımı için Dichloran Glycerol Agar (DG 18 Merck 1.00465) hazırlanarak yayma plak yöntemi uygulanmıştır. 28 °C’de aerobik koşullar altında 6 gün inkübasyona bırakılan plaklarda koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır (Güzel 2015).

3.2.3 Duyusal Analiz

Kuru ve yaş olgunlaştırma yapılan numunelerde bölümümüz öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencileri ile duyusal değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla, toplamda 9 paneliste duyusal değerlendirme öncesi kısa bir bilgilendirme yapılmış, akabinde içme suyu, tuzsuz ekmek ve elma suyu eşliğinde eşlenmiş kıyaslama testi niteliğinde duyusal değerlendirme uygulanmıştır. Numuneler, merkez sıcaklıkları 72 °C’ye ulaşana kadar elektrikli ızgarada 1 dakika aralarla ters yüz edilerek pişirilmiştir. Panelistlerden üç haneli sayılarla kodlanan numuneleri görünüş, renk, sululuk, tat-aroma, tekstür ve genel beğeni yönünden 1-9 arasında (1:en düşük, 9 :en yüksek) puanlamaları istenmiştir.

3.2.4. İstatistiksel Analizler

Araştırmada örneklere yapılan analizlerin sonuçları SPSS 21.0 (SPSS Inc, USA) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. 28 gün boyunca olgunlaştırılan etlerin analizlerinden elde edilen veriler tekrarlanan ölçümlü çoklu varyans analizi tekniğiyle değerlendirilmiştir. Farklılık görülen gruplarda farklılığın hangi düzeyde olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir. Çalışma üç tekerrürlü ve iki paralelli olarak yürütülmüştür.

4. BULGULAR

4.1 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Kayıp ve Tıraşlama Kayıp Sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin tıraşlama kayıplarına ait veriler Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de; toplam ağırlık kayıplarına ait veriler ise Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Olgunlaştırılan Örneklerin Tıraşlama Kayıplarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	2203,595	136,639**
Zaman	2	115,581	7,167**
Yöntem x Zaman	2	45,869	2,844

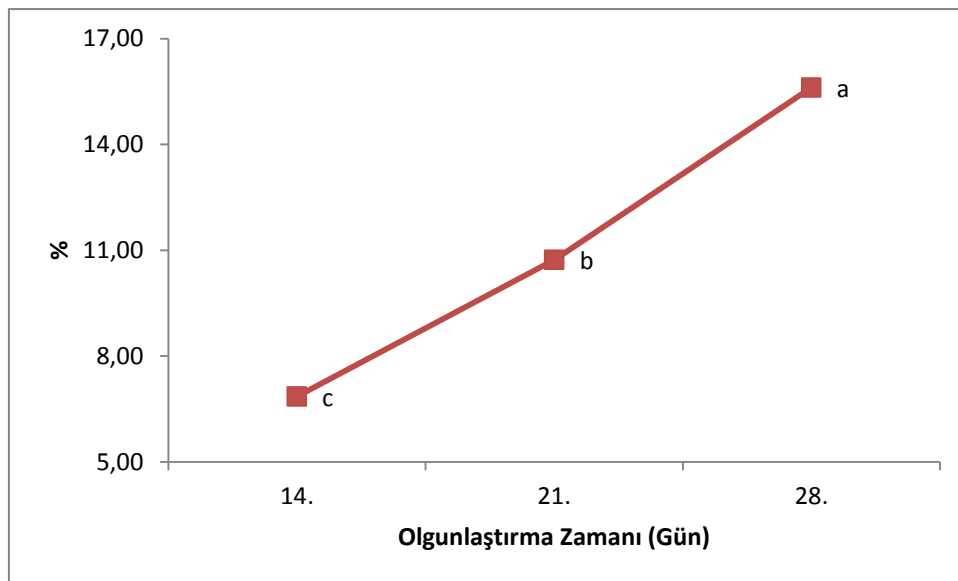
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması *p<0,05, **p<0,01.

Çizelge 4.2 Olgunlaştırma boyunca örneklerin tıraşlama kayıpları (%).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
14	10,85Ac	2,86Bc	6
21	18,27Ab	3,18Bb	6
28	25,06Aa	6,17Ba	6

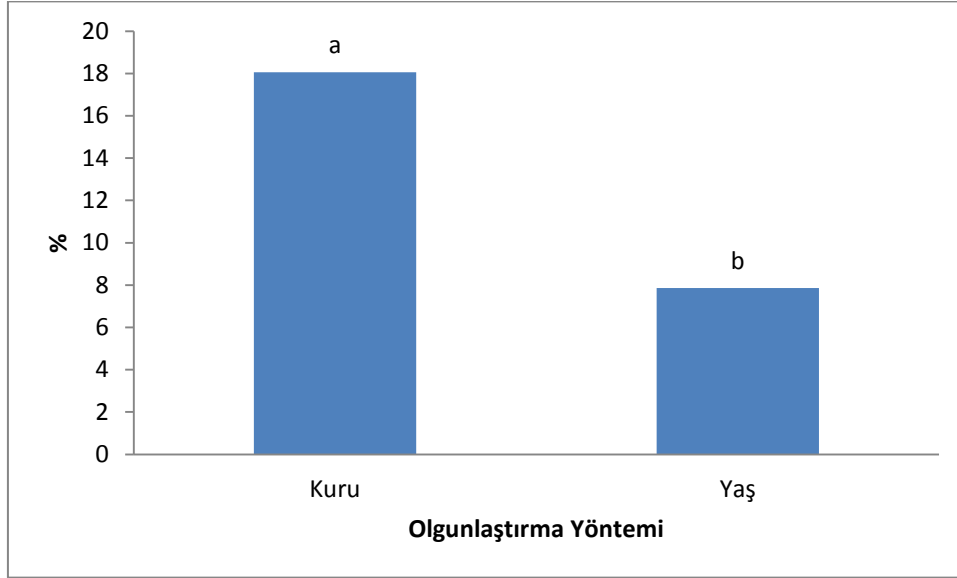
a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.1 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Tıraşlama Değerleri.

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.2 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Tıraşlama Değerleri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.3 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Kayıp Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	4211,478	235,034**
Zaman	2	246,976	13,783**
Yöntem x Zaman	2	33,786	1,886

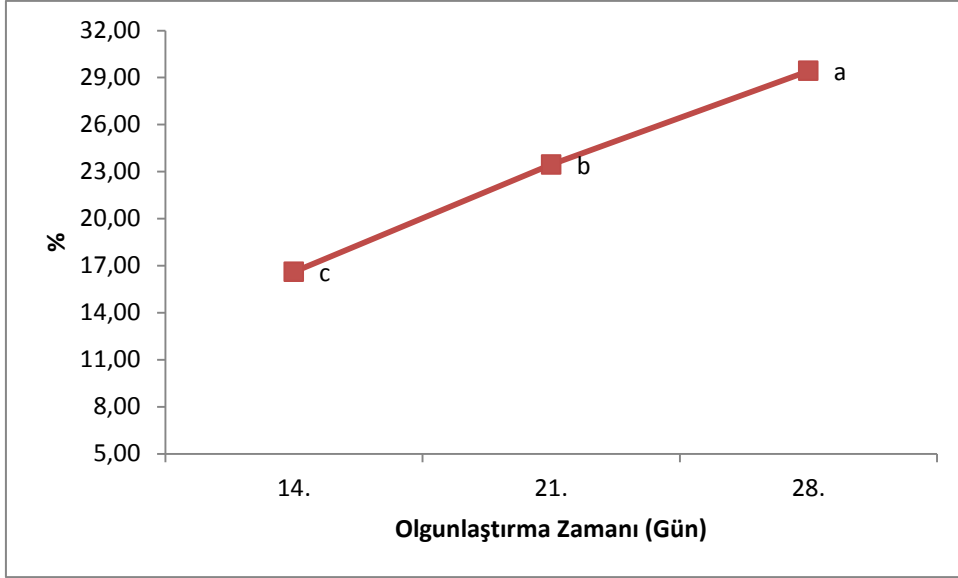
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.4 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Toplam Kayıp değerleri (%).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
14	29,93Ac	3,28Bc	6
21	38,08Ab	8,82Bb	6
28	47,35Aa	11,49Ba	6

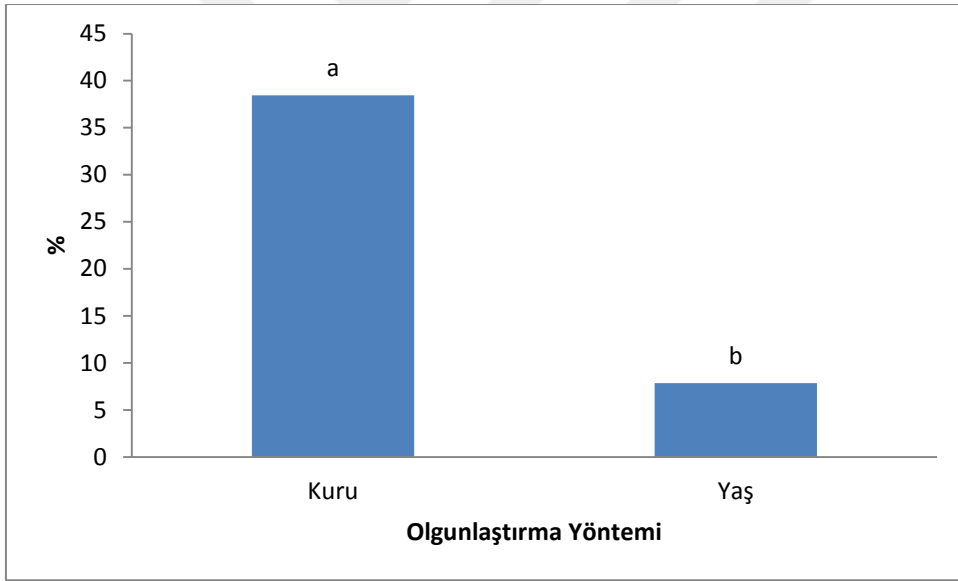
a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.3 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Toplam Kayıp değerleri (%).

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.4 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Toplam Kayıp değerleri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.2. pH Değerleri

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin pH değerleri Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

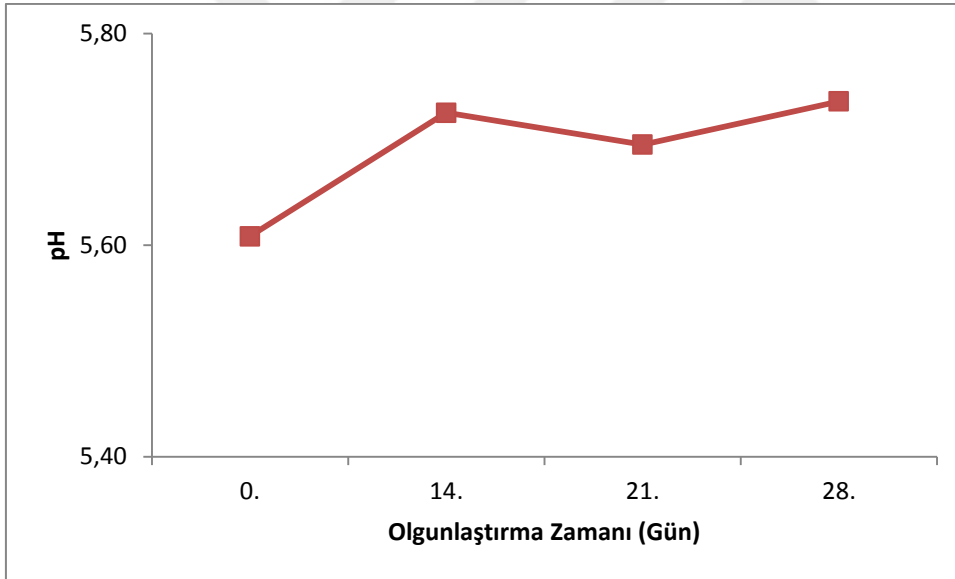
Çizelge 4.5 Olgunlaştırılan Örneklerin pH değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,002	0,171
Zaman	3	0,020	1,623
Yöntem x Zaman	3	0,001	0,081

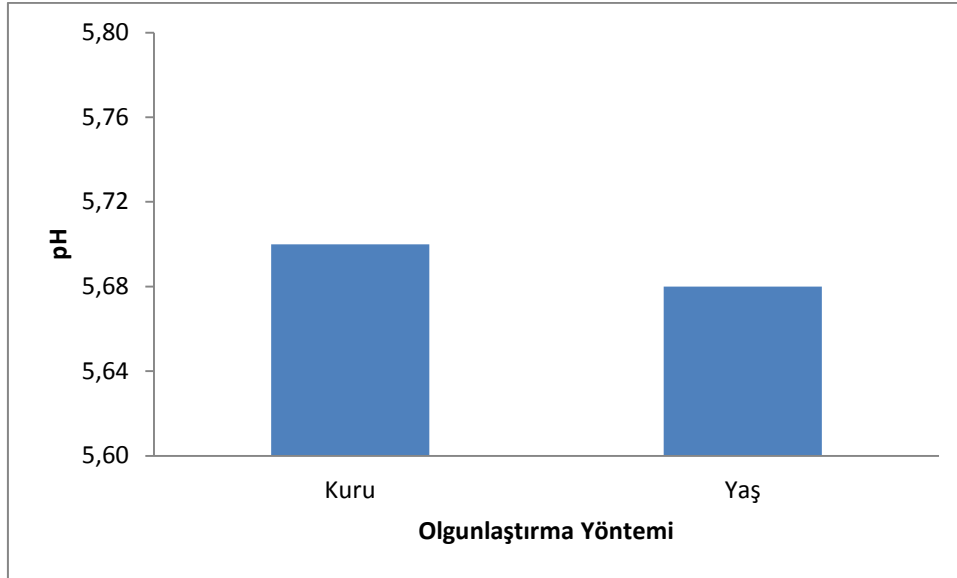
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.6 Olgunlaştırma boyunca örneklerin pH değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	5,6000	5,6167	6
14	5,7350	5,7150	6
21	5,7083	5,6817	6
28	5,7583	5,7133	6



Şekil 4.5 Olgunlaştırma Boyunca örneklerin pH değerleri.



Şekil 4.6 Olgunlaştırma Yönteminin örneklerin pH Değerleri üzerine etkisi.

4.3 Kuru Madde Değerleri

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin % kuru madde değerleri Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Olgunlaştırılan Örneklerin % Kuru madde değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	64,964	7,313*
Zaman	3	97,675	10,995**
Yöntem x Zaman	3	10,320	1,162

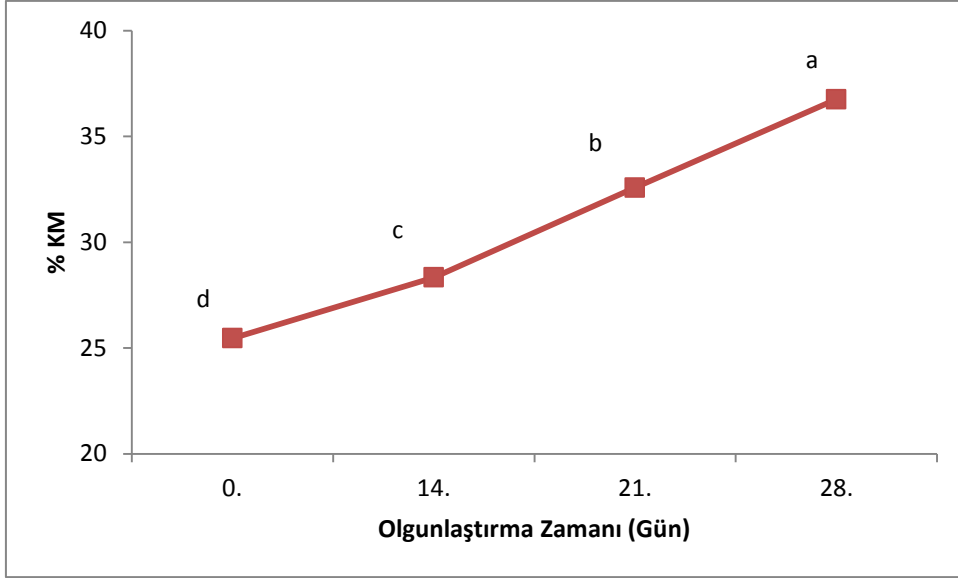
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.8 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Kuru madde değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	25,9100Ad	25,0000Ac	6
14	29,9500Ac	26,7200Bc	6
21	34,3000Ab	30,8500Bb	6
28	41,0200Aa	32,4900Ba	6

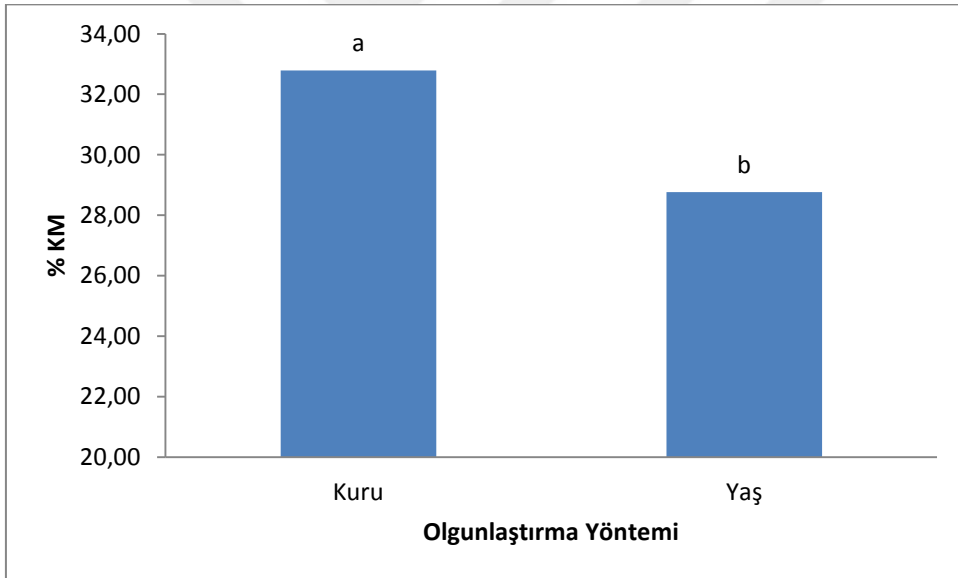
a-d (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.7 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Kuru madde değerleri.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.8 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Kuru madde değerleri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.4 Su Tutma Kapasitesi Sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Olgunlaştırılan Örneklerin su tutma kapasitesi değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

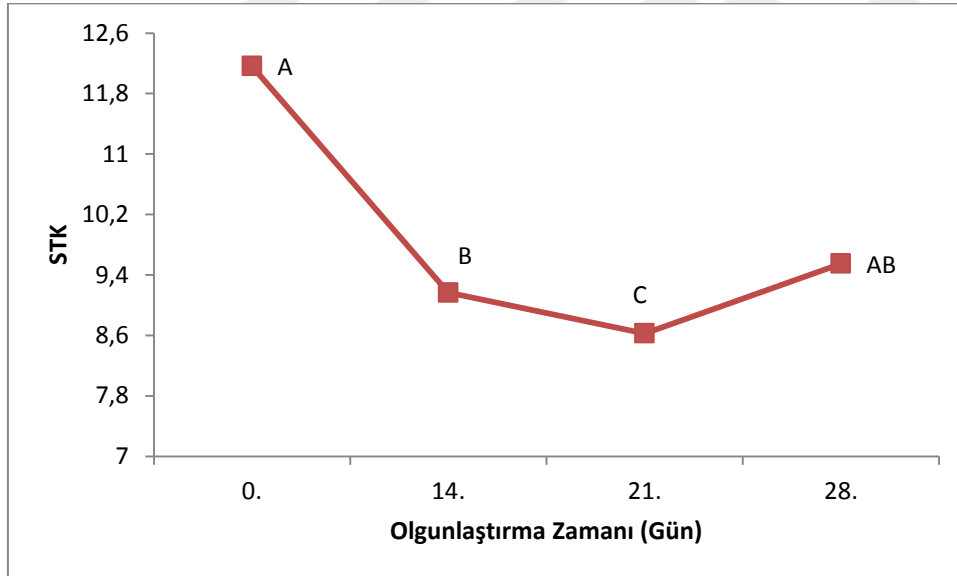
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	6,563	1,450
Zaman	3	14,090	4,112*
Yöntem x Zaman	3	1,088	0,240

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.10 Olgunlaştırma boyunca örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.

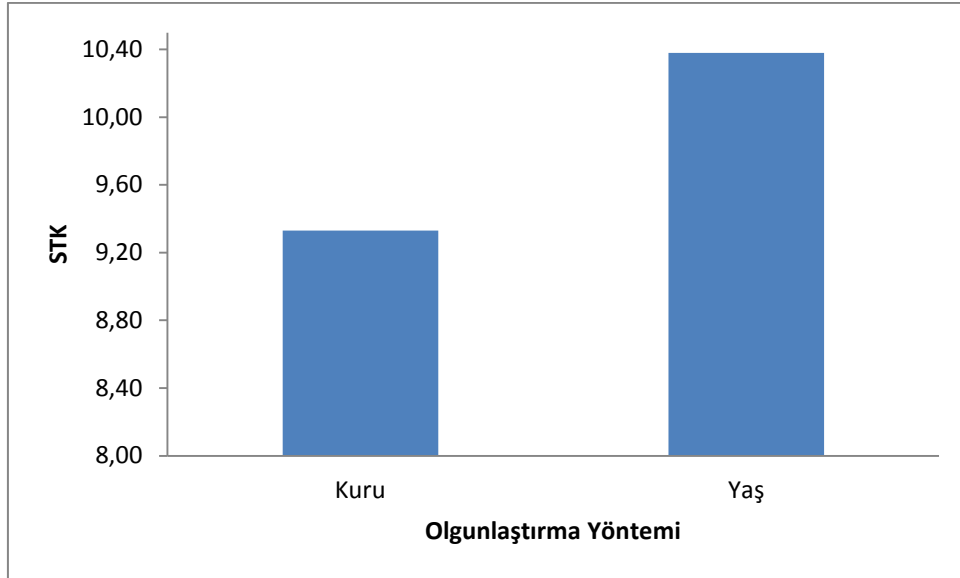
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	12,1667a	12,0000a	6
14	8,4167c	9,9167c	6
21	7,7500d	9,5000c	6
28	9,0000b	10,1000b	6

a-d (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.9 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.10 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin su tutma kapasitesi değerleri üzerine etkisi.

4.5 Yağ analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin % yağ analiz sonuçları Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4. 11 Olgunlaştırılan Örneklerin % Yağ değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

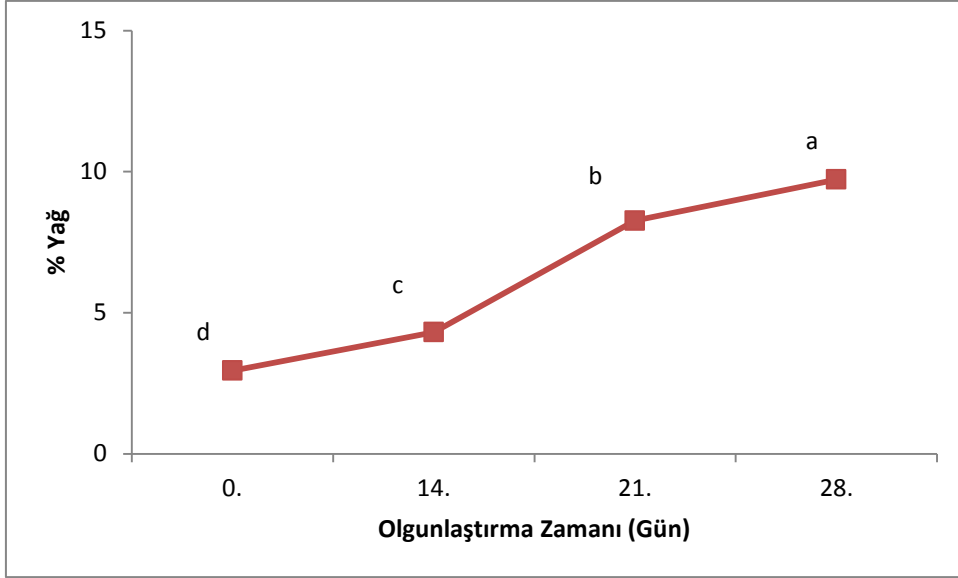
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,255	0,075
Zaman	3	40,986	12,130**
Yöntem x Zaman	3	0,818	0,242

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.12 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Yağ analiz sonuçları.

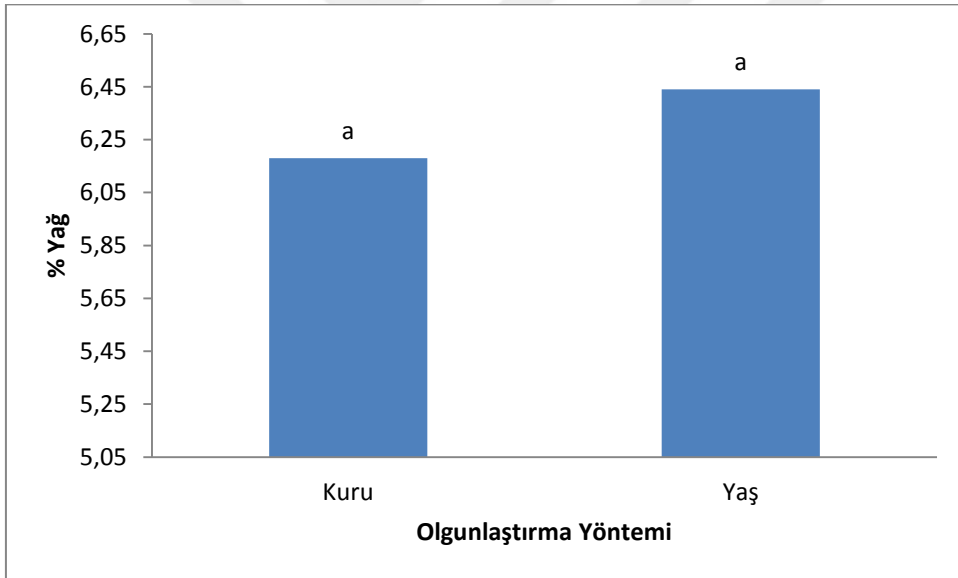
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	2,8700d	3,0300d	6
14	4,0200c	4,6000c	6
21	7,6600b	8,8700b	6
28	10,1900a	9,2500a	6

a-d (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.11 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Yağ değerleri.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.12 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Yağ Değerleri üzerine etkisi.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.6 Protein analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin % protein analiz sonuçları Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de verilmiştir.

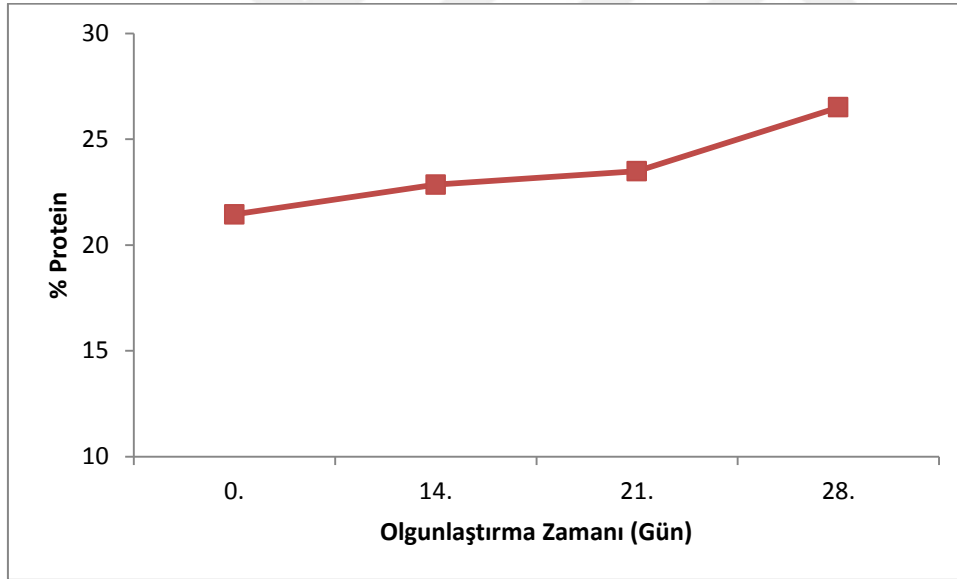
Çizelge 4.13 Olgunlaştırılan Örneklerin % Protein analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	41,602	3,419
Zaman	3	18,246	1,500
Yöntem x Zaman	3	6,377	0,524

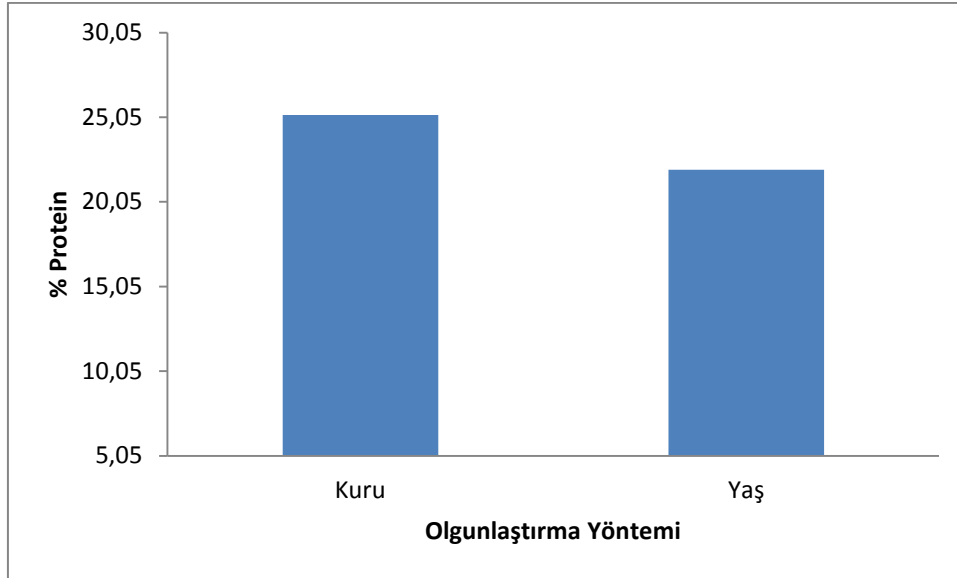
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,05, **p<0,01.

Çizelge 4.14 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % Protein analiz sonuçları.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	22,0400	20,8400	6
14	23,8200	21,8700	6
21	24,9200	22,0400	6
28	29,9400	23,0700	6



Şekil 4.13 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin % Protein değerleri.



Şekil 4.14 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin % Protein analiz sonuçları üzerine etkisi.

4.7 Kül analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin % kül değerleri Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4. 15 Olgunlaştırılan Örneklerin % Kül analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,069	61,182**
Zaman	3	0,036	5,533*
Yöntem x Zaman	3	0,053	8,126

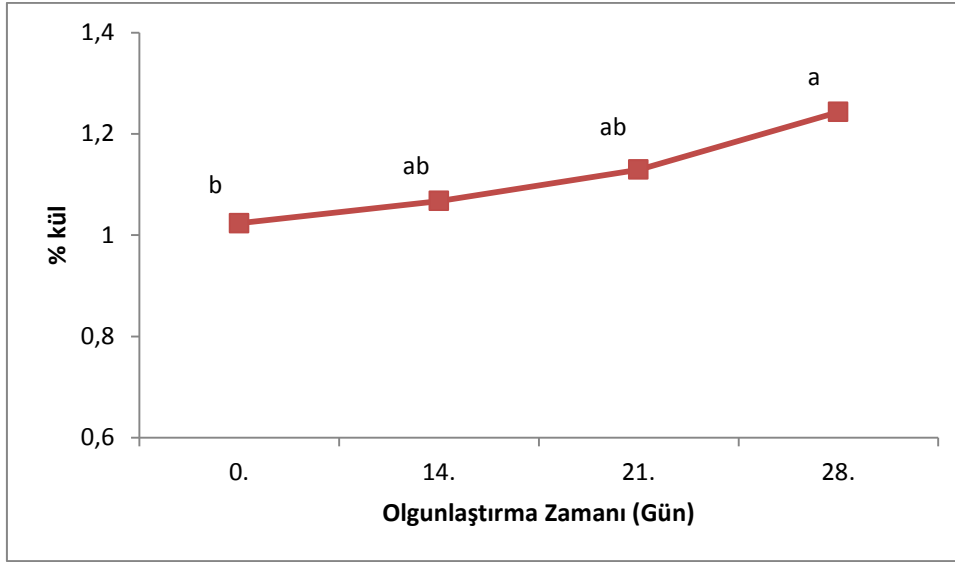
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.16 Olgunlaştırma boyunca örneklerin % kül analiz sonuçları.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	1,07Ab	0,97Ba	6
14	1,14Ab	0,99Ba	6
21	1,41Aa	0,85Bb	6
28	1,47Aa	1,02Ba	6

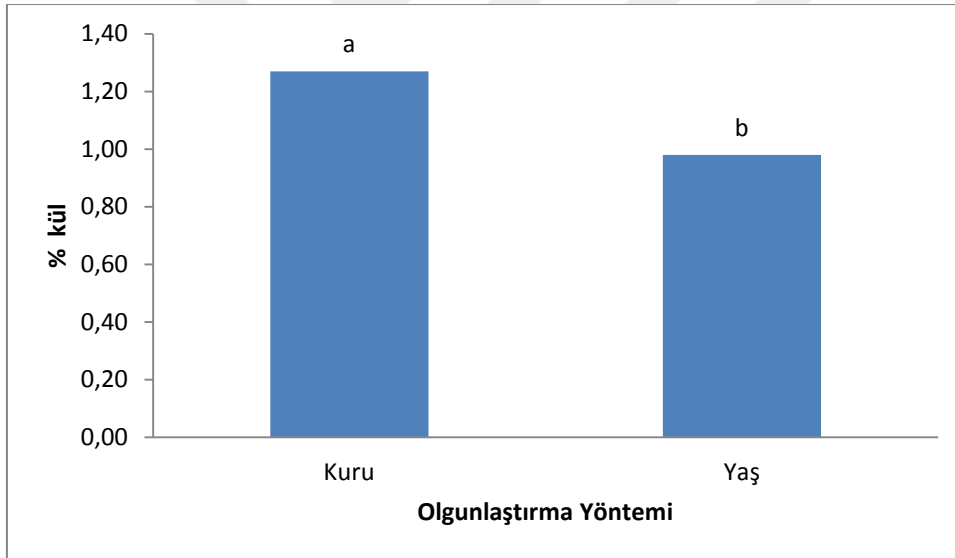
a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.15 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin% kül değerleri.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.16 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin% Kül değerleri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.8 Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin su aktivitesi analiz sonuçları Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

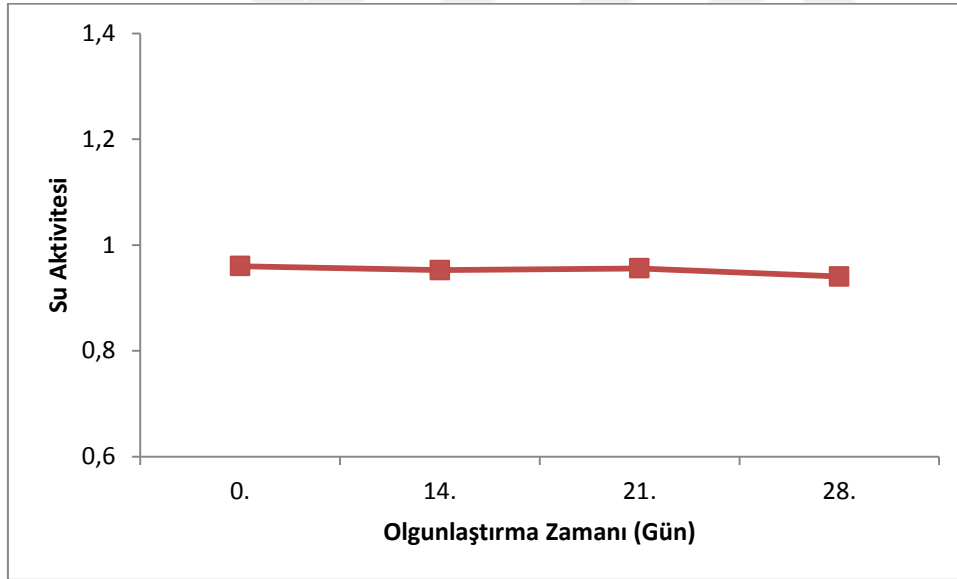
Çizelge 4.17 Olgunlaştırılan Örneklerin Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	,001	1,906
Zaman	3	,000	,868
Yöntem x Zaman	3	,000	,876

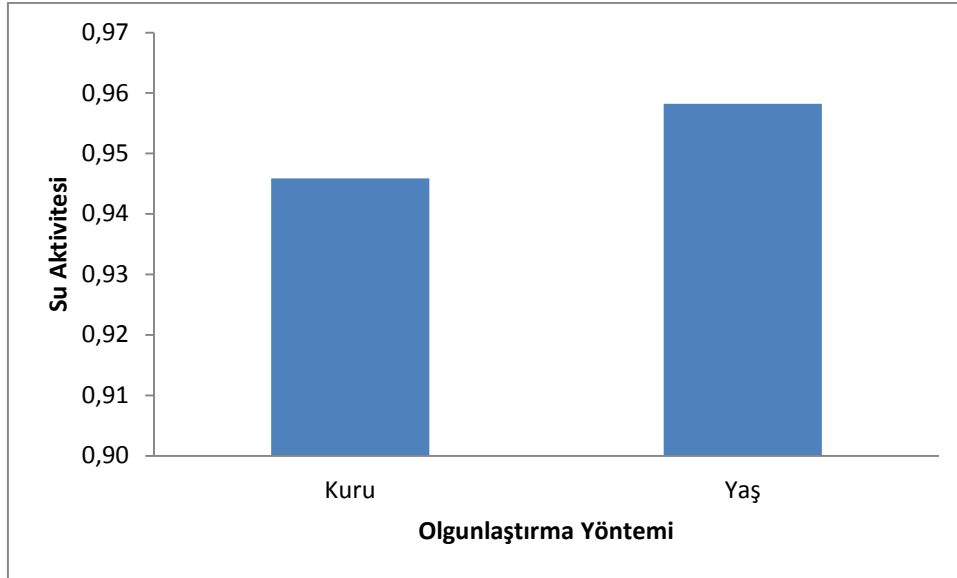
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.18 Olgunlaştırma boyunca örneklerin su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	0,9595	0,9600	6
14	0,9498	0,9550	6
21	0,9525	0,9590	6
28	0,9218	0,9590	6



Şekil 4.17 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları.



Şekil 4.18 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Su aktivitesi (a_w) analiz sonuçları üzerine etkisi.

4.9 Tiyobarbitürikasit reaktif madde (TBARS) analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin TBARS analiz sonuçları Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19 Olgunlaştırılan Örneklerin TBARS analiz sonuçlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,069	485,540**
Zaman	3	0,145	1011,498**
Yöntem x Zaman	3	0,010	69,755**

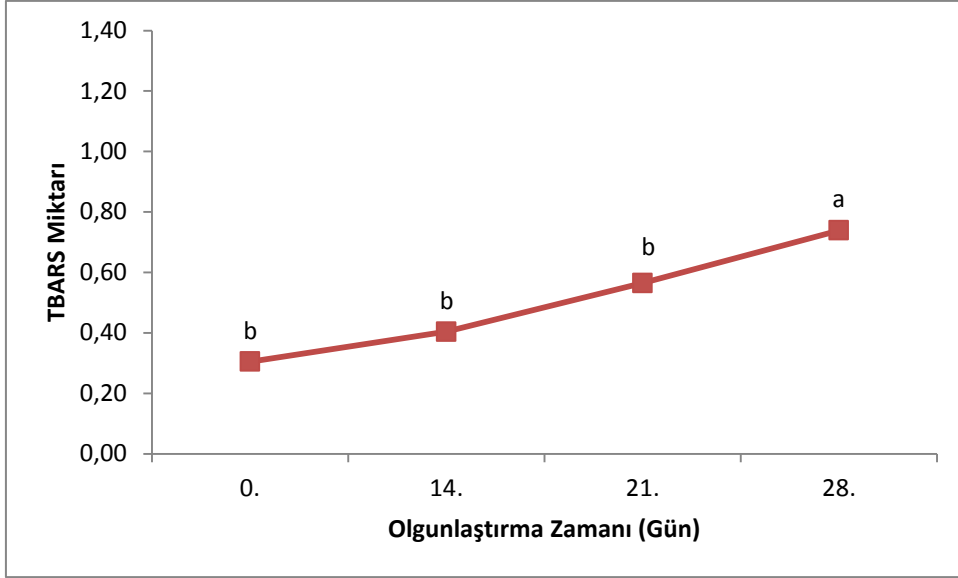
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.20 Olgunlaştırma boyunca örneklerin TBARS analiz sonuçları.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	0,31Ad	0,29Ad	6
14	0,47Ac	0,34Bc	6
21	0,63Ab	0,50Bb	6
28	0,87Aa	0,61Ba	6

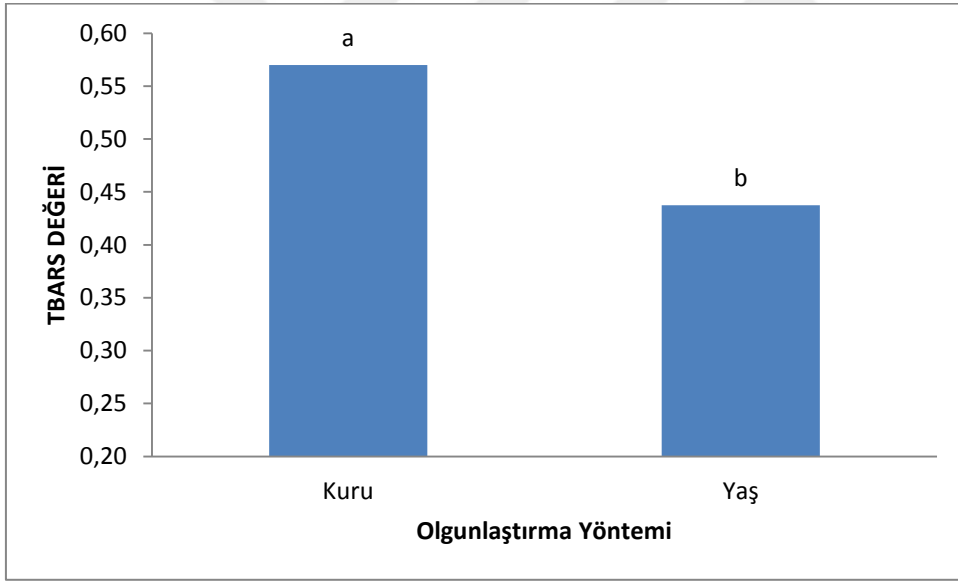
a-d (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.19 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin TBARS analiz sonuçları.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.20 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin TBARS analiz sonuçları üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.10 L^* (Parlaklık) Değeri analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin L^* değeri analiz sonuçları Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Olgunlaştırılan Örneklerin L^* (Parlaklık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

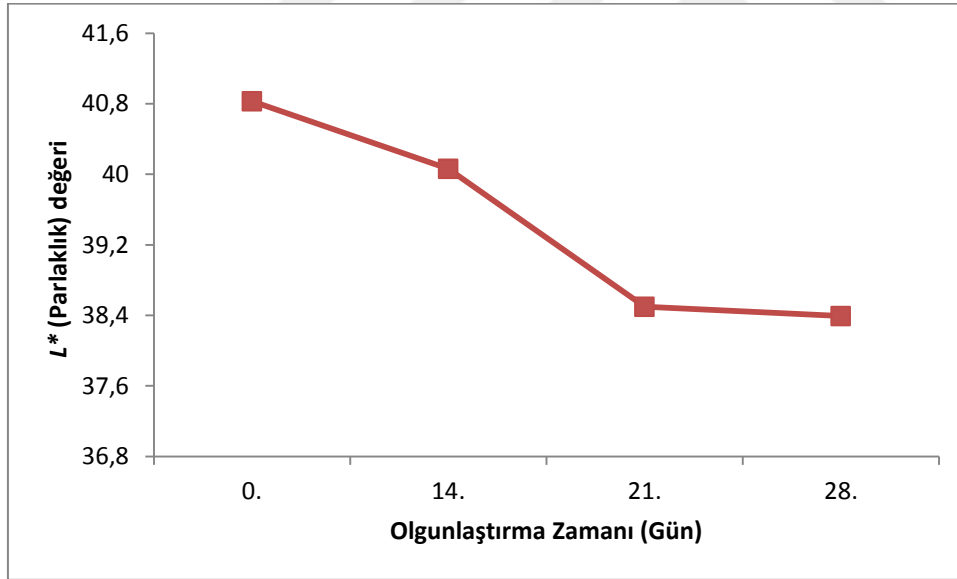
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	47,969	7,575*
Zaman	3	8,605	1,359
Yöntem x Zaman	3	3,018	,477

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

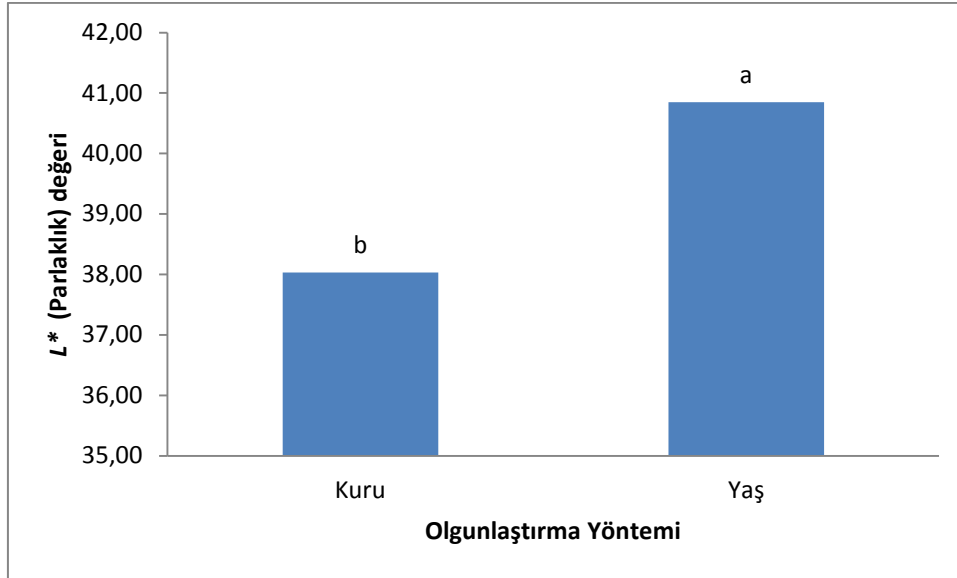
Çizelge 4.22 Olgunlaştırma boyunca örneklerin L^* (Parlaklık) değeri analiz sonuçları.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	38,4200B	43,2367A	6
14	39,2067B	40,9167A	6
21	37,0633B	39,9300A	6
28	37,4333B	39,3500A	6

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4. 21 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin L^* (Parlaklık) değerleri.



Şekil 4.22 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin L* (Parlaklık) değerleri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.11 b^* (Sarılık) Değeri analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin b^* (Sarılık) Çizelge 4.23, Çizelge 4.24, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de verilmiştir.

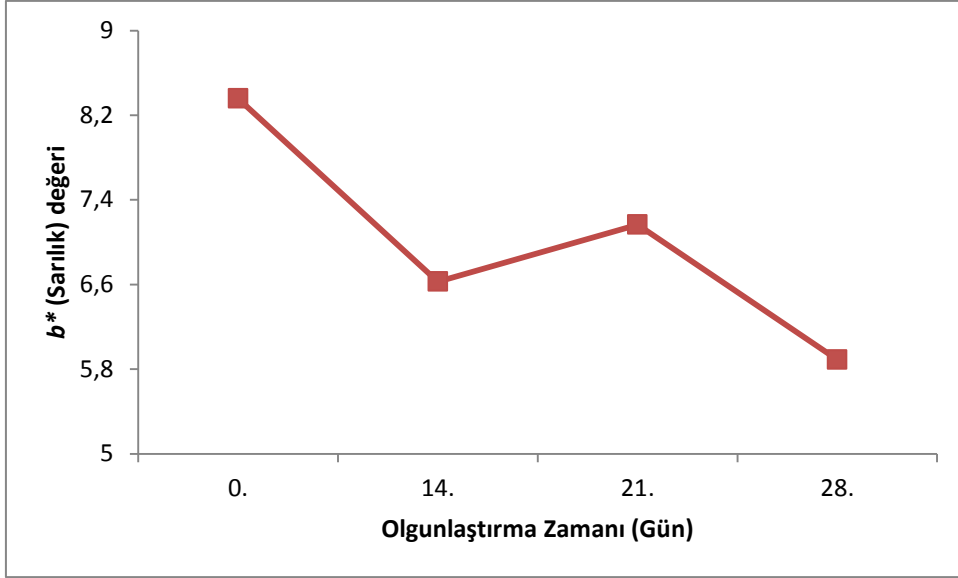
Çizelge 4.23 Olgunlaştırılan Örneklerin b^* (Sarılık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	,589	0,103
Zaman	3	6,487	1,135
Yöntem x Zaman	3	1,849	0,324

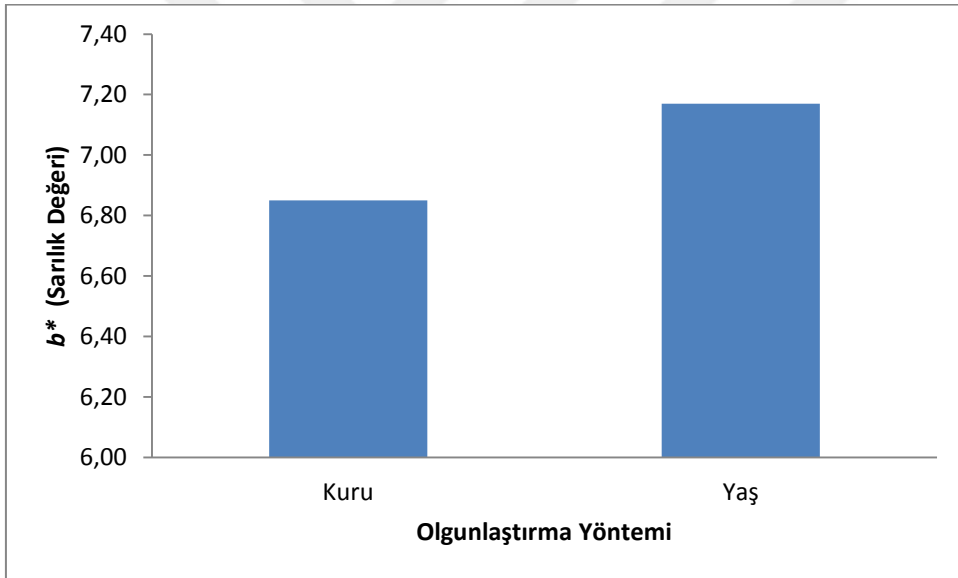
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.24 Olgunlaştırma boyunca örneklerin b^* (Sarılık) değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	8,9133	7,8033	6
14	6,1867	7,0667	6
21	6,4433	7,8867	6
28	5,8700	5,9100	6



Şekil 4.23 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin b^* (Sarılık) değerleri.



Şekil 4. 24 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin b^* (Sarılık) değerleri üzerine etkisi.

4.12 a^* (Kırmızılık) Değeri analiz sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin a^* (Kırmızılık) değeri analiz sonuçları Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da verilmiştir.

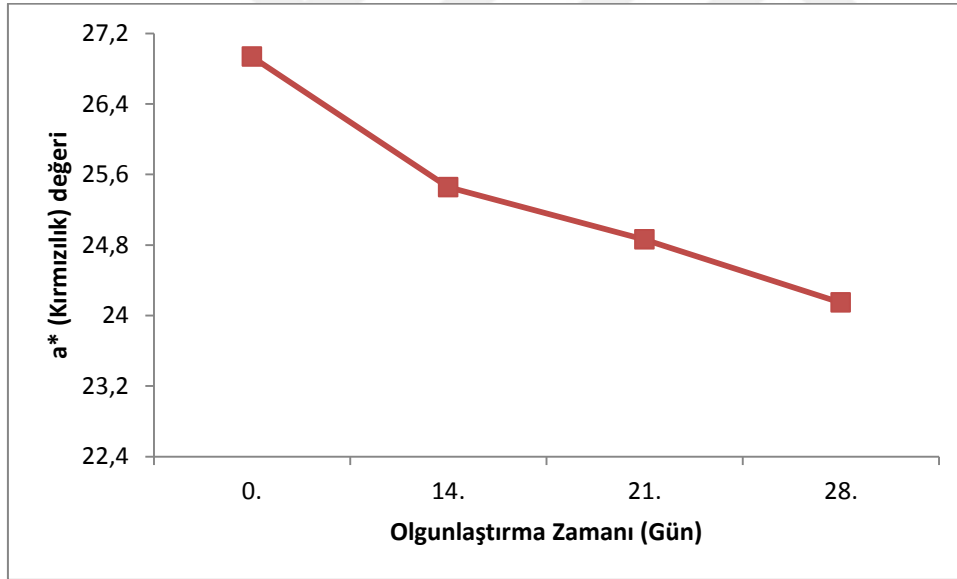
Çizelge 4.25 Olgunlaştırılan Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	15,296	2,333
Zaman	3	8,420	1,284
Yöntem x Zaman	3	12,403	1,892

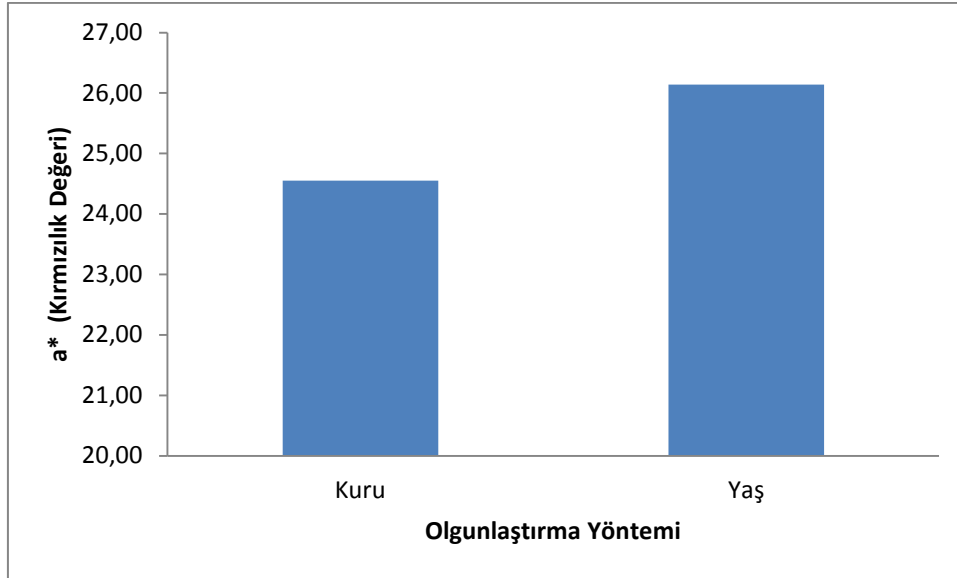
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.26 Olgunlaştırma boyunca örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	28,0067	25,8600	6
14	25,0367	25,8733	6
21	23,0333	26,6867	6
28	22,1233	26,1667	6



Şekil 4.25 Olgunlaştırma Boyunca Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri.



Şekil 4.26 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin a^* (Kırmızılık) değerleri üzerine etkisi.

4.13 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.13.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Olgunlaştırılan Örneklerin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,926	9,354*
Zaman	3	1,040	10,502**
Yöntem x Zaman	3	0,125	1,258

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.28 Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g).

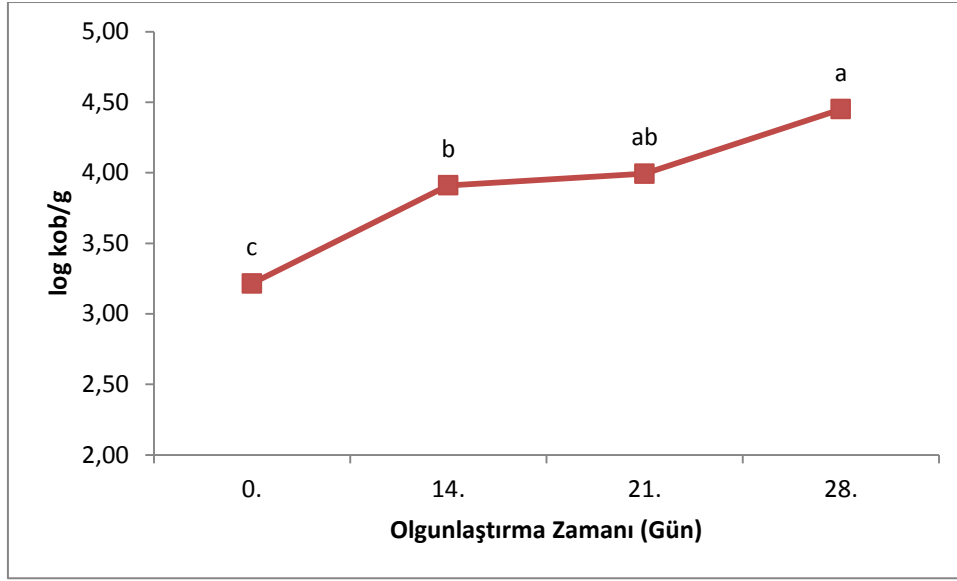
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	2,84Bd	3,59Ac	6
14	3,86Ab	3,97Ab	6
21	3,59Bc	4,39Aa	6

Çizelge 4.29 (Devam) Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
28	4,33Ba	4,58Aa	6

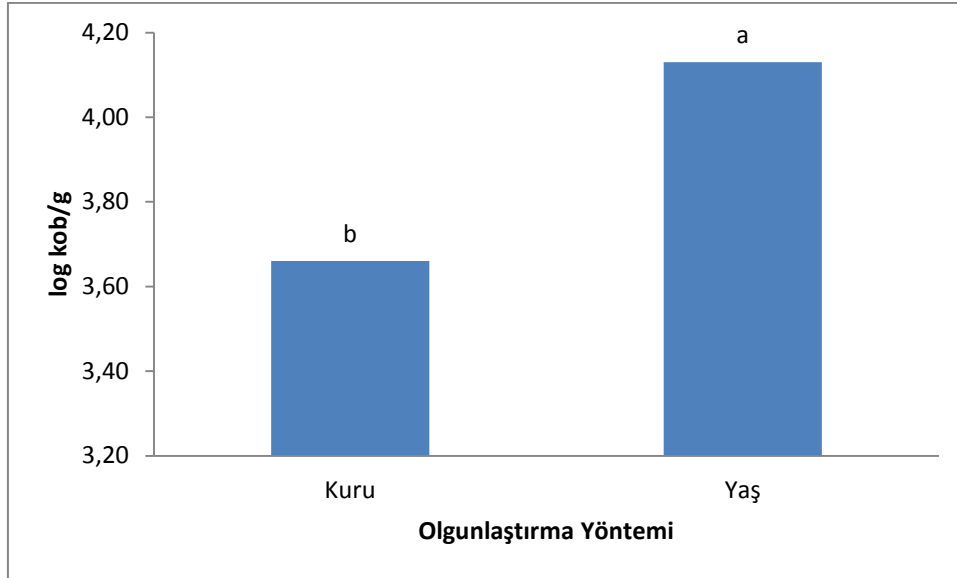
a-d (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.27 Olgunlaştırma Boyunca Olgunlaştırma boyunca Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g).

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.28 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları (log kob/g üzerine etkisi).

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.13.2 Laktik Asit Bakteri Sayıları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin laktik asit bakteri sayımı Çizelge 4.29, Çizelge 4.30, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Olgunlaştırılan Örneklerin Laktik asit bakteri Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.

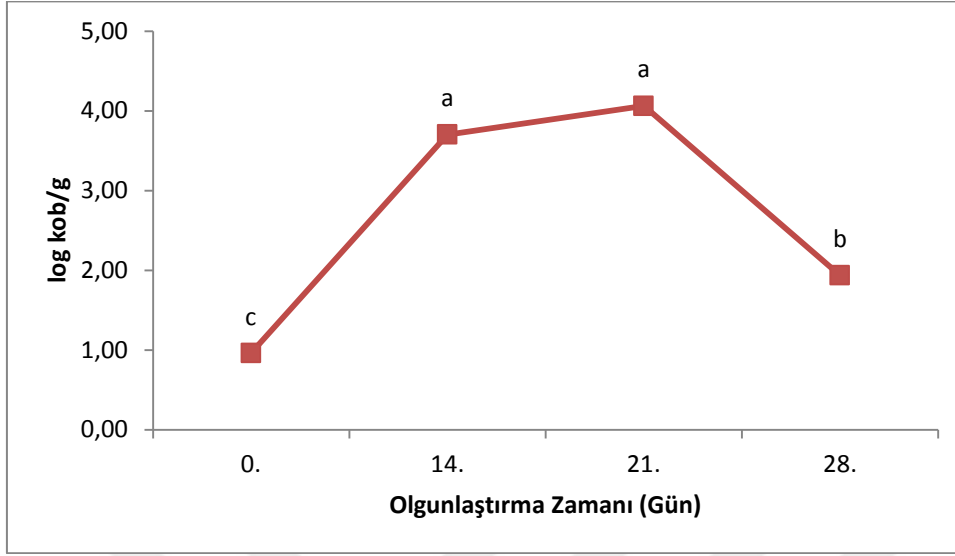
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	1,145	0,403
Zaman	3	8,610	7,032*
Yöntem x Zaman	3	0,928	0,327

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.31 Olgunlaştırma boyunca Laktik asit bakteri Sayıları (log kob/g).

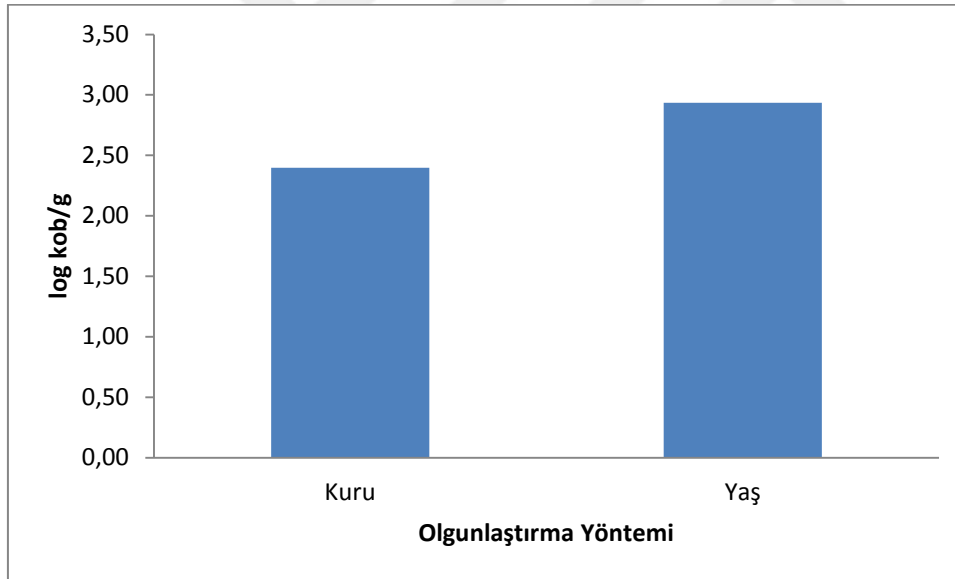
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	<2,00	<2,00	6
14	3,52b	3,88a	6
21	4,20ac	3,92a	6
28	2,39	2,02b	6

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.29 Olgunlaştırma Boyunca Laktik asit bakteri Sayıları (log kob/g).

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.30 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Laktik asit Bakteri Sayıları (log kob/g) üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.13.3 Maya-Küf Sayıları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin maya-küf sayımı Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de verilmiştir.

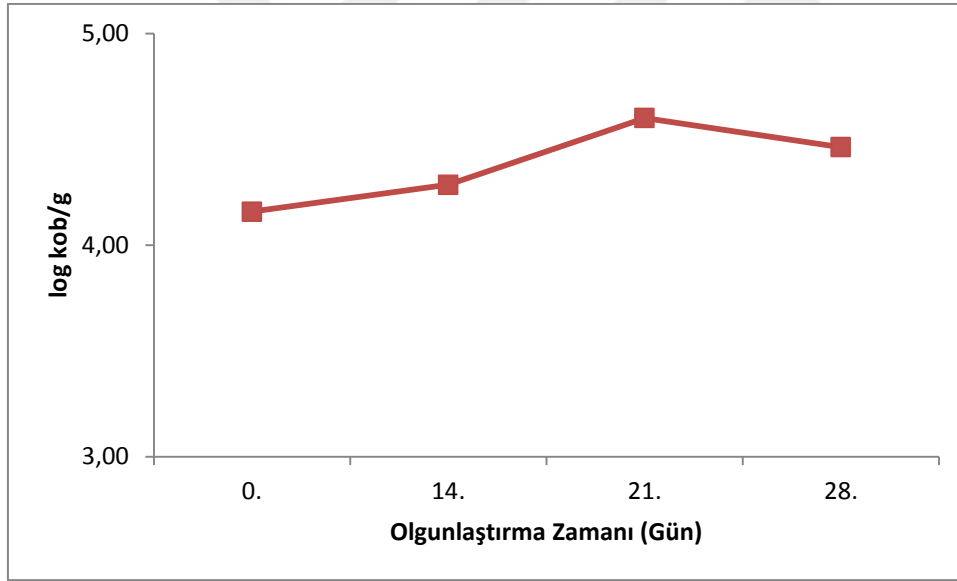
Çizelge 4.32 Olgunlaştırılan Örneklerin Maya-Küf Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,00025	0,000
Zaman	3	,152	2,066
Yöntem x Zaman	3	,042	0,566

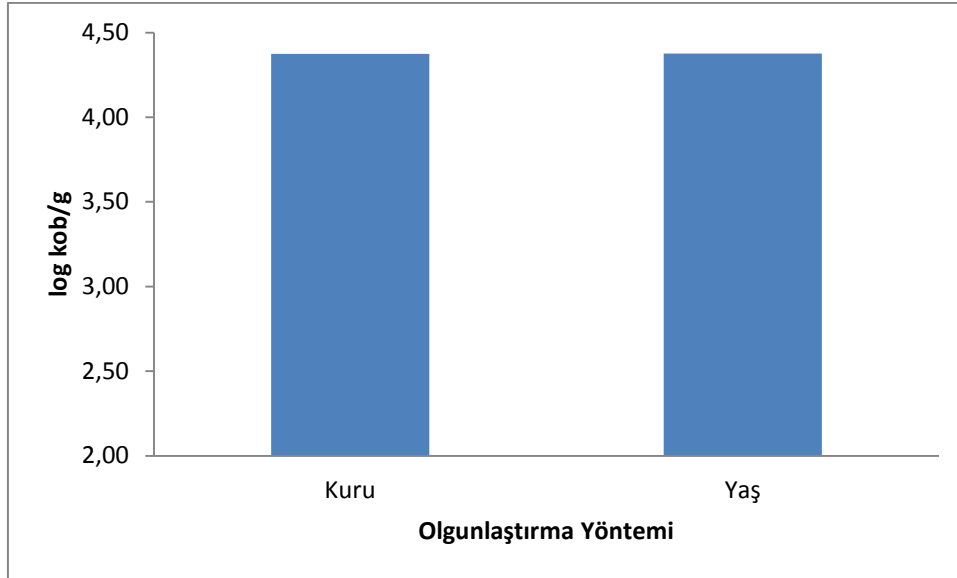
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.33 Olgunlaştırma boyunca Maya- Küf Sayıları (log kob/g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	4,0850	4,2300	6
14	4,1800	4,3900	6
21	4,6850	4,5150	6
28	4,5500	4,3750	6



Şekil 4.31 Olgunlaştırma Boyunca Maya-Küf Sayıları (log kob/g).



Şekil 4.32 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Maya-Küf sayıları (log kob/g) üzerine etkisi.

4.13.4 Osmofilik Maya Sayıları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin osmofilik maya sayımı Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Olgunlaştırılan Örneklerin Osmofilik Maya Sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları.

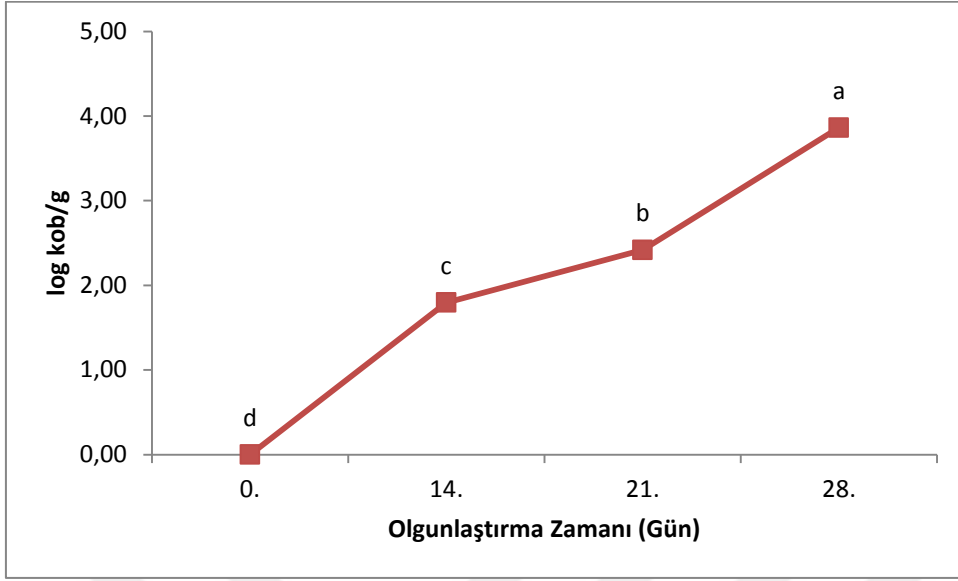
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	,133	0,078
Zaman	3	10,245	5,973*
Yöntem x Zaman	3	,070	0,041

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.35 Olgunlaştırma boyunca Osmofilik Maya Sayıları (log kob/g).

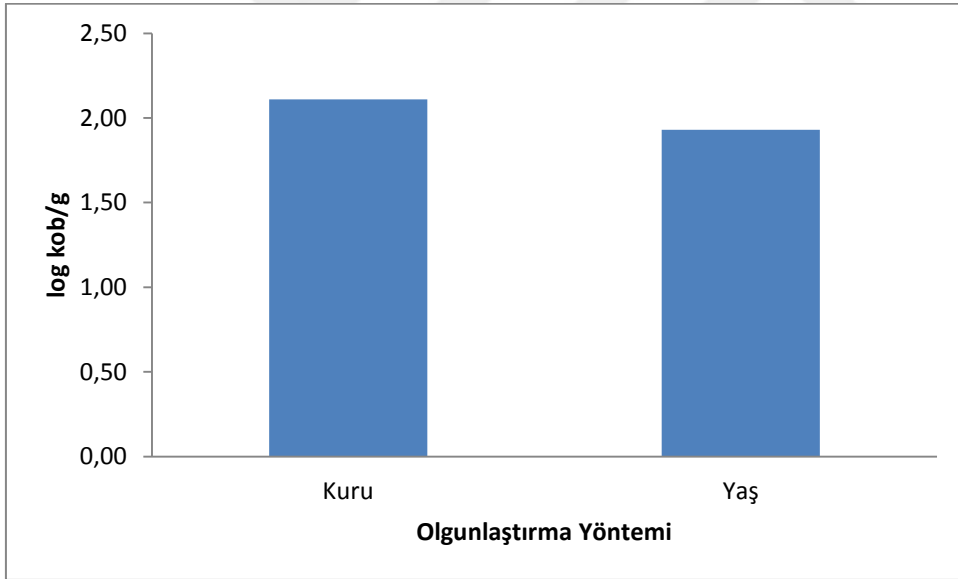
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	0,00	0,00	6
14	1,8400c	1,7500c	6
21	2,4500b	2,3850b	6
28	4,1500a	3,5750a	6

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.33 Olgunlaştırma boyunca Osmofilik Maya Sayıları (log kob/g).

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.34 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Osmofilik Maya sayıları (log kob/g) üzerine etkisi.

4.14 Tekstür Profil Analiz Sonuçları

Kuru ve Yaş olgunlaştırma yapılmış örneklerin tekstür profil analizine ait değerler Çizelge 4.35-4.48 ile Şekil 4.35-4.48 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.36 Olgunlaştırılan Örneklerin Sertlik Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	270821,647	8,582*
Zaman	3	202995,092	7,685*
Yöntem x Zaman	3	56314,503	,745

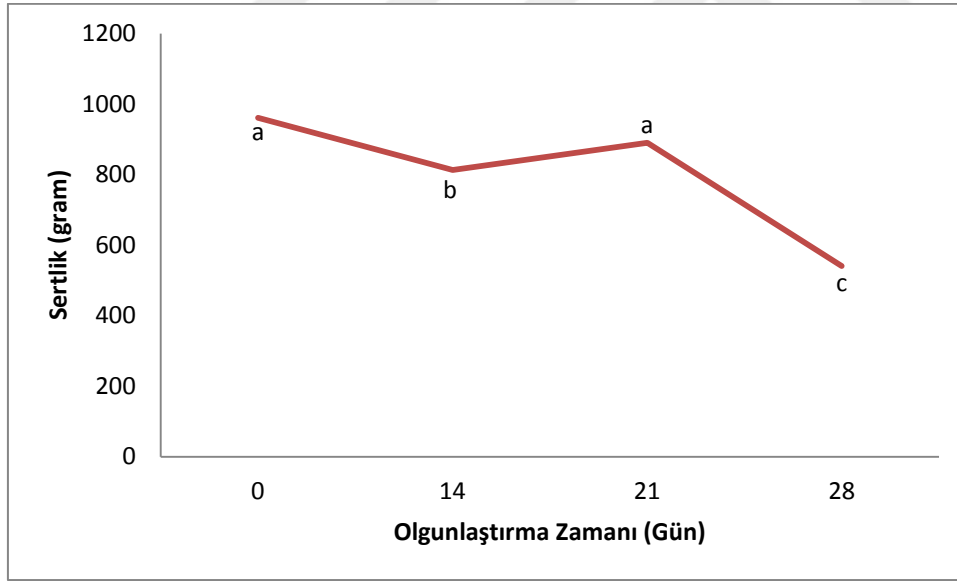
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.37 Olgunlaştırma boyunca örneklerin sertlik değerleri (gram).

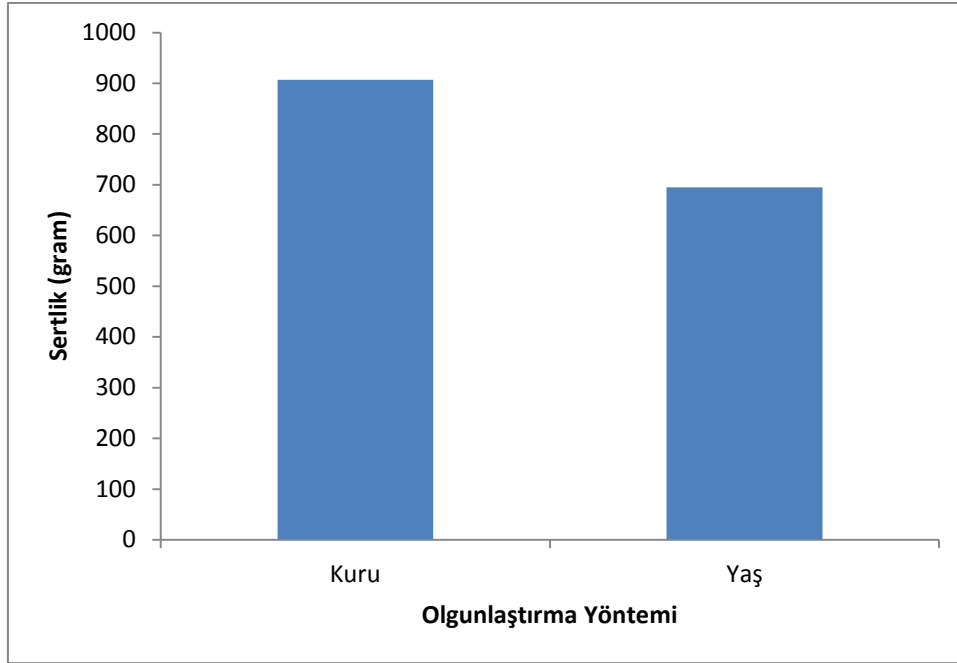
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	1118,10Aa	802,68Ba	6
14	1000,96Ab	624,57Bb	6
21	999,92Ab	780,32Ba	6
28	509,41Ac	571,00Bb	6

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.35 Olgunlaştırma boyunca sertlik değerleri (gram).



Şekil 4.36 Olgunlaştırma yönteminin sertlik değerlerine etkisi.

Çizelge 4.38 Olgunlaştırılan Örneklerin Dış Yapışkanlık (Adhesiveness) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	17614,994	13,394**
Zaman	3	7738,889	5,884**
Yöntem x Zaman	3	2679,594	2,037

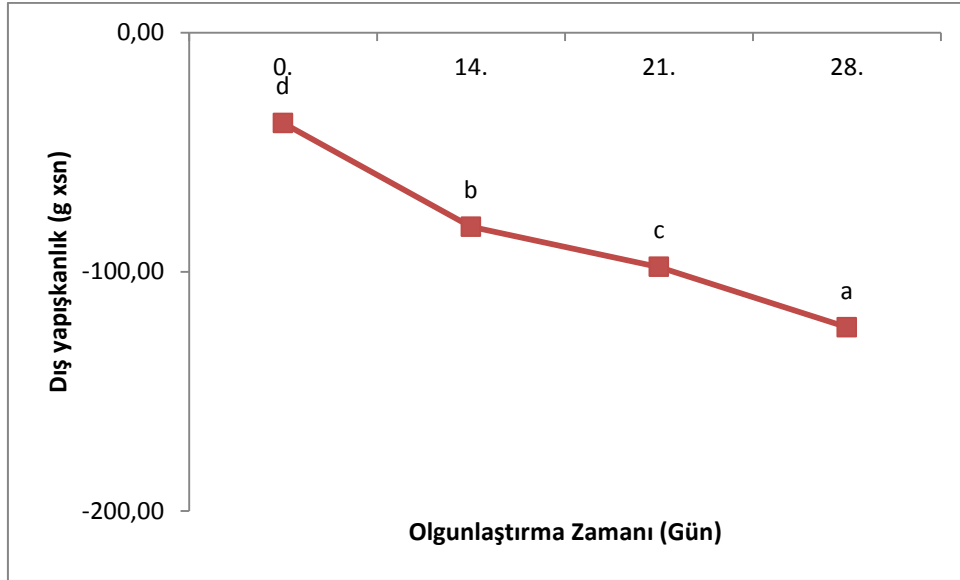
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.39 Olgunlaştırma boyunca örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	-35,2569Ac	-40,3534Ac	6
14	-128,1332Ab	-34,1750Bc	6
21	-126,8884Ab	-68,9870Bb	6
28	-158,1939Aa	-88,2238Ba	6

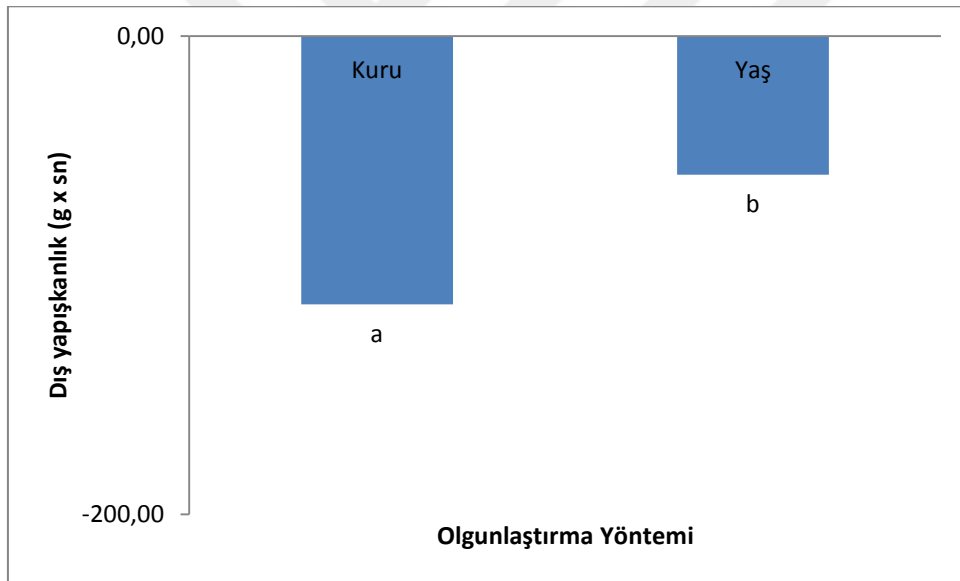
a-i (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.37 Olgunlaştırılan örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi (gram x saniye).

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.38 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

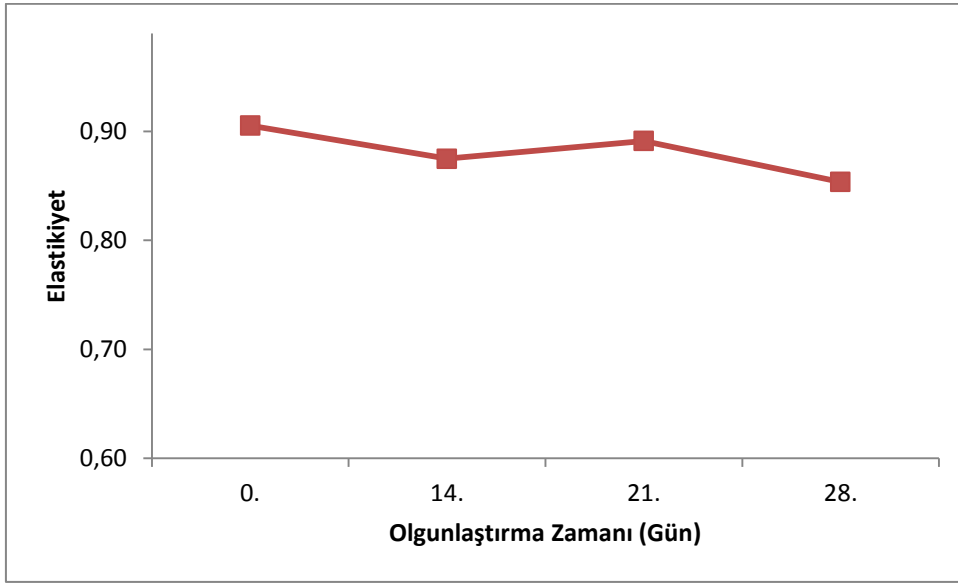
Çizelge 4.40 Olgunlaştırılan Örneklerin Elastikiyet değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,004	0,844
Zaman	3	0,003	0,617
Yöntem x Zaman	3	0,005	1,026

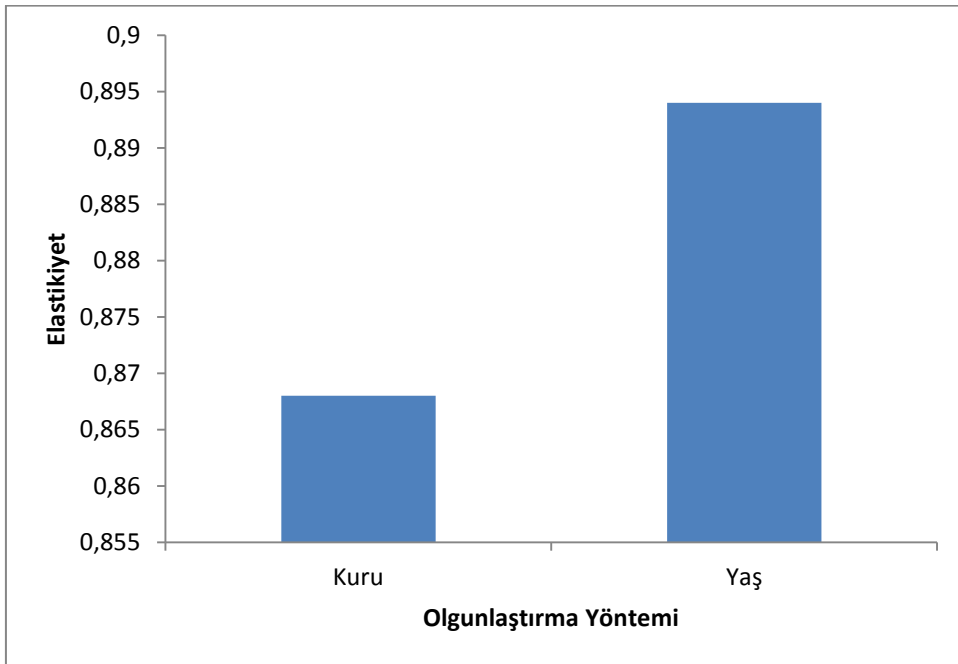
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.41 Olgunlaştırılan örneklerin elastikiyet değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	0,8192	0,8880	6
14	0,8675	0,8825	6
21	0,8557	0,9267	6
28	0,9308	0,8800	6



Şekil 4.39 Olgunlaştırılan örneklerin elastikiyet değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi.



Şekil 4.40 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin elastikiyet değeri üzerine etkisi.

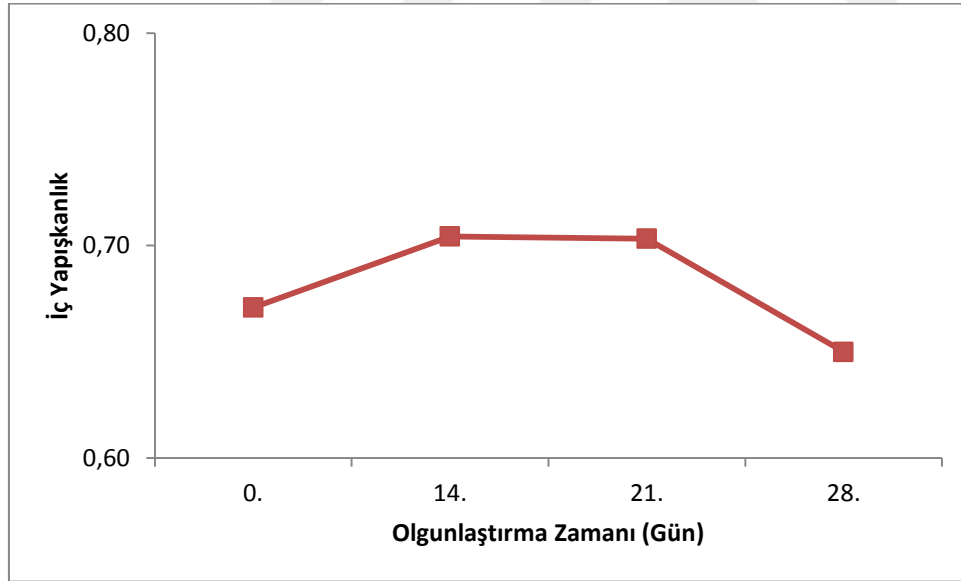
Çizelge 4.42 Olgunlaştırılan Örneklerin İç Yapışkanlık (Cohesiveness) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,000	0,066
Zaman	3	0,004	1,672
Yöntem x Zaman	3	0,004	1,646

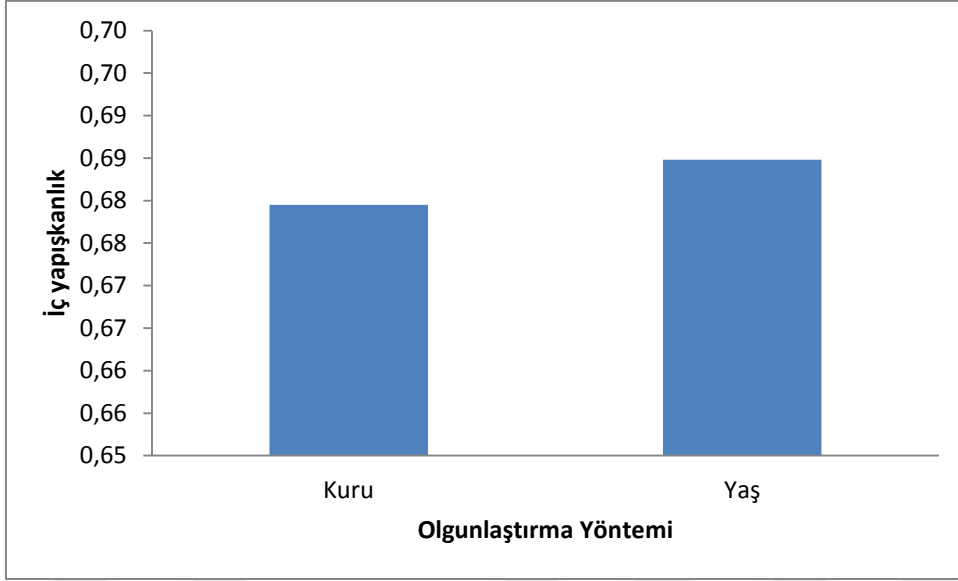
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.43 Olgunlaştırma boyunca örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	0,7018	0,6400	6
14	0,7095	0,6990	6
21	0,6767	0,7300	6
28	0,6300	0,6700	6



Şekil 4.41 Olgunlaştırılan örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi.



Şekil 4.42 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine etkisi.

Çizelge 4.44 Olgunlaştırılan Örneklerin Sakızimsılık Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	84219,204	5,902*
Zaman	3	97962,393	3,376*
Yöntem x Zaman	3	15439,708	,532

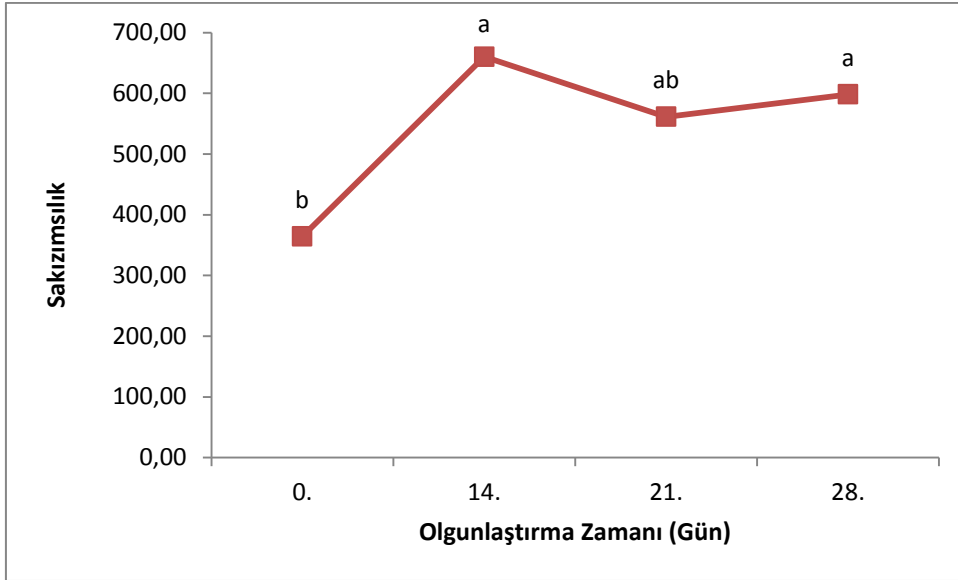
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.45 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Sakızimsılık değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	677,1943Ab	519,1943Bb	6
14	674,3020Ab	448,0153Bc	6
21	711,6525Aa	608,3620Ba	6
28	357,4229Ac	371,0965Ad	6

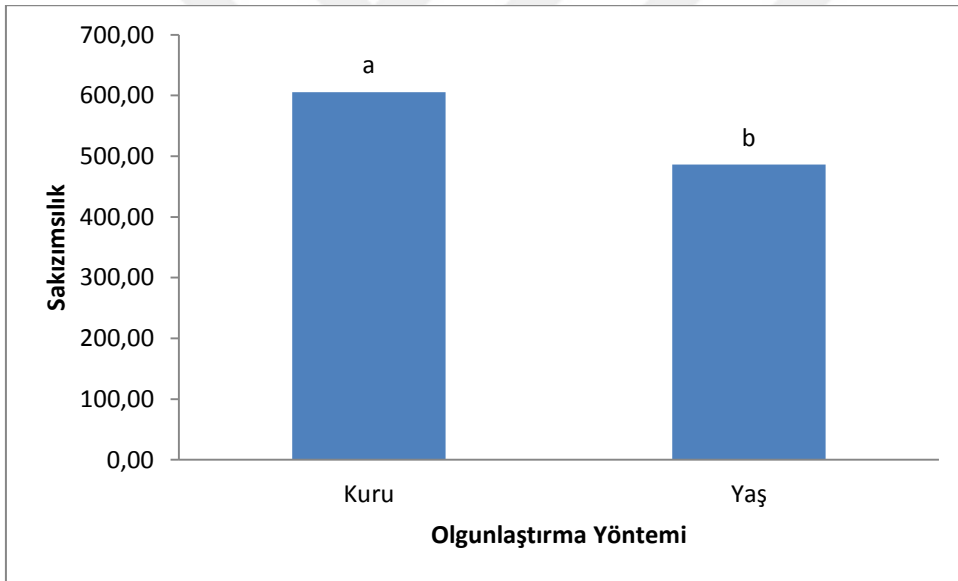
a-i (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.43 Olgunlaştırılan örneklerin Sakızimsılık değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.44 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Sakızimsılık değeri üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.46 Olgunlaştırılan Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

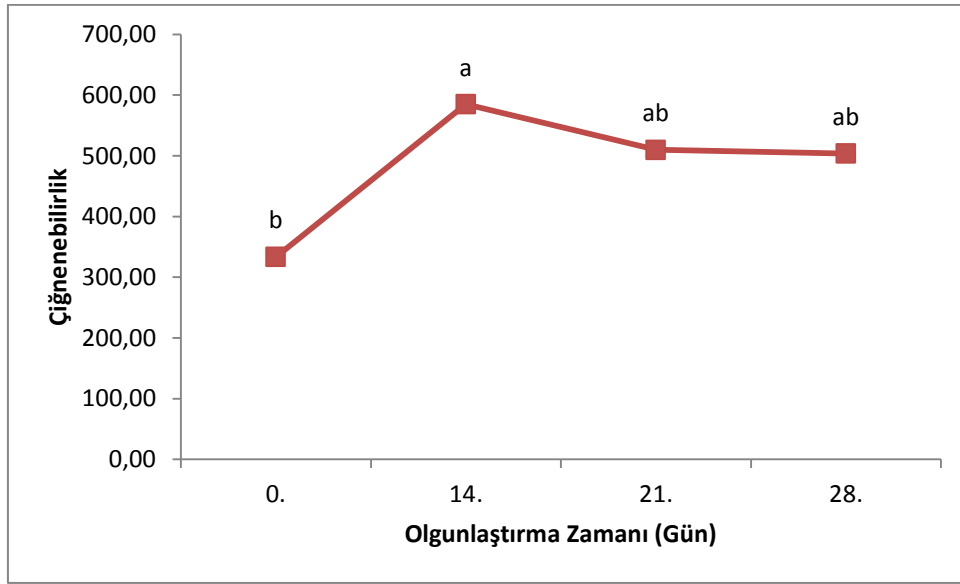
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	32734,054	1,713
Zaman	3	0,007	5,181*
Yöntem x Zaman	3	4208,850	0,220

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.47 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Çiğnenebilirlik değerleri.

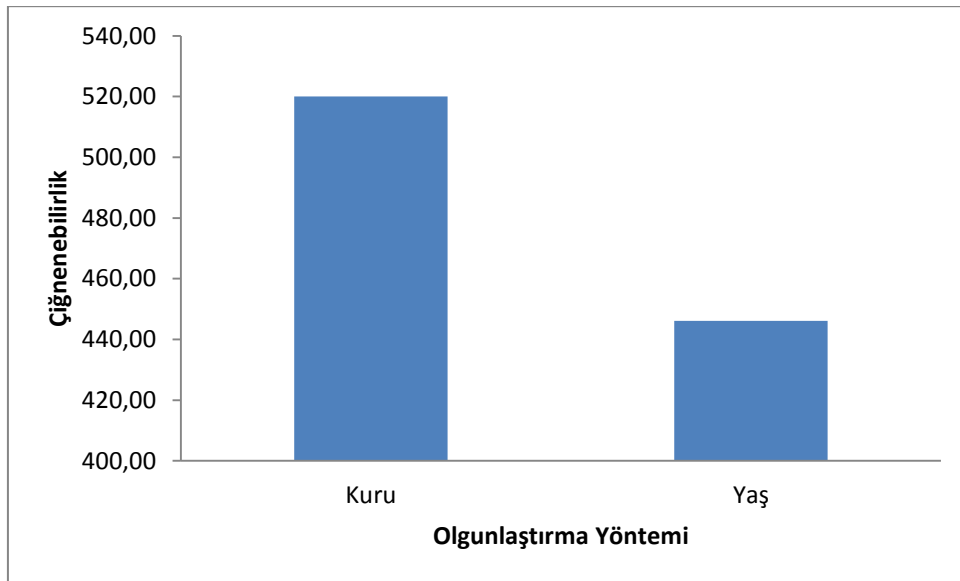
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	546,6967b	460,7250b	6
14	623,1490a	546,7870a	6
21	575,1498b	444,7240b	6
28	334,8918c	332,2010c	6

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.45 Olgunlaştırma zamanının örneklerin Çiğnenebilirlik değerlerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.46 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin Çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi.

Çizelge 4.48 Olgunlaştırılan Örneklerin Geri kazanım (Esneklik) Değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	Kareler Ortalaması	F değeri
Yöntem	1	0,003	2,353
Zaman	3	67776,774	3,547*
Yöntem x Zaman	3	4208,850	0,220

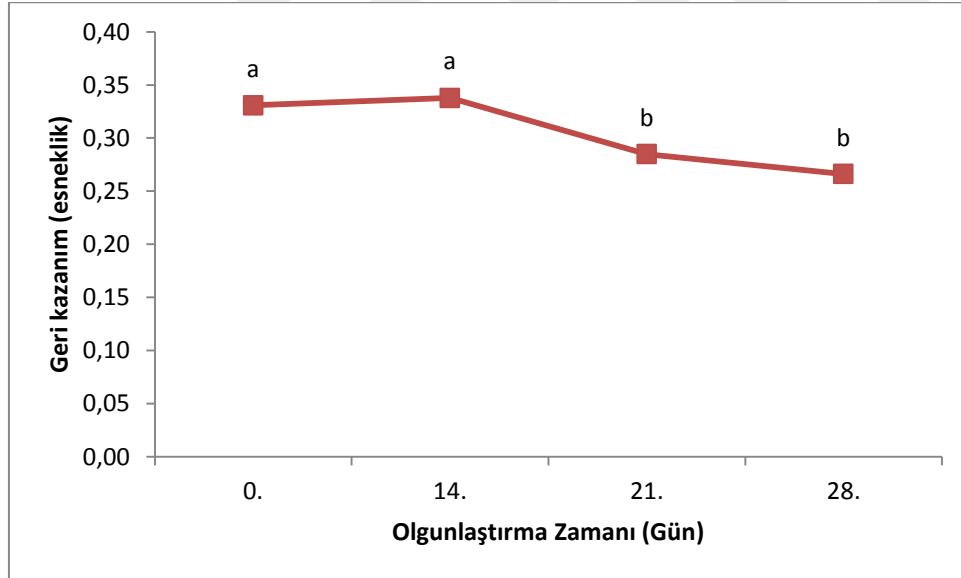
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Çizelge 4.49 Olgunlaştırma boyunca örneklerin geri kazanım (esneklik) değerleri.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	0,3426a	0,3190a	6
14	0,3065a	0,3690a	6
21	0,2817b	0,2879b	6
28	0,2417b	0,2907b	6

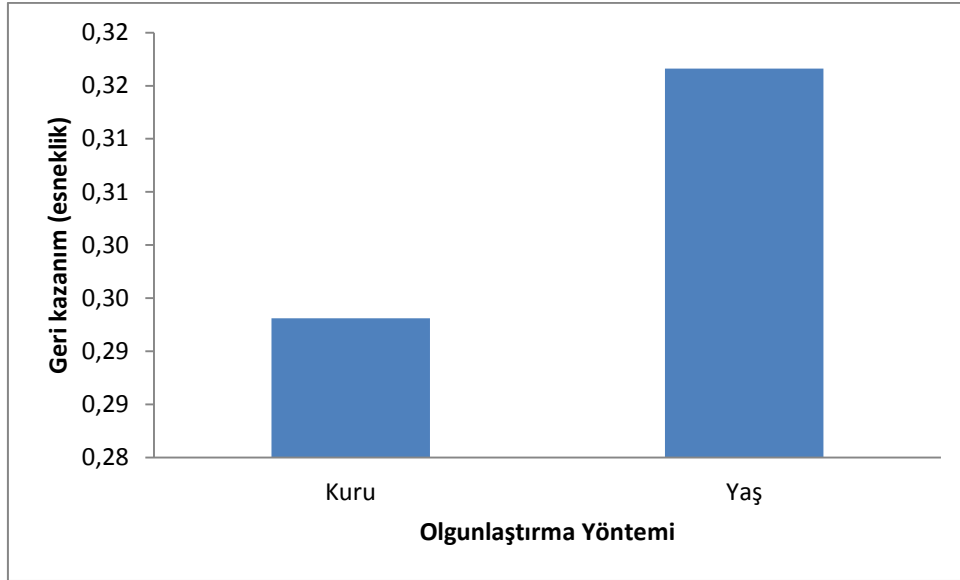
a-i (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.47 Olgunlaştırma zamanının örneklerin geri kazanım (esneklik) değerlerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.48 Olgunlaştırma Yönteminin örneklerin geri kazanım (esneklik) değeri üzerine etkisi.

4.15 Serbest Amino Asit İçerikleri

Çizelge 4.50 Olgunlaştırılan örneklerin serbest aminoasit değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

KAYNAK	Amino asit	SD	KO	F değeri
Yöntem	Aspartat	1	,410	8,592*
	Glutamat	1	16,291	8,214*
	Serin	1	17,914	31,413**
	Hisitidin	1	4,995	15,199**
	Glisin	1	1,458	1,467ns
	Treonin	1	5,063	32,483***
	Arjinin	1	25,326	155,452***
	Alanin	1	25,832	22,226**
	Tirozin	1	16,565	56,233***
	Valin	1	12,443	16,676**
	Metionin	1	9,703	55,439***
	Triptofan	1	,028	,193ns
	Fenilalanin	1	1,097	5,470*
	İzolosin	1	18,836	12,403**
	Losin	1	14,440	39,092***
	Lisin	1	3,725	21,455**
	Prolin	1	13,359	73,543***
	Toplam Serbest a.a.	1	2163,064	194,478***
Zaman	Aspartat	3	8,463	177,510***
	Glutamat	3	245,329	123,697***
	Serin	3	146,224	256,412***

Çizelge 4.51 (Devam) Olgunlaştırılan örneklerin serbest aminoasit değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları.

KAYNAK	Amino asit	SD	KO	F değeri
Zaman	Hisitidin	3	57,373	174,565***
	Glisin	3	45,872	46,167***
	Treonin	3	142,821	916,399***
	Arjinin	3	81,567	500,658***
	Alanin	3	1441,528	1240,297***
	Tirozin	3	104,744	355,575***
	Valin	3	271,324	363,611***
	Metionin	3	57,740	329,897***
	Triptofan	3	16,090	110,873***
	Fenilalanin	3	93,621	466,688***
	İzolosin	3	146,486	96,458***
	Losin	3	177,414	480,292**
	Lisin	3	65,091	374,923***
	Prolin	3	79,180	435,895***
	Toplam Serbest a.a.	3	36602,691	3290,896***
	Aspartat	3	2,520	52,850***
	Glutamat	3	9,722	4,902*
	Serin	3	5,721	10,033**
	Hisitidin	3	4,584	13,949**
	Glisin	3	,370	,372ns
Yöntem x Zaman	Treonin	3	3,846	24,675***
	Arjinin	3	10,477	64,306***
	Alanin	3	13,823	11,893**
	Tirozin	3	5,035	17,091**
	Valin	3	3,720	4,986*
	Metionin	3	7,715	44,081***
	Triptofan	3	1,081	7,447*
	Fenilalanin	3	1,402	6,987*
	İzolosin	3	6,538	4,305*
	Losin	3	7,071	19,143**
	Lisin	3	3,734	21,508***
	Prolin	3	2,065	11,369**
	Toplam Serbest a .a.	3	1065,668	95,813**

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.

Çizelge 4.52 Olgunlaştırma boyunca örneklerin aspartat değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	0,94cA	0,89Da	6
14	2,20bA	2,25cA	6
21	2,45bB	3,70aA	6
28	5,64aA	3,11bB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.53 Olgunlaştırma boyunca örneklerin glutamat değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	6,57dA	6,40dA	6
14	12,49cA	12,45cA	6
21	19,39bA	18,15bA	6
28	27,91aA	21,29aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.54 Olgunlaştırma boyunca örneklerin serin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	4,41dA	4,35dA	6
14	9,30cA	9,14cA	6
21	14,14bA	10,74bB	6
28	21,22aA	16,37aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.55 Olgunlaştırma boyunca örneklerin histidin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	8,00dA	8,23dA	6
14	10,85cB	12,01cA	6
21	13,87bA	11,24bB	6

Çizelge 4.56 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin histidin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
28	18,89aA	15,66aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.57 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Glisin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	5,60cA	5,56bA	6
14	11,16bA	11,00aA	6
21	12,88aA	11,59aA	6
28	13,58aA	12,65aA	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.58 Olgunlaştırma boyunca örneklerin treonin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	3,18dA	3,20cA	6
14	8,39cA	8,49bA	6
21	14,42bA	13,83aA	6
28	18,54aA	14,51aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.59 Olgunlaştırma boyunca örneklerin arjinin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	4,44cA	4,59cA	6
14	8,17bA	8,59bA	6
21	16,18aA	10,82aB	6
28	16,67aA	11,39aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.60 Olgunlaştırma boyunca örneklerin alanin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	15,43dA	14,78dA	6
14	26,64cA	25,47cA	6
21	45,54bA	45,28bA	6
28	61,42aA	53,33aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.61 Olgunlaştırma boyunca örneklerin tirozin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	5,69dA	5,51cA	6
14	11,65cA	10,86bA	6
21	16,26bA	14,31aB	6
28	19,77aA	14,56aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.62 Olgunlaştırma boyunca örneklerin valin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	3,88dA	4,08dA	6
14	12,55cA	12,04cA	6
21	19,92bA	17,08bB	6
28	24,94aA	21,04aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.63 Olgunlaştırma boyunca örneklerin metiyonin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	8,86dA	8,81dA	6

Çizelge 4.64 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin metiyonin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
14	12,26cA	12,60cA	6
21	15,00bA	14,14bA	6
28	20,72aA	15,06aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.65 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Triptofan değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	2,22dA	2,49dA	6
14	3,56cB	4,44cA	6
21	5,37bA	5,44bA	6
28	7,84aA	6,28aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.66 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Fenilalanin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	4,83dA	4,89dA	6
14	10,50cA	11,21cA	6
21	14,37bA	13,52bB	6
28	16,95aA	14,93aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.67 Olgunlaştırma boyunca örneklerin İzolösin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	4,80dA	4,41dA	6
14	10,63cA	10,55cA	6
21	15,62bA	13,03bB	6

Çizelge 4.68 (Devam) Olgunlaştırma boyunca örneklerin İzolösün değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
28	21,73aA	16,11aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.69 Olgunlaştırma boyunca örneklerin lösün değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	12,14dA	12,33dA	6
14	16,74cA	16,17cA	6
21	23,26bA	21,80bB	6
28	30,25aA	24,49aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.70 Olgunlaştırma boyunca örneklerin lizin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	6,55cA	6,89cA	6
14	12,15bB	15,89aA	6
21	14,78aA	14,05bA	6
28	15,34aA	15,84aA	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.71 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Prolin değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	3,50dA	3,47dA	6
14	9,40cA	7,23cB	6
21	10,95bA	9,34bB	6
28	15,96aA	12,47aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.72 Olgunlaştırma boyunca örneklerin Serbest aminoasit değerleri (mg/100 g).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		
	Kuru	Yaş	n
0	101,00dA	100,84dA	6
14	188,59cA	190,36cA	6
21	274,38bA	248,04bB	6
28	357,34aA	289,05aB	6

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

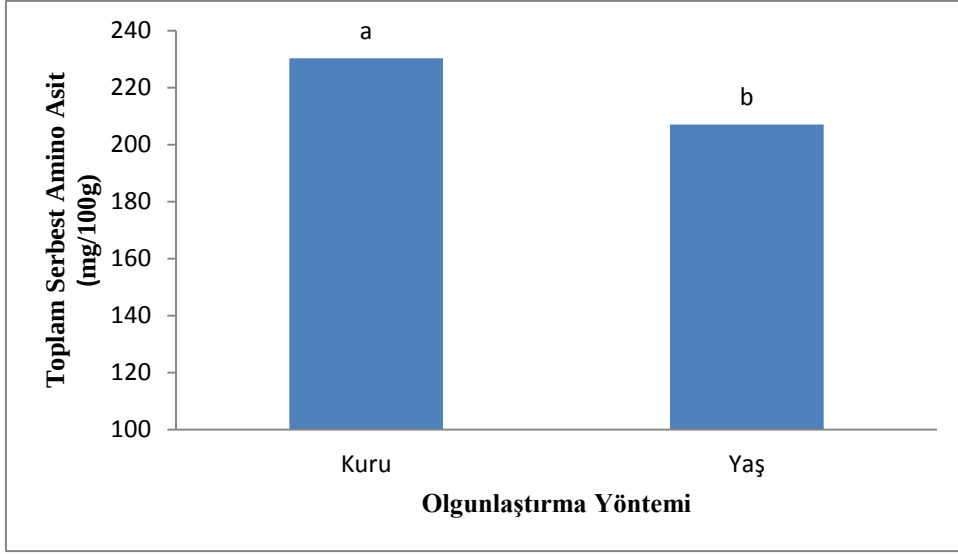
A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.73 Örneklerin aminoasit değerleri üzerine olgunlaştırma metodu ve olgunlaştırma zamanının etkisi (mg/100g).

Amino asit	Olgunlaştırma Metodu		Olgunlaştırma Zamanı			
	Kuru	Yaş	0. Gün	14. Gün	21. Gün	28.Gün
Aspartat	2,80x	2,48y	0,91d	2,22c	3,07b	4,37a
Glutamat	16,58x	14,56y	6,48d	12,46c	18,77b	24,59a
Serin	12,26x	10,14y	4,38d	9,21c	12,43b	18,79a
Hisitidin	12,90x	11,78y	8,12d	11,43c	12,56b	17,27a
Glisin	10,80x	10,20x	5,58c	11,08b	12,23ab	13,12a
Treonin	11,13x	10,01y	3,19d	8,44c	14,13b	16,52a
Arjinin	11,36x	8,85y	4,51c	8,38b	13,50b	14,03a
Alanin	37,26x	34,71y	15,10d	26,05c	45,41b	57,38a
Tirozin	13,34x	11,31y	5,60d	11,25c	15,28b	17,16a
Valin	15,32x	13,56y	3,98d	12,30c	18,50b	22,99a
Metionin	14,21x	12,65y	8,83d	12,43c	14,57b	17,89a
Triptofan	4,75x	4,66x	2,35d	4,00c	5,41b	7,06a
Fenilalanin	11,66x	11,14y	4,86d	10,85c	13,94b	15,94a
İzolosin	13,19x	11,02y	4,61d	10,59c	14,33b	18,92a
Lösin	20,59x	18,69y	12,23d	16,45c	22,53b	27,37a
Lisin	12,20y	13,17x	6,72c	14,02b	14,42b	15,59a
Prolin	9,95x	8,12y	3,48d	8,31c	10,14b	14,21a

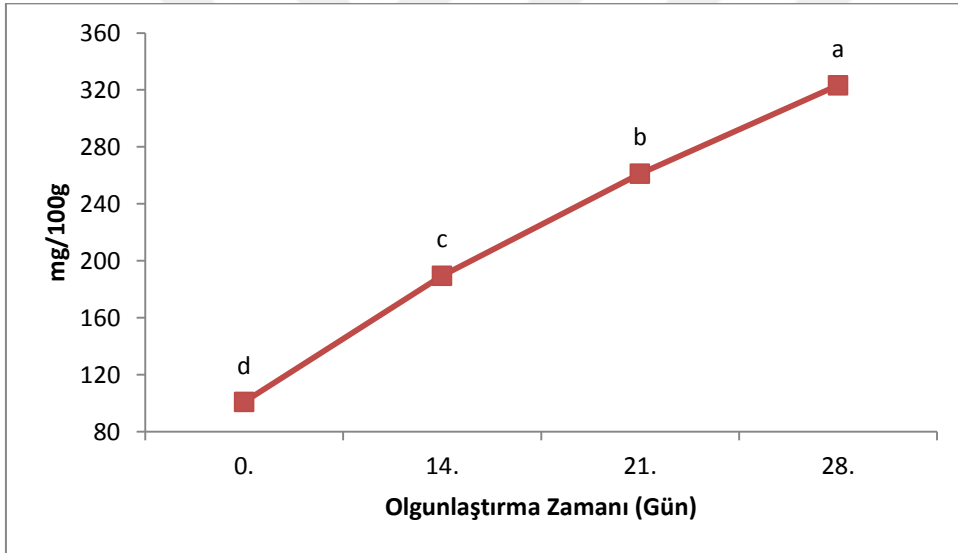
x,y: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

a-d: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.49 Örneklerin toplam serbest aminoasit değeri üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi.

a-b: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.50 Örneklerin toplam serbest aminoasit değerlerine olgunlaştırma zamanının etkisi.

a-d: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.16 Protein Oksidasyonu

Çizelge 4.74 Olgunlaştırılan Örneklerin toplam karbonil madde miktarlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

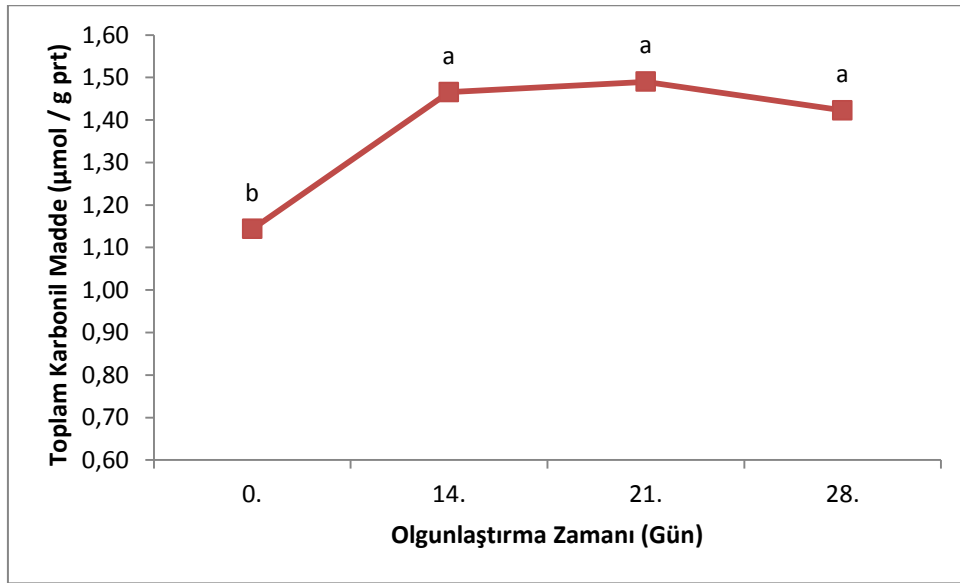
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,002	0,096
Zaman	3	0,154	6,809**
Yöntem x Zaman	3	0,016	0,703

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.75 Olgunlaştırılan boyunca örneklerin toplam karbonil madde miktarları ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$).

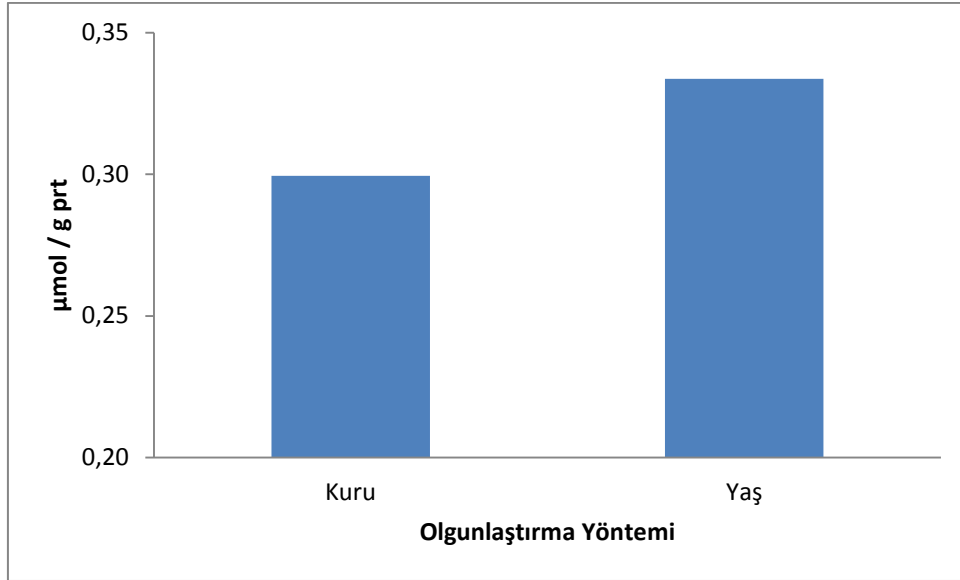
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	1,2215b	1,0651b	6
14	1,4675a	1,4634a	6
21	1,4948a	1,4852a	6
28	1,3755a	1,4692a	6

a-b (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.51 Olgunlaştırılan örneklerin toplam toplam karbonil madde miktarlarına olgunlaştırma zamanının etkisi ($\mu\text{mol} / \text{g prt}$).

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.52 Örneklerin toplam karbonil madde miktarları üzerine olgunlaştırma yönteminin etkisi.

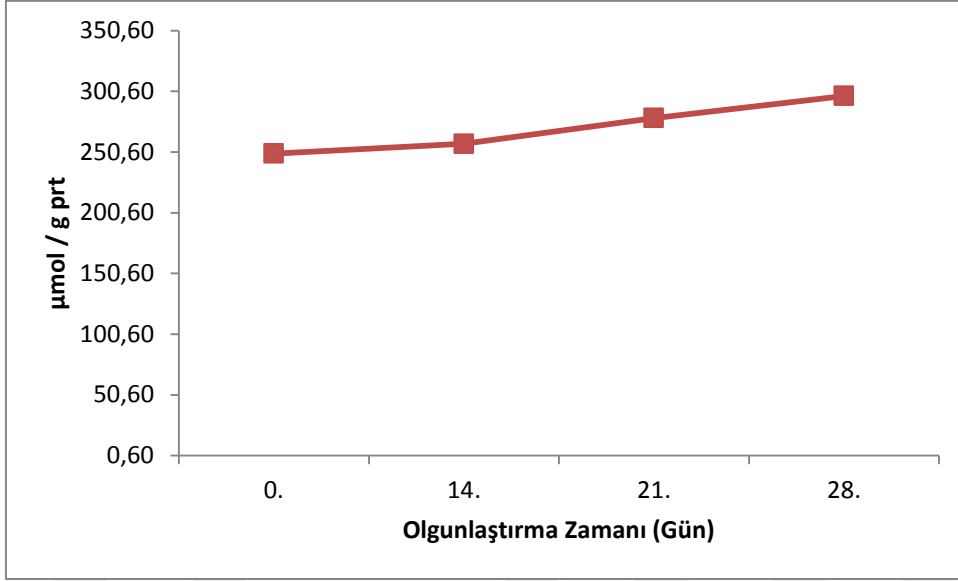
Çizelge 4.76 Olgunlaştırılan Örneklerin toplam tiyol miktarlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	1581,852	0,867
Zaman	3	2753,350	1,510
Yöntem x Zaman	3	178,425	,098

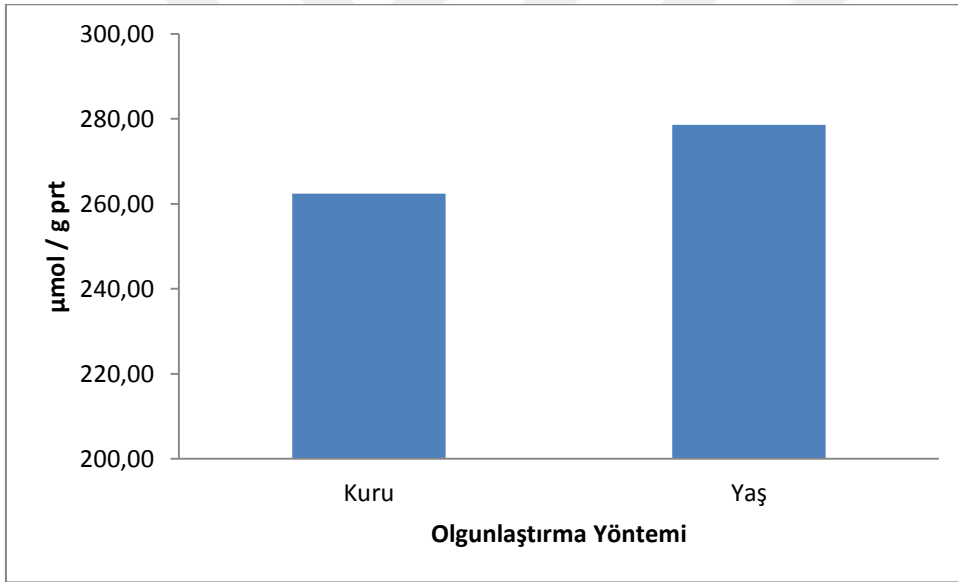
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,05, **p<0,01.

Çizelge 4.77 Olgunlaştırma boyunca örneklerin toplam tiyol miktarları (µmol / g prt).

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	248,7219	249,8637	6
14	245,4173	269,2759	6
21	266,2507	290,8597	6
28	289,0800	304,4189	6



Şekil 4.53 Örneklerin toplam tiyol miktarlarına olgunlaştırma zamanının etkisi (µmol / g prt)



Şekil 4.54 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin toplam tiyol miktarları üzerine etkisi (µmol / g prt).

4.17 Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Çizelge 4.78 Olgunlaştırılan Örneklerin duyusal görünüş puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	3,970	8,063*
Zaman	3	0,635	1,290
Yöntem x Zaman	3	0,928	0,327

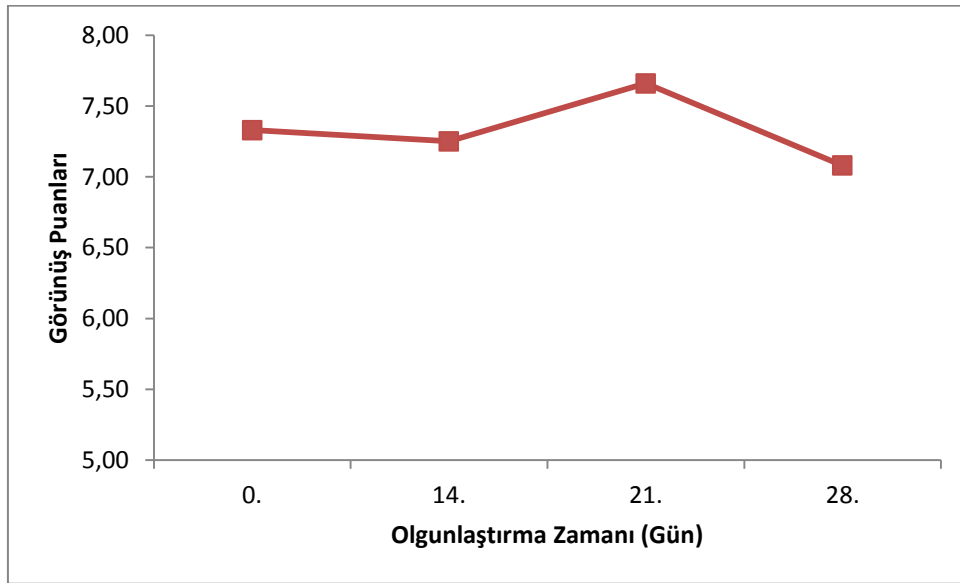
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,05, **p<0,01

Çizelge 4.79 Olgunlaştırma boyunca duyusal görünüş puanlarının değişimi.

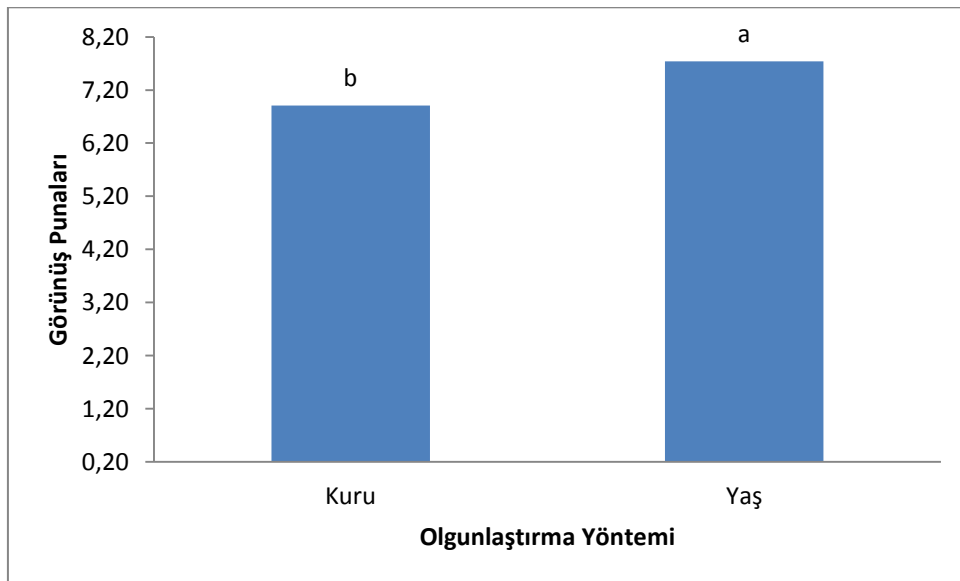
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	6,9950B	7,8000A	6
14	6,5000B	8,2500A	6
21	7,0000B	7,6000A	6
28	6,1500B	6,9800A	6

a-i (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.55 Olgunlaştırma Boyunca duyusal görünüş puanları.



Şekil 4.56 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyusal görünüş puanları üzerine etkisi.

a-b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.80 Örneklerin duyuşal renk puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

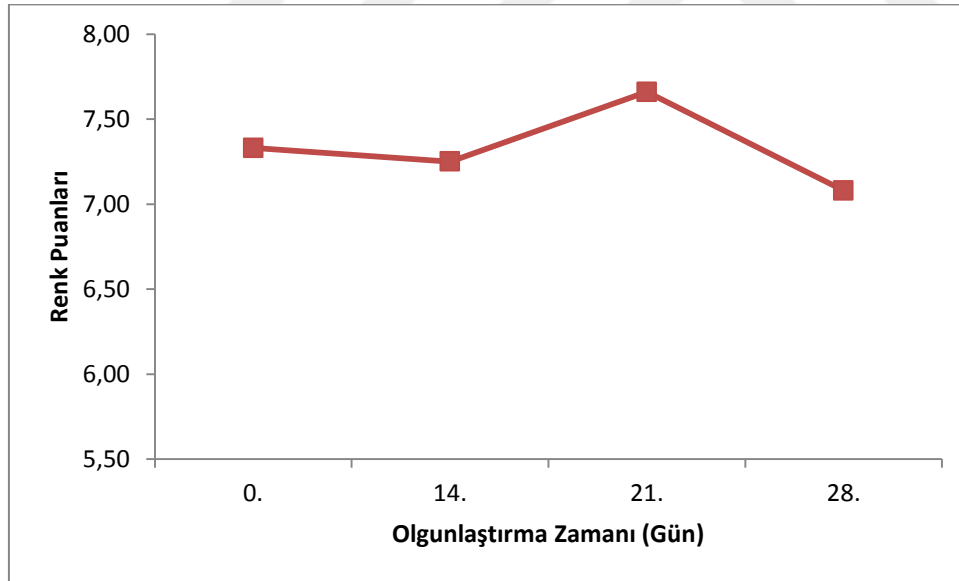
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	2,772	6,993*
Zaman	3	0,237	0,341
Yöntem x Zaman	3	0,389	0,560

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

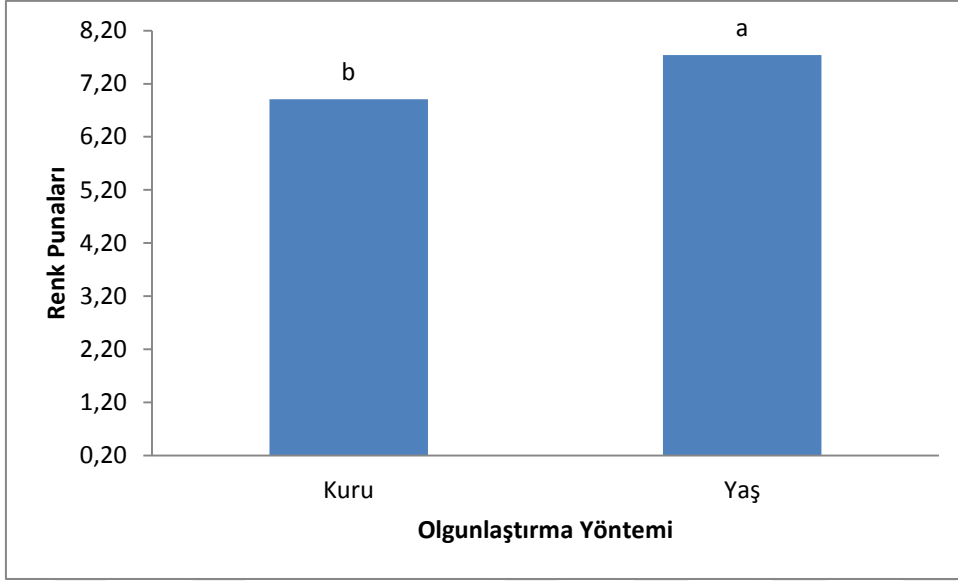
Çizelge 4.81 Olgunlaştırma boyunca duyuşal renk puanlarının değışimi.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	7,33A	7,33A	6
14	6,50B	8,00A	6
21	7,16B	8,16A	6
28	6,67B	7,50A	6

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.57 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal renk puanları.



Şekil 4.58 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duysal renk puanları üzerine etkisi.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.82 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal sululuk puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

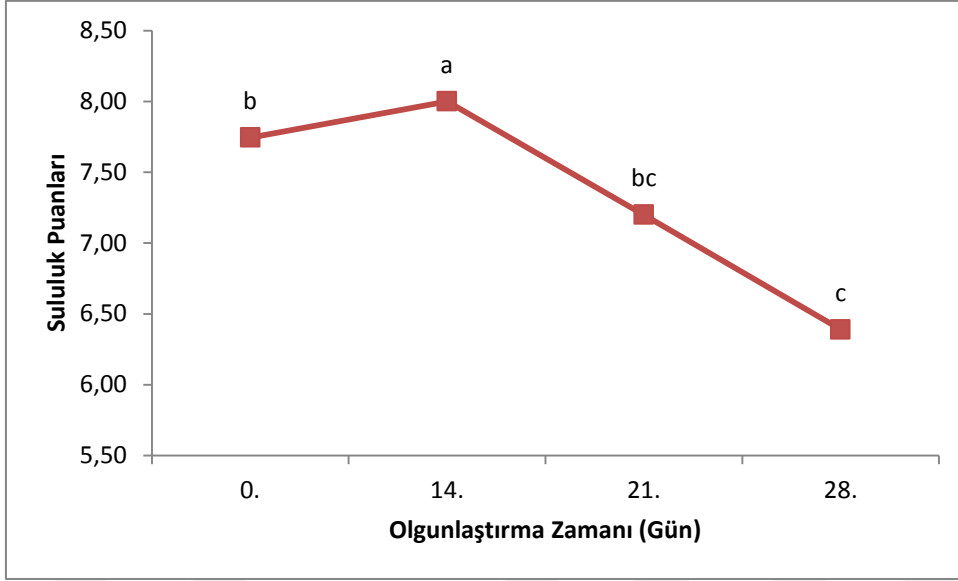
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,570	1,955
Zaman	3	2,029	6,958*
Yöntem x Zaman	3	0,700	2,402

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.83 Olgunlaştırma boyunca duysal sululuk puanlarının değişimi.

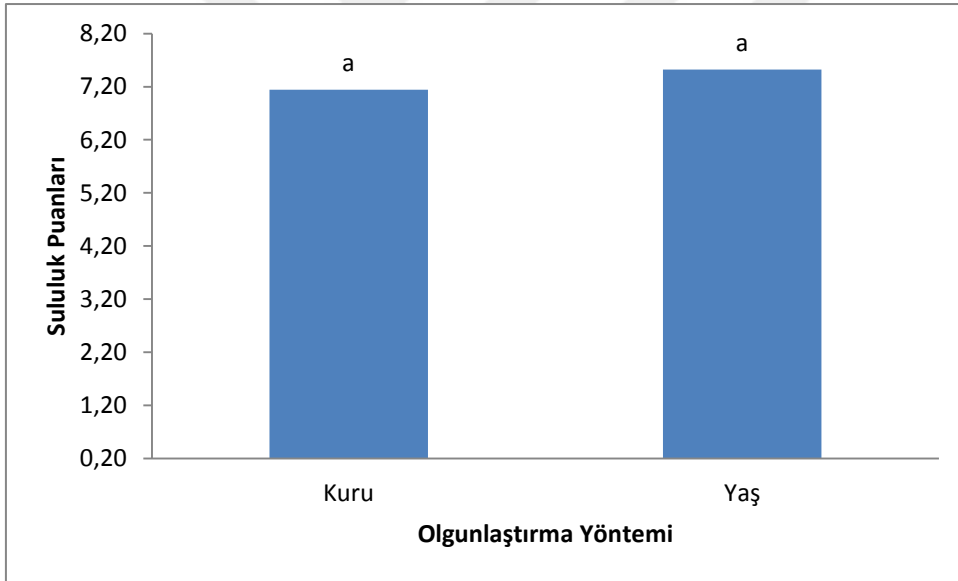
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	7,83a	7,66b	6
14	7,50b	8,50a	6
21	7,45b	6,95c	6
28	5,80c	6,98c	6

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.59 Olgunlaştırma Boyunca duyusal sululuk puanları.

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.60 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duyusal sululuk puanları üzerine etkisi.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.84 Olgunlaştırılan Örneklerin duyusal tat-aroma puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

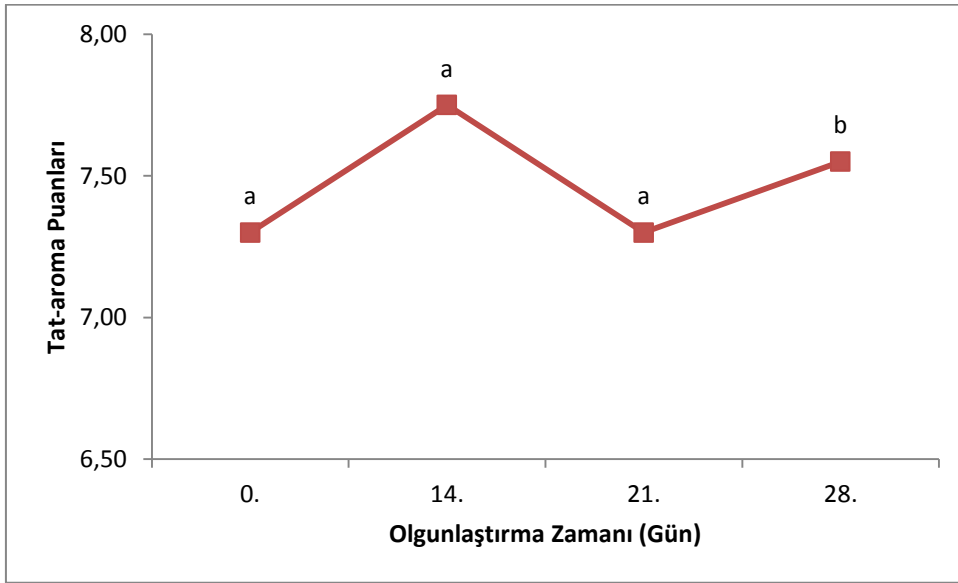
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,040	0,267
Zaman	3	1,297	8,644**
Yöntem x Zaman	3	0,363	2,422

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.85 Olgunlaştırma boyunca duyu tat-aroma puanlarının değişimi.

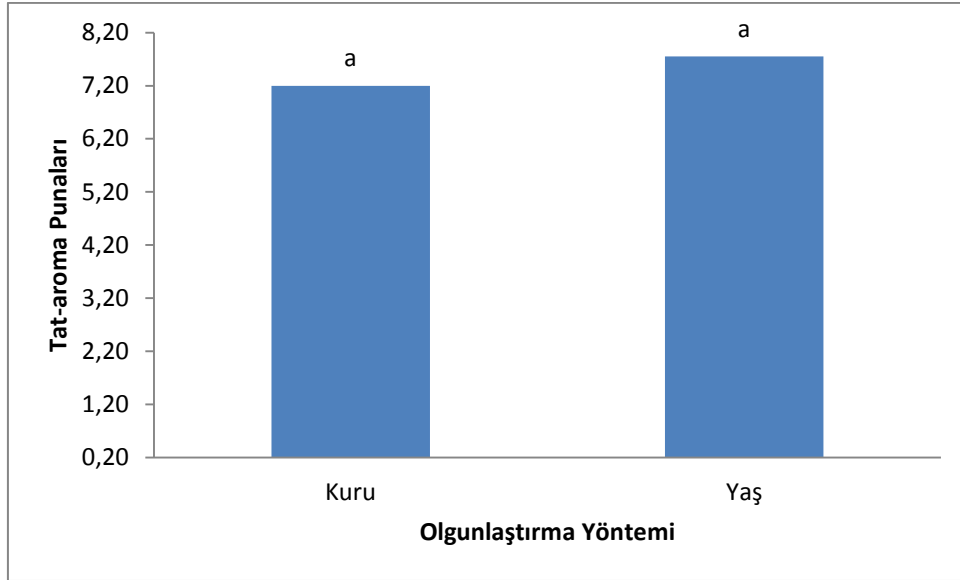
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	7,80a	7,65a	6
14	7,00b	7,75a	6
21	7,80a	7,45a	6
28	6,80c	6,15b	6

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.61 Olgunlaştırma Boyunca tat-aroma puanları.

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.62 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin tat-aroma puanları üzerine etkisi.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.86 Olgunlaştırılan Örneklerin duyuşal tekstür puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

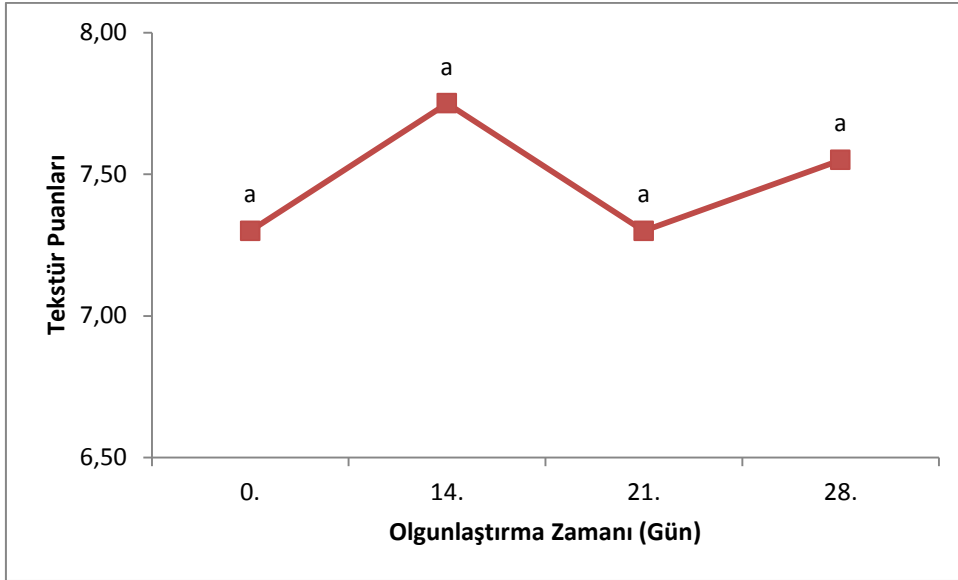
Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	1,210	12,410**
Zaman	3	0,190	1,949
Yöntem x Zaman	3	0,710	7,282*

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.87 Olgunlaştırma boyunca duyuşal tekstür puanlarının değişimi.

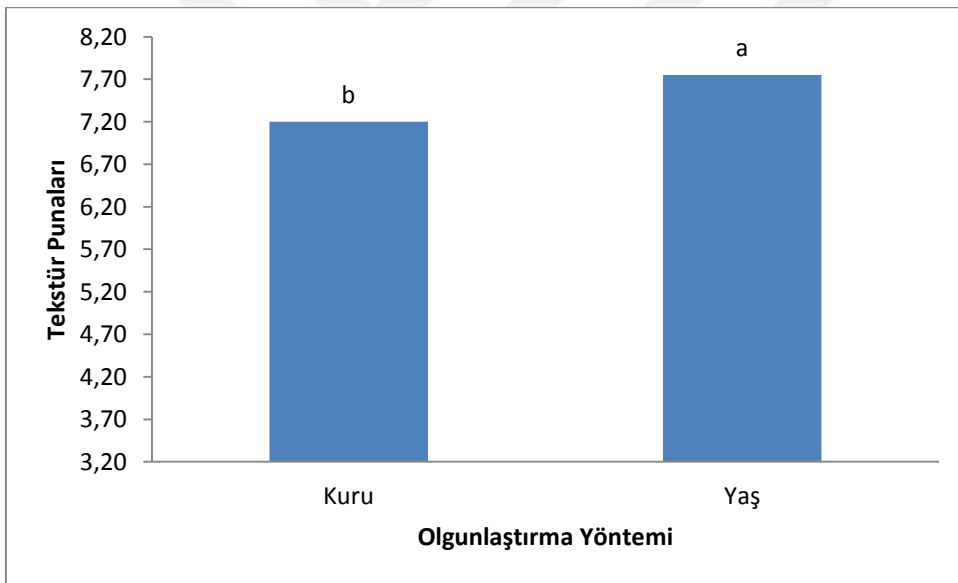
Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	7,45A	7,15B	6
14	7,25B	8,25A	6
21	7,30A	7,30A	6
28	6,80B	8,30A	6

A-B (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.63 Olgunlaştırma Boyunca duysal tekstür puanları.

a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.64 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duysal tekstür puanları üzerine etkisi.

a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.88 Olgunlaştırılan Örneklerin duysal genel beğeni puanlarına ait Varyans Analiz sonuçları.

Kaynak	SD	KO	F değeri
Yöntem	1	0,021	0,552
Zaman	3	0,020	0,527
Yöntem x Zaman	3	0,352	9,238**

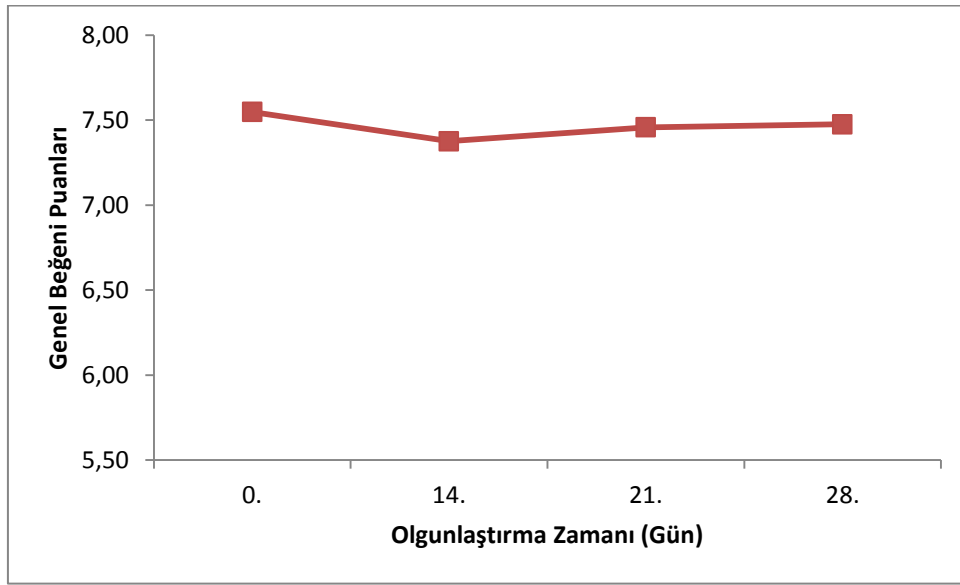
SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Çizelge 4.89 Olgunlaştırma boyunca duyuşal genel beğeni puanlarının değişimi.

Olgunlaştırma Zamanı	Olgunlaştırma Yöntemi		n
	Kuru	Yaş	
0	7,60Ab	7,50Ab	6
14	7,00Bc	7,75Aa	6
21	7,60Ab	7,31Bc	6
28	7,80Aa	7,15Bd	6

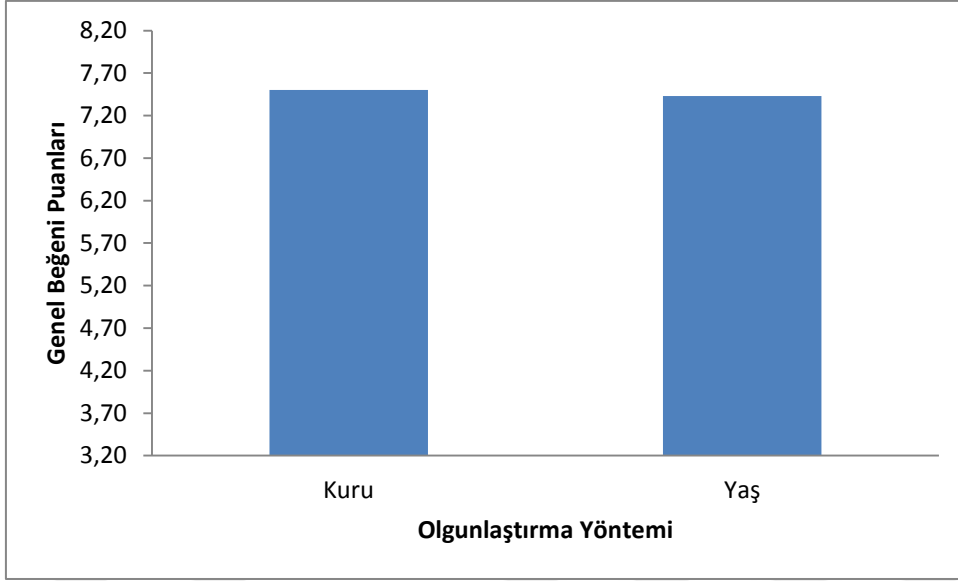
a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



şekil 4.65 Olgunlaştırma Boyunca duyuşal genel beğeni puanları.

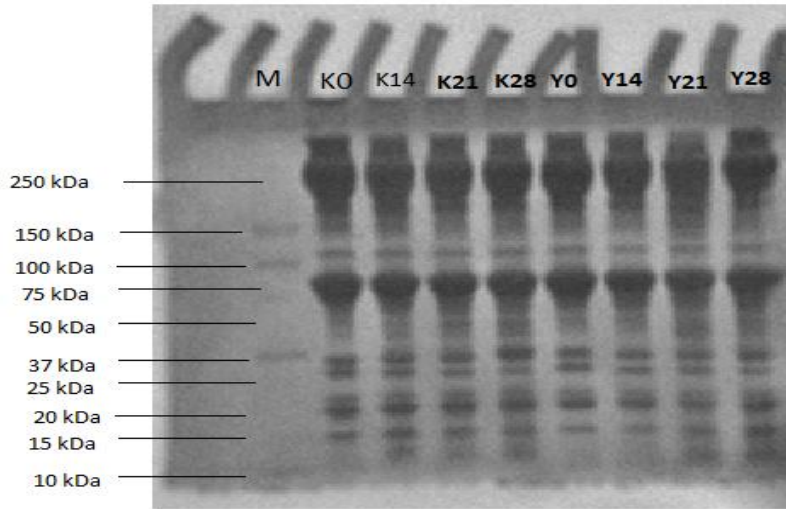
a-c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).



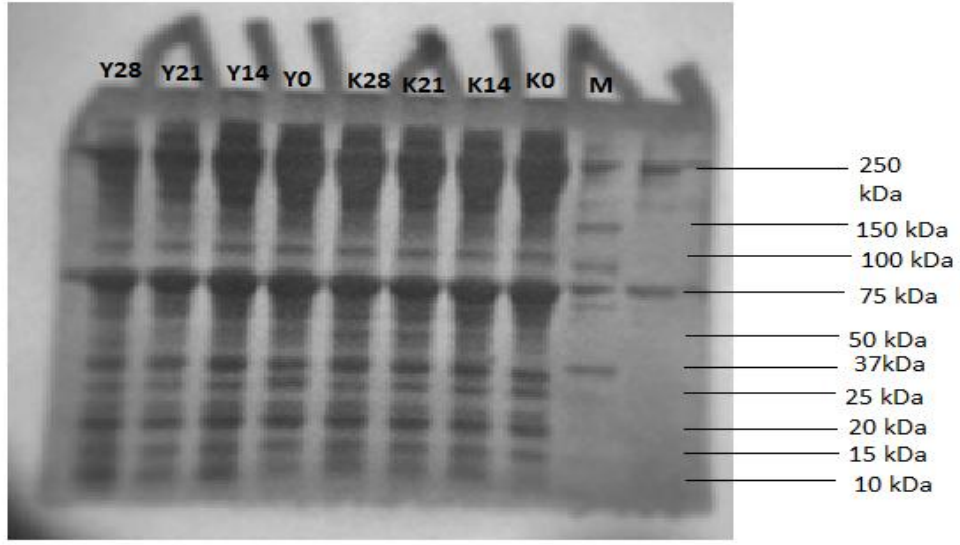
Şekil 4.66 Olgunlaştırma Yönteminin Örneklerin duysal genel beğeni puanları üzerine etkisi. a-d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

4.18 Miyofibrilik ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilleri

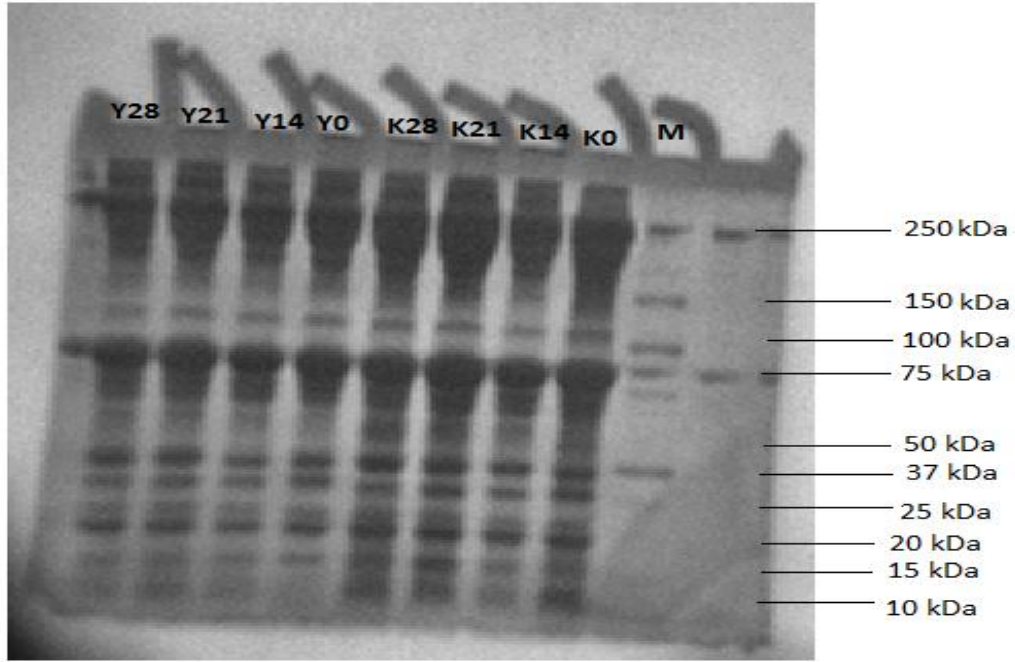
4.18.1 Miyofibrilik Proteinlerin Jel Görüntüleri



Resim 4.18.1 1.Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli.

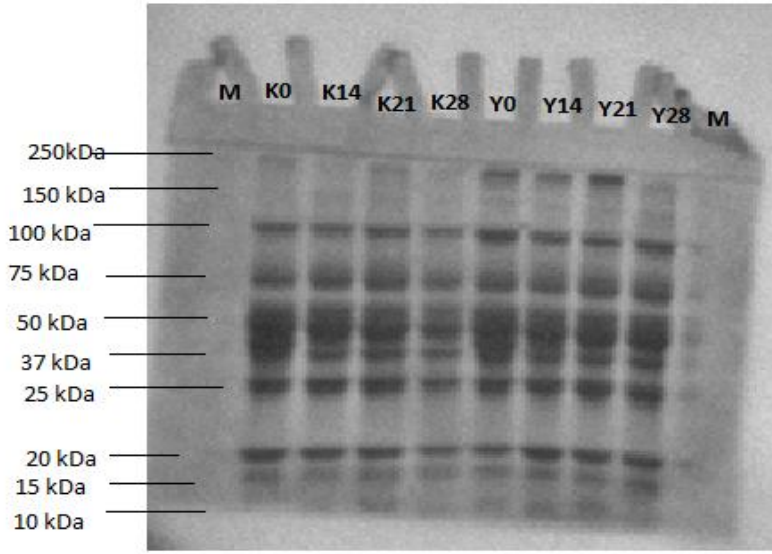


Resim 4.18.2 2. Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli.

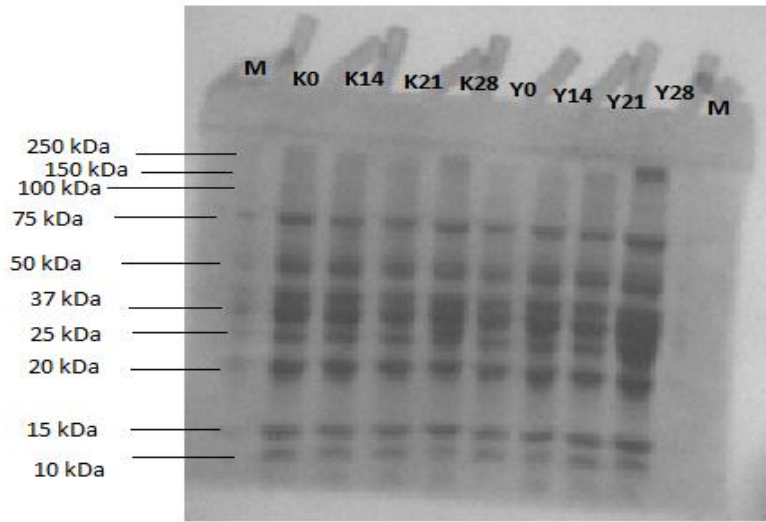


Resim 4.18.3 3. Tekerrür Miyofibrilik Proteinler Jeli.

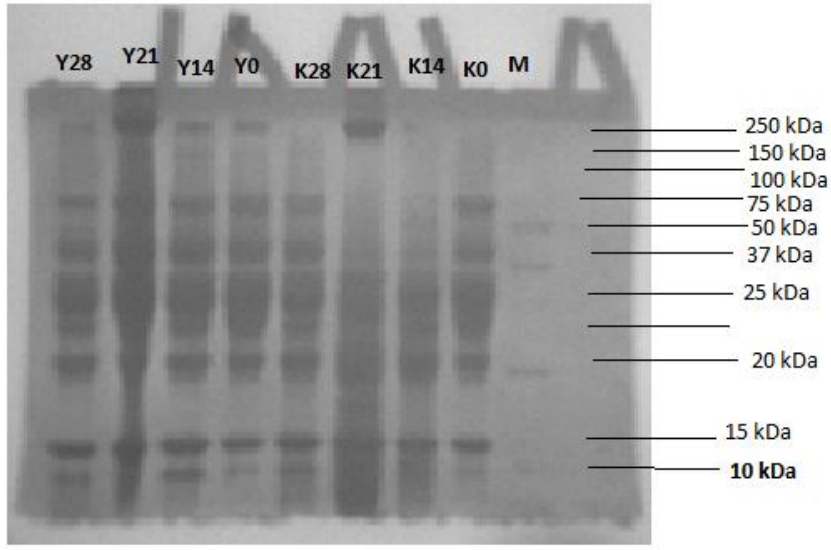
4.18.2 Sarkoplazmik Proteinlerin Jel Görüntüleri



Resim 4.18.4 1.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli.



Resim 4.18.5 2.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli.



Resim 4.18.6 3.Tekerrür Sarkoplazmik Proteinler Jeli.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Toplam ve Tıraşlama Kayıp Değerleri

Örneklerin tıraşlama kayıplarına ait değerler Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Örneklerin tıraşlama kayıpları %2,86 ile %25,06 arasında değişmektedir. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresi tıraşlama kayıplarını önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilerken, yöntem x zaman etkileşiminin tıraşlama kaybı üzerine etkili olmadığı ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Olgunlaştırma süresi boyunca kuru olgunlaştırılan örneklerin tıraşlama kayıpları ile yaş olgunlaştırılan örneklerin tıraşlama kayıpları arasında önemli bir fark ($p<0,05$) olduğu gözlemlenmiştir. Nem kaybı sonucu örneklerin üzerinde kabuk olarak tanımlanan kuru yüzey oluşmakta, bu kısmın tüketimden önce tıraşlama işlemi ile uzaklaştırılması gerekmektedir. 28 gün sonunda yaş olgunlaştırılan numunelerin tıraşlama kaybı % 6,17 olurken, kuru olgunlaştırılan numunelerin tıraşlama kaybının % 25,06’ya ulaştığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, tıraşlama kayıplarının olgunlaştırma metodu ve olgunlaştırma süresinden önemli derecede etkilendiğini belirten Shi vd. (2020)’nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Söz konusu çalışmada, 14 gün kuru ve yaş olgunlaştırma gerçekleştirilen örneklerde kuru olgunlaştırma yapılan örneklerin tıraşlama kayıplarının yaş olgunlaştırılan örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. 14 gün boyunca kuru olgunlaştırılan örneklerde tıraşlama kaybı %21,73 olurken, bizim çalışmamızda 14. Gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerde % 10,85 tıraşlama kaybı gerçekleşmiştir. Shi vd. (2020)’nin çalışmalarının 2 °C’de, bizim çalışmalarımızdan daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmiştir. Bu nedenle aynı süre içinde daha fazla su evapore olmuş, yüzeyin daha fazla kuruması sonucu tıraşlama kayıpları daha yüksek çıkmış olabilir.

5.2 pH değerleri

Örneklerin pH değerleri Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. Başlangıçta 5,60 ve 5,61 olarak tespit edilen pH değerleri olgunlaştırma işlemi sonucunda 5,70 ve 5,75 arasında değişen değerler almıştır. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Benzer şekilde, Kim vd. (2019), Hanwoo ineklerinin farklı kaslarının 28 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırılması

sonucu pH değerlerinin önemli düzeyde değişmediğini saptamıştır. Ahnström vd. (2006) yaptığı çalışmada 21 gün kuru olgunlaştırılan örneklerin pH değerini 5,7 olarak bildirmiştir. Bu değer, çalışma verilerimizin 21. Gün pH değerleri ile uyumludur. Aynı çalışmada, kuru olgunlaştırma işleminin pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir. Domaradzki vd. (2020), 14 gün yaş olgunlaştırma yaptıkları domuz etinin iki farklı kasında 14 günün sonunda pH değerlerinin 5,70 ve 5,65 olduğunu bildirmiş, olgunlaştırma boyunca kasların pH farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p>0,05$) belirtmişlerdir. Kim vd. (2016), sığır *longissimus lumborum* kaslarını kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutmuş, 21 gün sonunda kuru olgunlaştırılmış örneklerin pH değerini 5,64 ve yaş olgunlaştırılmış örneklerin pH değerini 5,61 olarak bildirmiştir. Bu değerler çalışma verilerimizle benzerlik göstermektedir. Aynı çalışmada olgunlaştırma çeşidinin pH üzerine istatistiksel bir etki göstermediği belirtilmiştir.

5.3 Kuru madde Değerleri

Örneklerin % kuru madde değerleri Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir. Kontrol numunelerinin yaklaşık % 75 olan nem miktarı, kuru olgunlaştırma sonucunda % 58,98, yaş olgunlaştırma sonucunda ise % 67,51 değerlerine inmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresi kuru madde değerlerini önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilerken, yöntem x zaman etkileşiminin kuru madde değerleri üzerine etkili olmadığı ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Yaş olgunlaştırılmış örneklerin 14. Gündeki kuru madde değerleri, 100ajör. (2013)’nin tespit ettiği yaş olgunlaştırılmış örneklerin kuru madde değerleri ile uyum halindedir. Hulankova vd. (2018), kuru olgunlaştırma uyguladıkları düve *longissimus thoracis* kasının, olgunlaştırma öncesi kuru madde değerinin % 25,86 olduğunu, 14 . günde % 28,73’e yükseldiğini ve 26. Günde ise 32,62’ye yükseldiğini bildirmiştir. Bu değerler çalışma verilerimiz ile oldukça yakındır. Aynı çalışmada kuru olgunlaştırmanın en büyük dezavantajının buharlaşmaya bağlı kayıplar olduğu, bu durumun da et verimi önemli ölçüde düşürdüğü bildirilmiştir.

5.4 Su Tutma Kapasitesi değerleri

Örneklerin su tutma kapasiteleri Çizelge 4.9-4.10 ile Şekil 4.9-4.10 arasında verilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ile yöntem-zaman etkileşiminin su tutma kapasitesi üzerine etki

etmediği, olgunlaştırma zamanının ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Başlangıçta kuru ve yaş olgunlaştırma numunelerinin su tutma kapasitesi değerlerinin aynı olduğu, olgunlaştırma zamanının ilerlemesi ile her iki çeşit numunede de su tutma kapasitesinin düştüğü görülmektedir. 28. Gün sonunda yaş olgunlaştırılmış numunelerin su tutma kapasitelerinin, kuru olgunlaştırılmış numunelere göre yüksek olduğu ancak istatistiksel olarak yaş ve kuru olgunlaştırma arasında fark tespit edilmediği belirlenmiştir. Proteolize bağlı olarak, su bağlamaya elverişli olan protein reaktif gruplarının azaldığı bildirilmiştir (Aberle vd. 1989). Olgunlaştırma boyunca meydana gelen yoğun proteoliz sonucu su bağlamaya elverişli olan protein reaktif gruplarının azalması neticesinde, kuru ve yaş olgunlaştırılan numunelerin su tutma kapasitelerinde düşüş meydana geldiği söylenebilir.

5.5 Yağ Değerleri

Örneklerin % yağ değerleri Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Başlangıçta % 2,87 ve 3,03 olarak tespit edilen yağ değerleri olgunlaştırma işlemi boyunca artarak kuru olgunlaştırılan örneklerde %10,19, yaş olgunlaştırılan örneklerde ise 9,25 değerlerine ulaşmıştır. Olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin yağ değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$), olgunlaştırma zamanının ilerlemesi ile ise yağ değerlerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) düzeyde arttığı saptanmıştır. Ahnström vd. (2006) yaptığı çalışmada 21 gün kuru olgunlaştırılan örneklerin yağ değerini % 5,8 olarak bildirmiştir. Çalışma verilerimizin 21. Gün yağ değerleri söz konusu değerler ile benzerdir. Rant vd. (2019), 14 gün yaş olgunlaştırma yaptıkları kuzu etinin yağ değerlerini farklı kaslar için % 5,39- 4,07 olarak bildirmiştir. Bu değerler, 14. Gün yaş olgunlaştırma örneğimizin % 4,6 olarak tespit ettiğimiz değer ile yakındır.

5.6 Protein Değerleri

Örneklerin % protein değerleri Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’te verilmiştir. Başlangıçta % 22,04 ve % 20,84 olarak tespit edilen protein değerleri olgunlaştırma işlemi sonucunda % 29,94 ve % 23,07 arasında değişen değerler almıştır. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin protein değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır.

Benzer şekilde, Rant vd. (2019), 14 gün yaş olgunlaştırma yaptıkları kuzu etinin protein değerlerini farklı kaslar için % 21,34- 22,29 olarak bildirmiştir. Olgunlaştırma işleminin protein değerleri üzerine istatistiksel olarak etkili olmadığını belirtmiştir. Hulankova vd. (2018), kuru olgunlaştırma uyguladıkları düve *longissimus thoracis* kasının, olgunlaştırma öncesi protein değerinin % 22,19 olduğunu, 14 . günde % 24,20'ye yükseldiğini ve 26. Günde ise 25,39'a yükseldiğini bildirmiştir. Bu değerler çalışma verilerimiz ile oldukça yakındır.

5.7 Su aktivitesi (aw) değerleri

Örneklerin su aktivitesi değerleri Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'de verilmiştir. Kontrol numunelerinde 0,95 ve 0,96 olan su aktivitesi değeri 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan numuneler için 0,92; yaş olgunlaştırılan numuneler için ise 0,95 olarak tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin protein değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Ribeiro (2020), 42 gün boyunca yaş ve kuru olgunlaştırma yaptığı *longissimus lumborum* kasının su aktivitesi değerinin 42 gün sonunda yaş olgunlaştırılmış numuneler için 0,99; kuru olgunlaştırılan numuneler için ise 0,98 olduğunu ve yaş olgunlaştırılan numunelerin su aktivitesi değerinin kuru olgunlaştırılan numunelerden istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. Kuru olgunlaştırma esnasında etin yüzeyi kuruyarak bir kabuk tabakası oluşur. Bu esnada etin yüzeyi ile iç kısmı arasında nem gradyanı oluşur. Birinci Fick Yasası'na göre; akış yüksek konsantrasyonlu bölgeden, düşük konsantrasyonlu bölgeye doğru olur. Buna göre; kabuk oluşumu ile beraber su iç kısımlardan et yüzeyine doğru transfer olur ve akabinde buradan buharlaşır (Tyrrell 1964, Lewicki 2004).

5.8 Tiyobarbitürikasit reaktif maddeler (TBARS) değerleri

Örneklerin % tiyobarbitürikasit reaktif maddeler (TBARS) değerleri Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Şekil 4.17 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Kontrol numunelerinin TBARS değerleri kuru olgunlaştırılacak örnekler için 0,31 mg MDA/ kg örnek, yaş olgunlaştırılacak örnekler için ise 0,29 mg MDA/ kg örnek olarak tespit edilmiştir. 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerin TBARS değerlerinin 0,87 mg MDA/ kg örnek, yaş olgunlaştırılan örneklerin ise 0,61 mg MDA/ kg örnek'e yükseldiği tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman

etkileşiminin TBARS değerlerini önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilediği saptanmıştır. Domaradzki vd. (2020), 14 gün yaş olgunlaştırma yaptıkları domuz etinin iki farklı kasında 14 günün sonunda TBARS değerlerinin 0,47- 0,49 mg MDA/ kg örnek olduğunu bildirmiştir. Bu veriler, çalışmada elde ettiğimiz 21. Gün yaş olgunlaştırma sonuçları ile benzerdir. Rant vd. (2019), 14 gün yaş olgunlaştırma yaptıkları kuzu etinin TBARS değerlerini farklı kaslar için 0,42-0,65 mmol / g et olarak bildirmiştir. Çalışma verilerimizin bu değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Ha vd. (2019), sığır *longissimus lumborum* kasının 35 gün kuru olgunlaştırılmış örneklerinde TBARS değeri 0,8 mg MDA/ kg örnek olurken, 56 gün sonunda 1,3 mg MDA/ kg örnek'e yükseldiği görülmüştür. Yaş olgunlaştırma yapılan örneklerde ise 35. Günde 0,9 mg MDA/ kg örnek olan TBARS değerlerinin, 56 gün sonunda 1 mg MDA/ kg örnek'e yükseldiği görülmüştür. Lee vd. (2019), 63 gün kuru olgunlaştırma yaptıkları sığır etinde başlangıçta 0,26 mg MDA/ kg örnek olan TBARS değerini, 28 gün sonunda 1,08 mg MDA/ kg örnek, 63 gün sonunda ise 1,19 mg MDA/ kg örnek olarak açıklamıştır. 28. Gün TBARS değerinin bizim çalışma verilerimizden yüksek olduğu görülmektedir. Ockerman (1976)' ya göre; TBA > 1 mg MDA / kg örnek olması durumunda söz konusu numune 'ransit' olarak nitelendirilebilir.

5.9 L* (Parlaklık) Değerleri

Örneklerin L* değerleri Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de verilmiştir. Kontrol numunelerinin L* değerleri kuru olgunlaştırılacak örnekler için 38,42 , yaş olgunlaştırılacak örnekler için ise 43,23 olarak tespit edilmiştir. 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerin L* değerleri 37,43 , yaş olgunlaştırılan örneklerin ise 39,35'e düştüğü tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yönteminin L* değerlerini önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilediği, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin ise L* değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Ribeiro vd. (2021), 42 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yapılan örneklerde L* değerlerini kuru olgunlaştırılan örnekler için 43,64 ,yaş olgunlaştırılan numuneler için ise 46,40 olarak bildirmiştir. Çalışma verilerimizin bu değerlerden düşük olduğu görülmekle beraber, benzer şekilde kuru olgunlaştırılan numunelerin yaş olgunlaştırılanlara göre daha koyu renge sahip olduğu belirtilmiştir. Bu durum nem içeriğinin kuru olgunlaştırılmış numunelerde nem içeriğinin daha düşük olması sonucu ışık yansımalarının daha az olması ile bağdaştırılabilir. Kim vd. (2016), 3 hafta boyunca

kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kası L^* değerleri kuru olgunlaştırma için 37,8, yaş olgunlaştırma için ise 40,4 olarak bildirilmiştir. Bu değerler bizim çalışma verilerimizle oldukça yakındır. Ha vd. (2019), 56 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kasının L^* değerlerini kuru olgunlaştırma için 34,44, yaş olgunlaştırma için ise 36,32 olarak bildirilmiştir. Söz konusu değerler, çalışma verilerimizle yakın olmakla beraber daha uzun süre olgunlaştırma uygulanması ve olgunlaştırma sıcaklığının 4°C olması sebebiyle daha düşük L^* değerleri elde edilmiş olabilir. Et rengini; pH, kas çeşidi, lipid oksidasyonu ve mitokondrial aktivite gibi pekçok endojen faktör etkilemektedir.

5.10 a^* (Kırmızılık) Değerleri

Örneklerin a^* değerleri Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir. Kontrol numunelerinin a^* değerleri kuru olgunlaştırılacak örnekler için 8,91 , yaş olgunlaştırılacak örnekler için ise 7,80 olarak tespit edilmiştir. 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerin a^* değerleri 5,87 , yaş olgunlaştırılan örneklerin ise 5,91’e düştüğü tespit edilmiştir. Olgunlaştırma işlemi sonunda yaş olgunlaştırılmış örneklerin a^* değerlerinin kuru olgunlaştırılmış örneklere göre daha biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin a^* değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Ribeiro vd. (2021), 42 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yapılan örneklerde a^* değerlerini kuru olgunlaştırılan örnekler için 12,51 , yaş olgunlaştırılan numuneler için ise 16,79 olarak bildirmiştir. Kim vd. (2016), 3 hafta boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kası a^* değerleri kuru olgunlaştırma için 25,9, yaş olgunlaştırma için ise 28,1 olarak bildirilmiştir. Bu değerlerin bizim çalışma verilerimizden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ha vd. (2019), 56 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kasının a^* değerlerini kuru olgunlaştırma için 23,36, yaş olgunlaştırma için ise 22,89 olarak bildirilmiştir.

5.11 b^* değerleri

Örneklerin b^* değerleri Çizelge 4.23, Çizelge 4.24, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de verilmiştir. Kontrol numunelerinin b^* değerleri kuru olgunlaştırılacak örnekler için 28,0

, yaş olgunlaştırılacak örnekler için ise 25,86 olarak tespit edilmiştir. 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerin b^* değerleri 22,12'ye düşerken, yaş olgunlaştırılan örneklerin ise 26,16'ya yükseldiği tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin b^* değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Kim vd. (2016), 3 hafta boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kası b^* değerleri kuru olgunlaştırma için 11,4, yaş olgunlaştırma için ise 12,4 olarak bildirilmiştir. Bu değerlerin bizim çalışma verilerimizden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ribeiro vd. (2021), 42 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yapılan örneklerde b^* değerlerini kuru olgunlaştırılan örnekler için 6,35 , yaş olgunlaştırılan numuneler için ise 8,22 olarak bildirmiştir. Ha vd. (2019), 56 gün boyunca kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları *longissimus lumborum* kasının b^* değerlerini kuru olgunlaştırma için 20,55, yaş olgunlaştırma için ise 22,18 olarak bildirilmiştir. Bu değerlerin bizim çalışma verilerimizle yakın olduğu görülmektedir.

5.12. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri

5.12.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayıları

Örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da verilmiştir. Başlangıçta kuru olgunlaştırılacak numuneler için 2,84 log kob/ g olan TMAB değeri 28 gün sonunda 4,33 log kob/ g'a yükselmiş, yaş olgunlaştırılacak numunelerde 3,59 log kob/ g olan TMAB değeri 4,58 log kob/ g'a yükselmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilediği, yöntem x zaman etkileşiminin ise önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Ribeiro (2020), 42 gün boyunca yaş ve kuru olgunlaştırma yaptığı *longissimus lumborum* kasının laktik asit bakteri sayısını 42 gün sonunda yaş olgunlaştırılmış numuneler için 3,47 log kob/ g; kuru olgunlaştırılan numuneler için ise 1,43 log kob/ g olduğunu ve yaş olgunlaştırılan numunelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının kuru olgunlaştırılan numunelerden istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. Hulankova vd. (2018), kuru olgunlaştırma uyguladıkları düve *longissimus thoracis* kasının mikrobiyolojik değerlerini yüzeyde ve etin iç yüzeyinde olarak ayrı ayrı değerlendirmiş, olgunlaştırma öncesi 2,59 log kob/ cm² olan yüzeydeki toplam canlı sayısı 14. Günde 5,26 log kob/ cm² değerlerine ulaşmıştır. Aynı çalışmada

başlangıçta etin iç kısmında toplam canlı sayısı 2,17 log kob/ g iken, 14. Günde 4,72 log kob/ g değerlerine ulaşmıştır. Sığır karkaslarında yüzeyde bulunabilecek toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 5 log kob/ g'a kadar kabul edilebilir sayılmaktadır (EU Regulation No. 2073/2005). 106ajör.(2013), 14 gün su buharı geçirgenliği yüksek poşet içerisinde kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde yaş olgunlaştırma yaptığı düve *gluteus medius* kasının başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 1,2 log kob/g olarak tespit etmiştir. 14 gün sonunda poşet içinde kuru olgunlaştırılan örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının 5,2 log kob/g'a, yaş olgunlaştırılan numunelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını ise 3,9 log kob/g'a yükseldiğini bildirmiştir.

5.12.2 Laktik Asit Bakteri Sayıları

Örneklerin laktik asit bakteri sayımı Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'da verilmiştir. Başlangıçta < 2 log kob/ g olan laktik asit bakterilerinin miktarı 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan numunelerde 2,39 log kob/ g'a, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 2,02 log kob/ g'a yükselmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin laktik asit bakteri sayısını önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$), olgunlaştırma süresinin ise önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilediği istatistiksel olarak saptanmıştır. Ribeiro (2020), 42 gün boyunca yaş ve kuru olgunlaştırma yaptığı *longissimus lumborum* kasının laktik asit bakteri sayısını 42 gün sonunda yaş olgunlaştırılmış numuneler için 2,81 log kob/ g; kuru olgunlaştırılan numuneler için ise 1,66 log kob/ g olduğunu ve yaş olgunlaştırılan numunelerin laktik asit bakteri sayısının kuru olgunlaştırılan numunelerden istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. Campbell vd. (2006), sığır kontrafilesini 2 °C'de 14 gün kuru olgunlaştırmaya tabi tutmuş ardından aynı numuneyi vakum paketleyerek 7 gün de yaş olgunlaştırma yapmıştır. 14 gün kuru olgunlaştırılan numunelerde laktik asit bakteri sayısı 1,5 log kob/ g olurken, aynı numuneye akabinde uygulanan 7 günlük yaş olgunlaştırma sonunda laktik asit bakteri sayısı 2,0 log kob/ g'a yükselmiş, bu artışın istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0,05$) olduğu bildirilmiştir. Hulankova vd. (2018), kuru olgunlaştırma uyguladıkları düve *longissimus thoracis* kasının mikrobiyolojik değerlerini yüzeyde ve etin iç yüzeyinde olarak ayrı ayrı değerlendirmiş, olgunlaştırma öncesi 1,04 log kob/ cm² olan yüzeydeki laktik asit bakteri sayısı 14.

Günde 1,6 log kob/ cm² değerlerine ulaşmıştır. Aynı çalışmada başlangıçta etin iç kısmında laktik asit bakteri sayısı 0,85 log kob/ g iken, 14. Günde 1,5 log kob/ g değerlerine ulaşmıştır. Li vd. (2013), 14 gün su buharı geçirgenliği yüksek poşet içerisinde kuru olgunlaştırma ve vakum paket içerisinde yaş olgunlaştırma yaptığı düve *gluteus medius* kasının başlangıç laktik asit bakteri sayısını 0,01 log kob/g olarak tespit etmiştir. 14 günlük olgunlaştırma sonunda tıraşlama işlemi sonrası poşet içinde kuru olgunlaştırılan numunelerde 0,3 log kob/g, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise laktik asit bakteri sayısı 2,3 log kob/g'a yükselmiştir. Bu değerler, çalışma verilerimizin 14. Gün sonuçlarından düşüktür.

5.12.3 Maya-Küf Sayıları

Örneklerin maya-küf sayımı Çizelge 4.29, Çizelge 4.30, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da verilmiştir. Kontrol numunelerinde 4,08 – 4,23 log kob/ g olan maya-küf sayıları, 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan örneklerde 4,55 log kob/ g'a, yaş olgunlaştırılan örneklerde ise 4,37 log kob/ g'a yükselmiştir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin maya-küf sayılarını önemli düzeyde etkilemediği (p>0,05) istatistiksel olarak belirlenmiştir. Da Silva Bernardo vd. (2020), 28 gün kuru olgunlaştırma yaptıkları dana kontrafile kasında, maya-küf sayılarının olgunlaştırma başında < 2 log kob/ g olduğunu, 28 gün sonunda ise 3,02 log kob/ g'a yükseldiğini fakat bu yükselişin istatistiksel olarak önemli (p>0,05) olmadığını belirtmiştir.

5.12.4 Osmofilik Maya Sayıları

Örneklerin osmofilik maya sayımı Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de verilmiştir. Başlangıçta 0 olan değerler, kuru olgunlaştırılan numunelerde 28. Gün sonunda 4,15 log kob/ g'a, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 3,57 log kob/ g'a yükselmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin osmofilik maya sayısını önemli düzeyde etkilemediği (p>0,05), olgunlaştırma süresinin ise önemli düzeyde (p<0,05) etkilediği istatistiksel olarak saptanmıştır. Osmofilik mayalar, yüksek osmotik basıncı seven, 0,61 aw değerlerinde bile üreme gösterebilen, düşük su aktivitesine bakterilerden çok daha dayanıklı olan canlılardır (Mendonça vd. 2013, Cukon vd. 2012).

5.13 Tekstür Profil Analizi

5.13.1 Sertlik Değerleri (Hardness)

Örneklerin sertlik değerleri Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de verilmiştir. Kontrol numunelerinin sertlik değerleri 1118,10-802,68 g olarak tespit edilmiştir. 28 günlük kuru olgunlaştırma sonucunda sertlik değeri 509,41 g olurken, yaş olgunlaştırılan numunelerin sertlik değeri 571,00 g olarak tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresi ve sertlik değerlerini önemli düzeyde etkilediği ($p < 0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Yöntem x zaman etkileşiminin sertlik değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği ($p > 0,05$) bulunmuştur. Olgunlaştırma süresi arttıkça sertlik değerlerinin giderek azaldığı, bu azalışın kuru olgunlaştırılmış numunelerde yaş olgunlaştırılmış numunelere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Garcia-Torres vd. (2020) 21 gün yaş olgunlaştırılmış sığır *longissimus thoracis* kasında kontrol numunelerinde $0,39 \text{ kg/cm}^2$ olan sertlik değerinin 21 gün sonunda $0,36 \text{ kg/cm}^2$ ’a düştüğünü bildirmiştir. Smaldone vd. (2019), sığır bonfilesinin 0 C° ’de 290 gün kuru olgunlaştırılması sonucu başlangıçta 10,02 olan sertlik değerinin, proses sonunda $41,47$ ’ye yükseldiğini, bunun da yüzeyin aşırı kurumasından ileri geldiğini belirtmiştir. Tian vd. (2013), 8 gün yaş olgunlaştırma uygulanan tıbet sığırları *longissimus dorsi* kasının sertlik değerinin işlem başlangıcında $57,03 \text{ N}$ olduğunu, olgunlaştırma sonunda sertlik değerinin $43,85 \text{ N}$ ’a düştüğünü belirtmiştir. Lee vd. (2019) 63 gün kuru olgunlaştırılan Hanwoo sığır kontrafilesinin kontrol numunesinde $15,83 \text{ kg}$ olan sertlik değerinin 63 gün sonunda $13,26 \text{ kg}$ ’a düştüğünü fakat bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmiştir. Tekstür profil analizi değerlerindeki bu farklılıkların; kompresyon oranı ve hızı, numunelerin boyutları gibi TPA parametrelerindeki değişikliklerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Novaković ve Tomašević 2017).

5.13.2 Dış yapışkanlık Değerleri (Adhesiveness)

Dış yapışkanlık, ilk sıkıştırmadan sonra probun geri çekilmesi sırasında gıdanın proba ne kadar iyi yapıştığının göstergesidir. Diğer bir ifadeyle, probun geri çekilme hareketine direnç gösteren kuvveti ifade eder, bu sebeple değerler negatif halde verilir (Wee vd. 2018). Örneklerin dış yapışkanlık değerleri Çizelge 4.35, Çizelge 4.36, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da verilmiştir. Kontrol numunelerinin dış yapışkanlık değerleri -35,25 g.sn ve -40,35 g.sn olarak tespit edilmiştir. 28 günlük kuru olgunlaştırma sonucunda dış yapışkanlık değeri -158,19 g.sn olurken, yaş olgunlaştırılan numunelerin dış yapışkanlık değeri -88,22 g.sn olarak tespit edildi. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresinin dış yapışkanlık değerlerini önemli düzeyde etkilediği ($p<0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Yöntem x zaman etkileşiminin dış yapışkanlık değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) bulunmuştur. Smaldone vd. (2019), 290 gün kuru olgunlaştırılması sonucu başlangıçta -1,25 olan iç yapışkanlık değerinin, proses sonunda -13,56’ya yükseldiğini bildirmiştir. Bıyıklı vd. (2020), hindi pirzolasına uygulanan 65°C sıcaklığın 70 °C’ye yükseltilmesi ile dış yapışkanlık değerinin -27,68 g.sn’den -33,10 g.sn.’ye yükseldiğini belirtmiştir. Pematilleke vd. (2020), sığır *semitendinosus* kasının farklı süre ve sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu dış yapışkanlık değerlerini 0,69 N/s ve aynı sıcaklıkta daha uzun pişirme sonucu 0,61 N/s olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada, su ve yağ içeriğinin bu yapışkanlık kuvvetleri ile ilişkili olduğunu pişirme işlemi ile su kaybı ve beraberinde yağın eriyerek uzaklaşması sonucu dış yapışkanlığın düştüğü belirtilmiştir. De Avila vd. (2014), pişmiş et ürünlerinde yağ içeriği % 10’dan fazla olan numunelerin dış yapışkanlık değerlerini -0,53 N.s ile -0,17 N.s arasında tespit etmiş, yağ içeriği % 8’den az olan numunelerin dış yapışkanlık değerlerini -0,02 N.s ile -0,17 N.s arasında olduğunu bildirmiştir. Dış yapışkanlığın yağ içeriği ile pozitif korelasyon halinde olduğu savunulmuştur. Benzer şekilde Mendoza vd. (2001), daha yüksek yağ içeriğine sahip sosislerde -0,69 N.s olan dış yapışkanlık değerinin daha düşük yağlı sosislerde -0,33 N.s olduğunu yağ içeriğindeki düşüşle dış yapışkanlıktaki düşüşün orantısal olduğu ifade edilmiştir. Harkouss vd. (2015), kuru kürlleme yapılan domuz etinde başlangıçta -3,1 N.s olan dış yapışkanlık değerinin, 52 hafta sonra -37,1 N.s’ye yükseldiğini bildirmiş, dış yapışkanlığın proteoliz indeksinin bir fonksiyonu olduğunu, ilerleyen proteoliz ile dış yapışkanlığın da arttığını belirtmiştir.

5.13.3 Elastikiyet Değerleri (Springiness)

Örneklerin elastikiyet değerleri Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de verilmiştir. Kontrol numunelerinin 0,81 ve 0,88 olarak tespit edilmiştir. 28 gün kuru olgunlaştırma sonucu elastikiyet değeri 0,93 olarak belirlenmiş, 28 gün yaş olgunlaştırılan numunelerin ise 0,88 değerinde kalmıştır. 28 günlük kuru olgunlaştırma sürecinde elastikiyet değerlerinin bir miktar yükseldiği ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. 28 günlük yaş olgunlaştırma sürecinde elastikiyet değerlerinin önce 21. Günde 0,93 değerine kadar yükseldiği ancak daha sonra 0,88 değerinde kaldığı belirlenmiştir. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin elastikiyet değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Smaldone vd. (2019), sığır bonfilesinin 0 °C’de 290 gün kuru olgunlaştırılması sonucu başlangıçta 0,65 olan elastikiyet değerinin, proses sonunda 0,66 olduğunu, kuru olgunlaştırma işleminin elastikiyet değerini önemli oranda etkilemediğini bildirmiştir.

Trabelsi vd. (2019), çiğ sığır kıymasına probiyotik suş ilave ederek buzdolabı koşullarında 10 gün depolanan numunelerde elastikiyet değerlerinin 3,44 mm’den 2,82 mm’ye düştüğü belirtilmiştir. Franco vd. (2009), 42 gün 4 °C’de yaş olgunlaştırılan *longissimus thoracis* kasının elastikiyet değerlerinin olgunlaştırmanın ilk gününde 0,49 olduğunu, 28. Günde 0,52’ye kadar çıktığını, 42 gün sonunda ise 0,49 değerinde kaldığını, istatistiksel olarak önemli bir değişimin tespit edilmediğini bildirmiştir. Palka ve Daun (1999), farklı merkez sıcaklıklara kadar pişirilen *semitendinosus* kasının elastikiyet değerinin 50-60 °C’de ve 90-121 °C’de istatistiksel olarak önemli oranda değiştiğini, bu değişimin sebebinin de miyosin ve α -aktininin denatüre olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Elastikiyet değerinin artması ile kas lifinin çapının da arttığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada elastikiyet değerinin kas lifinin şişmesi ile ilişkili olduğu, kas lifinin şişmesinin de kas lifinin çap artışı ile sonuçlandığı bildirilmiştir. Chinzorig ve Hwang (2018) 21 gün yaş olgunlaştırılan *longissimus thoracis* kasında elastikiyet değerinin 0,74’ten 0,69’a düştüğünü, *biceps femoris* kasında ise 1,18’den 0,97’ye düştüğünü bildirmiştir. De Avila vd. (2014), pişmiş et ürünlerinde yağ içeriği % 10’dan fazla olan numunelerin elastikiyet değerlerini 0,47 ile 0,57 arasında tespit etmiş,

yağ içeriği % 8'den az olan numunelerin dış yapışkanlık değerlerini 0,62 ile 0,69 arasında olduğunu bildirmiştir. Elastikiyet değerinin yağ içeriği ile negatif korelasyon halinde olduğu çoklu lineer regresyon analizi ile kanıtlanmıştır. Benzer şekilde Caine vd. (2003), elastikiyet değerinin kasiçi yağlanma ile yakın ilişkili olduğunu belirtmiştir. Troutt vd. (1992), farklı oranlardaki sığır eti köftelerinde, yağ oranının % 5'ten % 30'a yükselmesi sonucu elastikiyet değerinin istatistiksel olarak önemli oranda azaldığını belirtmiştir. Florek vd. (2016), kuzu *semimembranosus* kasını 7 gün yaş olgunlaştırmış, elastikiyet değerinin 0,58'den 0,55'e düştüğünü, bu değişimin istatistiksel olarak önem arz etmediğini bildirmiştir.

5.13.4 İç yapışkanlık Değerleri (Cohesiveness)

İç yapışkanlık, gıdaların yapısını oluşturan iç bağların gücünü veya dayanıklılığını gösteren parametredir (Rosenthal 1999). Örneklerin iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.39, Çizelge 4.40, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da verilmiştir. Kontrol numunelerinin iç yapışkanlık değerleri 0,70 ve 0,64 olarak tespit edilmiştir. 28 günlük kuru olgunlaştırma sonucunda iç yapışkanlık değeri 0,63 olurken, yaş olgunlaştırılan numunelerin iç yapışkanlık değeri 0,67 olarak ölçülmüştür. Olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin iç yapışkanlık değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. İç yapışkanlığın tanımına istinaden; olgunlaştırma işleminin, kas lifleri arasındaki iç bağlarının gücünü etkilemediği söylenebilir. Bıyıklı vd. (2020), hindi pirzolasına uygulanan pişirme süresinin 20 dk. Dan 60 dk. Ya çıkarılması sonucunda bağ dokuda zayıflama meydana geldiğini ve iç yapışkanlık değerinin 0,54'ten 0,39'a düştüğünü bildirmiştir. Ruiz-Ramirez vd. (2005), kuru kürlleme uygulanan *longissimus dorsi* numunelerinde sertlik ve iç yapışkanlık değerleri arasında negatif korelasyon olduğu, nemli numunelere göre daha sert olan kuru numunelerin, kompresyon (sıkıştırma) için daha fazla enerjiye gereksinim duyduğunu, bu yüksek enerjinin de proteinler arasındaki bağları etkin bir şekilde parçaladığı ve sonuç olarak iç yapışkanlık değerlerinin düşük olduğu belirtilmiştir. Trabelsi vd. (2019), çiğ sığır kıymasına probiyotik suş ilave ederek buzdolabı koşullarında 10 gün depolanan numunelerde iç yapışkanlık değerlerinin 0,48 ile 0,57 arasında değişen değerler aldığını ve kontrol numunelerinden çok farklı bir

sonuç elde edilmediğini, iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinin bilhassa dilimlenmiş etler için önem arz ettiğini ve bu iki parametrenin yükselmesi ile arzu edilmeyen yapışkan ürünlerin ortaya çıktığını belirtmiştir. Franco vd. (2009), 42 gün 4 °C’de yaş olgunlaştırılan *longissimus thoracis* kasının iç yapışkanlık değerlerinin proses boyunca 0,43 ile 0,49 arasında değişen değerler aldığını, istatistiksel olarak önemli bir değişimin tespit edilmediğini bildirmiştir.

5.13.5 Sakızımsılık Değerleri (Gumminess)

Sakızımsılık; gıda maddesinin yüzeyi ile dil, diş ve damak yüzeyi arasındaki çekime karşı gelen direnç kuvvetidir (Ertaş ve Doğruer 2010). Örneklerin sakızımsılık değerleri Çizelge 4.41, Çizelge 4.42, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’de verilmiştir. Kuru olgunlaştırma yapılan kontrol numunesinin sakızımsılık değeri 677,19 olarak, yaş olgunlaştırma yapılan kontrol numunesinin sakızımsılık değerinin ise 519,19 olduğu belirlenmiştir. Sakızımsılık değeri kuru olgunlaştırılan numunelerde 21. Günde 711,65 değerine yükselmiş, 28 gün sonunda ise 357,42 olarak tespit edilmiştir. Yaş olgunlaştırılan numunelerde de sakızımsılık değeri 21. Günde 608,36 olarak bulunmuş, 28 gün sonunda 371,09 olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve olgunlaştırma süresi sakızımsılık değerini önemli düzeyde etkilerken, yöntem x zaman etkileşiminin sakızımsılık değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Lee vd. (2019), 63 gün kuru olgunlaştırma yaptıkları sığır etinde başlangıçta 5,26 kg olan sakızımsılık değerinin, 42 gün sonunda 3,42 kg’a düştüğünü, 63 gün sonunda ise 5,50 kg olarak belirlendiğini ve bu değer başlangıçtaki sakızımsılık değerinden istatistiksel olarak farklı olmadığını bildirmiştir. Bıyıklı vd. (2020), hindi pirzolasına uygulanan 65°C sıcaklığın 70 °C’ye yükseltilmesi ile sakızımsılık değerinin 2359,15’den 3227,23’e yükseldiğini belirtmiştir. Abdalhai vd. (2014), taze sığır etinin vakum paketlenerek 4 °C’de 22 gün muhafaza edilmesi sonucu 550 N x mm olan sakızımsılık değerinin 610 N x mm değerine yükseldiğini bildirmiştir.

5.13.6 Çiğnenebilirlik Değerleri (Chewiness)

Çiğnenebilirlik; bir ürünü çiğnemedeki zorluk olarak tanımlanabilir (Abdalhai vd. 2014). Örneklerin çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.43, Çizelge 4.44, Şekil 4.43 ve

Şekil 4.44’de verilmiştir. Kuru olgunlaştırılacak kontrol numunelerinde çiğnenebilirlik değerleri 546,69 iken, yaş olgunlaştırılacak numunelerde çiğnenebilirlik değerinin 460,72 olduğu tespit edilmiştir. 14. Gün sonunda kuru olgunlaştırılan numunelerde 623,14’e yükselirken, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 546,78’e yükselmiştir. 28 gün sonunda yaş olgunlaştırılan numunelerde çiğnenebilirlik değeri 334,89 olarak yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 332,20 olarak tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik değerlerinin önemli derecede düştüğü belirlenmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin çiğnenebilirlik değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$), olgunlaştırma süresinin ise çiğnenebilirlik değerlerini önemli düzeyde etkilediği istatistiksel olarak saptanmıştır. Smaldone vd. (2019), sığır bonfilesinin 0 °C’de 290 gün kuru olgunlaştırılması sonucu başlangıçta 2,59 olan çiğnenebilirlik değerinin, proses sonunda 8,07 olduğunu, kuru olgunlaştırma işleminin çiğnenebilirlik değerini önemli oranda arttırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Florek vd. (2016), kuzu *semimembranosus* kasını 7 gün yaş olgunlaştırmış, çiğnenebilirlik değerinin 9,55’ten 11,56’ya yükseldiğini, ne var ki bu değişimin istatistiksel olarak önem arz etmediğini bildirmiştir. Abdalhai vd. (2014), taze sığır etinin vakum paketlenerek 4 °C’de 22 gün muhafaza edilmesi sonucu 525 N x mm olan çiğnenebilirlik değerinin 380 N x mm değerine düştüğünü bildirmiştir. Palka (2003), *semitendinosus* kasının 5 ila 12 gün yaş olgunlaştırılması sonucunda çiğnenebilirlik değerlerinin 5 gün sonunda 14,21 N, 12 gün sonunda ise 13,58 N’a düştüğünü, aradaki farkın istatistiksel olarak önem arz ettiğini tespit etmiştir. Lee vd. (2019), 63 gün kuru olgunlaştırma yaptıkları sığır etinde başlangıçta 5,75 kg olan çiğnenebilirlik değerinin, 28 gün sonunda 2,24 kg’a düştüğünü, 63 gün sonunda ise 3,19 kg olarak belirlendiğini ve bu değer başlangıçtaki çiğnenebilirlik değerinden istatistiksel olarak farklı olduğunu bildirmiştir. Garcia-Torres vd. (2020) 21 gün yaş olgunlaştırılmış sığır *longissimus thoracis* kasında 7. Gün numunelerinde 0,31 kg x cm/s olan çiğnenebilirlik değerinin 21 gün sonunda 0,24 kg x cm/s’ye düştüğünü, aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu tespit etmiştir.

5.13.7 Geri kazanım değerleri (esneklik, resilience)

Geri kazanım; bir ürünün orijinal yüksekliğine ne kadar iyi geri kavuşabildiğinin ölçüsüdür (Wee vd. 2018). Örneklerin geri kazanım değerleri Çizelge 4.45, Çizelge

4.46, Şekil 4.45 ve Şekil 4.46’da verilmiştir. Kontrol numunelerinde 0,3426 ve 0,3190 olan değerler olgunlaştırma işlemi boyunca düşürek kuru olgunlaştırılan numunelerde 0,2417 değerine, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 0,2907 nihai değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin geri kazanım değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ($p>0,05$), olgunlaştırma süresinin ise geri kazanım değerlerini önemli düzeyde etkilediği istatistiksel olarak saptanmıştır. Garcia-Torres vd. (2020) 21 gün yaş olgunlaştırılmış sığır *longissimus thoracis* kasında başlangıç numunelerinde 0,35 olan çiğnenebilirlik değerinin 21 gün sonunda 0,34’e düştüğünü, aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını tespit etmiştir. Ganhao vd. (2010), değişik meyve ekstraktları katılan domuz köftelerini 12 gün boyunca 2 °C’de muhafaza etmiş, katkısız kontrol numunelerinde başlangıçta 0,46 olan geri kazanım değerinin, 12 gün sonunda 0,48’e yükseldiğini, bu artışın istatistiksel olarak anlam ifade etmediğini bildirmiştir. Palka (2003), *semitendinosus* kasının 5 ila 12 gün yaş olgunlaştırılması sonucunda geri kazanım değerlerinin 5 gün sonunda 0,19 olduğunu, 12 gün sonunda ise 0,21’e yükseldiğini, aradaki farkın istatistiksel olarak önem arz ettiğini tespit etmiştir. Smaldone vd. (2019), sığır bonfilesinin 0 °C’de 290 gün kuru olgunlaştırılması sonucu başlangıçta 0,11 olan geri kazanım değerinin, proses sonunda 0,114 olduğunu, kuru olgunlaştırma işleminin çiğnenebilirlik değerini üzerine etkisinin olmadığını bildirmiştir. Sun vd. (2020), uskumru balığını farklı metodlarla pişirdiği çalışmasında kontrol numunelerinin geri kazanım değerinin 0,23 olduğunu, fırında pişirilen numunelerde 0,25’e yükseldiğini bildirmiştir.

5.14 Serbest amino asit kompozisyonu

Postmortem süreçte ette meydana gelen pek çok biyokimyasal ve yapısal değişiklik kalpain ve katepsinlerin sinerjik etkisi olarak açıklanabilir. Olgunlaştırma esnasında kalpainler, katepsinler ve multikatalitik proteinaz kompleksi etkisiyle polipeptidler ortaya çıkar. Bunun ardından, dipeptidil peptidaz, tripeptidil peptidaz ve karboksipeptidazların etkisiyle küçük peptidler oluşur. Postmortem kasta proteoliz zincirinin son aşaması, kas aminopeptidazları (dipeptidazlar ve tripeptidazlar) etkisiyle serbest amino asitlerin oluşumudur (Toldra vd. 1995). Etin olgunlaştırılması esnasında amino asitlerin miktarının artışı pek çok çalışma ile gösterilmiştir. Postmortem süreçte

kalpain ve katepsinlerin etkinliği sonucu miyofibrilik proteinler parçalanıp, daha küçük protein fraksiyonları ile bunun akabinde oluşan polipeptid ve peptidlerin de parçalanması ile serbest amino asitlerin meydana geldiği belirtilmiştir (Toldra 2006). Çeşitli hayvan türlerine ait etlerde kuru ve yaş olgunlaştırma sonucu serbest amino asit miktarlarında artışlar bildirilmiştir (Nam ve Park 2020; Kim vd. 2020; Riberia 2020; Muroya vd. 2019; Hwang vd. 2019; Lee vd. 2019; Lee vd. 2017; Kim vd. 2016; Iida vd. 2016; Moya vd. 2001; Mullen vd. 2000; Feidt vd. 1996; Shimada vd. 1992; Niewiarowicz vd. 1978).

Örneklerin serbest amino asit değerleri Çizelge 4.45- 4.65 ile Şekil 4.45-4.46 arasında verilmiştir. Serbest amino asit olarak sistin, aspartat, glutamat, asparajin, serin, glutamin, histidin, glisin, treonin, arjinin, alanin, trozin, valin, metionin, norvalin, triptofan, fenilalanin, izolösin, lösin, lisin, hidroksprolin, sarkosin ve prolin değerleri verilmiş olup, bunlardan sonucu 0 (sıfır) bulunan amino asitlere tabloda yer verilmemiştir. Çizelge 4.45'te serbest amino asit değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre; Olgunlaştırma yönteminin, glisin ve triptofan amino asitleri haricinde diğer tüm aminoasitler üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkide bulunduğu, glisin ve triptofan amino asitleri üzerine olgunlaştırma yönteminin önemli etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Olgunlaştırma zamanının tüm amino asitler üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Yöntem x zaman etkileşiminin glisin amino asiti haricinde diğer tüm amino asitler üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkide bulunduğu, glisin amino asiti üzerine yöntem x zaman etkileşiminin önemli etkisi olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Aynı tablodan; toplam serbest amino asit içeriği üzerine olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma süresi ve yöntem x zaman etkileşiminin toplam serbest amino asit içeriğini önemli düzeyde etkilediği ($p<0,05$) istatistiksel olarak saptanmıştır. Çizelge 4.64'te örneklerin ortalama değerlerinin sonuçları görölmektedir. Buna göre; glisin amino asitinin kuru olgunlaştırılmış numunelerde ortalama 10,80 mg/100 g, yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 10,20 mg/100 g bulunduğu ve iki olgunlaştırma işleminin arasında önemli bir fark olmadığı görölmektedir. Benzer şekilde; kuru olgunlaştırılmış numunelerin triptofan içeriği 4,75 mg/100 g iken, yaş olgunlaştırılan numunelerin triptofan içeriği ise 4,66 mg/100 g'dır. İki uygulama arasında triptofan içeriği yönünden fark olmadığı görölmektedir. Aynı çizelgeden, lisin haricindeki diğer tüm amino asitlerin ortalama

miktarlarının, kuru olgunlaştırılmış numunelerde yaş olgunlaştırılmış numunelere göre önemli düzeyde fazla olduğu görülmektedir. Kuru olgunlaştırılmış numunelerin lisin içeriği 12,20 mg/100 g iken, yaş olgunlaştırılmış numunelerin lisin içeriği ise 13,17 mg/100 g'dır. Çizelge 4.64'te olgunlaştırma zamanı ilerledikçe tüm serbest amino asitlerin miktarının istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı görülmektedir. Bu amino asitlerden, başlangıçta değeri 3,98 mg/100 g olan valin amino asitinin, 28 gün sonunda 22,99 mg/100 g değerine ulaştığı, yaklaşık 5,7 kat artışla en çok artış gösteren amino asit olduğu belirlenmiştir.

Polimer halde bulunan karbonhidrat ve proteinler, bazı kısa oligosakkaritler ve küçük peptidler haricinde, tat reseptörleri tarafında algılanamadıkları için kendilerine özgü bir tada sahip değildir. Serbest amino asitler ve mono- , disakkaritler gibi daha küçük bileşenlerine parçalandıkları zaman umami reseptörü de dahil olmak üzere, uygun reseptörleri uyararak tat algısı meydana getirirler (Clausen vd. 2018). Serbest amino asitler, et ve et ürünleri için başlıca lezzet-aktif bileşiklerdir. İndirgen şekerlerle Maillard reaksiyonu aracılığı ile pek çok aroma uçucu maddesi meydana getirirler. Serbest amino asitler, asitler ve inorganik/sodyum tuzları ile beraber tatlı, acı ve umami lezzetlere katkı sağlar, tuzluluk ve ekşiliği de etkiler (Toldra vd. 2000). Valin, tirozin, izolösin, lösin, fenilalanin ve triptofan acı tat ile; alanin, metionin, glutamin, glisin tatlı tat ile; aspartik asit ve glutamik asit, histidin, asparajin ekşi tat ile; glutamik ve aspartik asit tuzlu tat ile; glutamat, aspartat, karnosin ise rahiyalı, bifteğimsi olarak tanımlanan 'umami' lezzet ile ilişkilidir (Nishimura ve Kato 1988). Tatlı, acı, tuzlu ve ekşinin yanısıra çok daha sonradan keşfedilen 'umami' tadı, tatlı tat ile beraber pek çok insan tarafından aranan evrensel bir olgu haline gelmiştir. İnsanlar yaratılıştan itibaren hayatta kalma güdüsüyle kalori miktarı ve protein içeriği yüksek gıdalara yönelim gösterir. 'Tatlı' ve 'umami' tatlar da bunları simgeler (Mouritsen ve Styrbæk 2014).

Toplam serbest amino asit değerleri başlangıç numunelerinde 101,0 mg/100 g ve 100,84 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca her iki olgunlaştırma metodunda da önemli düzeyde artış meydana gelmiş, 14. Gün sonuna kadar kuru ve yaş olgunlaştırma numunelerinin serbest amino asit miktarlarında fark kaydedilmezken, 14. Günden sonra kuru olgunlaştırma numunelerinde serbest amino asit miktarının önemli oranda daha fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. 28 gün sonunda kuru olgunlaştırılan numunelerin toplam serbest amino asit değeri 357,34 mg/100 g olurken, yaş

olgunlaştırılan numunelerin toplam serbest amino asit değeri 289,05 mg/100 g olmuştur. Olgunlaştırma sonunda, kuru olgunlaştırma işlemi ile istatistiksel olarak önemli oranda daha fazla serbest amino asit oluşumu meydana geldiği tespit edilmiştir. Serbest amino asit konsantrasyonu, direkt olarak lezzet yoğunluğunu arttırdığı için önemlidir (Frank vd. 2016). Ayrıca serbest amino asitler, Maillard reaksiyonu ve Strecker parçalanması boyunca, aroma uçucu bileşenleri için substrat görevi yapar (Mottram 1998). Bizim çalışmamızda da olgunlaştırma boyunca önemli artış gösteren lösin ve izolösin aminoasitlerinin, Maillard reaksiyonu ile oluşan dikarbonil bileşikleri ile reaksiyona girerek 2- ve 3- metilbütanal isimli et koku maddelerini meydana getirdiği bildirilmiştir (Koutsidis vd. 2008). Iida vd. (2016), 60 gün kuru olgunlaştırma yaptıkları *longissimus thoracis* kasının toplam serbest amino asit içeriğinin önemli düzeyde arttığını, olgunlaştırmanın 4. Gününde 0,7 $\mu\text{mol/g}$ et olan glutamik asit içeriğinin 30. Gününde 1,3 $\mu\text{mol/g}$ et (19,12 mg/100 g) olduğu 60 gün sonunda 2,5 $\mu\text{mol/g}$ et'e (36,77 mg/100 g) yükseldiğini bildirmiştir. 30. Gün değerleri bizim çalışmamızın 28. Gün verileri (10,19 mg/100g) ile yakın olmakla beraber, 30. Günden sonra glutamik asitin çok daha fazla arttığı belirtilmiştir. Bu yükselişin, glutamik asitin özellikle umami tat vermesi sebebiyle önemli olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da umami tadın hem yaş olgunlaştırılan, hem kuru olgunlaştırılan numunelerde önemli düzeyde arttığı söylenebilir. Benzer şekilde Mikami vd. (1995) 21 gün olgunlaştırılan Holstein sığırlarda toplam serbest amino asit değerinin arttığı belirtmiştir. Yanagihara vd. (1995) 64 gün olgunlaştırılan Holstein sığırlarda, toplam serbest amino asit değerinin olgunlaştırma zamanı ilerledikçe arttığını bildirmiştir. Serbest amino asit içeriğinin hayvanın yaşı ile de bağıntılı olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur. Buna göre; Cho vd. (2013), hayvanın yaşı faktörünün serbest amino asit miktarı üzerine etkisini araştırmış, Hanwoo ineklerinin *longissimus lumborum* kasını kesim sonrası 2 °C'de, 7 gün vakum paketli olarak depolamıştır. Serbest amino asit miktarının, 5 yaş altı sığırlarda, yaşları 6-8 ila 9 yaştan büyük sığırlardan istatistiksel olarak önemli oranda büyük olduğunu, bunun sebebinin de yaşlı hayvanlarda daha büyük oksidatif stresle beraber daha yüksek kalpastatin aktivitesi olması sonucu parçalanmanın az olması olarak belirtmiştir.

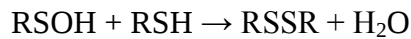
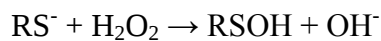
5.15 Protein Oksidasyonu

Kas dokunun ana bileşeni olan proteinler, et ve et ürünleri için duysal, besleyici ve teknolojik yönlerden büyük önem arz eder. Oksidatif reaksiyonlar, kas proteazlarının aktivitesini engellemenin aynısıra miyofibrilik proteinlerin işlevlerini de etkiler. Proteinlerin sindirilebilirliği, kas proteinlerinin su tutma kapasitesi ve postmortem süreçte ette gevrekliğin gelişimine de önemli etkileri olabilmektedir. Protein oksidasyonu, sülfidril gruplarının kaybı, triptofan flüoresansının kaybı, karbonil türevlerinin oluşumu gibi pek çok kimyasal sonuçlar da meydana getirir. Süperoksit anyon ($\cdot\text{O}^{-2}$), hidroperoksi ($\cdot\text{HO}_2$) ve hidroksil ($\cdot\text{HO}$) radikaller gibi pek çok reaktif oksijen türünün yanısıra hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroperoksitler (ROOH) gibi radikal olmayan türler, protein oksidasyonunun olası başlatıcılarıdır (Estevez 2011). Reaktif oksijen türlerinin, kas proteinleri ve peptidleri ile oksijen varlığında reaksiyonları sonucu; amino asit yan zincirlerinde değişiklik, kovalent moleküllerarası çapraz bağların oluşumu, protein parçalanması ve proteinlerin kümelenmesi meydana geldiği bildirilmiştir (Lund vd. 2011). Amino asit yan zincirlerinde meydana gelen değişiklik sonucunda; tiyol grupları, aromatik hidroksilasyon ve karbonil grupları oluştuğu belirlenmiştir (Stadtman 1990). Kas dokunun doğal bileşenleri olan doymamış yağ asitleri, hem pigmentleri, geçiş metalleri ve oksidatif enzimler, reaktif oksijen türlerinin oluşumu için olası öncül madde, katalizör görevindedir ve bunun sonucu olarak kasta protein oksidasyonunun başlamasında önemli rol oynarlar. Kesim sonrasında, canlı organizmada var olan antioksidan mekanizma kısmen çöker ve kasın ete dönüşümü esnasındaki biyokimyasal değişimler de oksidasyonu destekler. pH değerinin 7.0'dan 5.5'e düşmesi ve akabinde 0 °C'de depolama yapılması mikyofibrilik proteinlerin oksidasyonunu arttırdığı belirlenmiştir (Srinivasan vd. 1996).

Protein oksidasyonu, toplam karbonil madde miktarı ve toplam tiyol miktarı olarak ölçülmüştür. Örneklerin toplam karbonil madde miktarları Çizelge 4.69-4.70 ile Şekil 4.47-4.48 arasında verilmiştir. Olgunlaştırma zamanı, toplam karbonil madde miktarına istatistik olarak önemli düzeyde etki ederken, olgunlaştırma yönteminin ve yöntem x zaman etkileşiminin toplam karbonil madde miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırmanın kontrol numunelerinde 1,22 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olan toplam karbonil madde miktarı, 28. Günde 1,37 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein'e yükselmiştir. Yaş olgunlaştırmanın kontrol numunelerinde 1,06 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olan değerler, 28. Günde 1,46 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olarak tespit edilmiştir.

Olgunlaştırma sonunda yaş olgunlaştırılan numunelerin toplam karbonil madde miktarının, kuru olgunlaştırılan numunelerin toplam karbonil madde miktarından fazla olduğu fakat bu fazlalığın istatistiksel olarak önemli olmadığı, 28. Gün sonunda kuru ve yaş olgunlaştırılan numunelerin toplam karbonil madde miktarları arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Toplam karbonil madde miktarının kuru ve yaş olgunlaştırılmış numunelerde 14. Günde 1,46 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olarak tespit edilmiş, 14. Gün sonrasında istatistiksel olarak önemli bir artış belirlenmemiştir. Astruc vd. (2007), postmortem olgunlaştırmada ve buzdolabında muhafazada, protein oksidasyonunun doğal olarak ortaya çıkabileceğini bildirmiştir. Sığır *M. Rectus abdominis* kasının kesim sonrası soğukta muhafazası sonucu, ilk 10 gün içinde karbonil madde miktarının başlangıçtaki 4 katına çıktığını, sonrasında önemli bir yükseliş olmadığını bildirmiştir. Aynı çalışmada, protein oksidasyonunun kas hücrelerinin tamamına yayılmadığı, kas hücrelerinin zarlarından başladığı bildirilmiştir. Kas hücrelerinin membranlarında ve membrana yakın yerlerde, kasın iç bölgesinde kalan miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerden daha fazla miktarda protein oksidasyonu meydana geldiği bildirilmiştir. Martinaud vd. (1997), sığır longissimus lumborum kasının 10 gün kuru olgunlaştırılması sonucu 3,1 nmol/mg protein olan karbonil içeriğinin, olgunlaştırma sonunda 5,1 nmol/mg protein'e yükseldiğini bildirmiştir. Fu vd. (2015), 4 °C'de 10 gün yaş olgunlaştırdıkları psoas majör kasında karbonil içeriğini başlangıçta 0,43 nmol /mg protein olarak bildirmiş, 10 gün sonunda bu değerin 0,69 nmol /mg protein'e yükseldiğini, yaş olgunlaştırmının karbonil içeriğini önemli düzeyde arttırdığını bildirmiştir. Aynı çalışmada, semimembranosus kasında ise başlangıçta 0,55 nmol /mg protein olan karbonil değerinin 10 günlük yaş olgunlaştırma ile 0,72 nmol /mg protein değerine ulaştığı, bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu bildirilmiştir.

Proteinlerdeki sülfidril grupları ve tiyol grupları da kolayca okside olabilmektedir. Tiyol grupları pek çok oksidasyon ürünü meydana getirebilir. Sülfenik asit, sülfenik asit, sülfonik asit ve disülfid çapraz bağlar, hidrojen peroksit ile radikal olmayan oksidasyon reaksiyonları ile meydana gelebilir.



Örneklerin toplam tiyol miktarları Çizelge 4.71-4.72 ile Şekil 4.53-4.54 arasında

verilmiştir. Olgunlaştırma zamanı, olgunlaştırma yöntemi ve yöntem x zaman etkileşiminin toplam tiyol miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırma başlangıcında 248,72 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olan tiyol miktarı, olgunlaştırma boyunca artarak 28 gün sonunda 289,08 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein değerine ulaşmıştır. Yaş olgunlaştırma başlangıcında 249,86 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olan tiyol miktarı, olgunlaştırma işlemi boyunca artarak 28 gün sonunda 304,41 $\mu\text{mol} / \text{g}$ protein olarak tespit edilmiştir. Her iki uygulamada da tiyol miktarındaki bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Kalpainler de protein yapılı enzimler olması nedeniyle protein oksidasyonundan etkilenebilmektedir. Kalpainlerin katalitik kısımları bir sistein ve histidine parçacıkları içermektedir (Lametsch vd. 2008). Bunun sonucu olarak direkt veya indirekt şekilde etin gevrekliği de protein oksidasyonundan etkilenebilmektedir. Proteolitik aktivitenin düşmesi sonucu, miyofibril proteinlerin enzimatik parçalanmaları da olumsuz etkilenebilir (Morzel vd. 2006). Literatürdeki bazı çalışmalarda m- kalpain ve μ -kalpain'in aktivitesinin protein oksidasyonundan olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Guttmann vd. 1997; Carlin vd. 2006). Bizim çalışma verilerimizde olgunlaştırma boyunca şiddetli bir protein oksidasyonunun meydana gelmediği görülmektedir. Proteolitik enzim aktivitesinin, dolayısıyla da etin gevreklik gelişiminin protein oksidasyonundan etkilenmediği söylenebilir. Fu vd. (2015), 4 °C'de 10 gün yaş olgunlaştırdıkları *psaos majör* kasında tiyol içeriğini başlangıçta 30,62 nmol /mg protein olarak bildirmiş, 10 gün sonunda bu değer 29,12 nmol /mg protein'e gerilediğini, yaş olgunlaştırmının tiyol içeriğini önemli düzeyde azalttığını bildirmiştir. Aynı çalışmada, *semimembranosus* kasında ise başlangıçta 26,68 nmol /mg protein olan tiyol değerinin 10 günlük yaş olgunlaştırma ile 24,94 nmol /mg protein değerine düştüğü, yaş olgunlaştırma ile tiyol miktarının önemli oranda azaldığı bildirilmiştir. Ademiye vd. (2017), 10 gün 4 °C'de muhafaza edilen keçi etinde başlangıçta 55,21 nmol /mg protein olan tiyol değerinin 10 gün sonunda 40,61 nmol /mg protein değerine düştüğünü bildirmiştir.

5.16 Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme sonucunda elektrikli ızgarada pişirilmiş numunelerin görünüş, renk, sululuk, tat-aroma, tekstür ve genel beğeni durumları panelistler tarafından

değerlendirilmiştir. Duyusal analiz değerlendirme sonuçları Çizelge 4.69-4.80 ile Şekil 4.51- 4.62 arasında verilmiştir. Olgunlaştırma yönteminin numunelerin görünüş değerleri üzerine önemli düzeyde etkisi söz konusudur. Olgunlaştırma zamanının ve yöntem- zaman etkileşiminin ise görünüş değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Olgunlaştırma işlemi boyunca yaş olgunlaştırılmış numunelerin kuru olgunlaştırılan numunelerden daha yüksek görünüş puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Bu durum yaş numunelerin daha az su kaybederek, arzu edilen kırmızı renk yoğunluğunu koruyabilmiş olmasından kaynaklanabilir. Kuru olgunlaştırılmış numunelerde ilerleyen olgunlaştırma zamanı ile yüzeyden suyun evapore olması ile kabuk oluşumu artmış, traşlama yapılmış bu durum etin genel görünüşünü etkilemiştir.

Duyusal renk değerlendirmesinin, olgunlaştırma yönteminden önemli düzeyde etkilenirken, olgunlaştırma zamanı ve yöntem-zaman etkileşiminden önemli düzeyde etkilenmediği belirlenmiştir. Başlangıçta kuru ve yaş numuneler için aynı olan renk değerlendirmeleri, olgunlaştırma zamanının ilerlemesi ile kuru olgunlaştırılan numunelerde düşüş gösterirken, yaş olgunlaştırılmış numunelerde bir miktar artış göstermiştir. Ne var ki, yaş olgunlaştırılmış numunelerin duyusal renk değerlerindeki bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, tüm olgunlaştırma süreci boyunca yaş olgunlaştırılmış numunelerin duyusal renk değerlerini koruduğu belirlenmiştir. Et rengi tüketiciler için ürünün satın alma kararını belirleyen, yeme isteği uyandıran en etkili duyusal kriterdir. Kuru olgunlaştırılan numunelerin renk değerlerinin 14. Günde başlangıca göre düştüğü, sonraki değerlendirmelerde de değişiklik göstermediği belirlenmiştir.

Duyusal sululuk değerleri üzerine olgunlaştırma zamanının önemli düzeyde etki ettiği, olgunlaştırma yöntemi ile yöntem-zaman etkileşiminin ise önemli oranda etkilemediği tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırılmış numunelerde, olgunlaştırma zamanı ilerledikçe, duyusal sululuk değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Kuru olgunlaştırılan numuneler, süre ilerledikçe daha fazla miktarda nem kaybetmiş, bu durum panelistlerin de sululuk algısının düşmesine sebep olmuştur. Yaş olgunlaştırılan numunelerde ise 14. Güne kadar sululuk değerlerinin arttığı, 14. Günden sonra istatistiksel olarak önemli düzeyde azalış yaşandığı belirlenmiştir. 28. Gün numunelerinde yaş olgunlaştırılmış numunelerin sululuk değerleri daha yüksek olmakla beraber, yaş ve kuru olgunlaştırılmış numuneler

arasında sululuk değerleri açısından önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Duyusal tat-aroma değerleri üzerine, olgunlaştırma zamanı önemli düzeyde etkili olmuştur. Olgunlaştırma yöntemi ile yöntem-zaman etkileşiminin tat-aroma üzerine önemli etkisi olmamıştır. 14 günde yaş olgunlaştırma numunelerinin kuru olgunlaştırma numunelerine göre panelistlere daha yüksek tat-aroma algısı verdiği, 21. Günde her iki olgunlaştırma numunesinin de aynı tat-aroma değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir. 28. Günde, 21 güne göre her iki numunede de tat-aroma değerleri bir miktar düşmüştür. 28. Günde kuru olgunlaştırılmış numunelerin tat-aroma değerlerinin, yaş olgunlaştırma numunelerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Duyusal tekstür değerleri üzerine, olgunlaştırma yöntemi ile yöntem-zaman etkileşimi önemli düzeyde etki ederken, olgunlaştırma zamanının önemli düzeyde etki etmediği tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırılan numunelerin tekstür değerlerinin 21. Güne kadar ilk günkü değerlerine benzer değerlerde olduğu, 28. Günde ise azalma gösterdiği belirlenmiştir. Yaş olgunlaştırma numunelerinde duyusal tekstür değerlerinin 14. Güne kadar arttığı, 14. Günden olgunlaştırma zamanı sonuna kadar ise önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. 28. Günde yaş olgunlaştırılmış numunelerin, kuru olgunlaştırılmış numunelere göre daha yüksek duyusal tekstür değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal genel beğeni üzerine, olgunlaştırma yöntemi, olgunlaştırma zamanı ile yöntem-zaman etkileşiminin önemli düzeyde etki ettiği tespit edilmiştir. Başlangıçta kuru ve yaş olgunlaştırma numunelerinin genel beğeni algılarının aynı olduğu, 14. Günde yaş olgunlaştırılmış numunelerin daha yüksek genel beğeni değerine sahip olduğu, 21 ve 28. Günlerde ise kuru olgunlaştırılan numunelerin genel beğeni değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kuru olgunlaştırılan numunelerin genel beğeni değerleri, olgunlaştırma ilerledikçe artmış, 28. Günde en yüksek genel beğeni düzeyine ulaşmıştır. Yaş olgunlaştırılan numunelerin ise 14. Güne kadar genel beğeni puanlarının arttığı, sonrasında ise olgunlaştırma işlemi sonuna kadar azaldığı tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirme sonucu olarak; genel görünüş, renk, tekstür ve sululuk yönünden yaş olgunlaştırılmış numunelerin panelistler tarafından daha yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir. Tat-aroma ile genel beğeni yönünden ise kuru olgunlaştırılan

numunelerin panelistlerce daha çok beğenildiği belirlenmiştir. Olgunlaştırma işleminin en önemli amaçlarından birisi olan lezzet gelişiminin kuru olgunlaştırılmış numunelerde daha başarılı olduğu söylenebilir.

5.17. Miyofibrilik ve Sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE profilleri

Jel örneklerinin baş kısımlarına protein standartları yüklenmiştir. Bu standartlar yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla; 250, 150, 100, 75, 50, 37, 25, 20, 15 ve 10 kDa molekül ağırlıklarını temsil etmektedir. Miyofibrilik proteinleri temsil eden jel görüntülerinde bantların daha yoğun görüldüğü, özellikle kuru olgunlaştırma numunelerinde daha fazla bant meydana geldiği görülmektedir. Sarkoplazmik proteinlere ait jel görüntülerinde, protein bantlarının daha az sayıda ve az yoğunlukta oldukları görülmektedir. Proteolitik parçalanmanın miyofibrilik proteinlerde daha fazla olduğu sonucuna varılabilir.

Choe vd. (2020), kuru ve yaş olgunlaştırma yaptıkları numunelerde ayrıca kuru olgunlaştırmada oluşan kabuğun da SDS-PAGE analizlerini yapmış, benzer şekilde kuru olgunlaştırılmış numunelerde bant yoğunluğunun daha fazla olduğunu belirtmiş, kabuk kısmında ise moleküler ağırlığı 15 kDa'dan küçük olan küçük molekül ağırlıklı protein ve peptid parçalarının yoğun olduğunu belirtmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abdalhai M H, Bashari M, Lagnika C, He Q, Sun X, 2014, Effect of ultrasound treatment prior to vacuum and modified atmosphere packaging on microbial and physical characteristics of fresh beef, *Journal of Food and Nutrition Research*, 2, 312-320.
- Aberle E D, Forrest J C, Gerrard D E, Mills E W, Hedrick H B, Judge M D, Merkel R A (Ed.), 1989, *Principles of Meat Science*, Kendall- Hunt Publishing Company, 354p, Dubuque, Iowa.
- Abete I, Romaguera D, Vieira A R, de Munain A L, Norat T, 2014, Association between total, processed, red and white meat consumption and all-cause, CVD and IHD mortality: a meta-analysis of cohort studies, *British Journal of Nutrition*, 112, 762-775.
- Adeyemi K D, Shittu R M, Sabow A B, Karim R, Sazili A Q, 2017, Myofibrillar protein, lipid and myoglobin oxidation, antioxidant profile, physicochemical and sensory properties of caprine *longissimus thoracis* during postmortem conditioning, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e13076.
- Ahnström M L, Seyfert M, Hunt M C, Johnson D E, 2006, Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour, *Meat Science*, 73, 674-679.
- Albrecht E, Teuscher F, Ender K, Wegner J, 2006, Growth-and breed-related changes of marbling characteristics in cattle, *Journal of Animal Science*, 84, 1067-1075.
- Aldai N, Nájera A I, Dugan M E R, Celaya R, Osoro K, 2007, Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups, *Meat Science*, 76, 682-691.
- Anonymous, 1990, *Official Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, IAC, Arlington, Virginia.
- AOAC, 2000, *Official Methods of Analysis of AOAC Int.* (17th ed.), 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland 20877-2417 USA, AOAC Int. Suite 500.

- AOAC, 2006, AOAC International - 18th Edition, Revision 2; AOAC, Suite 500, 481 North Frederick Avenue, Gaithersburg, MD 20877-2417, USA sec. 966.23.
- Astruc T, Marinova P, Labas R, Gatellier P, Santé-Lhoutellier V, 2007, Detection and localization of oxidized proteins in muscle cells by fluorescence microscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 9554-9558.
- Bailey A J, 1972, The basis of meat texture, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23, 995-1007.
- Bakker C E, 2020, Impact of Postweaning Management Strategies on Beef Carcass Characteristics and Meat Quality, South Dakota State University, Ph.D. Thesis, 111p, SD, USA.
- Bastide N M, Chenni F, Audebert M, Santarelli R L, Taché S, Naud N, Kuhnle G G, 2015, A central role for heme iron in colon carcinogenesis associated with red meat intake, *Cancer Research*, 75, 870-879.
- Bellavia A, Stilling F, Wolk A, 2016, High red meat intake and all-cause cardiovascular and cancer mortality: Is the risk modified by fruit and vegetable intake?, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 104, 1137-1143.
- Bıyıklı M, Akoğlu A, Kurhan Ş, Akoğlu İ T, 2020, Effect of different Sous Vide cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of turkey cutlet, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20, Article number 100204.
- Biesalski H K, 2005, Meat as a component of a healthy diet- are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?, *Meat Science*, 70, 509-524.
- Bingham S A, Hughes R, Cross A J, 2002, Effect of white versus red meat on endogenous N-nitrosation in the human colon and further evidence of a dose response, *The Journal of Nutrition*, 132, 3522-3525.
- Boleman S J, Boleman S L, Miller R K, Taylor J F, Cross H R, Wheeler T L, vd., 1997, Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness, *Journal of Animal Science*, 75, 1521-1524.

- Boler D D, Woerner D R, 2017, What is meat? A perspective from the American Meat Science Association, *Animal Frontiers*, 7, 8-11.
- Bottema M J, Kruk Z A, Gontar A, Pitchford W S, Bottema C D, 2020, Evidence of marbling as a single connected entity in beef striploins, *Meat Science*, 161, Article number 108004.
- Brooks J C, Belew J B, Griffin D B, Gwartney B L, Hale D S, Henning W R, Savell J W, 2000, National beef tenderness survey–1998, *Journal of Animal Science*, 78, 1852-1860.
- Cabrera M C, Saadoun A, 2014, An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America, *Meat Science*, 98, 435-444.
- Caine W R, Aalhus J L, Best D R, Dugan M E R, Jeremiah L E, 2003, Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks, *Meat Science*, 64, 333-339.
- Carlin K M, Huff-Lonergan E, Rowe L J, Lonergan S M, 2006, Effect of oxidation, pH, and ionic strength on calpastatin inhibition of μ - and m-calpain, *Journal of Animal Science*, 84, 925-937.
- Cheng W, Cheng J H, Sun D W, Pu H, 2015, Marbling analysis for evaluating meat quality: Methods and techniques, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 523-535.
- Chinzorig O, Hwang I, 2018, Mechanical texture profile of Hanwoo muscles as a function of heating temperatures, *Journal of Animal Science and Technology*, 60, 22.
- Cho S, Kang S, Kang G, Seong P N, Park K, Chang S, Park B M, 2013, Physicochemical meat quality, fatty acid and free amino acid composition of strip loin, chuck tender, and eye of round produced by different age groups of Hanwoo cow, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33, 708-714.
- Clark K A, McElhinny A S, Beckerle M C, Gregorio C C, 2002, Striated muscle cytoarchitecture: an intricate web of form and function, *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 18, 637-706.

- Clausen M P, Christensen M, Djurhuus T H, Duelund L, Mouritsen O G, 2018, The quest for umami: Can sous vide contribute?, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 13, 129-133.
- Cukon N, Cvrtila F Ž, Bratulić M, Kozačinski L, Njari B, 2012, Diversity of microflora in meat and meat products, *Meso*, 14, 271-279.
- Czerwonka M, Tokarz A, 2017, Iron in red meat–friend or foe, *Meat Science*, 123, 157-165.
- Çobanbaşı Y, Teke B, 2019, Kasaplık Sığırlarda Bazı Kesim Öncesi Stress Faktörlerinin Et Kalite Özelliklerine Etkileri, *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University/Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2).
- De Ávila M D R, Cambero M I, Ordóñez J A, de la Hoz L, Herrero A M, 2014, Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA), *Meat Science*, 98, 310-315.
- Da Silva Bernardo A P, da Silva A C M, Francisco V C, Ribeiro F A, Nassu R T, Calkins C R, Pflanzner S B, 2020, Effects of freezing and thawing on microbiological and physical-chemical properties of dry-aged beef, *Meat Science*, 161, 108003.
- Demeyer D, 2010, Balancing the risks and benefits of unprocessed and processed red meat consumption for both consumers and the environment, *Meat Science*, 86, 529-530.
- De Huidobro F R, Miguel E, Blázquez B, Onega E, 2005, A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat, *Meat Science*, 69, 527–536.
- Devine C E, 2014, Conversion of Muscle to Meat, In Dikeman M, Devine C (Ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (329-338), Academic Press, 1712p, USA.
- Domaradzki P, Skalecki P, Prasow M, Babicz M, Florek M, 2020, Physicochemical properties and lipid oxidation parameters of selected muscles of Puławska breed fatteners during 14-day ageing in vacuum packaging, *Medycyna Weterynaryjna*, 76, 400-405.

- Ertay N, Doğruer Y, 2010, Texture in food, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7(1), 35-42.
- Estévez M, 2011, Protein carbonyls in meat systems: A review, Meat Science, 89, 259-279.
- Etherington D J, 1987, Collagen and meat quality: effects of conditioning and growth rate, In Pearson A M, Dutson T R, Bailey A J (Ed.), Advances in Meat Research, Volume 4 (351-360), Van Nostrand Reinhold Company, 396p, New York.
- European Commission, 2005, Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs, Official Journal of the European Union, 338, 1-26.
- FAO, 2017, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Franco D, Bispo E, González L, Vázquez J A, Moreno T, 2009, Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein-Friesian cull cows, Meat Science, 83, 484-491.
- Feidt C, Petit A, Bruas-Reignier F, Brun-Bellut, J, 1996, Release of free amino-acids during ageing in bovine meat, Meat Science, 44, 19-25.
- Fennema O R, 1985, Water and ice, In Fennema O R (Ed.), Food Chemistry (17-94), Marcel Dekker Incorporation, 1069p, New York, USA.
- Ferguson D M, Warner R D, 2008, Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?, Meat Science, 80, 12-19.
- Florek M, Junkuszew A, Bojar W, Skalecki P, Greguła-Kania M, Litwińczuk A, Gruszecki T M, 2016, Effect of Vacuum Ageing on Instrumental and Sensory Textural Properties of Meat from Uhruska Lambs, Annals of Animal Science, 16, 601-609.
- Fernandes R D P P, Trindade M A, Lorenzo J M, De Melo M P, 2018, Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of *Origanum vulgare* extract during storage, Meat Science, 137, 244-257.
- Frank D, Ball A, Hughes J, Krishnamurthy R, Piyasiri U, Stark J, Warner R, 2016, Sensory and flavor chemistry characteristics of Australian beef: influence of

- intramuscular fat, feed, and breed, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 4299-4311.
- Frank D, Hughes J, Piyasiri U, Zhang Y, Kaur M, Li Y, Mellor G, 2020, Volatile and non-volatile metabolite changes in 140-day stored vacuum packaged chilled beef and potential shelf life markers, *Meat Science*, 161, Article number 108016.
- Fu Q Q, Ge Q F, Liu R, Wang H O, Zhou G H, Zhang W G, 2017, Influence of modified atmosphere packaging on protein oxidation, calpain activation and desmin degradation of beef muscles, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 4508-4514.
- Garcia M L, Dominguez R, Galvez M D, Casas C, Selgas M D, 2002, Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages, *Meat Science*, 60, 227-236.
- García-Torres S, López-Gajardo A, Tejerina D, Prior E, Cabeza de Vaca M, Horcada, A, 2020, Effect of Two Organic Production Strategies and Ageing Time on Textural Characteristics of Beef from the Retinta Breed, *Foods*, 9, 1417.
- Ganhão R, Morcuende D, Estévez M, 2010, Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage, *Meat Science*, 85, 402-409.
- Godfray H C J, Aveyard P, Garnett T, Hall J W, Key T J, Lorimer J, Jebb S A, 2018, Meat consumption, health, and the environment, *Science*, 361(6399), eaam5324.
- Goll D E, Boehm M L, Geesink G H, Thompson V F, 1997, What causes postmortem tenderization, 50th Annual Reciprocal Meat Conference, June 29- July 2, Ames, Iowa, 50-60.
- Goll D E, Thompson V F, Taylor R G, Christiansen J A, 1992, Role of the calpain system in muscle growth, *Biochimie*, 74(3), 225-237.
- Gökalp H Y, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö, 1999, Et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No:318, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisi, 316p, Erzurum.
- Guttmann R P, Elce J S, Bell P D, Isbell J C, Johnson G V, 1997, Oxidation inhibits

- substrate proteolysis by calpain I but not autolysis, *Journal of Biological Chemistry*, 272, 2005-2012.
- Güzel N, 2015, Kükürtlenmemiş Gün Kuru Kayısıların Farklı Sıcaklıklarda depolanması Süresince Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesindeki Değişimler, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 134s, Ankara.
- Gurzau E S, Neagu C, Gurzau A E, 2003, Essential metals—case study on iron, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56, 190-200.
- Ha M, McGilchrist P, Polkinghorne R, Huynh L, Galletly J, Kobayashi K, Warner R D, 2019, Effects of different ageing methods on colour, yield, oxidation and sensory qualities of Australian beef loins consumed in Australia and Japan, *Food Research International*, 125, Article number 108528.
- Harkouss R, Astruc T, Lebert A, Gatellier P, Loison O, Safa H, Portanguen S, Parafita E, Mirade P S, 2015, Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process, *Food Chemistry*, 166, 522-530.
- Herrero A M, Ordóñez J A, de Avila R, Herranz B, De la Hoz L, Cambero M I, 2007, Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics, *Meat Science*, 77, 331-338.
- Henderson J W, Brooks A, 2010, Improved Amino Acid Methods using Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 Columns for a Variety of Agilent LC Instrumentation and Separation Goals, Application Note.
- Honikel H O, 1988, The water binding of meat, *Fleischwirtsch International*, 1, 14-22.
- Hood R L, 1982, Relationships among growth, adipose cell size, and lipid metabolism in ruminant adipose tissue, *Federation Proceedings*, 41(9), 2555-2561.
- Horowitz R, 2006, Putting Meat on the American Table: Taste, Technology, Transformation, The Johns Hopkins University Press, 192p, Baltimore, Maryland, USA.
- Hulánková R, Kameník J, Saláková A, Závodský D, Borilova G, 2018, The effect of dry

- aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, *LWT Food Science and Technology*, 89, 559-565.
- Huff-Lonergan E, Lonergan S M, 2005, Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, *Meat Science*, 71, 194-204.
- Huffman K L, Miller M F, Hoover L C, Wu C K, Brittin H C, Ramsey C B, 1996, Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant, *Journal of Animal Science*, 74, 91-97.
- Hwang Y H, Sabikun N, Ismail I, Joo S T, 2019, Changes in sensory compounds during dry aging of pork cuts, *Food Science of Animal Resources*, 39(3), 379.
- Iida F, Miyazaki Y, Tsuyuki R, Kato K, Egusa A, Ogoshi 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.
- Ijaz M, Li X, Zhang D, Hussain Z, Ren C, Bai Y, Zheng X, 2020, Association between meat color of DFD beef and other quality attributes, *Meat Science*, 161, 107954.
- Ilian M A, Bickerstaffe R, Greaser M L, 2004, Postmortem changes in myofibrillar-bound calpain 3 revealed by immunofluorescence microscopy, *Meat Science*, 66(1), 231-240.
- Jin S K, Choi J S, Yang H S, Park T S, Yim D G, 2018, Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage, *Meat Science*, 146, 34-40.
- Joo S T, Kauffman R G, Kim, B C, Park G B, 1999, The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle, *Meat Science*, 52, 291-297.
- Judge M D, Aberle E D, 1982, Effects of chronological age and postmortem aging on thermal shrinkage temperature of bovine intramuscular collagen, *Journal of Animal Science*, 54, 68-71.

- Kalpalathika P M, Clark E M, Mahoney A W, 1991, Heme iron content in selected ready-to-serve beef products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1091-1093.
- Kastenschmidt L L, Hoekstra W G, Briskey E J, 1968, Glycolytic intermediates and co-factors in “fast-” and “slow-glycolyzing” muscles of the pig, *Journal of Food Science*, 33, 151-158.
- Kayaardı S, Gök V, 2003, Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk), *Meat Science*, 66, 249-257.
- Kim Y H, Huff-Lonergan E, Sebranek J G, Lonergan S M, 2010, High-oxygen modified atmosphere packaging system induces lipid and myoglobin oxidation and protein polymerization, *Meat Science*, 85, 759-767.
- Kim Y H B, Kemp R, Samuelsson L M, 2016, Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins, *Meat Science*, 111, 168-176.
- Kim H C, Baek K H, Ko Y J, Lee H J, Yim D G, Jo C, 2020, Characteristic Metabolic Changes of the Crust from Dry-Aged Beef Using 2D NMR Spectroscopy, *Molecules*, 25(13), 3087.
- Kim M, Choe J, Lee H J, Yoon Y, Yoon S, Jo C, 2019, Effects of aging and aging method on physicochemical and sensory traits of different beef cuts, *Food Science of Animal Resources*, 39(1), 54.
- Kerth C R, Miller M F, Ramsey C B, 1995, Improvement of beef tenderness and quality traits with calcium chloride injection in beef loins 48 hours postmortem, *Journal of Animal Science*, 73, 750-756.
- Kitamura S I, Kudo K, Chikuni K, Watanabe I, Nishimura T, 2010, Actions of cathepsins on troponin T during postmortem aging of porcine muscle, *Animal Science Journal*, 81, 501-505.
- 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.

- Koohmaraie M, Geesink G H, 2006, Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system, *Meat Science*, 74, 34-43.
- Komprda T, Smela D, Pechova P, Kalhotka L, Strench J, Klejdus B, 2004, Effect of starter culture, spice mix and storage time and temperature on biogenic amine content of dry fermented sausages, *Meat Science*, 67, 607-616.
- Kondjoyan A, Portanguen S, Duchène C, Mirade P S, Gandemer G, 2018, Predicting the loss of vitamins B3 (niacin) and B6 (pyridoxamine) in beef during cooking, *Journal of Food Engineering*, 238, 44-53.
- Koutsidis G, Elmore J S, Oruna-Concha M J, Campo M M, Wood J D, Mottram D S, 2008, Water-soluble precursors of beef flavour, Part II: Effect of post-mortem conditioning, *Meat Science*, 79, 270-277.
- Kraemer K, Semba R D, Eggersdorfer M, Schaumberg D A, 2012, Introduction: the diverse and essential biological functions of vitamins, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61, 185-191.
- Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K, 2013, Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef *gluteus medius* aged in a dry ageing bag or vacuum, *Meat Science*, 95, 229-234.
- Laemmli U K, 1970, Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227, 680-685.
- Lametsch R, Roepstorff P, Møller H S, Bendixen E, 2004, Identification of myofibrillar substrates for μ -calpain, *Meat Science*, 68, 515-521.
- Lametsch R, Lonergan S, Huff-Lonergan E, 2008, Disulfide bond within μ -calpain active site inhibits activity and autolysis, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1784, 1215-1221.
- Larsson S C, Orsini N, 2014, Red meat and processed meat consumption and all-cause mortality: a meta-analysis, *American Journal of Epidemiology*, 179, 282-289.
- Lawrie R A (Ed.), 1998, *Meat Science*, Woodhead Publishing Limited, 442p, Cambridge, UK.

- Lawrie R A, Ledward D (Ed.), 2006, Lawrie's Meat Science, Woodhead Publishing Limited, 442p, Cambridge.
- Lee H J, Choe J, Kim K T, Oh J, Lee D G, Kwon K M, Jo C, 2017, Analysis of low-marbled Hanwoo cow meat aged with different dry-aging methods, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(12), 1733.
- Lee H, Jang M, Park S, Jeong J, Shim Y S, Kim J C, 2019, Determination of Indicators for Dry Aged Beef Quality, *Food Science of Animal Resources*, 39(6), 934.
- Levine R L, Garland D, Oliver C N, Amici A, Climent I, Lenz A G, vd., 1990, Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins, *Methods in Enzymology*, 186, 464-478.
- Lewicki P P, 2004, Drying, In Dikeman M, Devine C, (Ed.) *Encyclopedia of Meat Science* (402-411), Academic Press, 1712p, USA.
- Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K, 2013, Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum, *Meat Science*, 95, 229-234.
- Lock A L, Bauman D E, 2004, Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health, *Lipids*, 39, 1197-1206.
- Lowell B B, Ruderman N B, Goodman M N, 1986, Evidence that lysosomes are not involved in the degradation of myofibrillar proteins in rat skeletal muscle, *Biochemical Journal*, 234, 237-240.
- Lukoyanova N, VanLoock M S, Orlova A, Galkin V E, Wang K, Egelman E H, 2002, Each actin subunit has three nebulin binding sites: implications for steric blocking, *Current Biology*, 12, 383-388.
- Lund M N, Heinonen M, Baron C P, Estévez M, 2011, Protein oxidation in muscle foods: A review, *Molecular Nutrition & Food Research*, 55, 83-95.
- Lusby M L, Ridpath J F, Parrish Jr F C, Robson R M, 1983, Effect of postmortem storage on degradation of the myofibrillar protein titin in bovine longissimus muscle, *Journal of Food Science*, 48, 1787-1790.

- Malheiros J M, Braga C P, Grove R A, Ribeiro F A, Calkins C R, Adamec J, Chardulo, L A L, 2019, Influence of oxidative damage to proteins on meat tenderness using a proteomics approach, *Meat Science*, 148, 64-71.
- Martinaud A, Mercier Y, Marinova P, Tassy C, Gatellier P, Renerre M, 1997, Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2481-2487.
- McAfee A J, McSorley E M, Cuskelly G J, Moss B W, Wallace J M, Bonham M P, Fearon A M, 2010, Red meat consumption: An overview of the risks and benefits, *Meat Science*, 84, 1-13.
- McCausland I P, Millar H W C, 1982, Time of occurrence of bruises in slaughtered cattle, *Australian Veterinary Journal*, 58, 253-255.
- McPherron S P, Alemseged Z, Marean C W, Wynn J G, Reed D, Geraads D, vd., 2010, Evidence for stone-tool-assisted consumption of animal tissues before 3.39 million years ago at Dikika, Ethiopia, *Nature*, 466(7308), 857-860.
- Mendonça R C, Gouvêa D M, Hungaro H M, Sodré A D F, Querol-Simon A, 2013, Dynamics of the yeast flora in artisanal country style and industrial dry cured sausage (yeast in fermented sausage), *Food Control*, 29(1), 143-148.
- Mendoza E, Garcia M L, Casas C, Selgas M D, 2001, Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages, *Meat Science*, 57, 387-393.
- Micha R, Wallace S K, Mozaffarian D, 2011, Response to Letter Regarding Article, "Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis", *Circulation*, 123(3), e17.
- Mielnik M B, Olsen E, Vogt G, Adeline D, Skrede G, 2006, Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat, *LWT Food Science and Technology*, 39, 191-198.
- Mikami M, 1995, Changes in peptide and free amino acid contents of different bovine muscles homogenate during storage, *Animal Science and Technology (Japan)*, 66, 630-638.

- Mohrhauser D A, Underwood K R, Weaver A D, 2011, In vitro degradation of bovine myofibrils is caused by μ -calpain, not caspase-3, *Journal of Animal Science*, 89, 798-808.
- Morzel M, Gatellier P, Sayd T, Renerre M, Laville E, 2006, Chemical oxidation decreases proteolytic susceptibility of skeletal muscle myofibrillar proteins, *Meat Science*, 73, 536-543.
- Mouritsen O, Styrbæk K, 2017, Mouthfeel: how texture makes taste, Columbia University Press, 376p, USA.
- Monsen E R, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted D M, Cook J D, Mertz W, Finch C A, 1978, Estimation of available dietary iron, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 31, 134-141.
- Mottram D S, 1998, Flavour formation in meat and meat products: a review, *Food Chemistry*, 62, 415-424.
- Moya V J, Flores M, Aristoy M C, Toldrá F, 2001, Pork meat quality affects peptide and amino acid profiles during the ageing process, *Meat Science*, 58, 197-206.
- Motoyama M, Sasaki K, Watanabe A, 2016, Wagyu and the factors contributing to its beef quality: A Japanese industry overview, *Meat Science*, 120, 10-18.
- Mullen A M, Stoeva S, Laib K, Gruebler G, Voelter W, Troy D J, 2000, Preliminary analysis of amino acids at various locations along the *M. longissimus dorsi* in aged beef, *Food Chemistry*, 69, 461-465.
- Muroya S, Oe M, Ojima K, Watanabe A, 2019, Metabolomic approach to key metabolites characterizing postmortem aged loin muscle of Japanese Black (Wagyu) cattle, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1172.
- Nam O S, Park I, 2020, Palatability and hygiene characteristics of dry-aged pork and optimisation of dry ageing period, *International Journal of Food Science & Technology*, 55, 1180-1188.
- Niewiarowicz A, Pikul J, Trojan M, Thomson J E, 1978, Free amino acids in broiler chicken meat in relation to initial pH, *Poultry Science*, 57, 1468-1470.
- Nishimura T, Kato H, 1988, Taste of free amino acids and peptides, *Food Reviews*

- International, 4, 175-194.
- Nishimura T, 2010, The role of intramuscular connective tissue in meat texture, *Animal Science Journal*, 81, 21-27.
- Nishimura T, Okumura T, Morimatsu F, Yamada R, 2004, Identification of sourness-suppressing peptides in cooked pork loins, *International Congress of Meat Science and Technology*, August 8-13, Helsinki, 1140-1143.
- Novaković S, Tomašević I, A comparison between Warner-Bratzler shear force measurement and texture profile analysis of meat and meat products: a review, 59th International Meat Industry Conference 2017, October 1-4, Zlatibor.
- Ockerman H W, 1976, Quality control of postmortem muscle and tissue, The Ohio State University, Ph.D. Thesis, USA.
- Offer G, Cousins T, 1992, The mechanism of drip production: formation of two compartments of extracellular space in muscle post mortem, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(1), 107-116.
- Olsson K E, Saltin B, 1970, Variation in total body water with muscle glycogen changes in man, *Acta Physiologica Scandinavica*, 80, 11-18.
- Ono K, Topel D G, Christian L L, Altheni T G, 1977, Relationship of cyclic-amp and phosphorylase a in stress-susceptible and control pigs, *Journal of Food Science*, 42, 108-110.
- Oz F, Kaya M, 2011, The inhibitory effect of black pepper on formation of heterocyclic aromatic amines in high-fat meatball, *Food Control*, 22, 596-600.
- Öztan A, 2008, Et Bilim ve Teknolojisi TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 526s, Ankara.
- Önenç A, 2003, İzmir Tansaş Mezbahasında Kesilen Sığırların Kesim Öncesi Koşullarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma, *Hayvansal Üretim*, 44(1), 59-68.
- Palka K, 2003, The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle, *Meat Science*, 64, 191-198.

- Palka K, Daun H, 1999, Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating, *Meat Science*, 51, 237-243.
- Paterson B C, Parrish Jr F C, 1987, SDS-PAGE conditions for detection of titin and nebulin in tender and tough bovine muscles, *Journal of Food Science*, 52, 509-510.
- Pateiro M, Barba F J, Domínguez R, Sant'Ana A S, Khaneghah A M, Gavahian M, vd., 2018, Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review, *Food Research International*, 113, 156-166.
- Pematilleke N, Kaur M, Adhikari B, Torley P, 2020, Influence of meat texture on oral processing and bolus formation, *Journal of Food Engineering*, Article number 110038.
- Pearce K L, Rosenvold K, Andersen H J, & Hopkins D L. 2011, Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review, *Meat Science*, 89, 111-124.
- Piórkowska K, Ropka-Molik K, Eckert R, Różycki, M, 2013, The expression pattern of proteolytic enzymes of cathepsin family in two important porcine skeletal muscles, *Livestock Science*, 157(2-3), 427-434.
- Polati R, Menini M, Robotti E, Million R, Marengo E, Novelli E, Cecconi D, 2012, Proteomic changes involved in tenderization of bovine Longissimus dorsi muscle during prolonged ageing, *Food Chemistry*, 135, 2052-2069.
- Potter J D, Jackson R, 2020, On Meat, Butter, and Fudge, *Nutrition and Cancer*, 72, 1-4.
- Precht D, 1995, Variation of trans fatty acids in milk fats, *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 34(1), 27-29.
- Purslow P P, 2005, Intramuscular connective tissue and its role in meat quality, *Meat Science*, 70, 435-447.
- Purslow P P, Ertbjerg P, Baron C P, Christensen M, Lawson M A, 2001, Patterns of variation in enzyme activity and cytoskeletal proteolysis in muscle, *International Congress of Meat Science and Technology*, August 26-31, Krakow, 38-42.
- Rant W, Radzik-Rant A, Świątek M, Niżnikowski R, Szymańska Ż, Bednarczyk M, vd.,

- 2019, The effect of aging and muscle type on the quality characteristics and lipid oxidation of lamb meat, *Archives Animal Breeding*, 62(2), 383.
- Ribeiro F A, 2020, *Advancing the Science of Dry-Aged Beef*, The University of Nebraska-Lincoln, Ph.D. Thesis, 174p, USA.
- Ribeiro F A, Lau S K, Pflanzner S B, Subbiah J, Calkins C R, 2020, Color and lipid stability of dry aged beef during retail display, *Meat Science*, 108274.
- Rohrmann S, Overvad K, Bueno-de-Mesquita H B, Jakobsen M U, Egeberg R, Tjønneland A, vd., 2013, Meat consumption and mortality-results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition, *BMC Medicine*, 11, 63.
- Root D D, Wang K, 1994, Calmodulin-sensitive interaction of human nebulin fragments with actin and myosin, *Biochemistry*, 33, 12581-12591.
- Rosenthal A J, 1999, *Food texture: measurement and perception*, Aspen Publication, 1-16, Maryland, USA.
- Ruiz-Ramírez J, Serra X, Arnau J, Gou P, 2005, Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin, *Meat Science*, 69, 519-525.
- Sadkowski T, Ciecierska A, Majewska A, Oprządek J, Dasiewicz K, Ollick M, vd., 2014, Transcriptional background of beef marbling—novel genes implicated in intramuscular fat deposition, *Meat Science*, 97, 32-41.
- Salter A M, 2013, Dietary fatty acids and cardiovascular disease, *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 7(1), 163.
- Schulz L, Sundrum A, 2019, Assessing marbling scores of beef at the 10th rib vs. 12th rib of longissimus thoracis in the slaughter line using camera grading technology in Germany, *Meat Science*, 152, 116-120.
- Schwägele F, Haschke C, Honikel K O, Krauss G, 1996, Enzymological investigations on the causes for the PSE-syndrome, I. Comparative studies on pyruvate kinase from PSE-and normal pig muscles, *Meat Science*, 44, 27-40.

- Scollan N D, Dannenberger D, Nuernberg K, Richardson I, MacKintosh S, Hocquette J. F, Moloney A P, 2014, Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality, *Meat Science*, 97, 384-394.
- Seiwert N, Heylmann D, Hasselwander S, Fahrner J, 2020, Mechanism of colorectal carcinogenesis triggered by heme iron from red meat, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 1873(1), 188334.
- Shi Y, Zhang W, Zhou G, 2020, Effects of Different Moisture-Permeable Packaging on the Quality of Aging Beef Compared with Wet Aging and Dry Aging, *Foods*, 9(5), 649.
- Shimada A, Watanuki M, Tanisawa Y, Hatae K, 1992, Changes in the taste of beef with aging, *Journal of Home Economics of Japan*, 43(3), 199-206.
- Smaldone G, Marrone R, Vollano L, Peruzzy M F, Barone C M A, Ambrosio R L, Anastasio A, 2019, Microbiological, rheological and physical-chemical characteristics of bovine meat subjected to a prolonged ageing period, *Italian Journal of Food Safety*, 8(3).
- Srinivasan S, Xiong Y L, Decker E A, 1996, Inhibition of protein and lipid oxidation in beef heart surimi-like material by antioxidants and combinations of pH, NaCl, and buffer type in the washing media, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1), 119-125.
- Stadtman E R, 1990, Metal ion-catalyzed oxidation of proteins: biochemical mechanism and biological consequences, *Free Radical Biology and Medicine*, 9(4), 315-325.
- Stanton C, Light N, 1990, The effects of conditioning on meat collagen: Part 3—Evidence for proteolytic damage to endomysial collagen after conditioning, *Meat Science*, 27, 41-54.
- Sun S, Wang S, Lin R, Cheng S, Yuan B, Wang Z, Tan M, 2020, Effect of Different Cooking Methods on Proton Dynamics and Physicochemical Attributes in Spanish Mackerel Assessed by Low-Field NMR, *Foods*, 9(3), 364.
- Szczesniak A S, Brandt M A, Friedman H H, 1963, Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation, *Journal of Food*

- Science, 28(4), 397-403.
- Tanaka K, 2009, The proteasome: overview of structure and functions, *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 85(1), 12-36.
- Takahashi K, Saito H, 1979, Post-mortem changes in skeletal muscle connectin, *The Journal of Biochemistry*, 85, 1539-1542.
- Tian J C, Han L, Yu Q L, Shi X X, Wang W T, 2013, Changes in tenderness and cathepsins activity during post mortem ageing of yak meat, *Canadian Journal of Animal Science*, 93(3), 321-328.
- Toldrá F, Aristoy M C, Flores M, 2000, Contribution of muscle aminopeptidases to flavor development in dry-cured ham, *Food Research International*, 33(3-4), 181-185.
- Toldrá F, 2006, The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions, *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 164-168.
- Toldrá F, Flores M, Aristoy M C, 1995, Enzyme generation of free amino acids and its nutritional significance in processed pork meats, *Developments in Food Science*, 37, 1303-1322.
- Tornberg E, 2005, Effects of heat on meat proteins—Implications on structure and quality of meat products, *Meat Science*, 70, 493-508.
- Tournas V, Stack M E, Mislivec P B, Koch H A, Brandler R, 2001, Yeasts, molds and Mycotoxins, Chapter 18, *Bacteriological Analytical Manual online*, U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition, USA.
- Trabelsi I, Slima S B, Ktari N, Triki M, Abdehedi R, Abaza W, vd., 2019, Incorporation of probiotic strain in raw minced beef meat: Study of textural modification, lipid and protein oxidation and color parameters during refrigerated storage, *Meat Science*, 154, 29-36.
- Troutt E S, Hunt M C, Johnson D E, Claus J R, Kastner C L, Kropf D H, Stroda S, 1992, Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat, *Journal of Food Science*, 57(1), 25-29.
- Tyrrell H J V, 1964, The Origin and present status of Fick's diffusion law. *Journal of*

Chemical Education, 41(7), 397.

- Vahmani P, Ponnampalam E N, Kraft J, Mapiye C, Bermingham E N, Watkins P J, vd., 2020, Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids, Invited Review, Meat Science, Article Number 108114.
- Wardlaw F B, Skelley G C, Johnson M G, Acton J C, 1973, Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage, Journal of Food Science, 38, 1128-1231.
- Weaver A, Jouault L, Bowker B, Grant A, Gerrard D, 2007, Sarcomeric thick and thin filament overlap influences postmortem proteolysis, Midwestern Section of the American Society of Animal Science, 120.
- Wee M S M, Goh A T, Stieger M, Forde C G, 2018, Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range of solid foods, Food & function, 9(10), 5301-5312.
- Williams P, 2007, Nutritional composition of red meat, Nutrition and Dietetics, 64, 113-119.
- Wolk A, 2017, Potential health hazards of eating red meat, Journal of Internal Medicine, 281, 106-122.
- Yanagihara K, Yano Y, Nakamura T, Nakai H, Tanabe R, 1995, Changes in sensory, physical and chemical properties of beef loins during prolonged conditioning at chilled temperatures, Japanese Animal Science and Technology, 66(2), 160-168.