

**T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SIĞIR KÖFTELERİNİN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE LİYOFİLİZE KARADUT (*Morus nigra* L.)
SU EKSTRAKTININ ETKİSİ**

EMRE TURAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2017

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Emre TURAN tarafından hazırlanan ve Yrd. Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK ve Doç. Dr. Hüseyin GENÇCELEP danışmanlığında yürütülen “ Sığır Köftelerinin Çeşitli Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Liyofilize Karadut (*Morus nigra* L.) Su Ekstraktının Etkisi ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 06/02/2017 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK
II.Danışman : Doç. Dr. Hüseyin GENÇCELEP, Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Başkan : Prof. Dr. Zekai TARAKÇI
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hüdayi ERCOŞKUN
Gıda Mühendisliği, Çankırı Karatekin Üniversitesi

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi

İmza :

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 06./02./2017.. tarih ve .2017.../..65 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

27./02./2017

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ



TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Emre TURAN



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

SIĞIR KÖFTELERİNİN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE LİYOFİLİZE KARADUT (*Morus nigra* L.) SU EKSTRAKTININ ETKİSİ

Emre TURAN

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2017
Yüksek Lisans Tezi, 121s.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK

II. Danışman: Doç. Dr. Hüseyin GENÇCELEP

Araştırmada, sığır köftelerinin çeşitli kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine liyofilize karadut (*Morus nigra* L.) su ekstraktının (LKSE) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle LKSE elde edilmiş ve çeşitli kalite özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra sığır eti köftelerine % 0 (kontrol), % 0.1, % 0.2, % 0.4 düzeyinde LKSE ilave edilmiş, hazırlanan sığır eti köfteleri aerobik olarak ve vakum altında ambalajlanmış ve 4 ± 1 °C'de 15 gün süreyle depolanmıştır. Depolama periyodunun 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde, köftelerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam aerobik psikrotrofik bakteri (TAPB), *Pseudomonas*, laktik asit bakteri (LAB), *Micrococcus/Staphylococcus* (M/S), *Enterobacteriaceae* sayıları ile pH, TBARS, metmiyogloblin (MetMb) ve renk (L^* , a^* , b^*) değerleri tespit edilmiştir.

Sığır eti köftelerinin pH, TBARS, MetMb ve renk (L^* , a^* , b^*) değerleri ile TAMB, TAPB, *Pseudomonas*, LAB, *Micrococcus/Staphylococcus* ve *Enterobacteriaceae* sayıları üzerinde farklı oranlarda LKSE ilavesi, ambalajlama yöntemi ve depolama süresinin çok önemli ($P<0.01$) etkileri saptanmıştır. Sığır eti köftelerine LKSE ilavesi ile pH, TBARS, MetMb değerleri ile bakteri sayılarında (LAB hariç) azalma görülmüştür ($P<0.05$). LKSE ilavesi LAB gelişimini desteklemiştir. Kırmızılık (a^*) değeri LKSE ilaveli köftelerde daha iyi korunurken en yüksek a^* değerleri % 0.2 LKSE ilaveli köftelerde belirlenmiştir ($P<0.05$). Vakum ambalajlanmış köfteler aerobik ambalajlanmış köftelere göre daha yüksek lipit oksidasyon ve renk stabilitesi göstermiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre % 0.2 LKSE ile muamele edilmiş köfteler en fazla beğenilen grup olmuştur. Sonuçlar göz önüne alındığında, doğal bir antioksidan olarak LKSE'nin kullanılması, sığır eti köftelerinde renk ve lipit oksidasyonunu geciktirmek için etkili bir yöntem olarak kabul edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Sığır köftesi, Karadut, Lipit oksidasyonu, TBARS, Metmiyogloblin, Renk, Mikrobiyal kalite, Vakum ambalajlama

ABSTRACT

THE EFFECT OF LYOPHILIZED BLACK MULBERRY (*Morus nigra* L.) WATER EXTRACT ON VARIOUS QUALITY PROPERTIES AND SHELF LIFE OF BEEF PATTIES

Emre TURAN

University of Ordu
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Food Engineering, 2017
MSc. Thesis, 121p.

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP

In this research, it was aimed to determine the effects of lyophilized black mulberry (*Morus nigra* L.) water extract (LBWE) on various quality characteristics and shelf life of beef patties. For this purpose, primarily lyophilized black mulberry water extract was obtained and various quality characteristics were determined. Then, 0 % (control), 0.1 %, 0.2 % and 0.4 % LBWE were added to beef patties, prepared beef patties were packaged aerobically and under vacuum and stored at 4 ± 1 °C for 15 days. Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), total aerobic psychrotrophic bacteria (TAPB), *Pseudomonas*, lactic acid bacteria (LAB), *Micrococcus/Staphylococcus* (M/S), *Enterobacteriaceae* counts, pH, TBARS, metmyoglobin (MetMb) and colour (L^* , a^* , b^*) values of beef patties were determined on days 0, 3, 6, 9, 12, 15 of the storage period.

The addition of LBWE at different ratios, packaging method and storage time had very significant effect on pH, TBARS, MetMb, color (L^* , a^* and b^*) values, TAMB, TAPB, *Pseudomonas*, LAB, *Micrococcus/Staphylococcus* and *Enterobacteriaceae* counts of beef patties ($P < 0.01$). The pH, TBARS, MetMb values and bacteria counts (excluding LAB) of beef patties were decreased with the addition of LBWE ($P < 0.05$). The addition of LBWE was supported growth of LAB. The redness (a^*) value was preserved better in LBWE treated patties while the highest a^* values were determined in 0.2 % LBWE treated patties. Vacuum packed patties showed higher lipid oxidation and color stability than aerobic packaged patties. According to the results of sensory evaluation, the patties treated with 0.2 % LBWE was the group that received the highest score by panelists. Considering the results, the use of LBWE as a natural antioxidant can be considered an effective method to retard color and lipid oxidation in beef patties.

Key Words: Beef patty, Black mulberry, Lipid oxidation, TBARS, Metmyoglobin, Colour, Microbial quality, Vacuum packaging

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde desteğini gördüğüm, çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübesinden faydalandığım, ilgi, teşvik ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK ve Doç. Dr. Hüseyin GENÇCELEP'e,

Çalışmalarım sırasında desteklerinden dolayı Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Zekai TARAKÇI'ya, Bahçe Bitkileri öğretim üyesi Doç. Dr. Ahmet AYGÜN'e, Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Muharrem TÜRKKAN'a, Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK'e, Kimya Bölümü öğretim üyeleri Doç. Dr. Emine BAĞDATLI ve Yrd. Doç. Dr. Aliye GEDİZ ERTÜRK'e, analizlerin yapımı sırasında yardımda bulunan Gıda Mühendisi Cüneyt ÇAKIR'a ve Arş. Gör. Ömer Faruk ÇELİK'e,

Beni her zaman destekleyen ve haklarımı hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, varlıklarından mutluluk ve gurur duyduğum kıymetli aileme,

Tez çalışmamın her safhasında özellikle anlayış ve sabrıyla manevi desteğini hissettiğim eşim Tuğçe'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: TF-1627).

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
ÇİZELGELER LİSTESİ	X
SİMGELER ve KISALTMALAR	XIV
EK LİSTESİ	XVII
1. GİRİŞ	1
1.1. Et Ürünleri ve Bozulma.....	4
1.2. Antioksidanlar ve Et Ürünlerinde Kullanımı.....	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1. Materyal.....	30
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarının Hazırlanması.....	30
3.2.2. Sığır Köftelerinin Hazırlanması, Ambalajlanması ve Depolanması.....	30
3.2.3. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarında Yapılan Analizler.....	31
3.2.3.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi.....	31
3.2.3.2. DPPH Serbest Radikal Giderici Aktivitenin Belirlenmesi.....	32
3.2.3.3. Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi.....	33
3.2.3.4. Metal Çelatlama Aktivitesinin Belirlenmesi.....	33
3.2.3.5. pH Değeri ve Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi.....	33
3.2.3.6. Renk Değerlerinin (L*, a*, b*) Belirlenmesi	34
3.2.4. Sığır Köftelerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	34
3.2.4.1. Nem Miktarının Belirlenmesi	34

3.2.4.2. Kül Miktarının Belirlenmesi	34
3.2.4.3. Protein Miktarının Belirlenmesi	34
3.2.4.4. Yağ Miktarının Belirlenmesi	35
3.2.4.5. pH Değerinin Belirlenmesi.....	35
3.2.4.6. Renk Değerlerinin Belirlenmesi.....	35
3.2.4.7. Tiyobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi.....	35
3.2.4.8. Metmiyoglobin Oranının Belirlenmesi	36
3.2.5. Sığır Köftelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler.....	36
3.2.5.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı.....	36
3.2.5.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TAPB) Sayımı	36
3.2.5.3. <i>Pseudomonas</i> Sayımı	37
3.2.5.4. Laktik Asit Bakteri Sayımı	37
3.2.5.5. <i>Micrococcus / Staphylococcus</i> Sayımı	37
3.2.5.6. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayımı	37
3.2.6. Duyusal Analiz	38
3.2.7. İstatistik Analiz	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	39
4.1. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	39
4.2. Sığır Eti Köftelerinin Kimyasal Kompozisyonu.....	42
4.3. Sığır Eti Köftelerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	43
4.3.1. pH	43
4.3.2. TBARS (Tiyobarbiturik Asit Reaktif Substans).....	48
4.3.3.. Metmiyoglobin Oranı.....	55
4.3.4 Renk Değerleri	61
4.3.4.1. L* Değeri.....	61
4.3.4.2. a* Değeri.....	65
4.3.4.3. b* Değeri.....	71
4.4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	75
4.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı.....	75

4.4.2.	Toplam Aerobik Psikrotrofik Bakteri (TPAB) Sayısı	81
4.4.3.	<i>Pseudomonas</i> Sayısı	85
4.4.4.	Laktik Asit Bakteri Sayısı.....	89
4.4.5.	<i>Micrococcus / Staphylococcus</i> Sayısı.....	95
4.4.6.	<i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı	100
4.5.	Duyusal Analiz Sonuçları	104
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	107
	KAYNAKLAR.....	110
	EKLER.....	120
	ÖZGEÇMİŞ.....	121

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1.	Lipit Oksidasyon Mekanizması.....	9
Şekil 3.1.	Toplam fenolik bileşik miktarı tayini için gallik asit ile hazırlanan standart grafik.....	32
Şekil 4.1.	Köfte örneklerinin pH değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	46
Şekil 4.2.	Köfte örneklerinin pH değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	47
Şekil 4.3.	Köfte örneklerinin TBARS değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	52
Şekil 4.4.	Köfte örneklerinin TBARS değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	54
Şekil 4.5.	Köfte örneklerinin MetMb değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	59
Şekil 4.6.	Köfte örneklerinin MetMb değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	60
Şekil 4.7.	Köfte örneklerinin L* değeri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	64
Şekil 4.8.	Köfte örneklerinin L* değeri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	64
Şekil 4.9.	Köfte örneklerinin a* değeri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	69
Şekil 4.10.	Köfte örneklerinin a* değeri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	70
Şekil 4.11.	Köfte örneklerinin b* değeri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	74
Şekil 4.12.	Köfte örneklerinin b* değeri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	74
Şekil 4.13.	Köfte örneklerinin TAMB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	78
Şekil 4.14.	Köfte örneklerinin TAMB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	79
Şekil 4.15.	Köfte örneklerinin TAPB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	84
Şekil 4.16.	Köfte örneklerinin TAPB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	85

	süresi interaksyonunun etkisi.....	
Şekil 4.17.	Köfte örneklerinin <i>Pseudomonas</i> sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	89
Şekil 4.18.	Köfte örneklerinin LAB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	93
Şekil 4.19.	Köfte örneklerinin LAB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	94
Şekil 4.20.	Köfte örneklerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi...	98
Şekil 4.21.	Köfte örneklerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	99
Şekil 4.22.	Köfte örneklerinin <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	103
Şekil 4.23.	Köfte örneklerinin <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	104
Şekil 4.24.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanları.....	106

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1.	Liyofilize karadut su ekstraktlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	39
Çizelge 4.2.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama başlangıcında tespit edilen kimyasal kompozisyonu.....	42
Çizelge 4.3.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen pH değerleri	44
Çizelge 4.4.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.5.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	45
Çizelge 4.6.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	46
Çizelge 4.7.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TBARS değerleri.....	49
Çizelge 4.8.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları....	49
Çizelge 4.9.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	50
Çizelge 4.10.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları...	51
Çizelge 4.11.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen MetMb değerleri.....	55
Çizelge 4.12.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin MetMb değerlerine ait varyans analiz sonuçları....	56
Çizelge 4.13.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	57
Çizelge 4.14.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları....	58

Çizelge 4.15.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen L* değerleri	61
Çizelge 4.16.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.17.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	62
Çizelge 4.18.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	63
Çizelge 4.19.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen a* değerleri	65
Çizelge 4.20.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.21.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin a* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	66
Çizelge 4.22.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen a* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	67
Çizelge 4.23.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen b* değerleri	71
Çizelge 4.24.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	72
Çizelge 4.25.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin b* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	72
Çizelge 4.26.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen b* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	73
Çizelge 4.27.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TAMB sayıları.....	75
Çizelge 4.28.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	76
Çizelge 4.29.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	77
Çizelge 4.30.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TAMB değerlerine	77

	ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları....	
Çizelge 4.31.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TAPB sayıları.....	81
Çizelge 4.32.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	82
Çizelge 4.33.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	82
Çizelge 4.34.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	83
Çizelge 4.35.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen <i>Pseudomonas</i> sayıları.....	86
Çizelge 4.36.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.37.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	87
Çizelge 4.38.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	88
Çizelge 4.39.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen LAB sayıları.....	90
Çizelge 4.40.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	90
Çizelge 4.41.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	92
Çizelge 4.42.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	92
Çizelge 4.43.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayıları.....	95
Çizelge 4.44.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans	96

	analiz sonuçları.....	
Çizelge 4.45.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	97
Çizelge 4.46.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	97
Çizelge 4.47.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen <i>Enterobacteriaceae</i> sayıları.....	100
Çizelge 4.48.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	101
Çizelge 4.49.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	102
Çizelge 4.50.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	102
Çizelge 4.51.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	105
Çizelge 4.52.	Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	105

SİMGELER ve KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
µg	: Mikrogram
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
CnD	: Konjuge dien
DPPH	: 1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
EPS	: Expande Polistren (Genleştirilmiş polistiren)
GAE	: Gallik Asit Eşdeğer
gr	: Gram
HCl	: Hidroklorik Asit
KCl	: Potasyum Klorür
kg	: kilogram
kob	: Koloni oluşturan birim
LAB	: Laktik asit bakterisi
LKSE	: Liyofilize Karadut Su Ekstraktı
LISE	: Liyofilize Isırgan otu su ekstraktı
log	: Logaritmik
M	: Molar
mg	: miligram
ml	: mililitre
mM	: Milimolar
MAP	: Modifiye atmosfer paketlenme
Mb	: Miyoglobini
MbO ₂	: Oksimiyoglobini
MDA	: Malondialdehit
MetMb	: Metmiyoglobini
MRS	: de Man Rogosa Sharpe Agar
M/S	: <i>Micrococcus /Staphylococcus</i>
MSA	: Mannitol Salt Phenol Red Agar
Na ₂ CO ₃	: Sodyum Karbonat
NaCl	: Sodyum Klorür
NaOH	: Sodyum Hidroksit

nm	: Nanometre
PCA	: Plate Count Agar
ppm	: Milyonda bir birim
PVC	: Polivinil Klorür
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakteri
TAPB	: Toplam aerobik psikrotrofik bakteri
TBA	: Tiyobarbitürük asit
TBARS	: Tiyobarbitürük asit reaktif substans
TBHQ	: Tersiyer bütül hidrokinon
TE	: Troloks Eşdeğer
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
VRBD	: Violet Red Bile Dextrose Agar

EK LİSTESİ

Ek No

Sayfa

Ek 1. Köfte örneklerinin duyuşal değerlendirme formu 120



1. GİRİŞ

Biyolojik açıdan değeri yüksek ve esansiyel bileşenlere sahip gıdaların tüketilmesi dengeli ve sağlıklı beslenmenin koşullarından biridir. Et ve et ürünleri, lezzetli ve duyguları tatmin edici olmalarının yanında esansiyel besin maddelerince zengin ve yüksek oranda hazmedilebilirlik gibi temel gıda maddesinde bulunması gereken şartları bünyesinde taşımaktadır. Yapısındaki elzem amino asitler ile biyolojik değeri yüksek proteinlerin başlıca kaynağı olan et ve et ürünleri, esansiyel yağ asitleri, demir çinko, selenyum gibi mineral maddeleri ve A, B6, B12, D, E vitaminleri gibi bazı değerli besin öğelerini de bünyesinde barındıran insanların asırlardır vazgeçemediği mükemmel bir gıdadır. Bu besin öğelerinden bazıları (demir, B12 vitamini ve folik asit) diğer gıda maddelerinde mevcut değildir ya da biyoyararlanım derecesi daha düşüktür. Yüksek miktarda protein ve düşük miktarda karbonhidrat içermesi nedeniyle, düşük “glisemik indekse” sahip olan et ve et ürünlerinin yeterli ve dengeli beslenme anlayışı içerisindeki yeri vazgeçilmezdir (Arihara, 2006; Kyialbek, 2008; Öztürk, 2009; Bayrak, 2011; Ergezer, 2013).

Köfte, kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvanların biri veya birkaçının etlerinin karışımına, istenildiğinde aynı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirmeye hazır kırmızı et karışımını veya pişirilmiş et ürününü ifade etmektedir (Anonim, 2012).

Türkiye’de ve dünyanın birçok ülkesinde köfte üretimi et sanayinde önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda et ve ürünlerinin kalitesini güvence altına alabilmek amacıyla farklı stratejiler geliştirilmekte olup farklı ülke ve yörelerde pek çok çeşit baharat, doğal bitki ve çeşitli katkı maddeleri köfte formülasyonuna ilave edilmektedir. Üretilen ürünün çeşidine, pazar şartlarına, ürünün üretildiği bölgeye ve yöreye göre ilave edilen bu maddelerin çeşit ve miktarı değişiklik göstermektedir (Ergezer, 2013; Ateş, 2014).

Et endüstrisinin hemen hemen tüm dünyada temel amacı, et ürünlerinin sağlıklı koşullarda üretimini sağlamak, ürün kalitesini geliştirmek, besleyicilik özelliğini arttırmak, sağlık açısından risk oluşturmayan ürün formülasyonları geliştirmek ve üretim maliyetlerini de önemli ölçüde aşağıya çekmektir. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetlerinin bir sonucu olarak et endüstrisine yeni kazandırılan et ürünlerinin tüketiciler tarafından kabul görmesi, sağlık açısından herhangi bir risk unsuru taşımaması ve üretilen ürünlerin kalitesinin de sürekli korunması gerektiği belirtilmektedir (Özer, 2008).

Tüketicilerin sağlığını korumak ve gıda ürünlerinin doğallığını ve güvenliğini arttırmak için gittikçe artan ihtiyaçlardan dolayı, günümüzde gıda biyomuhafazasına olan ilgi büyük ölçüde artmaktadır (Nobile ve ark., 2009). Endüstriyel amaçla üretilen köfte tipi et ürünleri piyasaya, çiğ veya ön pişirme işlemine tabi tutularak sunulmaktadır (Ergezer, 2013). Genellikle buzdolabı sıcaklıklarında (2-5°C) pazarlanan et ve et ürünleri tipik olarak soğutma sırasında mikrobiyal gelişme ve oksidatif ransidite olmak üzere iki ana nedenden dolayı bozulmaktadır (Kim ve ark., 2013b).

Taze et ve et ürünleri, bozulmaya karşı en duyarlı olan gıdalar arasında yer aldığından dolayı muhafazasında genellikle birden fazla yöntem bir arada uygulanmaktadır. Kıymanın muhafaza süresi uygulanan ambalajlama yöntemi, sıcaklık, başlangıç mikroorganizma sayısı ve tipine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Oksijen geçirgenliğine sahip ambalajlama şartlarında iyi kalite bir kıymanın 4°C'deki depolama süresi 1 gün iken, modifiye atmosfer ambalajlamada (% 80 O₂ + % 20 CO₂) 2 °C'de 3-5 güne kadar çıkabilmektedir. Öte yandan, vakum ambalajlama ile kıymanın raf ömrü daha da artarak 4 °C'de 7-14 güne kadar çıkabilmekte, antimikrobiyal ve antioksidan madde ilavesi ve ambalajlama kombinasyonu ile bu süre 28 güne kadar uzatılabilmektedir (Lindah, 2011; Jaber, 2013; Vitale ve ark., 2014; Alinezhad, 2015).

Et hem mikrobiyal hem de oksidatif bozulma eğiliminde olduğundan dolayı antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip bir koruyucu kullanmak önemlidir. Depolama esnasında lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişme, et ürünlerinde antioksidan ve antimikrobiyal ajanların uygulanması ile azaltılabilir. Özellikle taze

etlerin muhafazasında renk stabilitesini sağlamak oldukça zor olup, yüksek oksijenli ortamlarda muhafaza edilen bu tip etlerde renk ve lipid oksidasyonunu önlemek için mutlaka antioksidan ilavesinin yapılması gerekmektedir (Alp ve Aksu 2010; İbrahim ve ark., 2011; Kim ve ark., 2013b; Alinezhad, 2015).

Son zamanlarda, bol miktarda fenolik bileşikler içeren bitki ve meyve ekstraktları, sentetik bileşiklere alternatif olarak lipid ve/veya protein oksidasyonunu geciktirmek, renk kaybını azaltmak ve mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırmak için et ve et ürünlerinde kullanılmaktadır. Nar suyu fenolikleri, beyaz üzüm ekstraktı, çilek ekstraktı, yaban gülü, alıç, kocayemiş meyvesi ve böğürtlen ekstraktı vb. et ürünlerine katılmış, bu ekstraktların soğukta muhafaza sırasında et lipitlerinin ve proteinlerin oksidasyonunu engelleyebildiği kanıtlanmıştır (Kim ve ark., 2013b; Mariem ve ark., 2014). Biberiye, adaçayı, zencefil, karanfil, kekik, kimyon ve karabiber gibi birçok baharat gösterdikleri antioksidan etkileri nedeniyle doğrudan et ve et ürünlerine ilave edilebildiği gibi, ekstrakt ya da uçucu yağ olarak kullanımları da giderek artış göstermektedir (El-Alim ve ark., 1999).

Doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanların et ve ürünlerinde kullanımı, tüketici açısından sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu düşünülerek, üretici açısından ise fonksiyonel özellikleri dikkate alındığından dolayı tercih edilmektedir. Ayrıca doğal kaynaklı antioksidanların kullanımıyla lipid oksidasyonuna karşı sağlanan başarının yanı sıra ürünlerin kalitesi korunabilmekte ve besleyici değeri de arttırılabilmektedir (Ergezer, 2013). Bu doğal antioksidanlar birisi de karadut meyvesidir.

Karadut, Moraceae familyasının *Morus* cinsine ait olup, besinsel özellikleri ve lezzetinin yanı sıra, yüksek oranda sahip olduğu tedavi edici bileşikler sayesinde doğal ilaç olarak geleneksel kullanıma sahiptir (Kamiloğlu ve ark., 2013). Karadut olağanüstü renk ve eşsiz hafif asidik tada sahip ilgi çekici bir meyvedir. İçerdiği yüksek orandaki fenolik bileşikler ve antosiyaninler sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal etki göstermektedir. Koyu renkli karadut meyveleri, flavonoidler, antosiyaninler ve karotenoidler dahil olmak üzere fenolik bileşiklerin zengin bir kaynağıdır (Özgen ve ark., 2009; Dimitrova ve ark., 2015). Son yıllarda yapılan araştırmalar, dut meyvelerinin şeker, organik asitler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengin olduğu, dolayısıyla insan beslenmesi ve

sağlığını olumlu yönde etkilediği kanıtlamıştır (Sánchez ve ark., 2014). Karadutun yüksek düzeyde antosiyanin içermesi, bu meyveyi bir gıda boyası ve antioksidan katkısı olarak muhtelif gıdalarda kullanımı için önemli bir kaynak yapmaktadır.

Yapılan literatür taramasında doğal bitki, meyve ve sebze ekstraktları ve uçucu yağlarının köftenin kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok araştırmaya rastlanmıştır (Mansour ve Khalil, 2000; Sánchez-Escalante ve ark., 2001; Candogan, 2002; Bekhit ve ark., 2003; Akarpat ve ark., 2007; Hayes ve ark., 2010; Azman ve ark., 2014; Gómez ve ark., 2014; Mariem ve ark., 2014; Reihani ve ark., 2014; Gallego ve ark., 2015). Ancak karadutun sığır köftelerinin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mevcut araştırmada, sığır köftelerinin çeşitli kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine liyofilize karadut (*Morus nigra* L.) su ekstraktının (LKSE) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hazırlanan sığır köftelerine, farklı oranlarda (% 0, % 0.1, % 0.2, % 0.4) liyofilize edilmiş karadut (*Morus nigra* L.) su ekstraktı ilave edilmiş, aerobik olarak ve vakum uygulanarak ambalajlandıktan sonra 4±1 °C'de 15 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresinin belirli günlerinde (0, 3, 6, 9, 12 ve 15) toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam aerobik psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* sayıları ile pH, TBARS, metmiyogloblin ve renk (L*, a* ve b*) analizlerine tabi tutulmuştur.

1.1. Et Ürünleri ve Bozulma

Taze et ürünleri, özellikle köfte üretiminde hammadde olarak kullanılan sığır kıyması yapısal özellikleri ve hazırlama teknolojileri göz önünde bulundurulduğunda her türlü bozulmaya oldukça elverişlidir. Bozulma, et ve et ürünlerinin insan tüketimi için uygun olmayan hale gelmesi durumudur. Etin bozulması tipik olarak bir yüzey olayıdır. Et ve et ürünleri, içerdikleri yüksek besleyici değerli bileşimleri, doymamış yağ asidi varlığı, saprofit ve patojen gibi birçok mikroorganizma için ideal bir gelişme ortamı oluşturan uygun pH ve su aktivitesi değerleri gibi pek çok nedenden dolayı sınırlı bir raf ömrüne sahiptir (Erol, 1999; Hoyle, 2005; Gökalp ve ark., 2010; Ergezer, 2013).

Mikrobiyal gelişme, renk kaybı ve lipid oksidasyonu, köftenin raf ömrünü ve tüketici kabulünü belirleyen önemli faktörlerdir (Altuntaş, 2012; Singh ve ark., 2014). Kıyılmış et ürünleri oksidatif değişmelere ve ransidite gelişimine bütün haldeki kasta daha duyarlıdır. Etin kıyma haline getirilmesi, kas yüzeyini havaya ve mikrobiyal kontaminasyona daha fazla maruz bırakarak lipid oksidasyonunu destekler, miyoglobinin hızla oksidasyonuna neden olur, kas membranının bütünlüğünü bozar ve lipid membranlarını metal iyonlarına maruz bırakarak prooksidanlar ile doymamış yağ asitleri arasındaki etkileşimi kolaylaştırır (Mitsumoto ve ark., 2005; Rojas ve Brewer, 2007; Kim ve ark., 2013b). Öte yandan etin yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların kıyma hazırlanırken ürünün her tarafına dağılması parça ete göre daha kolay bozulmasının önemli bir nedenidir (Suman ve ark., 2005; Jaber, 2013).

Özellikle et ve yağın öğütülerek kullanıldığı köfte tipi et ürünlerinde yağ oksidasyonu daha hızlı gerçekleşmektedir. Taze etten farklı olarak köftede kullanılan etin boyutunun küçülmesinden dolayı yüzey alanı artmakta, hücre yapısı tahrip olmakta, membran lipidlerinin atmosferik oksijene maruz kalmasının bir sonucu olarak oksidasyona karşı daha hassas duruma gelmektedir. Dolayısıyla yağ içeriği açısından taze ete yakın olan köftenin oksidatif stabilitesi atmosfer oksijeniyle fazla temas ettiği için daha kısa olmaktadır. Bu nedenle antioksidanların kullanımına ilişkin çalışmalar daha çok köfte tipi et ürünleri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Sánchez-Escalante ve ark., 2003b; Kyialbek, 2008; Ergezer, 2013). Sağlıklı fast food için tüketici talebinin son yıllarda hızlı şekilde artmasından dolayı köftelerin stabilitesini ve kalitesini geliştirmek için çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Mastromatteo ve ark., 2009).

Taze etlerin muhafaza süresinde kalite özelliklerinin korunmasında etkili olan önemli bir kriter mikrobiyal faaliyetin engellenmesidir. Etin mikrobiyal kalitesinin başlangıçta düşük olması ve depolama süresince mikrobiyal faaliyetin mümkün olduğu kadar yavaşlatılabilmesi veya engellenebilmesi ürünün muhafaza süresini o ölçüde uzatmaktadır. Ayrıca, sağlıklı hayvan dokuları steril olmasına rağmen kesim sırasındaki hijyenik koşullar ve personel hijyeni ile üretim prosesi süresince mikroorganizmalarla kontamine olabilmektedir. Bu mikroorganizmalar etlerde, özellikle de et bozulması ile ilişkili önemli bir bakteri grubu olan laktik asit

bakterilerine bağı olarak etin kalitesinde istenmeyen değişiklikler meydana getirmektedir (Jaberi, 2013; Kim ve ark., 2013b; Alinezhad, 2015). Mikroorganizma faaliyeti, etin koku, renk ve tadında kabul edilemez değişikliklere sebep olmaktadır. Ürüne özgü doğal mikroflora ve işleme esnasındaki kontaminasyonlardan kaynaklanan mikroorganizmalar ürünlerdeki mikrobiyal bozulmalara sebep olabilmekte veya gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilmektedir. Özellikle bu mikroorganizmalardan *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* ve bazı *Escherichia coli* türleri, yaygın gıda kaynaklı patojen bakteriler olarak bilinir ve sıklıkla et ve et ürünlerinden izole edilmektedir (Arın, 2009; Altuntaş ve Turhan, 2013; Kim ve ark., 2013b). Ayrıca etin mikrobiyal bozulmasında *Pseudomonas* lar, *Enterobacteriaceae* (*Serratia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Proteus*, *Hafnia*), *B. thermosphacta* ve laktik asit bakterileri (*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Leuconostoc*) önemli rol oynamaktadır. Taze etlerde soğukta ve aerobik şartlarda depolama süresince *Pseudomonas* lar iyi bir gelişme göstererek baskın florayı oluşturmaktadır. Bu mikroorganizmalar proteolitik aktiviteye sahiptir ve arzu edilmeyen koku oluşumuna neden olmaktadır. Anaerobik şartlarda ise laktik asit bakteri gelişimi teşvik edilirken, aerobik bozucu bakteri gelişimi ise inhibe edilmektedir (Jaberi, 2013).

Renk, tüketicilerin etin algılanan kalitesini ve tazelik derecesini değerlendirmek için kullandıkları bir gösterge olarak kabul edilmektedir ve etin raf ömrü boyunca birinci sınırlayıcı unsurdur. Tüketici et ve et ürünlerini satın almaya karar verirken ilk olarak perakende satış durumundaki kırmızı etin görünümünü değerlendirmektedir. Bu nedenle satın alma kararlarını etkilemede önemli bir rol oynadığından, renk çekiciliğini korumak birincil derecede önemlidir. Etin renk değişikliği et pigmentlerinin oksidatif denatürasyonu ile yakından ilişkilidir (Tang ve ark., 2006; Sánchez-Escalante ve ark., 2011; Kim ve ark., 2013c; Singh ve ark., 2014).

Taze et rengi, miyoglobin (Mb) ve türevlerinin konsantrasyonuna bağıdır, parlak kırmızı rengin oksimiyoglobin varlığından kaynaklandığı bilinmektedir. Et ürünleri soğukta depolama esnasında yüksek seviyelerde oksijene maruz bırakılmakta ve oksimiyoglobin kahverengi renkli metmiyoglobine dönüşmektedir. Bu kademeli renk değişikliği esas olarak, metmiyoglobin birikimi ile ilişkili kırmızılık kaybıyla tanımlanmaktadır (Kim ve ark., 2013b; Qin ve ark., 2014). Kıyma haline getirme

yalnızca havaya ve mikrobiyal kontaminasyona karşı daha fazla yüzey sunmakla kalmaz aynı zamanda kas içindeki metmiyoglobinin (MetMb) oluşumunu minimize ettiği bilinen hücre içi doğal indirgeyicilerin kaybını da hızlandırır. Kıymanın rengi kas pigmenti miyoglobinin oksijenleştirilmiş formu olan oksimiyoglobinden (parlak kırmızı renk) metmiyoglobine (kahverengiye) dönüştüğünde, tüketiciler bu değişimleri kalite kaybıyla ilişkilendirdikleri için ürüne karşı ayrımcı yaklaşımda bulunabilmektedir (Sánchez-Escalante ve ark., 2001, 2003b).

Depolama koşullarında perakende etlerdeki renk kaybı, membran fosfolipidlerinde oluşan lipit oksidasyonu ve lipit oksidasyonu ile indüklenen miyoglobin oksidasyonunun kombine bir fonksiyonu olarak ortaya çıkabilmektedir (Formanek ve ark., 1998; Hur ve ark., 2004; Cando ve ark., 2014). Kasın pH'sı, redoks potansiyeli, metmiyoglobinin redüktaz aktivitesi, oksijen tüketen reaksiyonlar ve lipit oksidasyonuna duyarlılık gibi dahili faktörler ile ambalajlama koşulları, ışık maruziyeti ve saklama sıcaklığı gibi dış faktörlerin et rengini etkilediği bilinmektedir (Sánchez-Escalante ve ark., 2003b). Lipit oksidasyon ürünlerinin, ana bileşiklerine göre daha fazla suda çözünür olduğu ve sitoplazmaya girerek burada oksidasyonu hızlandırmak için miyoglobininle etkileşime girebileceği ileri sürülmüştür (Hur ve ark., 2004). Etilerde MetMb oluşumunu etkileyen diğer bir faktör de mikrobiyal gelişmedir. Motoyama ve ark., (2010) *Pseudomonas fragi*'nin metmiyoglobini deoksimiyoglobine dönüştürdüğünü bildirmiştir.

Çiğ sığır eti ürünlerindeki kırmızı rengin korunması sığır eti endüstrisinde finansal etkileri minimuma indirmek için oldukça önemlidir (Allen ve Cornforth, 2010). Renk tercihi ile sığır eti alım kararı arasında yakın bir bağ olduğu ve tüketicilerin mor ya da kahverengi etlerden ziyade parlak kırmızı eti tercih ettikleri belirtilmektedir. Sığır eti rengi, atmosferden oksijen uzaklaştırılarak korunabileceği gibi antioksidanların kullanımı, etteki renk kaybına neden olabilen lipit oksidasyonunu önlediği için sığır eti renk kaybını önlemenin etkili bir yoludur (Tang ve ark., 2006).

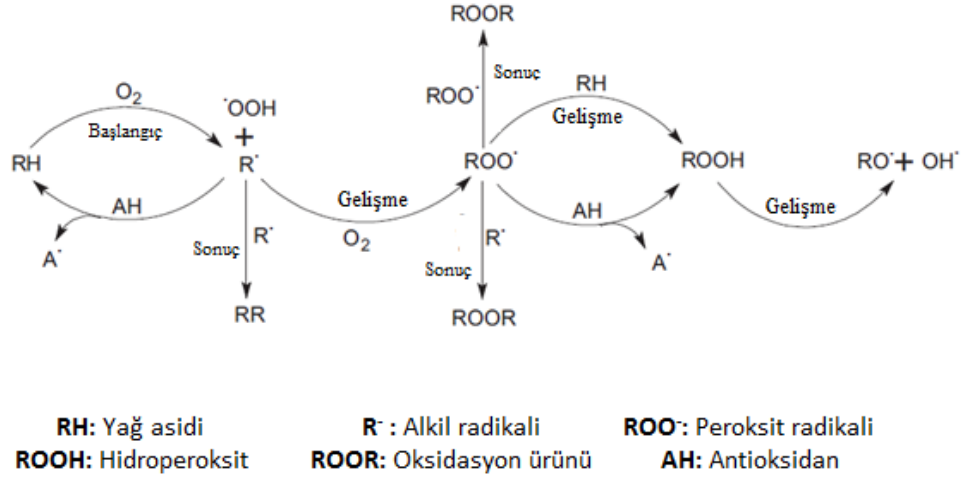
Etin raf ömrünü sınırlayan en önemli değişimlerden birisi de oksidasyondur. Oksidasyon büyük ölçüde lipidlerde meydana gelmekle birlikte lipid oksidasyonu sonucu oluşan ürünler veya diğer bazı katalitik reaksiyonlar sonucu proteinlerde de oksidasyon gerçekleşmektedir. Lipid oksidasyonu sonucu üründe arzu edilmeyen renk, lezzet ve koku bileşenleri ile potansiyel toksik bileşikler de ortaya çıkmaktadır. Protein oksidasyonu sonucu ise renkte, su tutma kapasitesinde, tekstürde, beslenme kalitesinde, protein çözünürlüğü ve fonksiyonelliğinde bazı kayıplar meydana gelmektedir (Estevez ve Cava, 2006; Ergezer ve Serdaroğlu, 2009; Jia ve ark., 2012).

Depolanan taze perakende etin lezzet, tekstür ve rengini olumsuz etkileyen oksidatif süreçler, lipid ve proteinlerde (pigment de dahil olmak üzere) bozunmaya neden olmasından dolayı et ve et ürünlerinde kalite bozulmasının başlıca mekanizmalardan biridir. Oksidasyon reaksiyonları aynı zamanda gıdaların besin değerlerinde önemli kayıplara neden olabilmektedir (Bekhit ve ark., 2003; Rojas ve Brewer, 2007; Colindres ve Brewer, 2010). Besinsel değerdeki azalma esansiyel yağ asitleri ve vitaminlerin kaybı ve malonaldehit ve kolesterol oksidasyon ürünleri gibi toksik ürünlerin üretilmesinden kaynaklanmaktadır (Singh ve ark., 2014). Pigment oksidasyonu ile renk değişirken, sekonder uçucu maddelerin birikimi sonucunda tat ve aromada da değişim görülmektedir. Biyolojik açıdan aktif bileşikler tahrip edilebilmekte ve bazı durumlarda toksik ve kanserojen maddeler birikebilmektedir (Karpińska-Tymoszczyk, 2010).

Et ve et ürünlerinde meydana gelen lipid oksidasyonu, canlı hayvanda ortaya çıkan reaktif oksijen türleri ve buna karşı oluşturulan antioksidan mekanizma, hayvan kesiminin hemen ardından ortaya çıkan oksidatif değişim ve son olarak etin işlenmesi, depolanması ve pişirilmesi sırasında meydana gelen oksidasyon olmak üzere üç değişik aşamada incelenebilmektedir. Etin bileşiminde bol miktarda bulunan oksijen, doymamış yağ asitleri ve oksidasyonu tetikleyen demir gibi prooksidanlar lipid oksidasyonu için gerekli substratlardır (Ergezer, 2013).

Atmosferik oksijenin lipidlerle kendiliğinden gerçekleşen reaksiyon otooksidasyon olarak ifade edilmektedir. Et ve et ürünlerindeki lipidlerde meydana gelen otooksidasyon, oldukça karmaşık bir mekanizma olup fazla sayıda ve birbiri içine geçmiş tepkimelerin tümünü kapsamaktadır (Bayrak, 2011; Ergezer, 2013).

Lipit oksidasyonu başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamalı olarak gerçekleşmekte ve başlangıç aşaması serbest radikal oluşumuyla başlamaktadır (Kim ve ark., 2013a). Lipit oksidasyonu mekanizması Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Lipit Oksidasyon Mekanizması (Kumar ve ark., 2015).

Tepkimenin başlangıç aşamasında doymamış yağ asidi, çift bağa komşu karbon atomuna bağlı kararsız yapıdaki H⁺ iyonunun, ortamda bulunan oksijen, ışık, sıcaklık ve ağır metallerin etkisiyle uzaklaşması sonucu alkil ve hidroksil radikallerine parçalanmaktadır. Hidrojen doymamış yağ asitinden çıkarılır ve geriye serbest yağ radikali (R[•]) kalır. Gelişme aşamasında ise oluşan serbest yağ radikali oksijen ile tepkimeye girerek lipid peroksi radikali (ROO[•]) meydana gelmektedir. Lipid peroksi radikalleri ise doymamış yağ asiti zincirinden hidrojeni uzaklaştırarak hidroperoksitleri ve yeni bir serbest radikali oluşturur. Buradaki hidrojen de diğer bir yağ molekülünden alındığı için o yağ molekülünde de serbest yağ radikali oluşmakta ve böylece olay otokatalitik bir nitelik kazanmaktadır. Gelişme aşamasındaki reaksiyonlar için gerekli olan enerji başlangıç aşaması için gerekenden daha düşük olduğu için yayılma reaksiyonları çok daha hızlı gerçekleşmektedir. Üçüncü ve son aşamada ise hidroksiperoksitlerin parçalanması sonucu aldehit, keton vb. bileşikler oluşurken, demir ve bakır gibi metal iyonları tepkimeyi hızlandırmakta, lipit hidroperoksitleri, Cu⁺¹ ve Fe⁺² gibi geçiş metali iyonlarının varlığında serbest radikallere ayrışabilmektedir (Özer, 2008; Arın, 2009; Ergezer, 2013; Kobus-Cisowska ve ark., 2014).

Birincil oksidasyon ürünleri, otoksidasyon, enzim oksidasyonu ve fotosensitize oksidasyon ile üretilen aldehitler, ketonlar, alkoller, alkanlar ve serbest yağ asitleri dahil olmak üzere sürekli olarak bazı sekonder oksidasyon ürünleri üretmektedir (Kim ve ark., 2013a). Sıcaklık, ışık, çevredeki atmosferde bulunan oksijen konsantrasyonu, fosfolipidlerin miktarı ve bileşimi, antioksidanlar, prooksidanlar, metal iyonları, hem pigmentler, serbest radikaller ve oksidatif enzimler, mekanik işlemler gibi birçok faktör lipid oksidasyonunu etkilemektedir (Kim ve ark., 2013c; Singh ve ark., 2014).

Birçok antioksidan canlı hayvanlarda oksidatif strese karşı görev yapmaktadır ancak kesim ile birlikte kaslarda bulunan antioksidanların kısa sürede tükenmesine bağlı olarak et oksidasyona karşı savunmasız hale gelmektedir (Ergezer, 2013). Endojen antioksidan enzimler, özellikle katalaz ve glutation peroksidaz, depolanan etlerdeki oksidatif ransidite başlangıcını potansiyel olarak geciktirebilir. Bununla birlikte, et işleme prosesleri bu enzimlerin faaliyetlerini azaltır ve tuz gibi bazı yaygın olarak kullanılan katkı maddeleri nedeniyle de antioksidan potansiyeli etkilenir. Çünkü tuz, et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan konsantrasyonlarda (% 0.5-2.5) lipid prooksidanıdır; çiğ etlerdeki metmiyoglobin oluşumunu ve renk kaybını da hızlandırmaktadır (Rojas ve Brewer, 2007).

Lipid oksidasyonunu önlemenin başlıca stratejileri, antioksidanların kullanılması ve vakum paketlenme veya modifiye atmosfer paketlenme (MAP) yoluyla depolama esnasında oksijene erişimi kısıtlamaktır (Karpińska-Tymoszczyk, 2010).

Lipid oksidasyonunun kontrol edilmesi, lipid oksidasyon ürünlerinin doğrudan miyoglobin protein kısmı ile etkileşime girmesine ve heme demirin oksidasyona karşı duyarlılığının artmasına yol açtığından dolayı kahverengi renk gelişiminin sınırlandırılmasında da önemlidir. Heme demir oksitlendiğinde, oluşan metmiyoglobin formu artık oksijen tutamaz. Bu değişim sığır etinde parlak kiraz kırmızısı renkten mat bir kahverengiye doğru görsel olarak gözlemlenmekte ve genellikle tüketiciler tarafından sığır etinin tazelik göstergesi olarak dikkate alınmaktadır. Renk parlak kiraz kırmızısı değilse, etin biraz daha az tercih edilebilir olduğu veya bozulmuş bile olduğu düşünülebilmektedir. Yüzey rengini etkileyen faktörler temel olarak paketlenme yöntemlerine, perakende ışık maruziyetine,

depolama süresince zaman/sıcaklık rejimine ve oksitleyiciler ile antioksidanların varlığıyla ilişkilidir (Sánchez-Escalante ve ark., 2003a; Allen ve Cornforth, 2010).

Taze et kalitesini iyileştirmek amacıyla kesim sırasında hayvanın hijyenik koşulları, et işleme sırasında kontaminasyonun yayılmasının kontrolü, vakum ve paket parametreleri, ışığa maruziyet ve antioksidan ve/veya antimikrobiyal katkı maddeleri ile yapılan muameleler, ambalajın hava boşluğunun gaz bileşimi ve sıcaklık bakımından depolama koşullarının iyileştirilmesi gibi bazı stratejiler kullanılmıştır (Nobile ve ark., 2009).

Soğukta muhafaza tekniği, gıdaların bozulmasının geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntemdir. Ancak soğukta muhafaza uygulamasının yanında renk, lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişme gibi kalite kriterlerinin korunmasında paketleme yöntemlerinden faydalanmak da giderek artan bir uygulama alanı bulmaktadır (Altuntaş, 2012; Jaber, 2013).

Gıda sanayinde ambalaj; içine konulan gıdaların, en az toplam maliyetle bozulmadan, güvenilir bir şekilde son tüketiciye ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak ifade edilmektedir. Ambalajların geçirgenlik özelliğine bağlı olarak üründe gerçekleşen reaksiyonlar değişiklik göstermektedir. Oksijen, su buharı, karbondioksit, ışık, koku ve aroma geçirgenliği bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlere neden olmaktadır. Paket içerisine oksijen girişi oksidasyonu ve aerob mikroorganizmaların gelişimini desteklerken; paketten oksijen çıkışı ise redoks potansiyelinde değişime, aerob mikroorganizma gelişiminin inhibisyonuna ve et ürünlerinde renk kusurlarına neden olmaktadır. Karbondioksitin ortamda bulunması mikroorganizma gelişiminin baskılanmasına ve ürün dayanıklılığının artmasına neden olmaktadır (Bingöl, 2009).

Modern et ambalajlama teknikleri, ürünün mikrobiyal ve duyu kalitesini korumak için tasarlanmıştır. Bu yöntemlerden vakum ve modifiye atmosferde paketleme (MAP) son yıllarda üzerinde çok sayıda araştırma yapılan, gıda endüstrisinde ürün özelliklerini geliştirmek, kimyasal bozunma ve mikrobiyal gelişmeyi kontrol altında tutarak gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Mastromatteo ve ark., 2009; Öztürk ve ark., 2010).

Oksidasyon, oksitleyici ajanın substrata (lipit) erişimi olmasını gerektirir. En yaygın oksitleyici ajan havadaki oksijendir. Paketten O₂'nin çıkarılması ve farklı konsantrasyonlarda CO₂ ve N₂'nin verilmesi, yeterli soğutma ile birlikte aerobik mikroorganizmalar, proteolitik bakteri, maya ve küflerin gelişimini engellemektedir (Rojas ve Brewer, 2007; Karpińska-Tymoszczyk, 2010).

Vakum ambalajlamanın temel esası, düşük oksijen geçirgenliğine sahip ambalaj paketinin içindeki oksijen ve havanın tümünün çıkarıldıktan sonra sıkıca kapatılmasıdır. Vakum ambalajlamada, havanın ortamın kendisinden uzaklaştırılması, atmosferin bir modifikasyonudur ve paketlerdeki kalan oksijenin mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi, ambalajlardaki karbondioksit üretimine neden olduğu için bir MAP çeşidi olarak da düşünülebilmektedir. Vakum ambalajlanmış etlerde oksijen uzaklaştırılması ile lipid oksidasyonu yavaşlamakta ve aerobik bakteri gelişiminin inhibe olmaktadır. Bu sayede gıda maddelerinde bozulmaya neden olan oksidatif mekanizmaların önüne geçilerek hem ürünün kalitesi artırılmakta, hem de raf ömrü uzatılmaktadır. Ancak tüketici tarafından arzu edilmeyen renk oluşumu, aneorobik bakteri gelişimine bağlı olarak meydana gelen ekşime ve koku, vakum ambalajlama uygulamasını sınırlandırmaktadır. Oksijenin fazla olması durumu ise oksidasyonun ilerlemesine ve dolayısı ile arzu edilmeyen koyu mat kahverengimsi kırmızı rengin oluşumuna neden olmaktadır (Barazi, 2009; Bingöl, 2009; Jaber, 2013). Vakum ambalajlama yapılmış et ve et ürünlerinde meydana gelen koyu mat kahverengimsi renk tüketici tercihini olumsuz etkilemektedir. Bu durum vakum ambalajlanmış et ve et ürünlerine ilave teknolojik işlemler uygulama ihtiyacı doğurmaktadır.

1.2. Antioksidanlar ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Taze etin raf ömrünün uzatılması hem tüketiciler hem de et perakendecileri için çok önemli bir konudur. Taze etin depolama veya raf ömrü, renk kaybı, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişimin sınırlandırılması suretiyle uzatılabilir. Depolama süresince perakende etlerdeki renk kaybı, kas pigmentlerinin oksidasyonunun (MbO₂'den MetMb'ye) ve kas içi yağda, kas arası yağda ve/veya membran fosfolipitlerde meydana gelen lipid oksidasyonunun kombine bir fonksiyonudur. Oksidatif bozulmayı önlemenin bir yolu, et ürünlerinde antioksidan kullanmaktır. Lipid

oksidasyonu, et endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sentetik veya doğal gıda katkı maddeleri kullanılarak kontrol edilebilir veya en azından minimize edilebilir. Özellikle sığır kıymasında ambalajlamadan önce antioksidan ilavesi uygulaması etin raf ömrünü uzatmak için en uygun yöntemlerden birisidir. Bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar, yağ ve yağ içeren gıda ürünlerinde yağların otooksidasyonunu önleme konusundaki rolleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Bu antioksidanlar, serbest radikal giderici, oksijen giderici ve/veya metal çelatlama maddeleri gibi davranarak lipid oksidasyonunu geciktirebilmektedir (Sánchez-Escalante ve ark., 2003a; İbrahim ve ark., 2011; Kim ve ark., 2013c).

Antioksidanlar, düşük konsantrasyonlarda, et ürünlerindeki lipidler ve proteinler gibi kolayca oksitlenebilir biyomoleküllerin oksidasyonunu geciktiren ve böylece oksitlenmenin neden olduğu bozulmadan koruyarak raf ömrünü uzatan maddelerdir (Gallego ve ark., 2015).

Antioksidan maddeler kimyasal yapılarına göre temel olarak dört grupta incelenmektedir. Birincisi; lipid oksidasyonunda serbest radikal zincirini sonlandıran fenolik yapıdaki maddeler, bütillendirilmiş hidroksianizol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) gibi antioksidanlar, ikincisi; kapalı sistemde oksijenle reaksiyona giren antioksidanlar (L-askorbik asit, erithorbik asit, sodyum erithorbat), üçüncüsü lipid oksidasyonunu katalize ettiği bilinen demir ve bakır gibi metal iyonlarını bağlayan antioksidanlar (çelatlar, sitrik asit, EDTA) ve dördüncüsü: hidroperoksitleri parçalayarak etki gösteren tiyodipropiyonik asit gibi sekonder antioksidanlardır (Kyialbek, 2008; Bayrak, 2011).

Lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla kullanılan antioksidanlar, etki mekanizmalarına göre yağ asidinin parçalanması ile meydana gelen radikalın oluşumunu engellemede rol oynayan antioksidanlar ile oluşan radikallerle birleşmek suretiyle işlev gören antioksidanlar olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Bazı antioksidanlar tek yönlü etki gösterirken bazıları ise kompleks etki mekanizmasına sahiptir. Bu iki grup antioksidan birlikte kullanılması durumunda sinerjistik etki göstererek antioksidatif etkiyi artırmaktadır (Bayrak, 2011; Ergezer, 2013).

Antioksidanlar, zincir mekanizmasında stabil ara ürünlerin oluşumunu sağlamakta ve oluşan ürünler oksidasyon zincir tepkimesini kırmakta olup özellikle yağ ve yağlı gıdalarda mutlaka kullanılması gereken maddelerdir. Söz konusu maddelerin beklenen etkiyi gösterebilmeleri için, yağ ve yağlı gıdaların üretimi sırasında veya üretimden hemen sonra ilave edilmesi ve gerek bitkisel gerekse hayvansal yağlarla çok iyi karıştırılması ve ürünün içine homojen şekilde dağıtılması gerekmektedir (Özer, 2008). Son yapılan çalışmalar spesifik etki göstermeleri ve düşük dozlarda daha etkili olmaları nedeniyle bitkisel fenolikleri içeren katkıların et ürünlerine doğrudan değil de ekstrakt şeklinde ilave edildiğini göstermektedir (Ergezer, 2013).

Gıda endüstrisinde, lipid oksidasyonunu geciktirmek için bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ) gibi çeşitli sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak sentetik antioksidanlar insan sağlığı üzerindeki toksikolojik etkileri nedeniyle incelenme altında olup bazı ülkelerde bu sentetik antioksidanların kullanımı toksik veya kanserojen etkileri nedeniyle kısıtlanmıştır. Ayrıca, bu antioksidanların, suda çözünürlüğünün ve bütün haldeki kaslara nüfuz etme kabiliyetinin az olması nedeniyle uygulamaları sınırlıdır (Mansour ve Khalil, 2000; Bekhit ve ark., 2003; Sáyago-Ayerdi ve ark., 2009; Gallego ve ark., 2015). Sentetik antioksidanların toksikolojik güvenlik konusundaki endişeleri nedeniyle doğal kaynaklı antioksidanlar tüketiciler tarafından sentetiklerden daha iyi ve daha güvenli olarak algılanmaktadır. Bundan dolayı, doğal antioksidanlar içeren et ürünleri, sentetik türevlere karşıt olarak, tüketici açısından daha fazla tercih edilmektedir (Bekhit ve ark., 2003; Mitsumoto ve ark., 2005; Liu ve ark., 2010). Bu nedenle doğal bitkiler yeni doğal antioksidan kaynakları sağlamak için araştırılması gereken önemli bir hedef olarak görülmekte ve bunların çeşitli et ürünlerinde kullanımı oldukça yaygın hale gelmektedir (Realini ve ark., 2015).

Doğal antioksidanlar, ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin oluşmasını önlemek için gıda ürünlerine sıkça katılmaktadır. Özellikle, bitki özütlerinin bir parçası olan fenolik maddeler, hidrojen atomu ya da elektron vericileri tarafından radikal temizleyiciler olarak görev yaparak et ürünlerindeki ransit tadın oluşumunu engellemede etkili olmaktadır (Jongberg ve ark., 2011). Genel olarak, bu doğal antioksidanların etkinliği aromatik halkalarda bulunan -OH gruplarının sayısıyla

orantılıdır. Sentetik antioksidanlar kadar veya onlardan daha iyi antioksidan aktiviteye sahip olmaları ve suda çözünürlükleri açısından et ürünleri ile uyumlu olması, doğal antioksidanların et ürünlerinde kullanımını cazip hale getirmektedir (Gallego ve ark., 2015).

Ekonomik kayıpları önlemek, raf ömrünü uzatmak ve et kalitesini devam ettirmek için zencefil, sarımsak, kitosan, kekik yağı, yeşil çay, maviyemiş, kırmızı pancar, söğüt otu, biberiye, karanfil ve kırmızı biber gibi antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahip doğal koruyucuların etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Realini ve ark., 2015). Otlar, baharatlar, bitki ve diğer yiyecek ekstraktlarının antioksidan özellikleri fenolik içeriği ile açıkça ilişkilidir ve antioksidan etkinin sentetik fenolik antioksidanlara benzer olduğunu göstermektedir (İbrahim ve ark., 2011). Birçok çalışma, flavonoidlerin, serbest radikalleri süpürerek ve oksidatif reaksiyonları sonlandırarak güçlü antioksidan gibi davranma kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, toplam fenolik madde miktarı antioksidan aktiviteyi etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Sáyago-Ayerdi ve ark., 2009; Kim ve ark., 2013c). Polifenoller, çiğ etteki antioksidan özelliklerine ek olarak, antikanserojenik ve serbest radikal süpürücü etkileri de dahil olmak üzere biyokimyasal ve farmakolojik etkiler gösterdiği için önemli derecede ilgi çeken doğal antioksidanlardır (Gómez ve ark., 2014). Bu bileşikler, kardiyovasküler hastalıkları önleyici, diyabetin etkisini azaltıcı, anti-inflamatuar ve anti-kanserojen olarak sağlığı güçlendirici etki göstermektedir (He ve Giusti, 2010; Rodríguez-Carpena ve ark., 2011; Cando ve ark., 2014).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Özdemir, (2013), soğukta depolanan köftelerde formülasyona % 0.1, % 0.2 ve % 0.3 düzeylerinde liyofilize nar kabuğu ekstraktı ilavesinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisini incelemiş, kontrol ve BHT ilaveli örneklerle karşılaştırmıştır. Nar kabuğu ekstraktı, BHT'den daha yüksek antioksidan aktivite göstermiş, köftelere ilave edilen nar kabuğu ekstraktı seviyesi arttıkça lipid oksidasyonu önemli düzeyde geciktirilmiş ve % 0.3 nar kabuğu ekstraktı içeren köftelerin TBA değerleri depolama boyunca en düşük olmuştur. Buna göre, 9 gün depolama sonunda kontrol örneklerinde TBA değerleri 1.49 mg MDA/kg, % 0.3 ekstrakt içeren örneklerde ise 0.98 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Köftede TAMB gelişimi, kontrol ve BHT'li örneklerle karşılaştırıldığında nar kabuğu ekstraktı ilavesi ile önemli düzeyde baskılanmıştır.

Candogan, (2002), sığır eti köftelerinin duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerine % 5, % 10 ve % 15 domates salçası ilavesinin etkisini $4\pm 1^{\circ}$ C'de 9 gün boyunca değerlendirmiştir. Domates salçası konsantrasyonu arttıkça pH azalmış, tüm konsantrasyonlarda domates salçası ilavesi, likopenin antioksidatif kapasitesinin bir sonucu olarak 9 gün soğukta depolama süresince kontrole kıyasla TBA değerinin düşmesine neden olmuştur. Depolamanın 9. gününde kontrol köftelerin TBA değeri 0.369 mg MDA/kg iken domates salçası içeren köftelerde bu değer 0.241-0.281 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Domates salçası ile muamele edilen köftelerin, kontrol köftesinden daha yüksek a * (kırmızılık) ve b * (sarılık) değerlerine ve daha düşük L * (parlaklık) değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tıbbi bir bitki olan *G. Lutea*'nın sığır eti köftelerine farklı konsantrasyonlarda ilavesinin depolama süresince renk, pH, mikrobiyal aktivite, duyuşal kalite ve lipid oksidasyonuna üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, taze sığır eti köfteleri 0 ile 5 g/kg arasında *G. lutea* ve askorbik asit (0 veya 0.5 g/kg) ile muamele edilmiş ve MAP₁ (% 20 O₂: % 80 CO₂) ve MAP₂ (% 80 O₂: % 20 CO₂) olmak üzere iki farklı atmosferde paketlenerek 10 gün boyunca $4\pm 1^{\circ}$ C'de depolanmıştır. Her iki atmosferde 2 g/kg'lık liyofilize *G. lutea* içeren sığır köftesinin lipid oksidasyonuna karşı kararlı olduğu tespit edilmiş, 2 g/kg *G. lutea* ve 0.5 g/kg askorbik asit kombinasyonu ile muamele edilen sığır eti köftelerinde renk ve lipid oksidasyonundaki değişimler önemli ölçüde azalmıştır (Azman ve ark., 2015).

Gómez ve ark., (2014), diyet takviyesi yoluyla sığır etinde omega-3 yağ asidi, konjuge linoleik asit veya omega-3 + konjuge linoleik asit düzeylerinin yükseltilmesi ve üzüm çekirdeği ekstraktı (250 mg / kg et ürünü) ilavesinin aerobik ambalajlanarak 2 ± 1 °C'de 6 gün muhafaza edilen sığır eti köfteleri üzerine etkisini araştırmış, depolama boyunca TBARS, pH ve renk ölçümü ve duyu analizi yaparak değerlendirmiştir. Üzüm çekirdeği ekstraktı içeren örnekler, depolama sırasında ortalama 0.59 mg MDA/kg ortalama TBARS değerlerini gösterirken, bu değer tüketiciler açısından kabul edilen sığır eti için randsidite üst limitinden (2 mg MDA/kg) daha düşük tespit edilmiştir. Üzüm çekirdeği ekstraktı TBARS oluşumunu yavaşlatabilen antioksidan aktivite göstermiş, üzüm çekirdeği ekstraktının antioksidan aktivitesi serbest radikal süpürücü olarak etkide bulunan fenolik bileşiklerin varlığı ile ilişkilendirilmiştir.

Devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımı ile hazırlanmış tavuk eti köftelerinin farklı ortamlardaki (vakum, hava, MAP₁:% 80 O₂ /% 20 CO₂ ve MAP₂:% 5 O₂ /% 65 N₂ /% 30 CO₂) mikrobiyal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama sonunda aerobik paketlenmiş, MAP₁ ve MAP₂ numuneler için toplam canlı bakteri sayısının 8 log kob/g'dan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Vakum ambalajlanmış köfteler için hücre yükü hiçbir zaman 8 log kob/g'dan daha yüksek değere ulaşmamıştır. *Enterobacteriaceae*, *B. thermosphacta* ve *Pseudomonas* spp. hücre sayısı vakum paketlenmiş örneklerde sırasıyla 7.60, 5.06 ve 7.17 log kob/g olarak belirlenmişken MAP₂ uygulanmış örneklerde bu değerler sırasıyla 7.08, 5.60 ve 7.40 log kob/g olarak daha düşük tespit edilmiştir. Bu durum etin depolanması sırasında uygulanan vakumun ortamdaki oksijen miktarını azaltmasının sonucu olarak aerobik bakteri sayısının düşmesi ile açıklanmıştır (Mastromatteo ve ark., 2009).

Lee ve ark., (2010) tarafından doğal antioksidan olarak farklı konsantrasyonlarda (% 0.05, % 0.1 ve % 0.2) hardal ve kimchi (bir çeşit yöresel Kore yemeği) ekstraktının çiğ domuz kıymalarında etkisi araştırılmış ve 4 °C'de depolama boyunca kontrol grubuna göre kıymaların L* ve a* değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ayrıca ekstrakt oranının artmasıyla oksidasyon daha etkin şekilde kontrol altına alınabilmiştir. En düşük TBA ve konjuge dien değerleri % 0.2 oranında hardal ekstraktı içeren örneklerde belirlenmiştir.

Jiang ve ark., (2013), lipit oksidasyonunu önlemek ve ürün raf ömrünü uzatmak için bir antioksidan bileşeni olarak meyankökünün etkinliğini, çiğ ve ön pişirilmiş tuzlu veya tuzsuz (% 0 veya % 1.5 NaCl) domuz eti köftelerinde araştırmıştır. Domuz eti köfteleri (% 20 yağlı) % 0, % 0.01, % 0.05 ve % 0.1 (et bazında) meyankökü veya biberiye ekstraktı ve karşılaştırma olarak % 0.01 (yağ bazında) BHA ile formüle edilmiştir. Çiğ ve önceden pişirilmiş (75°C) köfteler, PVC (polivinil klorür) ile sarılı kaplarda ambalajlanmış ve 2 °C'de sırasıyla 7 ve 14 gün ile -20 ° C'de 6 ay depolanmıştır. Genel olarak meyankökünün, biberiyeden daha etkili olduğu ve uygun seviyelerde kullanıldığında BHA ile hemen hemen benzer etki gösterdiği bildirilmiştir.

Rodríguez-Carpena ve ark., (2011), yaptıkları bir çalışmada, 4 °C'de 15 gün soğukta muhafaza sırasında çiğ domuz eti köftelerinin lipit ve protein oksidasyonu ile renk kaybını önlemede iki avokado (Hass ve Fuerte) çeşidinin kabuk ve çekirdek ekstraktlarının etkinliğini değerlendirmiştir. Avokado ekstraktları depolama süresince domuz köftelerinin kırmızılık (a*) kaybını önemli derecede azaltmış ve parlaklığı (L*) artırmıştır. Avokado ekstraktları ile muamele edilen köftelerde muhafaza boyunca kontrollerden çok daha düşük miktarda TBARS değerleri tespit edilmiştir. Avokado ekstraktlarında antioksidan bileşiklerin varlığı köfteye MetMb oluşumunu geciktirmiştir. Sonuçta, fenolik açıdan zengin avokado ekstraktlarının ilavesi, köfteleri lipit oksidasyonuna karşı koruduğu ortaya konulmuştur.

Seydim ve ark., (2006), farklı atmosferde ambalajlama yöntemlerinin (aerobik, N₂ ve O₂, vakum) 4±1 °C'de 9 gün depolanan devekuşu etlerinin pH, renk özellikleri (L*, a*, b*), TBARS değeri ve mikrobiyal yükü (*Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*) üzerine etkisinin araştırmış, vakum ambalajlanmış örneklerde TBARS ve L* değerinde depolama süresince önemli bir değişimin olmadığını, a* ve b* değerlerinin ise depolama sürecinden etkilendiğini, vakum ambalajlanmış örneklerde depolama başlangıcında 2.33 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısının depolama sonunda 6.44 log kob/g'ye, *Pseudomonas* sayısının ise 1.92 log kob/g'den 5.39 log kob/g'ye artış gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacılar, toplam aerobik bakteri sayısının 3. ve 6. günler arasında 10⁶ kob/g seviyesinin üzerine ulaştığını, *Pseudomonas* gelişiminin ise muhafazanın ilk 6 günü süresince, vakum paketli devekuşu kıymalarında, oksijen ile paketlenenlere kıyasla daha düşük tespit edildiğini ortaya koymuştur.

Sánchez-Escalante ve ark., (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, modifiye atmosferde paketlenmiş ve 2 °C'de 20 gün boyunca depolanmış taze sığır eti köftelerinde antioksidanların (biberiye, karnozin ve taurin ile askorbik asit birlikte) farklı aydınlatma koşullarında (standart süpermarket floresan, düşük ultraviyole renk dengeli lamba ve karanlık) etkisi araştırılmıştır. Oksidatif stabilite (TBARS), renk, metmiyoglobin oluşumu, psikrotrofik flora ve duyu özellikleri (koku ve renk kaybı) dört günlük periyotlarda analiz edilmiştir. Çiğ sığır eti köftelerinde lipid oksidasyonuna ve renk bozulmasına duyarlılığın, antioksidan ilavesi ve depolama koşullarına bağlı olduğu belirlenmiştir. Biberiye ve daha az ölçüde karnozin (askorbik asit ile birlikte) hem metmiyoglobin oluşumunu hem de lipid oksidasyonunu inhibe etmede çok etkili olmuştur. Bu sayede kırmızı et renginin muhafazası ve ransit tat oluşumunun geciktirilmesi sağlanmıştır.

Sığır eti köftelerinin oksidatif stabilitesi üzerine 50, 200 ve 800 ppm gallik asit eşdeğeri (GAE) söğütotu (*Epilobium hirsutum* L.) ekstraktlarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada aerobik ambalajlanmış köfteler 4 °C 'de 11 gün depolanmıştır. Depolama süresince söğütotu ekstraktı ile muamele edilmiş sığır eti köftelerindeki lipid oksidasyon seviyelerinin, 100 ppm gallik aside eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. Protein karbonilasyonu ve miyoglobin oksidasyonu üzerinde söğütotu ekstraktının doza bağlı bir etkisi gözlemlenmiştir (Cando ve ark., 2014).

Sánchez-Escalante ve ark., (2001) tarafından 1000 ppm biberiye tozu, 500 ppm askorbik asit, 50 mM karnosin, 50 mM taurin, 1000 ppm biberiye tozu + 500 ppm askorbik asit, 50 mM karnosin + 500 ppm askorbik asit ve 50 mM taurin + 500 ppm askorbik asit ilave edilen sığır köfteleri, modifiye atmosferde (% 70 O₂ + % 20 CO₂ + % 10 N₂) ambalajlanarak 2 °C'de 20 gün süreyle depolanmıştır. Renk ve lipid stabilitesi yönünden incelenen sığır köftelerinde, biberiyenin hem tek başına ve hem de askorbik asit ile birlikte kullanıldığında lipid oksidasyonu ve metmiyoglobin oluşumunun önlenmesinde son derece etkili olduğunu belirlenmiştir. Araştırmacılar, karnosin ve karnosin + askorbik asit karışımının lipid oksidasyonunu engellemede etkili olduğunu, askorbik asit, askorbik asit + taurin ve askorbik asit + karnosin uygulamasının metmiyoglobin oksidasyonuna sınırlı bir inhibitör etki gösterdiğini ve taurinin tek başına herhangi bir antioksidan etki göstermediğini tespit etmiştir.

Singh ve ark., (2014) tarafından % 0.2 karanfil tozu, % 3 zencefil ezmesi ve % 2 sarımsak ezmesi ilavesinin, 4 °C'de 9 gün depolanan aerobik paketlenmiş çiğ tavuk eti emülsiyonunun raf ömrü üzerine etkisinin ortaya konulduğu bir çalışmada, TBA değeri, depolama başlangıcında kontrol ve sarımsak ezmesi örneklerine kıyasla karanfil tozu ve zencefil ezmesi ilaveli örneklerde önemli derecede düşük bulunmuştur. Karanfil tozu, test edilen doğal koruyucular arasında depolamanın sonuna kadar tüm depolama aralıklarında en düşük TBA değeri göstermiştir. Depolama döneminin sonunda, sarımsak ezmesi örneklerde en yüksek TBA değeri ve muamele edilen numuneler arasında karanfil tozu ilaveli grupta en düşük TBA değeri vermiştir. Tavuk eti emülsiyonunda % 0.2 karanfil tozu ilavesinin, aerobik ambalajlama altındaki buzdolabında depolamada, % 3 zencefil ve % 2 sarımsak ezmesine göre fizikokimyasal özellikler, oksidatif stabilite ve mikrobiyolojik parametreler açısından daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

Öz, (2014), sığır eti köftelerinin çeşitli kalite özellikleri üzerine ısırgan otu liyofilize su ekstraktının (LISE) etkilerini incelediği araştırmasında, kontrol (LISE veya E vitamini uygulanmayan köfte); 250 ppm LISE ilaveli köfte; 500 ppm LISE ilaveli köfte; 250 ppm E vitamini ilaveli köfte; ve 500 ppm E vitamini ilaveli olmak üzere beş farklı formülasyonda köfte üretilmiştir. Köfte örneklerini 4 °C'de 9 gün süreyle aerobik olarak depolamış ve depolama süresince pH, TBARS ve renk değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Elde edilen bulgulara dayanarak incelenen parametrelerin LISE ilavesi ile en düşük TBARS değerini 250 ppm ısırgan otu liyofilize su ekstraktı köftelerin verdiğini, köftelerin renk ölçümlerinde L* değerinin yükseldiğini, a* değerinin ise iç kısımda arttığını, dış kısımda ise azaldığını bildirmiştir. Bununla birlikte, 250 ppm düzeyinde LISE ilavesi, TBARS değerini önemli ölçüde azaltmıştır.

John ve ark., (2005), vakum ve MAP (% 80 O₂ : % 20 CO₂ ve % 0.4 CO : % 30.3 CO₂: % 69.3 N₂) paketledikleri ve 7-21 gün süre ile muhafaza altında tuttukları sığır filetoalarının renk ve TBA düzeylerini araştırmışlardır. Arzu edilen kırmızı rengi, % 80 O₂ veya % 0.4 CO ile paketlenmiş biftekler sırasıyla 14 ve 21 gün süre ile korurken, muhafaza süresi boyunca en yüksek TBA değerleri % 80 O₂ içeren bifteklerde tespit edilmiştir.

Mariam ve ark., (2014) tarafından sığır eti köftelerinin muhafazasında *N. retusa* su ekstraktının performansını değerlendirmek için yürütülen bir araştırmada, kontrol (*N. retusa* ekstraktı içermeyen et) ve % 0.5, % 0.75 ve % 1 *N. retusa* meyve ekstraktı ile muamele edilmiş ve her biri % 1.5 tuz içeren dört köfte formülasyonu hazırlanmıştır. Mikroorganizma gelişimi ve lipid oksidasyonu 4 °C'de 9 gün aerobik olarak depolama boyunca izlenmiştir. Sonuçlar, kontrole kıyasla, meyve ekstraktını içeren sığır eti köftelerinde, TBARS oluşumunun ve mikrobiyal gelişimin önemli derecede inhibe edildiğini göstermiştir. Kontrol numunesi için başlangıçtaki 0.38 mg MDA/kg et olan TBARS değerleri depolama sonunda 1.29 mg MDA/kg ete yükselmiştir. *N. retusa* meyve ekstraktı ile muamele edilmiş tüm sığır eti köftelerinin TBARS değerleri, kontrol örneği için olanlardan önemli derecede düşük tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek miktarda *N. retusa* ekstraktı ilavesi ile daha yüksek antioksidan aktiviteler belirlenmiş, % 0.5, % 0.75 ve % 1 *N. retusa* meyve ekstraktı ile muamele edilmiş köftelerde TBARS oluşumu, 9 günlük bir depolama süresi üzerindeki kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla % 68.22, % 71.32 ve % 75.19 oranında azalmıştır. Araştırma sonuçları, *N. retusa* meyvesinin su ekstraktının sığır eti köftelerini lipid oksidasyona karşı koruyabileceğini ve raf ömrünü uzatabileceğini gösterirken, bu biyolojik faaliyetlerin meyvede bulunan fenolik maddelerlerden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Mansour ve Khalil, (2000), zencefil rizomu, çemen otu ve patates kabuğundan elde edilen liyofilize (dondurarak kurutulmuş) ekstraktların her birinden 500 ve 1000 ppm ilave ettikleri sığır etinden üretilen köftelerde 5 °C'de 12 gün boyunca depolamada antioksidatif etkilerini incelemişler ve en iyi sonuçların zencefil ekstraktından elde edildiğini belirlemişlerdir. Zencefil rizomları ve çemen tohumlarından dondurularak kurutulmuş ekstraktların sığır eti köftelerine ilavesi, soğukta muhafazada lipid oksidasyonunu ve renk değişimlerini kontrol etmekte patates kabuğuna göre daha etkili olmuştur. Zencefil rizomu ve çemen tohumlarının (500 ppm) liyofilize ekstraktlarının sığır eti köftelerine ilavesinin, ransit koku, TBA oluşumu ve renk kaybını geciktirmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Çemen tohumları ve zencefil rizomları, doğal bitki malzemeleri olarak, et ürünlerinde kullanılmak üzere umut verici doğal antioksidan kaynakları olabileceği vurgulanmıştır.

Tang ve ark., (2006), aerobik ve modifiye atmosferde (MAP, 80:20, O₂:CO₂) koşullar altında buzdolabında (4 °C) 7 gün depolama süresince taze sığır eti köftelerinin lipid oksidasyonu ve renk kararlılığı üzerine çay kateşini ilavesinin etkilerini araştırmıştır. Taze kıyılmış sığır kasları (*M. Longissimus dorsi*) 0, 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm çay kateşini ile muamele edilmiştir. Çay kateşini ile muamele edilen sığır eti örneklerinin hem aerobik hem de MAP koşullarındaki kontrollere kıyasla sürekli daha düşük TBARS değerlerine sahip olduğu ve pozitif antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Aerobik ve MAP koşulları altında 200 ppm çay kateşini ilavesi, MetMb oluşumunu geciktirirken, 400 ppm'den daha yüksek seviyelerdeki çay kateşini rengin korunması üzerine etki göstermemiştir. Elde edilen sonuçlar, çay kateşininin sığır eti köftelerinde lipit stabilitesinin yanı sıra renk kararlılığını da sürdürülmesinde etkili olduğunu göstermiş, 600, 800 ve 1000 ppm kateşin düzeylerinde, MetMb oranı 5. günden itibaren % 45, bununla birlikte, 200 ve 400 ppm çay kateşini ilavesi ile MetMb oranı 5. günde % 40 ve 7. günde % 33 olarak gerçekleşmiştir.

Tapp ve ark., (2012) tarafından yürütülen çalışmada, sığır köfteleri % 0, % 2, % 4 ve % 6 Noni püresi ile muamele edilmiş, aerobik olarak paketlenmiş ve 4 °C'de 5 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 2. ve 3. gününden sonra daha yüksek konsantrasyonda Noni püresi içeren köfteler duyu panelistler tarafından daha kırmızı ve daha az renk kaybetmiş olarak algılanmıştır. Noni ilaveli köftelerde kontrol köftelerden daha yüksek a* (kırmızılık) değeri tespit edilmiştir. Depolamanın 3. ve 5. gününden sonra daha yüksek konsantrasyonda Noni püresi içeren köftelerin TBARS değeri daha düşük (daha az okside olmuş) olarak belirlenmiştir.

Düşük yağlı sığır eti köftelerinin bazı özellikleri üzerine farklı miktarda erik püresi kullanımının etkilerinin belirlenmesi amaçlanan bir çalışmada, % 0 (kontrol), % 5, % 10 ve % 15 olarak erik püresi ilave edilmiş dört farklı formülasyonda sığır eti köftesi üretilmiştir. Formülasyona erik püresi ilavesi, numunelerin rengini önemli ölçüde etkilemiştir. Sonuçlar ayrıca kontrol örneklerinin TBARS değerlerinin, depolama süresinin sonunda erik püresi ilaveli numunelere ait değerlerden daha yüksek bulunduğunu göstermiş, % 5 veya % 10 erik püresinin düşük yağlı sığır eti köftelerinde en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir (Yıldız-Turp ve Serdaroglu, 2010).

Siyah kuru üzüm (*Ribes nigrum* L.) ekstraktının soğukta muhafaza edilen çiğ domuz eti köftelerinde antioksidan etkinliğini değerlendirmek için yürütülen bir çalışmada, domuz köftesi formülasyonuna 0 (Kontrol), 5, 10 ve 20 g/kg oranlarında siyah kuru üzüm ve 0.2 g/kg BHA ilave edilerek polistiren kaplara yerleştirilmiş, oksijen geçirgen PVC ile kaplanmış ve 4°C'de 9 gün depolanmıştır. Araştırma sonuçları siyah kuru üzümün lipid ve protein oksidasyonunu önemli ölçüde inhibe ettiğini göstermiştir. Kontrol domuz eti köftelerindeki TBARS değerleri buzdolabında depolanma süresince hızla artmış ve 9. günde 2.13 mg/kg'a ulaşmıştır. TBARS oluşumu, 5, 10 veya 20 g/kg siyah kuru üzüm ile muamele edilen domuz eti köftelerinde önemli derecede inhibe edilmiş ve 9 günlük depolama süresi boyunca kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla % 74.9, % 90.6 ve % 91.7 azalmıştır. Siyah kuru üzümün etkinliği, BHA'nın etkinliği ile karşılaştırıldığında 10 ve 20 g/kg siyah kuru üzüm uygulamalarının her ikisinin de TBARS değerlerini 0.2 g/kg BHA'ya benzer şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Siyah kuru üzüm ile muamele edilen köftelerin TBARS değerlerinin, ransid tadın göstergesi için kabul edilebilir duyu eşikleri sınırının (1 mg/kg) altında olduğu gözlemlenmiştir. Buna ilaveten, siyah kuru üzüm ile muamele edilen köfteler, kontrol grubundan çok daha yüksek kırmızılık (a*) değeri göstermiş, siyah kuru üzümün et ve et ürünlerinde doğal bir antioksidan olarak güçlü bir potansiyeli olduğu vurgulanmıştır (Jia ve ark., 2012).

Vargas-Sánchez ve ark., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, PVC ile kaplanarak 2 °C'de 8 gün buzdolabında depolama esnasında sığır köftelerinde lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal gelişmeyi azaltmak için propolis ekstraktının etkinliği değerlendirilmiştir. Sığır eti köftesi, kontrol; ticari propolis-1 (% 2); ticari propolis-2 (% 2); ve ticari olmayan propolis (% 2) olmak üzere 4 farklı muamele ile üretilmiş, lipid oksidasyonu (TBARS), konjüge dienler (CnD), metmiyogloblin (% MetMb), pH değişimi, renk (L*, a*, b*, C* ve h*) değerleri ve mikrobiyal gelişme (mezofilik ve psikrotrofik bakteriler) açısından analiz edilmiştir. Soğukta muhafaza edilen örneklerde ticari olmayan propolis muamelesi en fazla etkiyi göstermiş, 8 gün sonunda lipid oksidasyonunu ifade eden TBARS değerlerinde % 78.54, konjüge dien (CnD) oluşumunda % 45.53, metmiyogloblin oranında % 58.57 ve mezofilik ve psikrotrofik sayılarında sırasıyla % 19.75 ve % 27.03 azalma görülmüştür.

Yeşil ve sarı *Ginkgo biloba* L. yaprağı ekstraktlarının domuz köftelerindeki lipidlerin ve kolesterolün stabilitesi üzerindeki etkisinin buzdolabında 21 günlük depolama boyunca belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, domuz köftelerinin lipid oksidasyon sürecinin, çoğunlukla sarı yapraklardaki 500 ppm düzeyindeki sulu ve etanolik ekstraktlar tarafından engellendiği tespit edilmiş, bu ekstraktların antioksidan aktivitesi BHT'den daha yüksek bulunmuştur. Sarı yaprakların su ekstraktları ile muamele edilen köftelerde 21 gün depolama sonrası TBARS değeri 1.72 mg MDA/kg, sarı yaprakların etanol ekstraktlarında 1.20 mg MDA/kg iken kontrol ile karşılaştırıldığında (2.59 mg MDA/kg) ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunda belirgin bir inhibisyon olduğunu göstermiştir (Kobus-Cisowska ve ark., 2014).

Mitsumoto ve ark., (2005), çiğ ve pişirilmiş sığır ve piliç köftelerinin soğukta muhafazası sırasında çay kateşinleri ve C vitamini ilavesinin duyu özellikleri ile renk ve lipid stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kıyma haline getirdikleri sığır ve tavuk kaslarını beş farklı işleme (kontrol, 200 mg çay kateşini/kg et, 400 mg çay kateşini/kg et, 200 mg C vitamini/kg et, 400 mg C vitamini/kg et) tabi tutarak köfteye uygulamışlardır. Üretilen köftelerin bir kısmı pişirildikten sonra % 30 CO₂ + % 70 N₂ atmosferinde, çiğ köfteler ise % 80 O₂ + % 20 CO₂ atmosferinde ambalajlanmış ve 4 °C'de floresans ışık altında 7 gün süreyle depolanmıştır. Araştırma sonuçları çay kateşini (200 ve 400 mg/kg) ilavesinin pişirilmiş sığır ve tavuk köftelerinde renk kaybına neden olduğunu, buna karşılık kontrolle kıyaslandığında pişirilmiş ve çiğ sığır eti köftelerinde lipid oksidasyonunda önemli ölçüde azalmaya yol açtığını göstermiştir. Ayrıca yüksek oksijen koşullarında depolanan çiğ köftelerin lipid oksidasyonuna karşı anaerobik koşullarda depolanan pişirilmiş köftelerden daha duyarlı olduklarını ve çiğ sığır köftelerinde lipid oksidasyonunu çay kateşini uygulamasının C vitamini uygulamasından daha fazla inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Kontrol çiğ et köftelerinde 1.90 mg MDA/kg et olan TBARS değerleri çay kateşini (200 ve 400 mg/kg) muamelesi ile sırasıyla 0.46 ve 0.18 mg MDA/kg et düzeyinde tespit edilmiş ve lipid oksidasyonunu büyük ölçüde azaltmıştır. C vitamini (200 ve 400 mg/kg) ile muamele edilen köftelerde ise TBARS değerleri sırasıyla 1.44 ve 1.09 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir.

Çiğ tavuk etinde doğal antioksidan kaynağı olarak çemen otu yaprakları (*Trigonella foenum-graecum*) ve köri yapraklarının (*Murraya koenigii*) sulu ekstraktlarının antioksidan özellikleri ve kullanımının değerlendirildiği bir çalışmada, birinci grup; kontrol (et + % 2 tuz), ikinci grup; BHT (et + % 2 tuz + % 0.1 BHT), üçüncü grup; et + % 2 tuz + % 2 köri yaprağı ekstraktı ve dördüncü grup; et + % 2 tuz + % 2 çemen yaprağı ekstraktı ilaveli olmak üzere 4 farklı tavuk eti köfte grubu hazırlanmış, 8 gün buzdolabında depolama esnasında lipid oksidasyonu değerleri takip edilmiştir. Hem sentetik antioksidanlar hem de doğal ekstraktlar TBARS değerlerini önemli ölçüde azaltmıştır. Kontrol tavuk köftelerinde, BHT, köri yaprağı ekstraktı ve çemen yaprağı ekstraktı içeren diğer köftelere göre daha yüksek TBARS değerleri görülmüştür. Depolama süresi boyunca toplam yüzde artış kontrollerde en yüksek olup bunu sırasıyla BHT, köri yaprağı ekstraktı ve çemen yaprağı ekstraktı ilaveli gruplar takip etmiştir. TBARS değerlerindeki ortalama azalma BHT, köri yaprağı ekstraktı ve çemen yaprağı ekstraktı uygulamalarında sırasıyla % 18, % 25.5 ve % 27.5 olarak tespit edilmiştir (Devatkal ve ark., 2012).

Gallego ve ark., (2015), *Caesalpinia decapetala* ekstraktlarının, kıyılmış sığır eti köftelerinde buzdolabında 11 gün depolama süresince lipid oksidasyonu üzerine etkilerini araştırmıştır. Bitki ekstraktları ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), hem % 0.1 hem de % 0.5 konsantrasyonlarda, köftelere ayrı ayrı ilave edilmiştir. Bitki ekstraktı veya BHT içeren örneklerde TBARS düzeyleri, kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Buna ilaveten, seçilen bitki ekstraktlarıyla muamele edilen sığır eti köfteleri, kontrol örneklere kıyasla daha iyi renk kararlılığı göstermiştir. MetMb yüzdesi, buzdolabında depolamanın 11. gününde zamanla artmış, yaprak ekstraktı ve BHT ile muamele edilen numuneler, kontrol ile karşılaştırıldığında MetMb konsantrasyonu daha düşük tespit edilmiştir. Kontrol köfteler 10. günün ardından, daha yüksek MetMb konsantrasyonu (73.48 ± 0.20) göstermiş, kontrol örneğinin TBARS değerleri, 11. günün ardından 5.6 mg MDA/ kg ile en fazla artarken, % 0.1 ve % 0.5 *C. decapetala* ekstraktı içeren köftelerin TBARS değerleri sırasıyla 2.9 ve 1.7 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, yenilebilir bitki özlerinin doğal antioksidanların umut verici kaynakları olduğunu ve et ürünlerindeki fonksiyonel koruyucular olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Hayes ve ark., (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, lutein (100 ve 200 µg/g), sesamol (250 ve 500 µg/g), ellagik asid (300 ve 600 µg/g) ve zeytin yaprağı ekstraktının (100 ve 200 µg/g) aerobik ve modifiye atmosfer (% 80 O₂ + % 20 CO₂) koşullarında ambalajlanan kıyma örneklerinde, toplam canlı bakteri sayısı, lipid oksidasyonu (TBARS), renk, oksimiyoglobin oksidasyonu, pH, su tutma kapasitesi ve duyu özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde sesamol, ellagik asid ve zeytin yaprağı ekstraktının TBARS değerini her iki ambalajlama yönteminde de düşürdüğü, kullanılan tüm katkı maddelerinin toplam canlı bakteri sayısını azalttığı, sesamol ilavesinin oksimiyoglobin oksidasyonunu artırarak kırmızılık (a*) kaybını artırdığını, ancak lutein ve zeytin yaprağı ekstraktının kontrole göre oksimiyoglobin oksidasyonunu azalttığı tespit edilmiştir.

Türkiye'de yetiştirilen 5 farklı üzüm çeşidinden elde edilen üzüm posası ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, farklı muhafaza sürelerinde (0, 12, 24 ve 48 saat) analiz etmek için % 0 (Kontrol), % 1, % 2, % 5 ve % 10 konsantrasyonlarda üzüm posası ekstraktları sığır eti köftelerine ilave edilmiştir. Mikroorganizma sayıları, depolama süresi boyunca ekstrakt konsantrasyonu ile genellikle düşmüştür. Test edilen tüm mikroorganizmalar bütün depolama dönemlerinde % 10 oranında ekstrakt konsantrasyonu ilavesi ile engellenmiştir. Ayrıca *Enterobacteriaceae* ve koliform bakterileri içeren gıda kaynaklı patojenler, maya-küf ve lipolitik bakteri içeren bozucu mikroorganizmalar sığır eti köftelerinde Emir, Gamay ve Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin % 5 seviye ilavesiyle inhibe edilmiştir. Sonuçlar göz önüne alındığında, test edilen bütün üzüm posası ekstraktlarının % 5 ve % 10 konsantrasyonlarda bazı gıda kaynaklı patojenleri inhibe etmesinin yanında köftelerin bozulmasını önlemek için antimikrobiyal ajanlar olarak kullanılmasının faydalı olduğunu göstermiştir (Sagdic ve ark., 2011).

Reihani ve ark., (2014), ayrı ayrı 200 ve 500 mg/kg oranında ilave edilen Ulam raja (*Cosmos caudatus*) ve ticari yeşil çay özütü ekstraktları ile muamele edilen sığır eti köfteleri, -18 °C'de 10 hafta boyunca depolanmıştır. Sığır eti köftelerine 500 mg/kg Ulam raja veya yeşil çay ekstraktı ilavesi lipid oksidasyonunun derecesini önemli ölçüde azaltmıştır. Ulam raja, yeşil çay ekstraktı ile karşılaştırılabilir güçlü bir lipid oksidasyonu inhibisyon etkisi göstermiştir.

Liu ve ark., (2015), herbirinden 300 mg/kg olmak üzere dört doğal antioksidanın (E vitamini, karnozin, üzüm çekirdeği ekstraktı ve çay kateşini) 4 °C'de 8 gün depolanan çiğ sığır köftelerinde oksidatif süreç ve metmiyogloblin azalma aktivitesi üzerine etkisini araştırmış ve sonuçlar 30 mg/kg BHA uygulanmış köfteler ile karşılaştırılmıştır. Karnozin ile muamele edilen numuneler 8. günde en yüksek kırmızılık (a*) değerlerine sahipken çay kateşinleri, E vitamini ve üzüm çekirdeği ekstraktı lipid oksidasyonuna karşı karnosine göre daha fazla koruyucu etki göstermiştir. Depolama esnasında metmiyogloblin azalma aktivitesi tüm örneklerde büyük ölçüde artmıştır. Üzüm çekirdeği ekstraktı ve karnozin ile yapılan muamele, diğer muamelelere kıyasla renk kaybını önemli derecede azaltmıştır. Kırmızılık (a*) değerini koruyan antioksidanların etkinliği karnozin>üzüm çekirdeği özü>E vitamini > çay kateşinleri > BHA sıralaması şeklinde tespit edilmiştir. Tüm örneklerin MetMb içeriğinde belirgin farklılıklar tespit edilmiş ve antioksidanlarla muamele edilen sığır eti köftelerinin 8 günlük depolama sonrasında kontrol grubuna göre daha düşük MetMb'ye sahip olduğu bildirilmiştir. Çeşitli doğal antioksidanlarla muamele edilen sığır eti köftelerinde 8. günde lipid oksidasyonunun inhibisyon oranı, BHA, çay kateşinleri, vitamin E, üzüm çekirdeği ekstraktı ve karnosin için sırasıyla % 34.03, % 20.0, % 14.30, % 11.60 ve % 13.40 olarak tespit edilmiştir. Lipid oksidasyonu ve % MetMb değerleri arasında pozitif ve kuvvetli korelasyon ($r = 0.880$) bulunmuşken, kırmızılık (a*) ile % MetMb değerleri arasında ise negatif ($r = -0.886$) korelasyon tespit edilmiştir.

Kim ve ark., (2013b), yeşil yapraklı 10 sebze içerisinden, chamnamul (*Pimpinella brachycarpa*) ve fatsia (*Aralia elata*) ekstraktlarının üstün antioksidan ve antimikrobiyal özellikler sergilediğini belirlemiş ve bu ekstraktların çiğ sığır köftesinde lipit oksidasyonu ve mikrobiyal kriterler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ekstraktlar ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT, pozitif kontrol), hem % 0.1 hem de % 0.5 (w/w) konsantrasyonda köftelere ayrı ayrı ilave edilmiş ve köfteler 4 °C'de 12 gün depolanmıştır. Renk parametreleri ve tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerleri periyodik olarak izlenmiş ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ekstrakt ve BHT ilavesi, konsantrasyona bağlı olarak TBARS değerlerinde ve sığır köftesinde mikroorganizmaların sayısındaki azalmanın yanı sıra et renk stabilitesinde de artışa neden olmuştur.

Devatkal ve ark., (2011) tarafından yapılan bir çalışmada buzdolabında muhafaza edilen tuzlu tavuk köftelerinde mandalina ve nar yan ürünlerinin doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmesi amacıyla, kontrol (yalnızca et), et + % 2 tuz, et + % 2 tuz + % 2 mandalina kabuğu tozu ekstraktı, et + % 2 tuz + % 2 nar kabuğu tozu ekstraktı ve et + % 2 tuz + % 2 nar çekirdeği tozu ekstraktı olmak üzere beş farklı köfte formülasyonu hazırlanmıştır. TBARS'daki ortalama artış, yalnızca tuz ilaveli köftelerde (% 114) ve kontrolde (% 108) önemli derecede yüksek tespit edilmiş ancak mandalina kabuğu tozu (% 90), nar kabuğu tozu (% 81) ve nar çekirdeği tozu (% 73) ekstraktı ilaveli köftelerde daha düşük bulunmuştur. Tuzlanmış etteki depolama esnasındaki lipid oksidasyonu (TBARS), mandalina kabuğu tozu (% 39), nar kabuğu tozu (% 43) ve nar çekirdeği tozu (% 68) ekstraktları tarafından önemli ölçüde azaltılmıştır. Köftelere % 2 tuz ilave edilmesinin TBARS oluşumunu hızlandırdığı ancak nar ve mandalina meyve ekstraktlarının ilavesinin bu etkiyi önemli bir şekilde engellediği görülmüştür. Ekstraktların genel antioksidan etkisi sırasıyla nar çekirdeği tozu > nar kabuğu tozu > mandalina kabuğu tozu ekstraktı şeklinde gerçekleşmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde içeriği ile TBARS değerleri arasında anlamlı negatif korelasyon gözlenmiştir.

Acerola (Barbados kirazı) meyve ekstraktı ilavesinin (% 0.15 w/w) 4 °C' de 8 gün MAP ortamında depolanan sığır eti köftelerinin duyusal ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, kontrol grubu köfteler, MAP depolanan acerola ile muamele edilen (% 0.15 w/w) köftelerden daha yüksek TBARS değerleri göstermiştir. Acerola muameleli köfteler depolamanın 6 ve 8. günlerinde düşük L* değerleri, depolama boyunca yüksek a* değerleri, 1, 3 ve 6. günlerde kontrol köftesi'nden daha yüksek b* değerleri göstermiştir. Antioksidan uygulaması, hem renk kaybının derecesi hem de yüzdesine önemli etkide bulunmuş, depolama boyunca acerola ilaveli köftelere kıyasla kontrol grubu köfteler için renk kaybı daha fazla olmuştur. Acerola ilavesi renk ve lipid stabilitesini artırarak en az 3 gün raf ömrünü uzatmış ve mikrobiyal sayıları etkilemeksizin ransit tat yoğunluğunda azalma eğilimi göstermiştir. Dolayısıyla, acerola'nın doğal bir antioksidan olarak kullanılması sığır eti köftelerinde renk ve lipid oksidasyonunu geciktirmek için etkili bir yöntem olarak önerilmiştir (Realini ve ark., 2015).

Sığır eti köftelerinde butterbur (*Petasites Japonicus*) ve brokoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*) ekstraktlarının lipid oksidasyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bitki ekstraktları ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), hem % 0.1 hem de % 0.5 (w/w) konsantrasyonlarda, köftelere ayrı ayrı ilave edilmiştir. TBARS değerleri ve renk parametreleri 12 günlük buzdolabında depolama sırasında periyodik olarak test edilmiştir. TBARS düzeyleri, bitki ekstraktları veya BHT içeren örneklerde, kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuş, kontrol örneğinin TBARS değerleri, 12 gün sonra 5.7 kat artarken, % 0.1 ve % 0.5 butterbur ekstraktlı köftelerin TBARS değerleri, 12 gün sonra sırasıyla 3.3 kat ve 1.8 kat artmıştır. Brokoli etanol ekstraktı sığır eti köftelerinde hem 0.1 hem de % 0.5 oranında orta derecede antioksidatif olup, TBARS değerlerinin kontrol grubuna göre önemli derecede düşük olduğu ancak butterbur ekstraktı veya BHT muamelesine göre daha az antioksidatif özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Üstelik % 0.5 butterbur ekstraktı, sığır eti köftelerinde lipid oksidasyonunu engellemede % 0.5 BHT kadar etkili olmuştur. Ayrıca, seçilen bitki ekstraktları ile muamele edilen sığır eti köfteleri daha iyi renk kararlılığı göstermiştir. Bu sonuçlar, yenilebilir bitki özlerinin doğal antioksidanların umut verici kaynakları olduğunu ve et ürünlerindeki fonksiyonel koruyucular olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Kim ve ark., 2013c).

Soya sosunun çiğ sığır köftesinin lipid oksidasyonu ve renk kararlılığı üzerindeki antioksidan etkilerini değerlendirmek amacıyla yürütülen bir çalışmada soya sosu ilavesinin, çiğ sığır eti köftelerinde L* (parlaklık) değerinde azalma ve b* (sarılık) değerinde artış gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, soya sosu, çiğ sığır eti köftelerinde a* (kırmızılık) değerinin devam etmesine yardımcı olmuş ve metmiyoglobin oluşumunu engellemiştir. Soya sosunun lipid oksidasyonunun birincil ve ikincil ürünlerinin oluşumunu büyük ölçüde önlediği bildirilmiştir (Kim ve ark., 2013a).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak sığır eti kıyması, sığır eti yağı, karadut (*Morus nigra* L.) meyvesi, tuz, polietilen film ve vakum ambalaj kullanılmıştır. Araştırmada vakum paketlenme için kullanılan ambalajlama materyali üretici firmadan (Polinas Plastik San. ve Tic. A.Ş.), diğer materyaller ise Ordu piyasasından temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan sığır kıyması ve sığır et yağı, uygun koşullarda Ordu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü analiz laboratuvarına getirilmiş ve araştırma materyali olarak kullanılıncaya kadar (yaklaşık 1 saat) 4 °C’de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarının Hazırlanması

Karadut kaba temizliği yapılarak mutfak tipi blenderda parçalandıktan sonra kullanılmıştır. Parçalanmış 20 gram karadut örneği 400 ml saf su ilavesinden sonra Ultra-turrax yardımıyla homojenize edilerek, magnetik karıştırıcı üzerinde bekletilmiş ve Whatman No: 1 filtre kağıdından süzümüştür. Elde edilen süzüntü rotary evaporatör ile 40 °C’de % 13±2 çözünür katı madde içerecek düzeye konsantre edilmiş, daha sonra -38 °C’de 24 saat dondurulmuş ve -50 °C’de liyofilize edilmiştir. Elde edilen liyofilize toz ekstraktlar kullanılıncaya kadar buzdolabı sıcaklığında hava almayacak şekilde ambalajlanarak muhafaza edilmiştir (Alp ve Aksu, 2010).

3.2.2. Sığır Köftelerinin Hazırlanması, Ambalajlanması ve Depolanması

Köfte üretiminde +4 °C’de sığır eti ve sığır et yağı kullanılmış, 3-5 mm’lik ayna delik çaplı kıyma makinesinden 3 kez çekilerek kıyma haline getirilen etin yağ oranı % 20’ye ayarlanmıştır ve homojen karışım haline getirilmiştir. Her bir tekerrür için hazırlanan 6 kg karışım önce 4 gruba daha sonra depolama süresi göz önüne alınarak her bir muamele grubu 125’er gr olacak şekilde tartılmış, liyofilize karadut su ekstraktı (LKSE) ilave edilmeyen birinci grup örnekler kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. İkinci gruba % 0.1, üçüncü gruba % 0.2 ve dördüncü gruba % 0.4 LKSE ilave edilmiştir. Kontrol numuneler dahil olmak üzere tüm köfte grupları

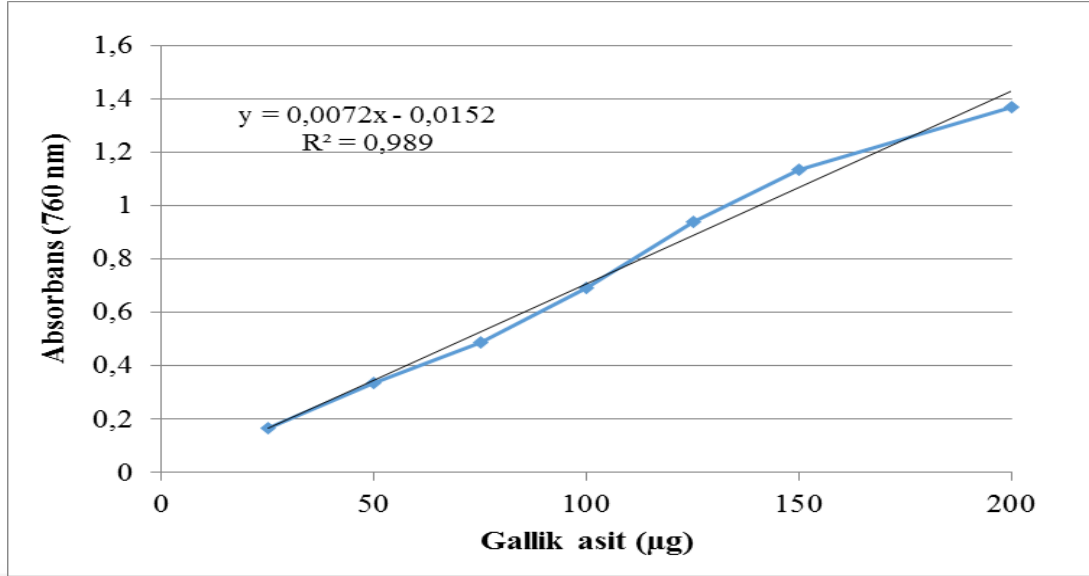
sadece % 1.5 tuz içerecek şekilde formülasyonları hazırlanmış, sonuçları etkilememesi açısından köfte örneklerine diğer katkı maddeleri katılmamıştır. Liyofilize karadut toz ekstraktlar her bir köfte örneğine uygulanacak muamele için saf suda çözündürülerek ilave edilmiştir. Kontrol köfte örneklerine de aynı oranda saf su ilave edilerek gruplar arasında eşitlik sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan karışımlar 3 dk manuel olarak yoğrularak 9 mm çapında petri kapları yardımıyla şekillendirilmiştir. Birinci gruba ait 24 adet köfte örneği (4 muamele x 6 depolama süresi) PVC film ile kaplanmış polistiren kaplarda aerobik olarak ambalajlanmıştır. İkinci gruba ait 24 adet köfte örneği (4 muamele x 6 depolama süresi) ise genişletilmiş polistiren köpük (EPS) kaplara yerleştirildikten sonra vakum uygulanarak ambalajlanmış ve her iki grup köfte örnekleri de 4 °C'de 15 gün depolanmıştır. Araştırma iki tekerrür ve her tekerrür üç paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Köfte örneklerinin vakum ambalajlanmasında PA/PE (Poliamid/Polietilen) özellikte ambalajlama materyali (kalınlık 90 µm; O₂ geçirgenliği 160 cm³/m²/gün.atm.23 °C, % 0 RH; su buharı geçirgenliği 8.5 g/m²/gün.atm 38 °C, % 90 RH) kullanılmıştır. Ambalajlama işlemi CAS (CVP 260/PD, Korea) vakum ambalajlama ünitesinde yapılmıştır.

3.2.3. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarında Yapılan Analizler

Liyofilize karadut ekstraktlarında, toplam fenolik madde miktarı, DPPH* serbest radikal giderme aktivitesi, toplam monomerik antosiyanin miktarı, metal çelatlama aktivitesi, pH, titrasyon asitliği ve renk (L*, a*, b*) analizleri yapılmıştır.

3.2.3.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Liyofilize karadut ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı Singleton ve ark., (1999) tarafından verilen yöntemle göre bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Hazırlanan örnek ekstraktlarından 1 ml alınarak ölçülü deney tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra 0.5 ml Folin-Ciocalteu ve 0.25 ml Na₂CO₃ (% 20) çözeltisi ilave edilip hacim saf suyla 10 ml' ye tamamlanmıştır. Tüpler karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra 760 nm'de absorbans ölçülmüştür. Şekil 3.1.'de gösterilen günlük olarak hazırlanan gallik asit standart eğrisi yardımıyla toplam fenolik madde miktarı mg GAE/100g ekstrakt cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.1. Toplam fenolik bileşik miktarı tayini için gallik asit ile hazırlanan standart grafik

3.2.3.2. DPPH* Serbest Radikal Giderme Aktivitesinin Belirlenmesi

DPPH analizi bitki özütlerinin radikal süpürme aktivitesini ölçmek için en çok kullanılan ve tercih edilen yöntemlerden biridir. DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil) metanol çözeltisinde mor renk üreten, nitrojen merkezli kararlı bir serbest radikaldir. DPPH radikalleri, antioksidanlar gibi uygun indirgeme ajanları ile reaksiyona girdiğinde, çözelti alınan elektron sayısına bağlı olarak rengini kaybetmektedir (Kim ve ark., 2013c).

Liyofilize karadut ekstraktlarının DPPH* serbest radikal giderme aktivitesi Blois, (1958) tarafından verilen yöntem uygulanarak tespit edilmiştir. Örnek ekstraktlarından 0.25 ml deney tüplerine aktarılmış üzerlerine 0.5 ml DPPH çözeltisi ve toplam 3 ml'ye tamamlanacak şekilde etil alkol ilave edilmiştir. Deney tüpleri vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra 30 dakika süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Absorbans ölçümü 517 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar % DPPH radikal giderici aktivite olarak verilmiştir.

$$\% \text{ DPPH inhibisyon} = (1 - (\text{Absorbans}_{\text{örnek}} / \text{Absorbans}_{\text{kontrol}})) \times 100$$

3.2.3.3. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Çalışmada liyofilize karadut ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin tayini Çakmak, (2011) tarafından verilen pH diferansiyel metodu kullanılarak yapılmıştır. Buna göre 0.025 M potasyum klorür ve 0.4 M sodyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) tampon çözeltileri hazırlanarak numuneler bu tamponlar ile seyreltilmiştir. Tampon çözeltilerin pH değeri % 37'lik HCl ile KCl tamponu için pH 1.0 ve $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ tamponu için pH 4.5 olacak şekilde ayarlanmıştır. Seyreltilen numuneler karanlık ortamda 15 dk bekletildikten sonra absorbanları 510 nm ve 700 nm'de UV spektrofotometre ile belirlenmiştir. Sonuçlar mg siyanidin-3-glukozit eş değeri /100 g ekstrakt cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.3.4. Metal Çelatlama Aktivitesinin Belirlenmesi

Liyofilize karadut ekstraktlarının metal çelatlama aktivitesi Bursal, (2009)'da verilen yönteme göre belirlenmiştir. Hazırlanan 0.25 ml ekstrakt, 0.25 ml FeSO_4 çözeltisi (2 mM), 1 ml Tris-HCl tamponu (pH 7.4), 1 ml 2,2'-bipiridin çözeltisi, 2.5 ml etanol ve son hacim 6 ml olacak kadar saf su içeren numunelerin absorbanı spektrofotometrede 522 nm'de ölçülmüştür. Örneklerin metal çelatlama aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Metal Çelatlama} = (1 - (\text{Absorban}_{\text{örnek}} / \text{Absorban}_{\text{kontrol}})) \times 100$$

3.2.3.5. pH Değeri ve Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi

Liyofilize karadut ekstraktlarının pH değeri ve titrasyon asitliğinin belirlenmesi Cemeroğlu, (2010)'da verilen yönteme göre yapılmış, titrasyon asitliği pH metre ile izlenen titrasyonla saptanmıştır. Bu amaçla örnekler pH 8.1'e gelene kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş ve harcanan baz çözeltisi miktarından titrasyon asitliği (g sitrik asit/100g) hesaplanmıştır.

3.2.3.6. Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Liyofilize karadut ekstraktlarının CIE renk değerleri (L^* , a^* b^*) Minolta (CR-410, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Buna göre; L^* ; $L^*=0$, siyah; $L^*=100$, beyaz (koyuluk/açıklık); a^* ; $+a^*$ =kırmızı, $-a^*$ =yeşil ve b^* ; $+b^*$ =sarı, $-b^*$ =mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. Renk okumadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile cihaz kalibre edilmiştir. Örneklerin renk ölçümü beyaz bir zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Sığır Köftelerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Soğukta muhafaza şartlarında (4 ± 1 °C) 15 gün süreyle depolanan sığır köftesi örneklerinde depolama başlangıcında ve depolamanın 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam aerobik psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* sayıları ile pH, TBARS, metmiyoglobin ve renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) tespit edilmiştir.

3.2.4.1. Nem Miktarının Belirlenmesi

Köfte örneklerinin rutubet miktarları, daha önce sabit ağırlığa getirilen ve darası alınan cam petri kaplarına tartılan 5 gr örneğin 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2000).

3.2.4.2. Kül Miktarının Belirlenmesi

Köfte örneklerinin kül miktarlarının belirlenmesinde, sabit ağırlığa getirilmiş kül krozelerine yaklaşık 3 g örnek tartılmış ve 105°C’deki kurutma dolabında 10-12 saat kurutulmuştur. Daha sonra, kül fırınındaki sıcaklık kademeli olarak 550-570 °C’ye getirilmiş, krozelerdeki örnekte esmer lekeler kalmayınca kadar yakılmak suretiyle meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2000).

3.2.4.3. Protein Miktarının Belirlenmesi

Kjeltec azot tayin düzeneğinde Kjeldahl yöntemi esas alınarak örneklerin % azot (N) miktarları belirlenmiş ve elde edilen % N miktarı 6.25 faktörüyle çarpılarak protein miktarları % olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2000).

3.2.4.4. Yağ Miktarının Belirlenmesi

Köfte örneklerinin yağ miktarı, yaklaşık 5 gr örnekteki yağın Soxhlet ekstraksiyon düzeneğinde susuz dietil eter yardımıyla ekstrakte edilmesi, eterin buharlaştırılması, eter ekstraktının kurutulması ve soğutulduktan sonra tartılmasıyla bulunmuştur (Anonim, 2000).

3.2.4.5. pH değerinin belirlenmesi

Sığır eti köftelerinin pH değerinin belirlenmesinde örneklerden 10'ar gram paralelli olarak tartılıp üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş Ultra-Turrax ile 1 dakika homojenize edildikten sonra pH değerleri pH-metre ile okunarak tespit edilmiştir. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler (pH 4.0 ve pH 7.0) ile kalibre edilmiştir (Gökalp ve ark., 2012).

3.2.4.6. Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Köfte örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) Minolta (CR-410, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Renk okumaları yapılmadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile cihaz kalibre edilmiştir.

3.2.4.7. Tiyoarbiturik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesi

Köfte örneklerinin TBARS değeri Lemon, (1975) tarafından verilen metota göre bazı modifikasyonlar yapılarak tespit edilmiştir. Köfte örneklerinden 1'er gram alınarak, üzerine 6 ml TCA solüsyonu (% 7.5 TCA, % 0.1 EDTA, % 0.1 propil galat; 1 gr propil galat 3 ml etanolde çözündürülerek) ilave edilmiştir. Karışım 15-30 sn Ultra-Turrax yardımıyla homojenize edildikten sonra Whatman No: 1 filtre kağıdından süzülüş, elde edilen filtrattan bir tüp içine 1 ml alınarak ve üzerine 1ml TBA çözeltisi (0.02 M) ilave edilerek vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Bu karışımlar kaynayan su banyosunda 40 dakika bekletilip su banyosundan alındıktan sonra 5 dakika çeşme suyu altında soğutulularak 2000 x g'de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Daha sonra örneklerin absorbanı 532 nm dalga boyunda şahit numuneye karşı ölçülmüştür. Şahit numune için 1 ml TCA ekstraktına 1 ml TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnekler için uygulanan aşamalar aynı şekilde uygulanmıştır. TBARS değeri mg malonaldehit/kg köfte olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.8. Metmiyogloblin oranının belirlenmesi

Beş gram köfte örneği tartılarak üzerine 25 mL 4 °C'deki 40 mM potasyum fosfat çözeltisi (pH 6.8) ilave edildikten sonra Ultra-Turrax ile 13.500 rpm'de 10 sn homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 4 °C'de 1 saat bekletilmelerinin ardından, 4 °C'de 3500g'de 30 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek absorbansları spektrofotometrede 700, 572 ve 525 nm'de ölçülmüştür. Metmiyogloblin (MetMb) oranı ise % olarak hesaplanmıştır (Kannan ve ark., 2001; Krzywicki, 1982).

$$\text{MetMb (\%)} = [1.395 - (A_{572} - A_{700}) / (A_{525} - A_{700})] \times 100$$

3.2.5. Sığır Köftelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için, 25 gr örnek steril stomacher poşeti içerisine tartılmış, üzerine 225 ml steril serum fizyolojik tuzlu su (% 0.85 NaCl, Merck) ilave edilerek Stomacher'de (BagMixer 400P, Interscience) 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenattan steril serum fizyolojik tuzlu su (% 0.85 NaCl) kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır.

3.2.5.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve ekim yapılan petri kutuları 37 °C'de 48 saat süre ile aerobik olarak inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda koloni sayımı yapılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.2. Toplam aerobik psikrotrofik bakteri sayımı

Toplam psikrotrofik bakteri sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve ekimden sonra petri kutuları 10 °C'de 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda ise koloni sayımı gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.3. *Pseudomonas* sayımı

Pseudomonas sayısının belirlenmesinde CFC Selective Agar Supplement (Sigma 53477) ilave edilerek hazırlanan CFC Agar (*Pseudomonas* Agar Base-Sigma) besiyeri kullanılmıştır. Yüzeğe yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve petri kutuları 25 °C’de 48 saat süre ile aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda kolonilere oksidaz testi uygulanmış ve oksidaz (+) koloniler sayılarak *Pseudomonas* sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.4. Laktik asit bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan MRS Agar (de Man Rogosa Sharpe Agar, Merck) içeren petri kutuların yüzeğe yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve ekimi yapılan petri plakları anaerobik şartlarda (Anaerocult A, Merck) 30 °C’de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda katalaz testi uygulanmış ve katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.5. *Micrococcus* / *Staphylococcus* sayımı

Micrococcus/*Staphylococcus* sayımı için Mannitol Salt Phenol Red Agar (MSA, Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan petri plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmış, ekimi yapılan plaklar 30 °C’de 48 saat aerobik olarak inkübe edilmiştir. Katalaz (+) koklar dikkate alınarak sayı belirlenmiştir.

3.2.5.6. *Enterobacteriaceae* Sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar, Merck) içeren petri plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30 °C’de 48 saat anaerobik şartlarda (Anaerocult A, Merck) inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 1 mm’den büyük kırmızı koloniler sayılarak *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir.

3.2.6. Duyusal Analizler

Köftelerin duyusal açıdan değerlendirilmesi, bölümümüz öğretim elemanları ve öğrencilerinden oluşan 8 kişilik panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Sığır eti kıymalarından yapılan kontrol (ekstrakt ilave edilmeyen) ve üç farklı oranda (% 0.1, % 0.2 ve % 0.4) liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilmiş köfte grupları, granit tavada 170-180 °C’de iç sıcaklıkları 72 °C olacak şekilde alt-üst çevrilerek 12 dakika pişirilmiştir. Pişmiş köfte gruplarının duyusal değerlendirilmeleri Ek 1.’de verilen duyusal değerlendirme formundaki özelliklere (renk, koku, lezzet, tekstür, genel beğeni düzeyi) göre yapılmıştır. Değerlendirmede 9’lu hedonik skala kullanılmış, 1-9 arası puanlama sistemi uygulanarak, 9 “çok iyi”, 5 “ne iyi ne kötü” ve 1 “çok kötü” olarak değerlendirilmiştir (Reihani ve ark., 2014).

3.2.7. İstatistik Analizleri

Araştırmada ambalajlama yöntemi (aerobik ve vakum ambalajlama), farklı seviyelerde LKSE muamelesi (% 0, % 0.1, % 0.2 ve % 0.4) ve depolama süresi (0, 3, 6, 9, 12 ve 15. Gün) faktör olarak belirlenmiş ve denemeler 2 x 4 x 6 faktöriyel düzende Şansa Bağlı Tam Bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü ve her bir tekerrür üç paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Verilere SPSS (22.0, 2013) paket program yardımı ile varyans analizi uygulanarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Liyofilize Karadut Su Ekstraktlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yapılan çalışmada materyal olarak kullanılan liyofilize karadut su ekstraktının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Liyofilize karadut su ekstraktının pH değeri 3.94 ± 0.02 ve titrasyon asitliği % 16.01 ± 0.10 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada belirlenen pH değeri Ercişli ve Orhan, (2007), Ercişli ve Orhan, (2008), Tokbaş, (2009), İmran ve ark., (2010) ve Uygur, (2015) tarafından yapılan araştırmalarda saptanan bulgularla benzerlik gösterirken; Contessa ve ark., (2013), Sánchez ve ark., (2014) ve Pehlivan ve ark., (2015) tarafından elde edilen bulgularla ise farklı olduğu görülmüştür. Tokbaş, (2009), karadutun pH değerini 3.52, toplam asitliği % 2.28 olarak belirlemiş, başka bir çalışmada ise karadut meyvelerinin pH değeri 3.63-3.76 olarak tespit edilmiştir (Uygur, 2015). Titrasyon asitliği değeri ise Özgen ve ark., (2009), İmran ve ark., (2010) ve Ercişli ve ark., (2010) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, muhtemelen mevcut çalışmada kullanılan ekstraktın konsantrasyon derecesi ile ilişkili olarak kuru maddeki artıştan kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.1. Liyofilize karadut su ekstraktlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Değer
pH	3.94 ± 0.02
Titrasyon Asitliği (% sitrik asit)	16.01 ± 0.10
L* değeri	17.52 ± 0.14
a* değeri	11.05 ± 0.49
b* değeri	1.11 ± 0.08
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	2032.87 ± 40.16
Toplam Monomerik Antosiyanin (mg siyanidin 3 glikozit/100g)	1572.41 ± 14.01
Metal Çelatlama Aktivitesi (%)	61.92 ± 1.11
DPPH Radikal Giderici Aktivite (%)	68.12 ± 2.09

*Sonnular 2 tekerrür ortalaması \pm standart sapma şeklinde verilmiştir.

Renk yoğunluğu açısından liyofilize karadut su ekstraktlarının L* değeri 17.52±0.14 a* değeri 11.05±0.49 ve b* değeri 1.11±0.08 olarak tespit edilmiştir. Karadutun renk değerleri üzerine yapılan çalışmalarda Tokbaş, (2009), karadutların L*, a*, ve b* değerlerini sırasıyla 17.29, 15.80 ve 5.25, Ercişli ve Orhan, (2007) ise karadut meyvelerinin L* değerlerini 14.30, a* değerlerini 7.02, b* değerlerini 1.72 olarak belirlemişlerdir. Ercişli ve Orhan, (2008), yapılan bir diğer araştırmada ise beş farklı karadut genotipine ait L* değerlerini 14.79-17.47, a* değerlerini 9.18-17.30 ve b* değerlerini 2.43-4.86 arasında tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada elde edilen liyofilize karadut su ekstraktının renk değerlerine ait bulgular literatürle karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir.

Liyofilize karadut su ekstraktlarının DPPH radikal giderici aktivitesi % 68.12±2.09 ve metal çelatlama aktivitesi % 61.92±1.11 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda karadutun DPPH serbest radikal giderici aktivitesi Ercişli ve ark., (2010) tarafından 18.98 µmol troluks eşdeğeri (TE)/g, Kamiloğlu ve ark., (2013) tarafından ise 2114.7 mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. Uygur, (2015), DPPH yöntemi ile belirledikleri karadutlardan elde edilen fenolik bileşiklerin serbest radikal yakalama aktivitelerinin % 27-87 arasında değiştiğini bildirmiştir. Elde edilen bulgular Uygur, (2015) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik gösterirken Abbasi ve ark., (2016) tarafından karadutun DPPH radikal giderici aktivitesini % 33.8, metal çelatlama aktivitesini % 34.4 olarak tespit ettiği çalışma ile farklılık göstermiş, mevcut araştırma bulguları daha yüksek bulunmuştur.

Meyvelerin renk, burukluk, lezzet, tat ve koku gibi duyuşal özelliklerinin yanı sıra oksidatif stabilitesi üzerine de etkili olduğu bilinen fenolik bileşikler, bir aromatik halka ve buna bağlı olarak fonksiyonel türevleri de dahil olmak üzere yapılarında bir ya da daha fazla hidroksil grubu içeren maddelerdir (Sernikli, 2015). Karadutlarda bulunan fenolik yapıda bileşiklerin serbest radikalleri yok ederek ve metal çelatlama özelliği göstererek antioksidan etkide buldukları belirtilmektedir. Gıdaların stabilitesinde rol oynayan çelat ajanlarının özelliği ortamda iz miktarda bulunan lipid peroksidasyon oluşturma yeteneğine sahip olan demir ve bakır gibi prooksidant metallere kompleks oluşturarak onların katalitik etkisini engellemektir. Bu sayede ürünün bazı özelliklerinin kararlı hale dönüşmesinde rol oynayarak onların renk, aroma ve yapısınının stabil hale getirilmesine katkıda bulunmaktadırlar. Başlıca

çelatlama ajanları sitrik asit ve tuzları, EDTA ve fosfatlardır (Ateş, 2014; Uygur, 2015).

Liyofilize karadut su ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı 2032.87 ± 40.16 mg GAE/100g ve toplam monomerik antosiyanin içeriği siyanidin-3 glikozit cinsinden 1572.41 ± 14.01 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Karadut üzerinde yapılan çalışmalar toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin içeriğinin çok geniş bir aralıkta yer aldığını ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalarda karadut meyvesinin ortalama toplam fenolik madde miktarını, Ercişli ve Orhan, (2007), 1422 mg GAE/100 g, Ercişli ve Orhan, (2008), 1943-2237 mg GAE/100 g, Özgen ve ark., (2009), 2737 µg GAE/g, Tokbaş, (2009), 2274.99 µg GAE/g, Ercisli ve ark., (2010), 2149 µg GAE/g taze ağırlık, Kamiloğlu ve ark., (2013), 1451.4 mg GAE/100 g ve Tarko ve ark., (2014), 674 mg kateşin eşdeğeri/100 g olarak belirlemiştir. Görüldüğü üzere karadutun fenolik madde içeriği ile bileşimi ekim alanı, ekim şartları, ekolojik koşullar ve genetik faktörlerden dolayı değişkenlik göstermektedir (Uygur, 2015). Nitekim, Mahmood ve ark., (2012), karadutun toplam fenolik madde miktarını 100 g kuru ağırlıkta ve GAE üzerinden, olgunlaşmamış meyvelerde 395 mg, yarı olgunlaşmış meyvelerde 1722 mg, tamamen olgunlaşmış meyvelerde ise 2287 mg olarak saptamışlardır.

Karadutun toplam antosiyanin miktarının belirlendiği çalışmalarda ise Özgen ve ark., (2009), 571 µg/g taze ağırlık, Tokbaş, (2009), 628.75 µg siyanidin-3 glikozid/g taze ağırlık, Ercisli ve ark., (2010), 719 µg/g taze ağırlık ve Kamiloğlu ve ark., (2013), 1221 mg/100 g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular literatür çalışmalarıyla karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir.

Flavonoidlerin bir alt grubunu oluşturan antosiyaninler, bitki aleminde en yaygın bulunan pigmentlerden birisidir. Antosiyaninler meyve ve sebzelerin pembe, kırmızı ve mor tondaki çeşitli renklerinden sorumlu suda çözünebilir nitelikteki renk pigmentleri olmalarının yanında diğer flavonoidler gibi serbest radikal temizleyici özellik göstermektedir (Sernikli, 2015; Uygur, 2015). Antosiyaninler, sulu sistemlerde yapılarında pH'ya bağlı tersinir dönüşümler geçirdikleri için flavonoidler arasında benzersiz olup gıdaların parlak kırmızı rengini sağladığı bilinen en iyi doğal gıda boyalarıdır ve sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler (Giusti ve Wrolstad, 2003; He ve Giusti, 2010).

Ayrıca suda çözünebilir olma özellikleri, antosiyaninlerin sulu gıda sistemlerine katılmalarını kolaylaştırmaktadır. Antioksidan aktivitelerinin yüksek olması nedeniyle antosiyaninler ve antosiyanince zengin olan ürünler ilgi odağı haline gelmiştir. Karadut, içerdiği fenolik bileşikler nedeniyle yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olmasının yanı sıra yüksek düzeyde antosiyanin içermesi nedeniyle gıda boyası ve antioksidan katkı maddesi olarak kullanım için son derece uygun bir kaynaktır.

4.2.Sığır Eti Köftelerinin Kimyasal Kompozisyonu

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama başlangıcında tespit edilen kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama başlangıcında tespit edilen kimyasal kompozisyonu

Muamele	Bileşim (%)				
	Nem	Protein	Kül	Yağ	
Aerobik	Kontrol	59.75±0.52	15.85±0.43	1.97±0.05	18.08±0.17
	% 0.1	59.60±0.18	15.69±0.43	1.96±0.04	18.24±0.16
	% 0.2	59.47±0.83	15.60±0.37	1.95±0.13	18.08±0.33
	% 0.4	59.60±0.46	15.10±0.12	2.00±0.07	18.04±0.02
Vakum	Kontrol	58.92±0.37	16.00±0.10	1.95±0.01	17.96±0.08
	% 0.1	59.77±0.38	15.63±0.10	1.98±0.06	18.10±0.21
	% 0.2	59.50±0.34	15.54±0.01	1.97±0.06	17.93±0.24
	% 0.4	59.64±0.32	15.55±0.15	2.01±0.01	17.50±0.49

Depolama başlangıcında belirlenen nem, protein, kül ve yağ miktarları aerobik ambalajlanmış köfte örnekleri için sırasıyla % 59.47-59.75, % 15.10-15.85, % 1.95-2.00 ve % 18.04-18.24 arasında değişmiştir. Vakum ambalajlama yapılmış sığır köfteleri için bu değerler sırasıyla % 58.92-59.77, % 15.54-16.00, % 1.95-2.01 ve % 17.50-18.10 olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçları, köfte örneklerinin nem, protein, kül ve yağ miktarlarına, ambalajlama yöntemi ve ekstrakt muamelesinin etkisinin önemli olmadığını ($p>0.05$) göstermiştir.

Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonuna ait bulgular Ergezer, (2013) tarafından enginar atıklarından elde edilen ekstrakt ilaveli köftelerde tespit edilen bulgular ile benzerlik göstermiştir. Örneklerin nem miktarları TSE Çiğ Köfte Standardı'nda izin verilen maksimum % 65 nem miktarı değerinden düşük bulunmuştur (Anonim, 1992). Sığır eti köftelerinin yağ miktarı Özdemir, (2013) tarafından nar kabuğu ekstraktı ilaveli köftelerde ve Işıkçı, (2014) tarafından maviyemiş ekstraktı ilaveli köftelerde tespit edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu durum yöntemde belirtildiği gibi köfte gruplarının yağ miktarı % 20'ye ayarlandığından dolayı beklenen bir sonuçtur. TS 10581 Köfte Standardı'nda nem miktarının en çok % 65, toplam yağ miktarının en çok % 25, protein miktarının en az % 12 olabileceği belirtilmiştir (Anonim, 1992). Bu değerler dikkate alındığında hem aerobik olarak hem de vakum uygulanarak ambalajlanmış kontrol ve liyofilize karadut su ekstraktı (LKSE) ilaveli köftelerin kimyasal kompozisyonunun standartlara uygun olduğu görülmektedir.

4.3. Sığır Eti Köftelerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.3.1. pH

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin depolama süresince tespit edilen pH değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. İki farklı yöntemle paketlenmiş ve farklı oranlarda liyofilize karadut su ekstraktı ile muamele edilmiş sığır eti köftelerinin pH değeri 4°C'de 15 gün depolama süresi boyunca değişim göstermiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin pH değerinin 0. günde 5.49-5.75, 3. günde 5.49-5.87, 6.günde 5.55-5.87, 9. günde 5.66-6.24, 12.günde 5.84-6.57 ve 15.günde 5.97-6.73 arasında olduğu belirlenmiştir. Vakum ambalajlanmış örneklerin pH değeri ise 0. günde 5.48-5.74, 3. günde 5.53-5.80, 6.günde 5.22-5.74, 9. günde 5.19-5.76, 12.günde 5.18-5.59 ve 15.günde 5.25-5.54 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.3. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen pH değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	5.74	5.84	5.81	6.24	6.57	6.70	
		2	5.75	5.87	5.80	6.22	6.57	6.73	
	% 0.1	1	5.64	5.72	5.84	6.06	6.49	6.64	
		2	5.67	5.71	5.87	6.02	6.51	6.66	
	% 0.2	1	5.66	5.67	5.70	6.09	6.13	6.61	
		2	5.68	5.69	5.71	6.06	6.13	6.59	
	% 0.4	1	5.50	5.51	5.55	5.66	5.84	5.97	
		2	5.49	5.49	5.57	5.67	5.84	6.02	
	Vakum	Kontrol	1	5.74	5.76	5.70	5.76	5.59	5.52
			2	5.74	5.80	5.74	5.75	5.58	5.54
% 0.1		1	5.69	5.75	5.48	5.39	5.26	5.29	
		2	5.68	5.74	5.45	5.40	5.29	5.30	
% 0.2		1	5.56	5.63	5.22	5.19	5.18	5.25	
		2	5.59	5.65	5.24	5.20	5.19	5.26	
% 0.4		1	5.57	5.53	5.52	5.43	5.23	5.30	
		2	5.48	5.53	5.52	5.46	5.21	5.26	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamale x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin pH değeri üzerine çok önemli ($p < 0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.4. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	11.417	5592.123**
Muamele (M)	3	1.205	590.270**
Depolama Süresi (DS)	5	0.409	200.301**
A x DS	5	1.864	912.747**
M x DS	15	0.046	22.454**
Hata	96	0.002	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli * $P < 0.05$ seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde (% 0.1, % 0.2 ve % 0.4) LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama pH değeri 5.92 ± 0.37 ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 5.55 ± 0.21 olarak % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama pH değeri 6.15 ± 0.39 olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 5.67 ± 0.19 ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 5.68 ± 0.10 ve 5.34 ± 0.19 ile kontrol ve % 0.2 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	Aerobik		Vakum		Aerobik+Vakum	
	N	pH Değeri	N	pH Değeri	N	pH Değeri
Kontrol	24	6.15 ± 0.39^a	48	5.68 ± 0.10^a	48	5.92 ± 0.37^a
% 0.1	24	6.07 ± 0.39^b	48	5.47 ± 0.18^b	48	5.77 ± 0.43^b
% 0.2	24	5.98 ± 0.34^c	48	5.34 ± 0.19^d	48	5.66 ± 0.42^c
% 0.4	24	5.67 ± 0.19^d	48	5.42 ± 0.13^c	48	5.55 ± 0.21^d

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Çizelge 4.6’da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ($p<0.05$) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 5.63 ± 0.09 olan pH değeri 15 günlük depolama sonunda 5.91 ± 0.63 ’a yükselmiştir. En fazla artış ise kontrol grubunda meydana gelmiştir. pH’daki artış, muhtemelen kontrol grubunda hem proteolitik aktiviteleri yüksek olan *Pseudomonas*’ların hem de *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinin daha iyi gelişmesinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Nitekim, depolama periyodunda görülen bu tip bir pH artışının, *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter* gibi gram-negatif bakterilerin gelişimine bağlı olarak metabolitlerin birikiminden kaynaklandığı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Singh ve ark., 2014; Alinezhad, 2015). Bakteriler, depolanmış

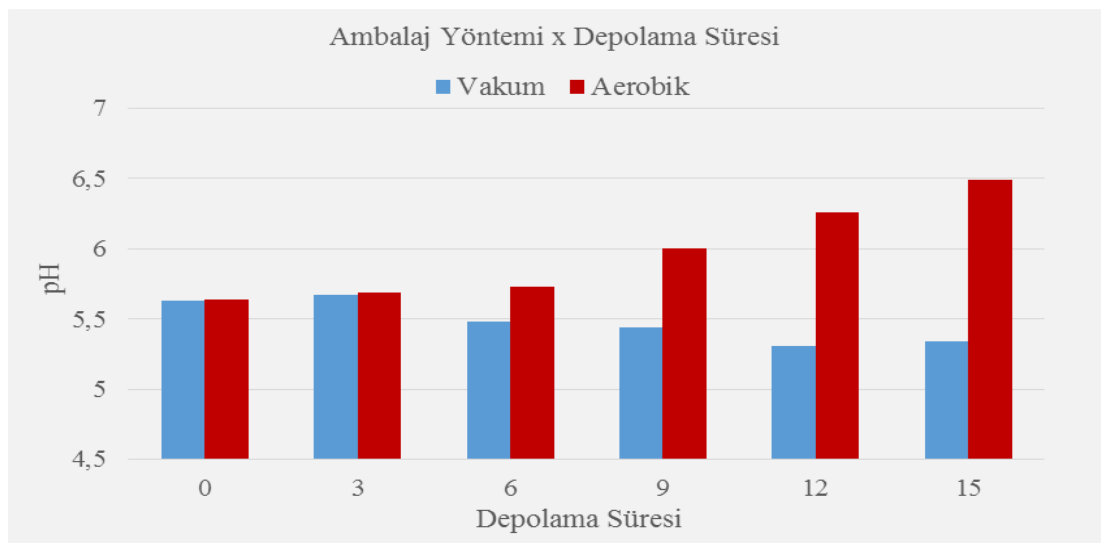
glikoz tükenince proteinlerin parçalanması sırasında serbest bırakılan amino asitlerden yararlanır ve amino asit bozunumunun bir ürünü olarak amonyak birikimi sonucu pH yükselmektedir (İbrahim ve ark., 2011).

Çizelge 4.6. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik +Vakum
		pH Değeri	pH Değeri		pH Değeri
0	16	5.64±0.10 ^f	5.63±0.10 ^b	32	5.63±0.09 ^e
3	16	5.69±0.13 ^e	5.67±0.10 ^a	32	5.68±0.12 ^d
6	16	5.73±0.12 ^d	5.48±0.18 ^c	32	5.61±0.20 ^f
9	16	6.00±0.22 ^c	5.44±0.21 ^d	32	5.72±0.35 ^c
12	16	6.26±0.31 ^b	5.31±0.16 ^f	32	5.79±0.54 ^b
15	16	6.49±0.30 ^a	5.34±0.12 ^e	32	5.91±0.63 ^a

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

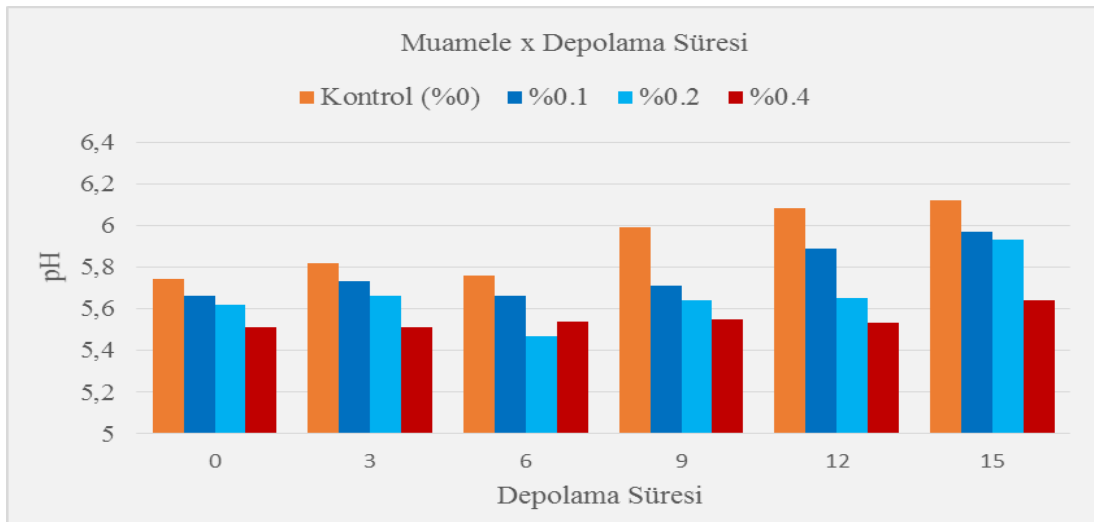
Köftelerin pH değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 5.64±0.10 olan pH değeri 15 günlük depolama sonunda 6.49±0.30’a yükselmiştir. En fazla artış ise kontrol grubunda meydana gelmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 5.63±0.10 olan pH değeri depolamanın 15. gününde 5.34±0.12’ye düşmüştür (Çizelge 4.6).



Şekil 4.1. Köfte örneklerinin pH değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Araştırmamıza paralel olarak Mastromatteo ve ark., (2009), paketleme atmosferine bağlı olarak hindi, tavuk ve devekuşu kanatlı etlerinin karışımı ile hazırlanan köftelerin depolama başlangıcında 5.69 olan pH değerinin 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde artarak 5.85 olduğunu, vakum ambalajlanmış örneklerde ise 5.59'a kadar azaldığını belirlemiştir. Depolama süresi boyunca et ve et ürünlerinin pH değeri ürün özellikleri, ambalajlama yöntemleri ve depolama sıcaklıklarından etkilenmektedir. Depolama esnasında vakum ambalajlı ürünlerde laktik asit bakterilerinin sayısında artış olduğu ve bu durumun da karbonhidratların çoğunlukla laktik asit olan organik asitlere parçalanması sonucu laktik asit birikimine ve ardından pH'da bir düşüşe neden olduğu belirtilmektedir (Karpińska-Tymoszczyk, 2007; Kumar ve ark., 2007).

Şekil 4.2'de köftelerin pH değeri üzerine çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksyonu verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 5.74 ± 0.01 olan pH değeri 6. günden itibaren sürekli artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 6.12 ± 0.64 'e yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin pH değeri de depolamanın 6.gününden itibaren artış göstermiş depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 5.97, 5.93 ve 5.64 olarak kontrol grubuna göre daha düşük değerler almıştır. LKSE ilaveli sığır köftelerinde pH değerlerinin kontrol grubuna göre düşük olması liyofilize karadut su ekstraktının pH değerinin ortalama 3.94 olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 4.2. Köfte örneklerinin pH değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi

Bazı doğal bitki ekstraktlarının kuzu eti üzerine antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada depolama başlangıcında, kontrolün ve test edilen tüm numunelerin pH'sı 5.92 iken kontrol örnekleri genel olarak depolama süresince diğer numunelerden daha yüksek pH değerleri göstermiştir. Kontrolün ve doğal antioksidan ekstraktları içeren kuzu eti köftelerinin pH değerleri 9 gün depolama periyodu boyunca kademeli olarak artış göstermiş, depolamanın 9. gününde kontrol numunenin pH değeri 6.29, zencefil, jojoba, jatrofa ve ginseng ekstraktları ile muamale edilen köftelerin pH değeri ise sırasıyla 6.19, 6.16, 6.14 ve 6.13 olarak belirlenmiştir (İbrahim ve ark., 2011).

4.3.2. Tiyobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS)

TBARS yöntemi, lipit oksidasyon derecesini belirlemek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. TBARS, peroksitlerin aldehitlere ve ketonlara okside olduğu otooksidasyonun ikinci aşaması sırasında üretilmektedir (Kim ve ark., 2013b).

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen TBARS değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. TBARS değerleri depolamanın 0. gününde aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 0.35-0.47 mg MDA/kg, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 0.27-0.37 mg MDA/kg arasında değişmiştir.

Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere depolamanın 15. gününde aerobik ambalajlanmış köftelerde en yüksek TBARS değeri 4.71 mg MDA/kg ile kontrol grubunda, en düşük değer ise 2.95 mg MDA/kg ile % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen köfte örneklerinde belirlenmiştir. Vakum ambalajlama uygulanmış örneklerde ise depolamanın 15. gününde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 0.95 mg MDA/kg ve 0.51 mg MDA/kg ile kontrol ve % 0.4 LKSE ilave edilen grupta tespit edilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere depolama süresi boyunca sığır köftelerinin TBARS değerleri artış göstermiştir. En fazla artış ise kontrol grubunda meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TBARS (mg MDA/kg köfte) değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	0.47	0.88	1.87	3.09	4.23	4.49	
		2	0.40	0.91	1.75	3.32	3.97	4.71	
	% 0.1	1	0.46	0.87	1.49	2.53	3.75	4.17	
		2	0.36	0.82	1.55	2.59	3.54	4.06	
	% 0.2	1	0.40	0.53	0.88	1.82	2.80	3.76	
		2	0.35	0.50	1.04	1.82	2.91	3.61	
	% 0.4	1	0.36	0.48	0.82	0.93	1.98	3.04	
		2	0.38	0.45	0.76	1.00	1.86	2.95	
	Vakum	Kontrol	1	0.37	0.57	0.60	0.74	0.82	0.95
			2	0.36	0.51	0.58	0.70	0.76	0.82
% 0.1		1	0.35	0.42	0.44	0.59	0.61	0.66	
		2	0.30	0.44	0.48	0.55	0.61	0.65	
% 0.2		1	0.30	0.38	0.43	0.44	0.59	0.60	
		2	0.32	0.36	0.42	0.47	0.57	0.62	
% 0.4		1	0.27	0.33	0.38	0.41	0.44	0.55	
		2	0.31	0.32	0.36	0.37	0.50	0.51	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine çok önemli ($p < 0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.8. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	95.175	10960.672**
Muamele (M)	3	5.126	590.351**
Depolama Süresi (DS)	5	18.103	2084.811**
A x DS	5	12.528	1442.746**
M x DS	15	0.372	42.889**
Hata	96	0.009	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.9'de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama TBARS değeri 1.58 ± 1.47 mg MDA/kg olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 0.82 ± 0.79 mg MDA/kg ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere sığır eti köftelerine ilave edilen LKSE seviyesine bağlı olarak lipit oksidasyonu geciktirilebilir. LKSE 'nin lipit oksidasyonu üzerindeki önleyici etkisi, fenolik bileşikler ve antioksidan aktiviteye katkıda bulunan diğer biyokimyasal bileşiklerden (antosiyantinler, organik asitler vs.) kaynaklanabilir. Antosiyantin ekstraktlarının gıdalara yalnızca çekici renk özellikleri kazandırmadığı, aynı zamanda yüksek radikal giderici kapasitelerinden dolayı oksidatif kararlılığı artırmada da etkili olduğu bilinmektedir. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama TBARS değeri 2.51 ± 1.61 mg MDA/kg ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 1.25 ± 0.95 mg MDA/kg olarak % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde bulunmuştur ($p < 0.05$). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 0.65 ± 0.18 ve 0.40 ± 0.09 mg MDA/kg ile kontrol ve % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.9. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik+Vakum
		TBARS (mg MDA/kg)	TBARS (mg MDA/kg)		TBARS (mg MDA/kg)
Kontrol	24	2.51 ± 1.61^a	0.65 ± 0.18^a	48	1.58 ± 1.47^a
% 0.1	24	2.18 ± 1.41^b	0.51 ± 0.13^b	48	1.35 ± 1.30^b
% 0.2	24	1.70 ± 1.25^c	0.46 ± 0.12^c	48	1.08 ± 1.08^c
% 0.4	24	1.25 ± 0.95^d	0.40 ± 0.09^d	48	0.82 ± 0.79^d

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.10'da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ($p<0.05$) verilmiştir. Bu sonuçlara göre, TBARS değerleri depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 0.36 ± 0.07 mg MDA/kg olan TBARS değeri 15 günlük depolama sonunda 2.26 ± 1.67 mg MDA/kg'a yükselmiştir.

Çizelge 4.10. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

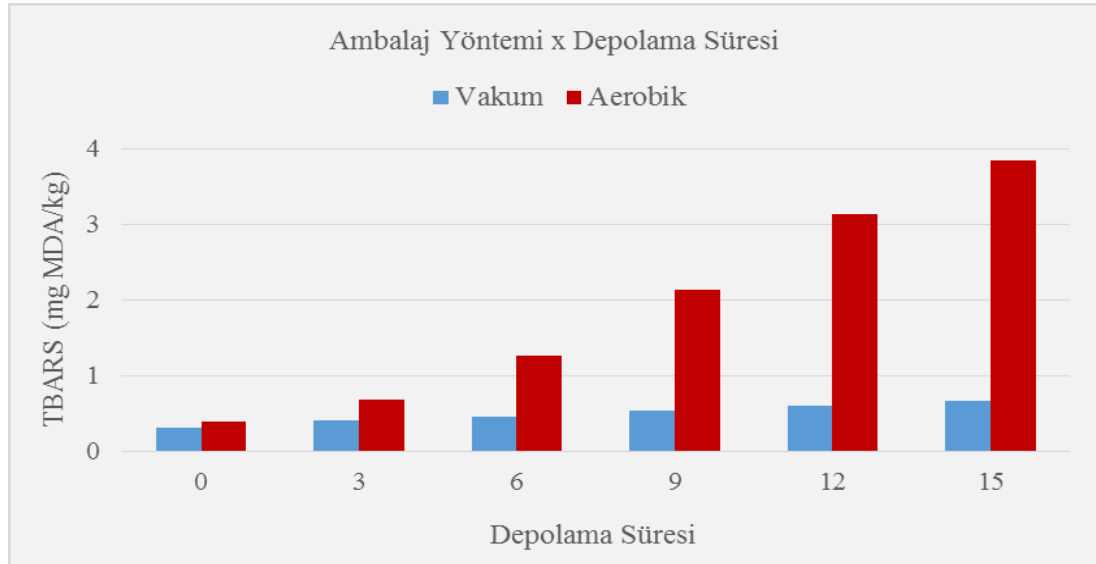
Depolama Süresi(gün)	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik +Vakum
		TBARS (mg MDA/kg)	TBARS (mg MDA/kg)		TBARS (mg MDA/kg)
0	16	0.40 ± 0.07^f	0.32 ± 0.04^f	32	0.36 ± 0.07^f
3	16	0.68 ± 0.21^e	0.42 ± 0.09^e	32	0.55 ± 0.21^e
6	16	1.27 ± 0.44^d	0.46 ± 0.09^d	32	0.87 ± 0.52^d
9	16	2.14 ± 0.87^c	0.53 ± 0.14^c	32	1.34 ± 1.02^c
12	16	3.13 ± 0.87^b	0.61 ± 0.13^b	32	1.87 ± 1.42^b
15	16	3.85 ± 0.63^a	0.67 ± 0.15^a	32	2.26 ± 1.67^a

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Meyveler, özellikle de dutsu meyvelerin, esas olarak çeşitlendirilmiş bileşimlerinin antioksidan aktivitesinden kaynaklanan farmakolojik ve biyokimyasal özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Son zamanlarda, bazı meyve ekstraktları çeşitli et ürünlerine lipid oksidasyonunun inhibitörleri olarak ilave edilmiştir (Jia ve ark., 2012). Ganhão ve ark., (2010), yaptıkları bir çalışmada; çilek, alıç, yaban gülü ve böğürtlen gibi yabani meyve ekstraktlarının $2\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 12 gün depolanan çığ domuz eti köftelerinde lipid oksidasyonuna karşı kayda değer antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir. Vaithyanathan ve ark., (2011), nar meyve suyu fenoliklerinin, tavuk göğüs kasının TBARS değerlerini $4\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 28 gün boyunca azalttığını tespit etmiştir. Beyaz üzüm ekstraktı, $4\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 9 gün depolamada sığır eti köftelerinde TBARS değerlerini inhibe etmiştir (Jongberg ve ark., 2011). Fenolik maddelerce zengin yeşil yapraklı sebzelerin 12 gün boyunca depolanan sığır köfteleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, fatsia ve chamnamul ekstrakt ilaveli grubun (% 0.1) başlangıçtaki 0.383 ve 0.414 mg MDA/kg olan TBARS değerleri, 0.984 ve 1.110 mg MDA/kg'a kadar yükselmiştir. % 0.5'lik bir konsantrasyonda fatsia ve chamnamul

ekstraktları bulunan örneklerde ise TBARS seviyesi sırasıyla, kg köfte başına 0.247 ve 0.406 mg MDA'dan 0.389 ve 0.474 mg MDA'ya kadar hafif artış göstermiştir (Kim ve ark., 2013b).

Köftelerin TBARS değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 0.40 ± 0.07 mg MDA/kg olan TBARS değeri 15 günlük depolama sonunda 3.85 ± 0.63 mg MDA/kg'a yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 0.32 ± 0.04 mg MDA/kg olan TBARS değeri 15 günlük depolama sonunda 0.67 ± 0.15 mg MDA/kg'a yükselmiştir (Çizelge 4.10). Aerobik olarak ambalajlanan köfteler, vakum ambalajlanarak muhafaza edilen örneklere göre oldukça yüksek ortalama değer göstermiştir. Ockerman, (1976), et ürünlerinde 1 mg/kg'dan yüksek MDA konsantrasyonu olması durumunda etin kokmuş olarak kabul edileceğini belirtmiştir. Elde edilen bulgular, aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında belirlenen TBARS değerlerinin depolamanın 6. gününden itibaren taze et ürünleri için 1 mg MDA/kg eşik değerinin üzerinde belirlenmesine rağmen vakum ambalajlanmış örneklerde 15 günlük depolama periyodu boyunca 1 mg MDA/kg sınır değerinin altında değerler tespit edildiğini göstermiştir.

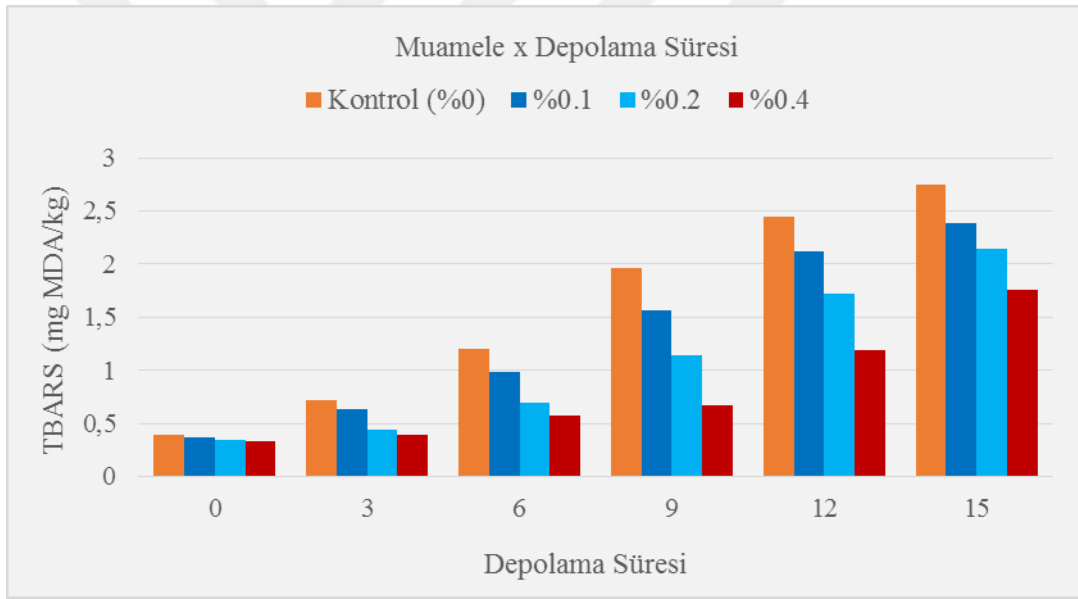


Şekil 4.3. Köfte örneklerinin TBARS değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Vakum ambalajlamada oksijen muhtevasını hariç tutmak veya sınırlandırmak oksidasyonu azaltmış ve böylece sığır eti köftelerinde daha düşük TBARS değerleri tespit edilmiştir. Altuntaş, (2012), vakum ve MAP ile paketlenmiş örneklerde, aerobik pakenlenmiş örneklere göre depolama süresince lipid oksidasyonun önemli düzeyde azaldığını bildirmiştir. Vakum ve MAP şartlarında adaçayı, sodyum eritorbat ve karışımlarının hindi köftelerin kalitesi üzerine yapılan çalışmada, tüm katkı maddelerinin, lipid oksidasyonunu vakum ambalajlanmış örneklerde MAP örneklerine göre daha yüksek düzeyde inhibe ettiği ve bu etkinin depolama süresine bağlı olduğu belirtilmiştir. Vakum paketlenmiş hindi köfteler modifiye atmosfer ambalajlılarla karşılaştırıldığında daha düşük MDA miktarı ve daha az değişimi gözlenmiştir (Karpínska-Tymoszczyk, 2010).

Köftelerin TBARS değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksiyonuna ait Şekil 4.4'de verilmiştir. Depolama süresi arttıkça tüm sığır köftelerinde lipid oksidasyon seviyeleri yükselmiş, en fazla artış ise kontrol grubu köftelerde meydana gelmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 0.40 ± 0.06 mg MDA/kg olan TBARS değeri depolama süresince sürekli artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 2.75 ± 1.99 mg MDA/kg'a yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin TBARS değeri de depolama boyunca artış göstermiş depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 2.38 ± 1.85 , 2.15 ± 1.65 ve 1.76 ± 1.32 olarak kontrol grubuna göre daha düşük değerler almıştır. Tüm muamele gruplarında taze et ürünleri için 1 mg MDA/kg eşik değeri dikkate alındığında kontrol köftelerin depolamanın 6. gününde, % 0.1 ve % 0.2 LKSE ilaveli köftelerin 9. günde, % 0.4 LKSE ilaveli köftelerin ise 12. günden itibaren bu sınır değeri aştığı sonucuna varılabilir (Çizelge 4.11). Bu sonuçlara göre, LKSE ilaveli sığır eti köfteleri depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha yüksek lipid oksidasyonu stabilitesi göstermiştir. Elde edilen bulgulara paralel olarak Liu ve ark., (2015), tarafından yapılan araştırmada BHA (30 mg/kg) ile çay kateşini, E vitamini, üzüm çekirdeği ekstraktı ve karnozin olmak üzere herbirinden 300 mg/kg olmak üzere dört doğal antioksidanın 4 °C'de 8 gün depolanan çiğ sığır köftelerinde 8. günde lipid oksidasyonunu inhibisyon oranı sırasıyla % 34.03, % 20.0, % 14.30, % 11.60 ve % 13.40 olarak tespit edilmiştir.

Kim ve ark., (2013c), % 0.5 konsantrasyonda butterbur (*Petasites japonicus*) etanol ekstraktının, 12 gün boyunca depolama sırasında sığır eti köftelerinde lipit oksidasyonuna karşı güçlü antioksidan aktivite gösterdiğini belirlemiştir. Bazı doğal bitki ekstraktlarının kuzu etleri üzerine antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada depolama başlangıcında, kontrolün TBARS değeri 0.158 mg MDA/kg, zencefil, jojoba, jatrofa ve ginseng ekstraktları ile muamele edilen örnekler için ise bu değerler sırasıyla 0.161, 0.161, 0.161 ve 0.160 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 9. gününde kontrol numunenin TBARS değeri 0.626 mg MDA/kg olarak bulunmuş, zencefil, jojoba, jatrofa ve ginseng ekstraktları ile muamele edilen köftelerin TBARS değeri ise daha az artış göstererek sırasıyla 0.436, 0.405, 0.404 ve 0.393 mg MDA/kg olarak belirlenmiştir (İbrahim ve ark., 2011).



Şekil 4.4. Köfte örneklerinin TBARS değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Mansour ve Halil, (2000), zencefil rizomları ve çemen otu ekstraktlarının, % 0.05 ve % 0.1 oranında ilavesinin 12 güne kadar soğukta muhafaza edilen sığır eti köftelerinde lipit oksidasyonunun kontrolünde etkili olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde McCarthy ve ark., (2001), çay kateşinleri (% 0.25), biberiye (% 0.10) ve adaçayı (% 0.05) ekstraktlarının domuz köftelerinde lipit oksidasyonunu azaltmada etkili olduğunu tespit etmiştir.

4.3.3. Metmiyogloblin Oranı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen % MetMb değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. MetMb değerleri depolamanın 0. gününde aerobik ambalajlama yapılmış köftelerde % 25.3-27.5, vakum ambalajlanmış köftelerde ise % 26.28-28.78 arasında değişmiştir. Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere depolamanın 15. gününde aerobik ambalajlanmış köftelerde en yüksek MetMb değeri % 72.01 ile kontrol grubunda belirlenirken en düşük değer ise % 49.25 ile % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen grupta tespit edilmiştir. Vakum ambalajlama uygulanmış örneklerde ise depolamanın 15. gününde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla % 49.68 ve % 36.59 ile kontrol ve % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen grupta belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen MetMb (%) değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	25.43	33.41	47.45	54.09	68.15	71.13	
		2	26.60	33.44	46.68	51.76	65.43	72.01	
	% 0.1	1	25.30	34.23	39.49	49.59	54.81	66.53	
		2	26.10	34.00	40.01	51.60	55.10	65.34	
	% 0.2	1	27.13	29.81	35.24	45.68	54.43	59.49	
		2	26.53	31.41	36.09	46.19	52.32	58.55	
	% 0.4	1	27.50	35.32	38.78	43.60	46.75	50.15	
		2	26.02	34.85	38.41	44.54	45.92	49.25	
	Vakum	Kontrol	1	26.28	31.01	34.56	39.47	45.34	49.23
			2	28.78	34.31	33.40	38.71	45.83	49.68
% 0.1		1	28.03	33.71	38.86	34.89	35.38	39.61	
		2	28.10	36.51	38.15	35.12	35.63	38.44	
% 0.2		1	27.94	32.93	31.95	34.62	34.67	37.18	
		2	26.45	33.87	32.26	34.28	35.62	37.34	
% 0.4		1	27.45	29.48	30.65	33.72	36.49	38.51	
		2	27.42	30.63	30.61	34.07	36.33	36.59	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen MetMb değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksyonunun örneklerin MetMb değeri üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.12. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin MetMb değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	4247.674	1805.919**
Muamele (M)	3	524.156	222.848**
Depolama Süresi (DS)	5	2565.774	1090.851**
A x DS	5	642.370	273.107**
M x DS	15	80.151	34.077**
Hata	96	2.352	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli * $P < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.13’de kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama MetMb değeri % 43.84 ± 14.24 olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise % 36.38 ± 7.21 ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistik açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama MetMb değeri % 49.63 ± 16.79 ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise % 40.09 ± 7.89 olarak % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur. Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla % 38.05 ± 7.88 ve % 32.66 ± 3.90 ile kontrol ve % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir. Muamele grupları arasındaki ortalama değerler dikkate alındığında aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında tüm muameleler arasında önemli ($p<0.05$) farklılıklar bulunurken, vakum ambalajlanmış örneklerde % 0.2 ve % 0.4 LKSE ilavesi benzer % MetMb sonuçları göstermiş ve bu iki muamele grubu arasında istatistik açısından fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Liu ve ark., (2015) tarafından yapılan araştırmada doğal ve sentetik antioksidanlarla muamele edilen ve 4 °C'de 8 gün depolanan çiğ sığır eti köftelerinde, depolama başlangıcında kontrol örnekler için MetMb değeri % 3.92, çay kateşini ilaveli köfteler için % 7.85, üzüm çekirdeği ekstraktı ilaveli köfteler için % 8.58 olarak bulunmuş, 8 gün depolama sonunda bu değerler sırasıyla % 38.91, % 36.46 ve % 27.35 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, üzüm çekirdeği ekstraktı ve çay kateşini ekstraktı ilavesi depolama süresi boyunca köftelerin kırmızılık değerini kontrole kıyasla daha fazla korurken MetMb oluşumunu ise kontrole kıyasla önemli derecede geciktirmiştir (Liu ve ark., 2015). Snchez-Escalante ve ark., (2003a), modifiye atmosferde paketlenmiş ve 2 °C'de muhafaza edilen sığır eti köftelerine öğütülmüş tatlı ve acı biber ilavesinin hem miyogloblin hem de lipit oksidasyonunu geciktirdiğini ve önemli ölçüde inhibe ettiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Snchez-Escalante ve ark., (2001), 20 gün depolama süresi sonunda biberiye tozu (% 0.1) ve askorbik asit (% 0.05) içeren sığır eti köftelerinde metmiyogloblin oluşumunun daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.13. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan oklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik		Aerobik+Vakum	
		Metmiyogloblin (%)	Metmiyogloblin (%)	N	Metmiyogloblin (%)
Kontrol	24	49.63±16.79 ^a	38.05±7.88 ^a	48	43.84±14.24 ^a
% 0.1	24	45.18±13.80 ^b	35.20±3.91 ^b	48	40.19±11.23 ^b
% 0.2	24	41.90±12.13 ^c	33.26±3.37 ^c	48	37.58±9.83 ^c
% 0.4	24	40.09±7.89 ^d	32.66±3.90 ^c	48	36.38±7.21 ^d

^{a,b}Aynı stnda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.14'da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan oklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama % 26.94±1.28 olan MetMb değeri 15 gün depolama süresi sonunda % 51.19±12.67'ye yükselmiştir. Bu sonuçlara göre depolama süresi ilerledikçe MetMb değerleri artış göstermiştir.

Depolanan ette metmiyogloblin oluşumu, lipid oksidasyonunu ve renk kaybının göstergesidir. Primer ve sekonder lipid oksidasyon ürünleri metmiyogloblin birikimi ile ilişkilendirilmiştir (Faustman ve ark., 2010; Singh ve ark., 2014). Depolama süresince perakende etlerdeki renk değişimi, kas pigmentlerinin oksidasyonunun (MbO₂'den MetMb'ye) ve kas içi yağda, kas arası yağda ve/veya membran fosfolipitlerde meydana gelen lipid oksidasyonunun bir sonucudur. Bu iki oksidasyon tipinin yakından ilişkili olduğu ve benzer süreçten kaynaklandığı, bu nedenle, sığır etinin parlak kırmızı renginin daha uzun süre muhafazası için hem pigment hem de lipid oksidasyonunun önlenmesi veya geciktirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Sánchez-Escalante ve ark., 2011).

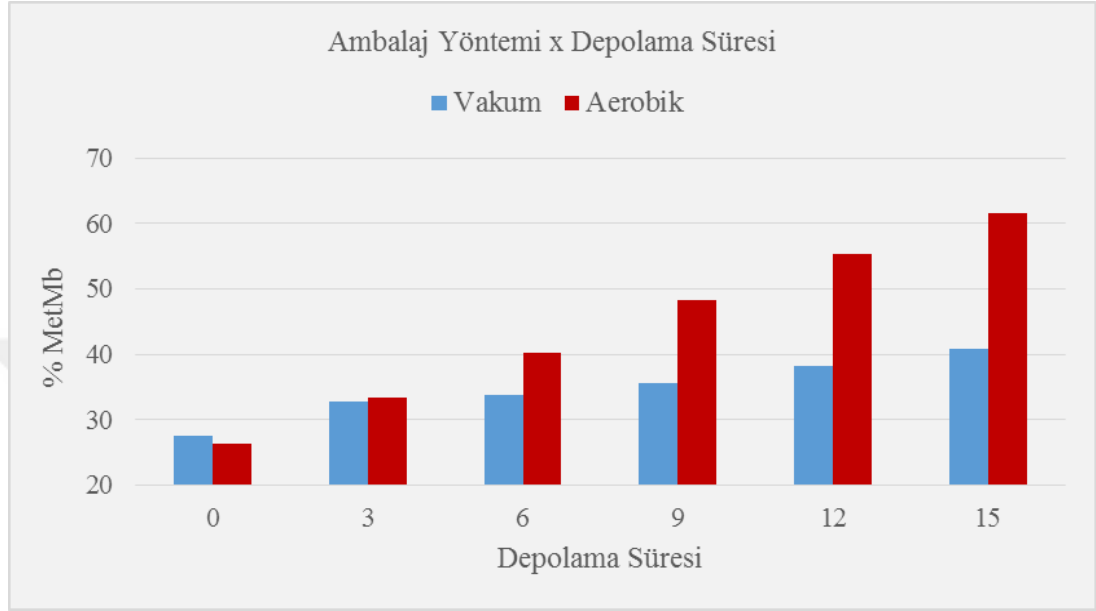
Çizelge 4.14. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen MetMb değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik +Vakum	
	N	MetMb (%)	MetMb (%)	N	MetMb (%)	
0	16	26.32±0.98 ^f	27.56±1.28 ^e	32	26.94±1.28 ^f	
3	16	33.31±1.93 ^e	32.81±2.50 ^d	32	33.06±2.21 ^e	
6	16	40.27±4.46 ^d	33.80±3.25 ^d	32	37.04±5.05 ^d	
9	16	48.38±3.97 ^c	35.61±2.41 ^c	32	41.99±7.25 ^c	
12	16	55.36±7.74 ^b	38.16±4.64 ^b	32	46.76±10.76 ^b	
15	16	61.55±8.56 ^a	40.82±5.40 ^a	32	51.19±12.67 ^a	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Şekil 4.5'de köftelerin MetMb değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama % 26.32±0.98 olan MetMb değeri 15 günlük depolama sonunda ortalama % 61.55±8.56'ya yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama % 27.56±1.28 olan MetMb değeri 15 günlük depolama sonunda % 40.82±5.40'a yükselmiştir (Çizelge 4.14). Metmiyogloblin içeriğinin, özellikle tüketici kabulü dikkate alındığında, % 40'tan fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir (Kim ve ark., 2013a). Elde edilen bulgulara göre 15 günlük depolama periyodu boyunca aerobik olarak ambalajlanmış köftelerde depolamanın 6. gününden itibaren tüketiciler tarafından etin reddedilmesine neden olan % 40 sınır değerinin üstünde MetMb

değerleri belirlenirken, vakum ambalajlanmış örneklere ait MetMb değerlerinin ise yalnızca 15. günde bu sınır değeri aştığı görülmüştür. Aerobik olarak ambalajlanan örnekler vakum ambalajlanarak muhafaza edilen örneklere göre MetMb değerleri açısından oldukça yüksek ortalama değer göstermiştir.

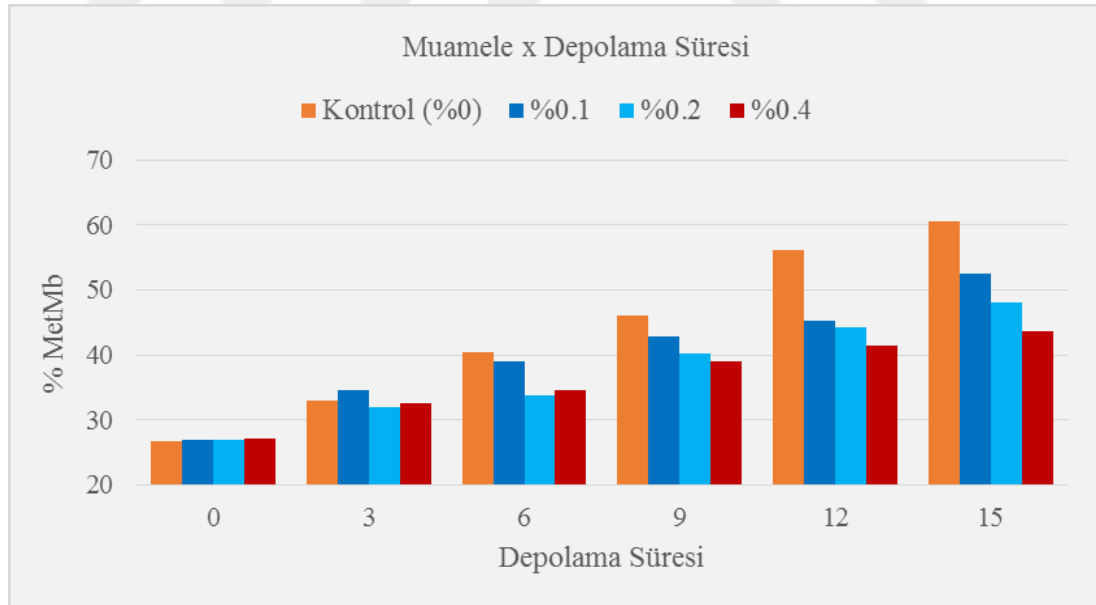


Şekil 4.5. Köfte örneklerinin MetMb değerleri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Köftelerin MetMb değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksiyonuna ait Şekil 4.6'de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere depolama süresi arttıkça tüm sığır köftelerinde metmiyoglobulin seviyeleri yükselmiş, ekstrakt ile muamele edilen köftelerde MetMb oranı kontrol gruplarına göre daha az artış göstermiştir. En fazla artış ise kontrol grubunda meydana gelmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 26.77 ± 1.62 olan MetMb değeri depolama süresi boyunca devamlı artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 60.51 ± 11.90 'a yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin % MetMb değerleri de depolama süresi boyunca artış göstererek 15. günde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 52.48 ± 14.44 , 48.14 ± 11.77 ve 43.63 ± 6.68 ile kontrol grubuna göre daha düşük değerler aldığı tespit edilmiştir. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında, % 40 eşik değeri dikkate alındığında kontrol grubu köftelerin depolamanın 6. gününde, % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE ilaveli köftelerin ise 9. günden itibaren bu sınır değeri aştığı görülmüştür. Vakum ambalajlanmış örneklerde ise 15 günlük depolama periyodu boyunca yalnızca

kontrol grubunda 12. günden itibaren % 40 sınır değerinin üstünde MetMb değerleri belirlenmiş, LKSE ilaveli tüm köfte gruplarında sınır değerinin altında değerler tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Bu sonuçlar dikkate alındığında sığır eti köftelerine LKSE ilavesi, fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri sayesinde lipid ve pigment oksidasyonunu inhibe ederek metmiyoglobin oluşumunu geciktirebilir ve sığır eti köftelerini renk kaybına karşı koruyabilir. Fenolik bileşikler çoğunlukla sitoplazmada mevcut olduğu bilinen, suda çözünebilen bir protein olan miyoglobin ile doğrudan etkileşime imkân tanıyan suda çözünür bileşiklerdir (Kim ve ark., 2013b). Nitekim Suman ve ark., (2010), metmiyoglobin oluşumu ve lipid oksidasyonunun sentetik ve doğal antioksidanların ilavesiyle engellenebileceğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Sánchez-Escalante ve ark., (2003c), % 0.02 ve % 0.1 oranında kekik ekstraktı ilave ettikleri ve modifiye atmosferde paketledikleri sığır köftelerinde ekstrakt konsantrasyonu arttıkça daha düşük metmiyoglobin oluşumu gözlemlendiğini, % 0.02 ve % 0.1 oranında kekik ekstraktının metmiyoglobin oluşumunu sırasıyla 4 ve 8 gün kadar geciktirdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.6. Köfte örneklerinin MetMb değerleri üzerine muamele × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.3.4. Renk Değerleri

4.3.4.1. L* Değeri

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen L* değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin L* değerleri depolama başlangıcında 34.42-36.89, 3.günde 34.60-35.47, 6.günde 32.34-34.11, 9.günde 32.83-35.52, 12.günde 33.22-36.02 ve 15.günde 33.76-35.68 arasında değişim gösterirken vakum ambalajlanmış örneklerin L* değeri ise depolama başlangıcında 33.87-37.15, 3.günde 35.06-37.65, 6.günde 35.25-36.67, 9.günde 34.88-36.06, 12.günde 33.04-35.94 ve 15.günde 33.91-36.65 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.15. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen L* değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	36.89	34.88	33.90	35.19	33.69	34.00	
		2	36.58	34.77	34.11	35.52	34.83	35.25	
	% 0.1	1	35.95	35.47	33.62	34.88	36.02	34.42	
		2	35.51	34.60	33.89	33.84	35.84	35.68	
	% 0.2	1	34.42	35.11	32.56	33.41	33.48	34.02	
		2	34.64	35.36	32.34	32.83	33.22	33.76	
	% 0.4	1	35.52	34.88	33.68	33.19	34.53	34.56	
		2	35.72	35.07	33.85	33.56	33.45	34.30	
	Vakum	Kontrol	1	37.15	35.41	36.67	36.06	35.61	35.56
			2	37.00	35.06	36.50	35.72	35.79	35.69
		% 0.1	1	35.43	36.55	35.84	34.90	33.04	33.91
			2	35.15	37.65	35.35	34.88	34.25	35.13
% 0.2		1	34.38	36.20	35.25	34.89	34.48	34.79	
		2	33.87	36.25	35.29	34.99	35.94	36.00	
% 0.4		1	35.24	36.09	36.11	35.02	33.14	35.43	
		2	35.13	36.46	36.16	35.57	33.39	36.65	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin L* değeri üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.16. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	82.159	146.067**
Muamele (M)	3	17.484	31.085**
Depolama Süresi (DS)	5	15.616	27.763**
A x DS	5	14.163	25.180**
M x DS	15	4.891	8.696**
Hata	288	0.562	-
Genel	384	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin L* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama L* değeri 35.49±1.19 ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 34.47±1.24 olarak % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (p<0.05) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama L* değeri 34.98±1.07 olarak % 0.1 LKSE ilaveli köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 33.75±1.12 ile % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur (p<0.05). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 36.02±0.69 ve 35.18±1.29 ile kontrol köfteler ile % 0.1 LKSE ilaveli köftelerde tespit edilmiş (p<0.05), LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz (p<0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin L* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	Aerobik+Vakum	
		L*	L*	N	L*
Kontrol	24	34.97±1.24 ^a	36.02±0.69 ^a	48	35.49±1.19 ^a
% 0.1	24	34.98±1.07 ^a	35.18±1.29 ^b	48	35.07±1.24 ^b
% 0.2	24	33.75±1.12 ^c	35.19±0.81 ^b	48	34.47±1.24 ^d
% 0.4	24	34.36±1.08 ^b	35.37±1.12 ^b	48	34.86±1.27 ^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

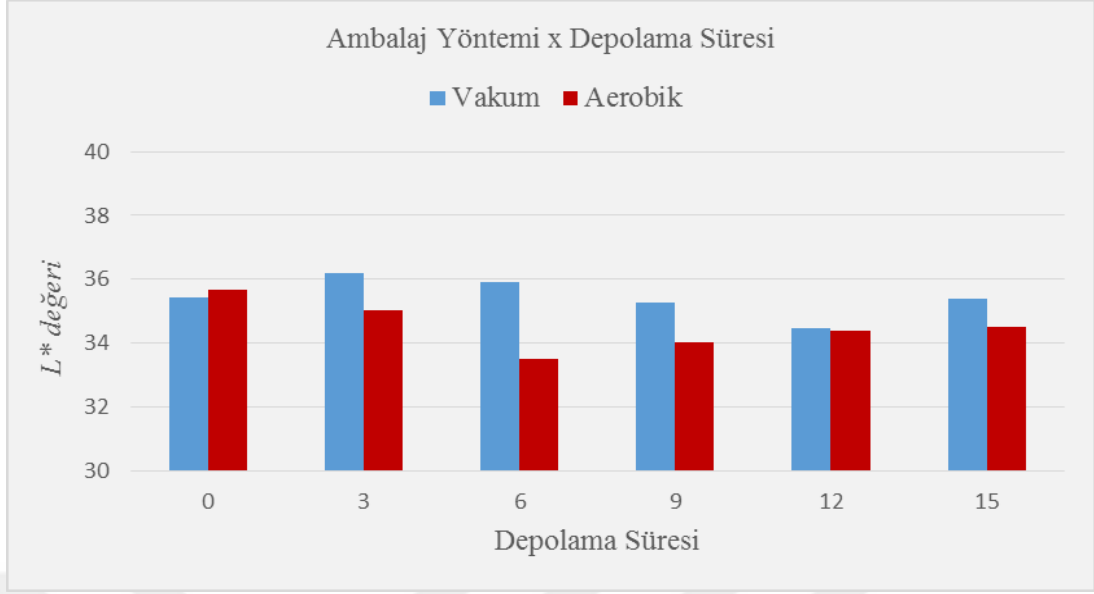
Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince L* değerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) Çizelge 4.18’de verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 35.54±1.16 olan L* değeri 15 günlük depolama sonunda fazla değişim göstermeyerek 34.95±1.02 olarak belirlenmiştir. Vargas-Sánchez ve ark., (2014) tarafından 2 °C’de 8 gün buzdolabında depolama esnasında PVC ile kaplanmış sığır köftelerinde propolis ekstraktının etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında kontrol örnekler için L* değeri 45.6 ve ticari olmayan propolis ekstraktları için 45.7 iken 8 gün depolama sonunda bu değerler azalarak sırasıyla 43.0 ve 45.6’ya kadar düşmüştür.

Çizelge 4.18. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik +Vakum	
	N	L*	L*	N	L*	
0	16	35.65±1.12 ^a	35.42±1.15 ^b	32	35.54±1.16 ^a	
3	16	35.01±0.63 ^b	36.21±0.96 ^a	32	35.61±1.10 ^a	
6	16	33.49±0.84 ^c	35.90±0.64 ^a	32	34.69±1.47 ^{bc}	
9	16	34.03±1.15 ^d	35.25±0.51 ^b	32	34.64±1.15 ^{cd}	
12	16	34.38±1.12 ^{cd}	34.46±1.23 ^c	32	34.42±1.32 ^d	
15	16	34.50±0.96 ^c	35.40±0.81 ^b	32	34.95±1.02 ^b	

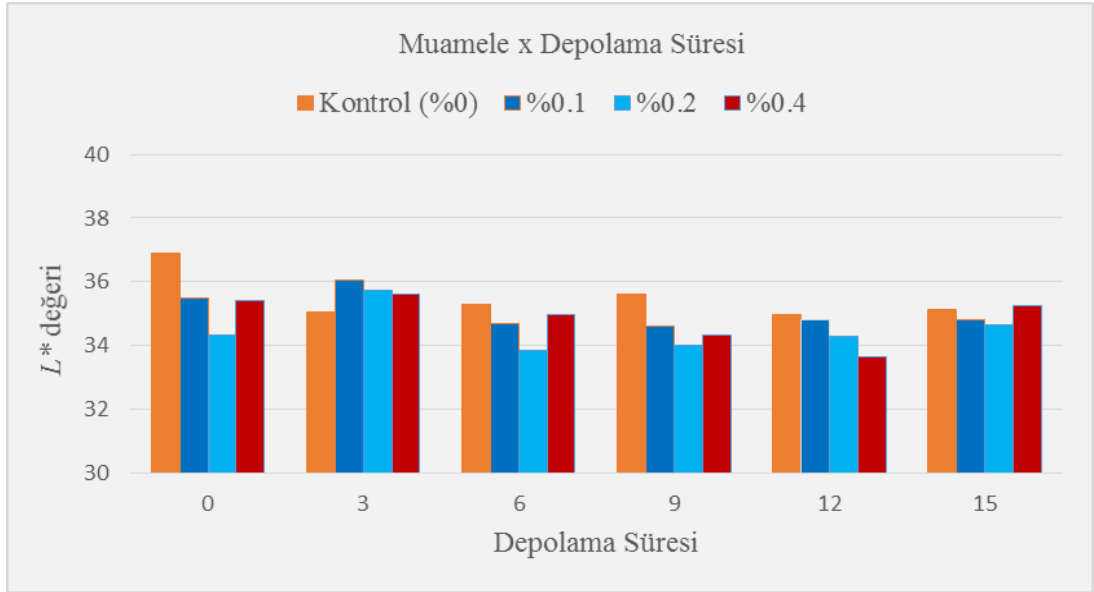
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Köftelerin L* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 35.66±1.22 olan L* değeri depolamanın 6. gününe kadar azalarak 33.49±0.84 olarak belirlenmiş, 6.günün ardından ise artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 34.50±0.96’ya yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 35.42±1.15 olan L* değeri 15 günlük depolama sonunda 35.40±0.81 olarak belirlenmiş, depolamanın başlangıç ve sonunda tespit edilen L* değerleri arasında fark (p>0.05) bulunamamıştır (Çizelge 4.18).



Şekil 4.7. Köfte örneklerinin L* değeri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Köftelerin L* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksiyonuna ait Şekil 4.8’de verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 36.91 ± 1.02 olan L* değeri 15 günlük depolama sonunda 35.12 ± 0.84 olarak belirlenmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin L* değeri de depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 34.79 ± 0.88 , 34.64 ± 1.13 ve 35.23 ± 1.17 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Köfte örneklerinin L* değeri üzerine muamele × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.3.4.2. a* Değeri

Et ve et ürünlerinde kırmızılık (a*) değeri et oksidasyonunu değerlendirmede en önemli renk parametresi olup kırmızılıktaki azalma, et ürününü tüketiciler tarafından kabul edilemez kılmaktadır. Etin kırmızılığı, tüketicilerin görsel çekiciliğini etkileyen önemli bir faktör olduğundan, etin renk yoğunluğu üzerindeki çalışmalar çoğunlukla a* değerleri üzerine odaklanmıştır (Kim ve ark., 2013c). Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen a* değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin a* değerleri depolama başlangıcında 18.17-19.90, 3.günde 16.33-18.36, 6.günde 16.30-17.84, 9.günde 12.76-16.67, 12.günde 11.97-15.01 ve 15.günde 11.55-14.28 arasında değişim gösterirken, vakum ambalajlanmış örneklerin a* değeri ise depolama başlangıcında 16.85-19.32, 3.günde 16.51-18.63, 6.günde 15.66-18.33, 9.günde 12.91-17.49, 12.günde 13.17-16.72 ve 15.günde 12.64-16.91 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.19. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen a* değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	18.17	16.61	16.30	15.50	14.68	11.97	
		2	18.37	16.33	16.41	14.62	13.46	11.55	
	% 0.1	1	19.79	17.56	17.37	16.36	14.60	14.28	
		2	19.31	17.01	17.00	15.89	14.18	13.56	
	% 0.2	1	19.29	18.36	17.84	16.67	14.93	14.11	
		2	19.90	17.95	17.18	16.47	15.01	14.13	
	% 0.4	1	19.21	16.91	16.92	12.76	11.97	12.76	
		2	19.83	16.94	16.67	13.25	12.76	13.34	
	Vakum	Kontrol	1	17.11	16.51	15.66	13.30	15.41	12.64
			2	16.85	16.52	16.19	12.91	15.60	13.48
% 0.1		1	18.79	18.41	17.59	16.38	16.72	15.10	
		2	18.86	18.56	17.33	16.80	16.66	16.03	
% 0.2		1	19.05	18.63	17.87	17.49	16.55	15.97	
		2	19.29	18.55	18.33	17.36	15.95	16.91	
% 0.4		1	19.32	16.96	16.25	15.59	13.17	15.61	
		2	18.83	17.19	15.85	14.96	13.90	16.42	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin a* değeri üzerine çok önemli (p<0.01) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.20. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	34.171	55.936**
Muamele (M)	3	84.870	138.929**
Depolama Süresi (DS)	5	201.735	330.231**
A x DS	5	17.041	27.896**
M x DS	15	7.379	12.078**
Hata	288	0.611	-
Genel	384	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde (% 0.1, % 0.2, % 0.4) LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin a* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama a* değeri 17.27±1.73 olarak % 0.2 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde, en düşük ortalama değer ise 15.26±1.96 ile kontrol grubu örneklerinde örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin a* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	Aerobik+Vakum	
		a*	a*	N	a*
Kontrol	24	15.33±2.19 ^c	15.18±1.62 ^d	48	15.26±1.96 ^d
% 0.1	24	16.41±2.01 ^b	17.27±1.22 ^b	48	16.84±1.82 ^b
% 0.2	24	16.97±2.02 ^a	17.66±1.16 ^a	48	17.27±1.73 ^a
% 0.4	24	15.28±2.71 ^c	16.17±1.80 ^c	48	15.72±2.36 ^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama a* değeri 16.97±2.02 ile % 0.2 LKSE ilaveli köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 15.28±2.71 olarak % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur (p<0.05). Aerobik ambalajlanmış köftelerde kontrol gurubu ile % 0.4 LKSE ilaveli köftelerin a* değeri arasında istatistik açısından fark bulunamamıştır (p>0.05). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 17.66±1.16 ve 15.18±1.62 ile % 0.2 LKSE ilaveli köfteler ile kontrol grubu örneklerde tespit edilmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.22’de depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde karadut liyofilize su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin a* değerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 18.87±1.11 olan a* değeri 15 günlük depolama sonunda 14.24±1.79 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen a* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	Aerobik	Vakum	Aerobik +Vakum	
		a*	a*	N	a*
0	16	19.25±0.98 ^a	18.51±0.98 ^a	32	18.87±1.11 ^a
3	16	17.29±0.84 ^b	17.67±0.94 ^b	32	17.44±0.96 ^b
6	16	16.99±0.67 ^b	16.89±1.01 ^c	32	16.92±0.97 ^c
9	16	15.29±1.63 ^c	15.60±1.73 ^d	32	15.44±1.78 ^d
12	16	13.99±1.13 ^e	15.50±1.32 ^{de}	32	14.72±1.53 ^f
15	16	13.18±0.99 ^f	15.27±1.51 ^e	32	14.24±1.79 ^e

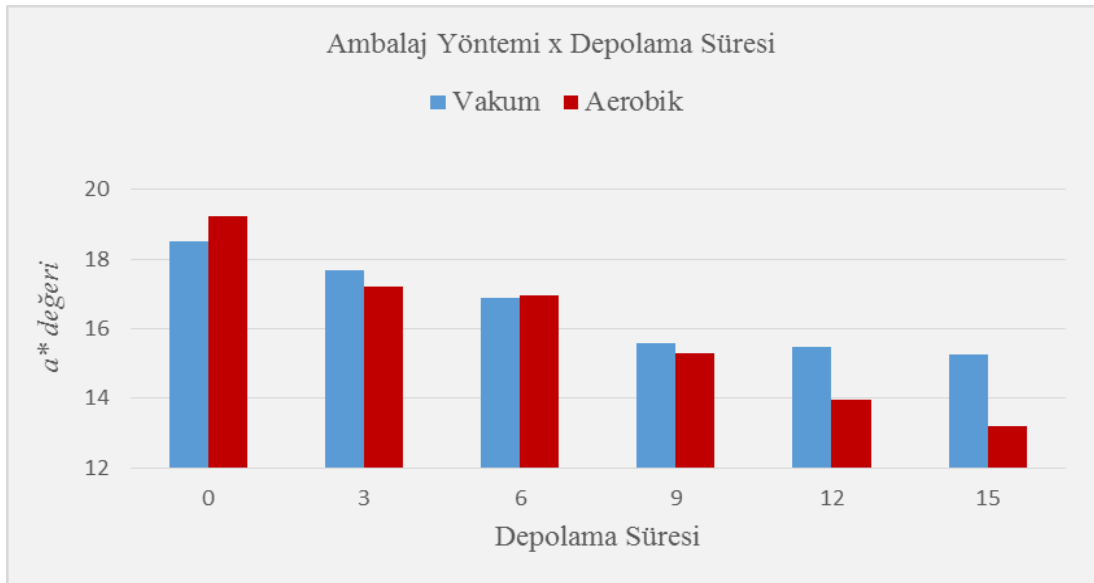
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Çizelgeden de görüldüğü üzere tüm numunelerde, kırmızılık (a*) değeri depolama süresi ilerledikçe azalmış, ancak kontrol örneklerin kırmızılık kaybı çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. Kırmızılık (a*) değerlerindeki azalma, esas olarak kıyma sığır eti renginden ve köfte örneklerine ilave edilen LKSE renginden kaynaklanan kırmızı rengin kayıplarını göstermektedir. Depolama sırasında a* değerlerindeki azalma miyoglobinin oksidasyonu sonucu oksimiyoglobinin metmiyoglobine dönüşmesinden de kaynaklanmaktadır.

Liu ve ark., (2015), yürüttükleri bir çalışmada, BHA (30 mg/kg) ile E vitamini, karnozin, üzüm çekirdeği ekstraktı ve çay kateşini olmak üzere dört doğal antioksidanın (herbirinden 300 mg/kg) 4 °C'de 8 gün depolanan çiğ sığır köftelerinde depolama sonunda karnozin ile muamele edilen numuneler en yüksek kırmızılık (a^*) değerleri göstermiştir. Üzüm çekirdeği ekstraktı ve karnozin ile yapılan muamele, diğer muamelelere kıyasla renk kaybını önemli derecede azaltmıştır. Kırmızılık (a^*) değerinin korunmasında antioksidanların etkinliği karnozin > üzüm çekirdeği ekstraktı > vitamin E > çay kateşini > BHA sıralaması şeklinde tespit edilmiştir. Vargas-Sánchez ve ark., (2014) tarafından PVC ile kaplanarak 2 °C'de 8 gün buzdolabında depolama esnasında sığır köftelerinde propolis ekstraktının etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında kontrol örnekler için a^* değeri 18.5 ve ticari olmayan propolis ekstraktı için 19.3 iken 8 gün depolama sonunda bu değerler azalma göstererek sırasıyla 10.4 ve 12.9 olarak belirlenmiştir.

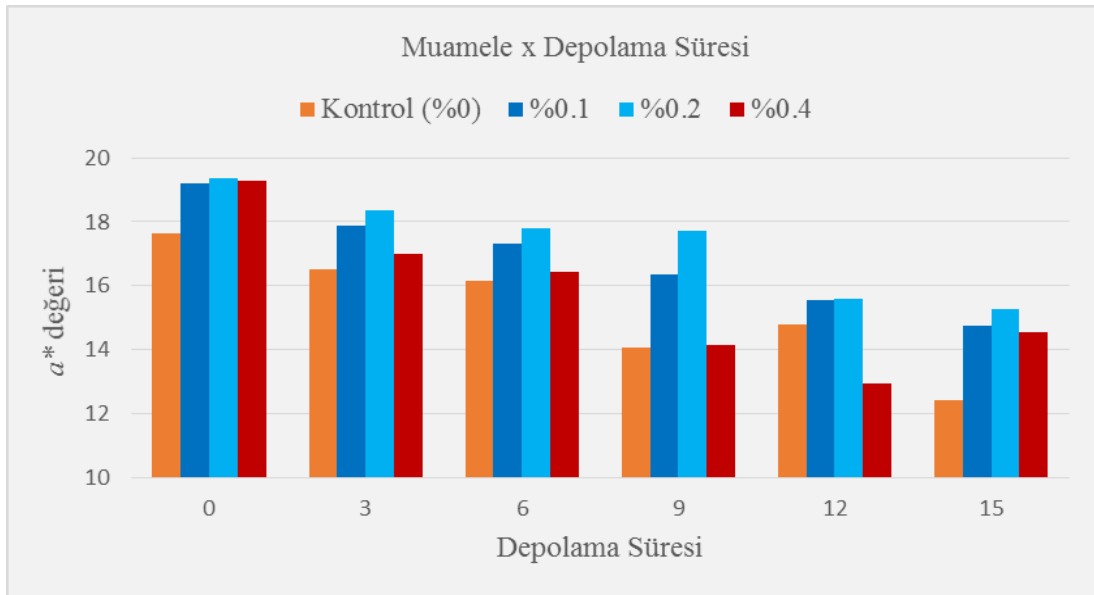
Köftelerin a^* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.9'de gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 19.25 ± 0.98 olan a^* değeri 15 günlük depolama sonunda 13.18 ± 0.99 'a düşmüştür. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 18.51 ± 0.98 olan a^* değeri 15 günlük depolama sonunda azalarak 15.27 ± 1.51 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Ambalajlama işleminin köfte rengini korumada önemli ölçüde etkili olduğu görülmektedir. Aerobik ambalajlanmış örnekler, depolama başlangıcında daha yüksek a^* değeri göstermesine rağmen depolama süresi ilerledikçe vakum ambalajlanmış örneklere kıyasla daha hızlı kırmızılık kaybına uğramış ve vakum uygulanmış köftelerde depolama sonunda yaklaşık 2 birim daha yüksek a^* değerleri tespit edilmiştir. LKSE'nin antosiyanin içeriğinden dolayı katkıda bulunduğu kırmızı renk, aerobik paketlemede yüksek oranda oksidasyon olması nedeniyle daha erken kaybolmuş olabilir. Berruga ve ark., (2005), vakumlu paketlenmiş kuzu eti örneklerinde renk kararlılığının korunduğunu ve % 20 O₂ ile paketlemenin, depolama esnasında a^* değerlerinde daha fazla azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımı ile hazırlanmış tavuk eti köftelerinin farklı ortamlardaki (vakum, hava, MAP₁:% 80 O₂/ % 20 CO₂ ve MAP₂: % 5 O₂/ % 65 N₂/ % 30 CO₂) özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında aerobik ve MAP₁ ambalajlanmış örnekler için a* değeri 18.9 olarak belirlenmişken MAP₂ ve vakum ambalajlanmış örnekler için başlangıç kırmızılık değeri sırasıyla 17.8 ve 18.0 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 8. gününde bu değerler aerobik, MAP₁, MAP₂ ve vakum ambalajlanmış köfteler için sırasıyla 13.8, 8.3, 12.0 ve 15.6 olarak belirlenmiş, depolama sonunda en yüksek a* değeri vakum ambalajlanmış köftelerde tespit edilmiştir. Araştırmacılar, aerobik ve MAP₁'de ambalajlanmış köfteler için oksimiyoglobin oksidasyonundan kaynaklanan kırmızılık kaybının, etin yüksek pH'sının (6.0) etkisiyle beklenen bir sonuç olduğunu, daha yüksek pH değerlerinde mitokondriyal enzim sistemlerinin (sitokrom, süksinat ve piruvat malat oksidaz) faaliyetlerine devam ettiğini ve mevcut oksijeni kullanma becerisine sahip olduğunu, yüksek pH'lı kasların oksijen tüketim oranının normal pH'lı kaslardan yüksek olduğunu bildirmiştir (Mastromatteo ve ark., 2009). Farklı atmosfer koşullarının sığır köftelerinin renk, oksidasyon ve mikrobiyal kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise vakum ambalajlama ile depolama süresince 14.1 olan başlangıç kırmızılık (a*) değerinin muhafaza edildiği ve % 0 veya % 1 O₂ ile ambalajlama işleminin etkisiyle ise 21 günlük depolama sonunda a* değerinin küçük bir azalma göstererek 10.0'a kadar düştüğü belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 2010).



Şekil 4.9. Köfte örneklerinin a* değeri üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Köftelerin a^* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele \times depolama süresi interaksiyonuna ait Şekil 4.10'de verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 17.62 ± 1.19 olan a^* değeri depolama süresi boyunca azalma göstererek 15.gün sonunda 12.41 ± 0.99 'a düşmüştür. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin a^* değeri de depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha az azalma göstermiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerin a^* değeri sırasıyla 14.74 ± 1.35 , 15.28 ± 1.56 ve 14.53 ± 1.76 olarak kontrol örneğine göre (12.41 ± 0.99) daha yüksek kırmızılık değeri göstermiştir. Bu sonuçlara göre sığır köftelerine LKSE ilavesinin depolama süresi boyunca kırmızılık (a^*) değerini önemli ölçüde muhafaza ettiği görülmektedir. Dolayısıyla, LKSE ilavesi etin rengini, özellikle kırmızılığı etkiler ve bu nedenle et ürününün raf ömrünü uzatmada faydalı olacağı kuşkusuzdur. Özdemir (2013) tarafından yapılan çalışmada kontrol ile % 0.01 BHT, % 0.1, % 0.2 ve % 0.3 nar kabuğu ekstraktı ilaveli köftelerde, başlangıç a^* değerleri sırasıyla 15.32, 12.84, 12.67, 13.96 ve 12.92 olarak belirlenmiş, 3. günden 9. güne kadar a^* değerlerinde azalma meydana gelmiş ve 9 günlük depolama sonunda köftelerin a^* değerleri sırasıyla 6.80, 6.25, 7.21, 6.65 ve 7.81 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacı, kırmızılık değerlerinde en fazla düşüşün, sentetik veya bitkisel madde içermeyen kontrol örneklerinde, en az düşüşün ise % 0.3 düzeyinde nar kabuğu ekstraktı içeren örneklerde gerçekleştiğini bildirmiştir.



Şekil 4.10. Köfte örneklerinin a^* değeri üzerine muamele \times depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.3.4.3. b* Değeri

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen b* değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin b* değerleri depolama başlangıcında 6.08-7.31, 3.günde 5.74-6.54, 6.günde 5.81-6.17, 9.günde 4.89-6.78, 12.günde 5.29-6.21 ve 15.günde 6.10-7.06 arasında değişim gösterirken vakum ambalajlanmış örneklerin b* değeri ise depolama başlangıcında 5.73-6.34, 3.günde 6.06-6.86, 6.günde 5.56-7.17, 9.günde 5.16-7.28, 12.günde 5.50-7.17 ve 15.günde 6.23-7.59 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.23. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen b* değerleri

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	7.23	5.78	6.11	6.78	5.98	6.41	
		2	7.31	5.74	6.17	5.80	6.21	6.64	
	% 0.1	1	6.29	6.38	6.04	6.59	6.02	6.83	
		2	6.66	6.28	6.02	6.54	6.18	7.06	
	% 0.2	1	6.35	6.54	5.81	6.13	5.56	6.10	
		2	6.08	6.20	6.03	5.92	5.75	6.29	
	% 0.4	1	6.45	6.51	6.12	4.89	5.29	6.64	
		2	6.54	6.43	5.96	5.20	5.77	6.83	
	Vakum	Kontrol	1	6.25	6.12	7.17	7.28	7.17	6.76
			2	6.34	6.06	7.09	7.12	6.96	6.53
% 0.1		1	6.00	6.64	5.85	6.04	5.66	6.54	
		2	6.14	6.86	5.97	6.29	5.84	6.71	
% 0.2		1	5.73	6.10	6.06	6.13	5.84	7.41	
		2	5.85	6.37	5.56	6.09	5.97	7.59	
% 0.4		1	6.16	6.18	7.04	5.16	5.50	6.30	
		2	6.25	6.46	7.08	5.25	5.55	6.23	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonun örneklerin b* değeri üzerine çok önemli ($p < 0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.24. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	0.983	11.960*
Muamele (M)	3	4.149	50.476**
Depolama Süresi (DS)	5	4.008	48.473**
A x DS	5	1.707	20.767**
M x DS	15	2.486	30.247**
Hata	288	0.082	-
Genel	384	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin b* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Tüm muamele grupları dikkate alındığında en yüksek ortalama b* değeri 6.54 ± 0.57 olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 6.07 ± 0.65 olarak % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre LKSE ilavesi ile köftelerin b* değerinde azalma olduğu ifade edilebilir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$), % 0.2 ve % 0.4 LKSE muamele grupları arasındaki fark ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama b* değeri 6.41 ± 0.40 olarak % 0.1 LKSE ilaveli köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 6.05 ± 0.67 ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.25. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin b* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	Aerobik+Vakum	
		b*	b*	N	b*
Kontrol	24	6.35 ± 0.58^a	6.74 ± 0.49^a	48	6.54 ± 0.57^a
% 0.1	24	6.41 ± 0.40^a	6.21 ± 0.42^b	48	6.31 ± 0.42^b
% 0.2	24	6.06 ± 0.43^b	6.22 ± 0.67^b	48	6.14 ± 0.56^c
% 0.4	24	6.05 ± 0.67^b	6.10 ± 0.65^c	48	6.07 ± 0.65^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 6.74 ± 0.49 ve 6.10 ± 0.65 ile kontrol köfteler ve % 0.4 LKSE ilaveli köfte örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0.05$).

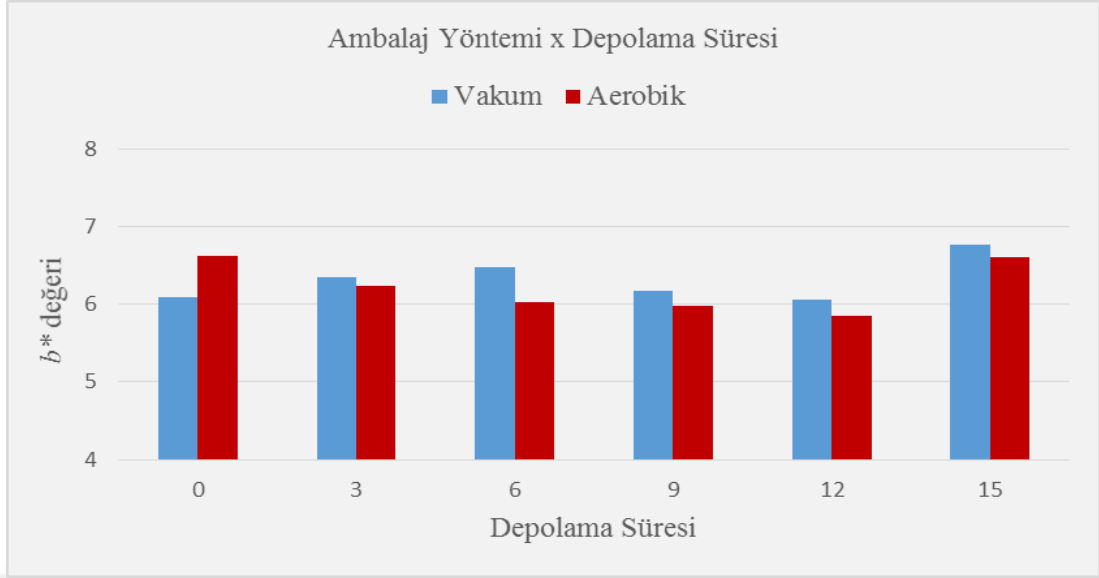
Çizelge 4.26’da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin b^* değerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ($p<0.05$) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 6.35 ± 0.46 olan b^* değeri, depolamanın 12. gününe kadar azalarak 5.95 ± 0.56 , 15 gün depolama süresi sonunda ise artış göstererek 6.68 ± 0.48 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik +Vakum	
	N	b^*	b^*	N	b^*	
0	16	6.61 ± 0.47^a	6.09 ± 0.25^d	32	6.35 ± 0.46^b	
3	16	6.23 ± 0.37^b	6.35 ± 0.32^b	32	6.29 ± 0.35^b	
6	16	6.03 ± 0.32^c	6.48 ± 0.72^c	32	6.25 ± 0.60^b	
9	16	5.98 ± 0.70^{cd}	6.17 ± 0.74^d	32	6.07 ± 0.72^c	
12	16	5.84 ± 0.41^d	6.06 ± 0.67^d	32	5.95 ± 0.56^d	
15	16	6.60 ± 0.45^a	6.76 ± 0.51^a	32	6.68 ± 0.48^a	

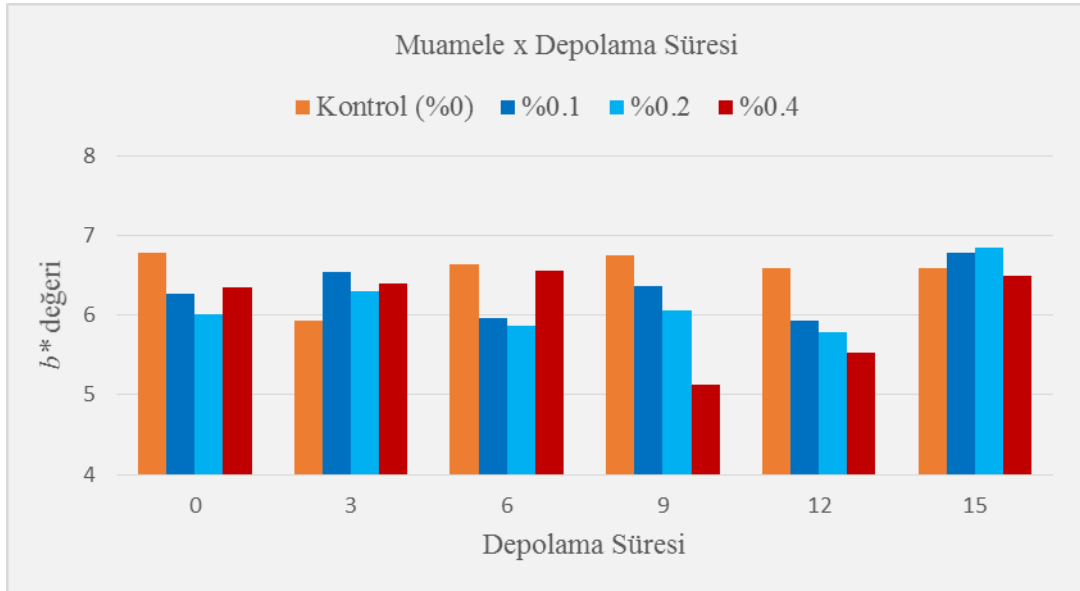
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Şekil 4.11’de köftelerin b^* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 6.61 ± 0.47 olan b^* değeri 12 gün boyunca azalma göstererek 5.84 ± 0.41 , 15 gün depolama süresi sonunda ise artarak 6.60 ± 0.45 olarak belirlenmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 6.09 ± 0.25 olan b^* değeri 15 günlük depolama sonunda 6.76 ± 0.51 ’e yükselmiştir (Çizelge 4.26). Mevcut bulgular, Mastromatteo ve ark., (2009) tarafından devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış kanatlı eti köftelerinde elde edilen sonuçlarla farklılık göstermiş, araştırmacılar depolama başlangıcında aerobik ve vakum ambalajlanmış örnekler için 9.9 olan b^* değerini 8 gün depolama sonunda sırasıyla 5.6 ve 6.1 olarak belirlemiştir.



Şekil 4.11. Köfte örneklerinin b^* değeri üzerine ambalajlama yöntemi \times depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Köftelerin b^* değeri üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele \times depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.12’de verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 6.78 ± 0.55 olan b^* değeri çok fazla değişiklik göstermeyerek 15.gün sonunda 6.58 ± 0.29 olarak belirlenmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin b^* değeri ise depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 6.79 ± 0.32 , 6.85 ± 0.75 ve 6.50 ± 0.39 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Köfte örneklerinin b^* değeri üzerine muamele \times depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen TAMB sayıları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Başlangıç TAMB sayısı, aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 3.33-3.87 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 3.27-3.60 arasında değişmiştir. Çizelge 4.27’de görüldüğü üzere sığır eti köftelerinde depolama süresi ilerledikçe toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artış göstermiştir.

Çizelge 4.27. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TAMB sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	3.63	5.91	6.30	7.20	7.92	8.30	
		2	3.64	5.52	6.33	6.86	7.90	8.48	
	% 0.1	1	3.38	5.20	6.36	6.99	7.56	8.24	
		2	3.65	5.03	6.26	7.02	7.50	8.30	
	% 0.2	1	3.54	5.53	6.21	5.81	7.47	7.96	
		2	3.87	5.25	6.35	6.05	7.51	8.02	
	% 0.4	1	3.33	5.28	6.16	6.26	7.33	7.83	
		2	3.54	4.95	6.22	6.32	7.08	7.72	
	Vakum	Kontrol	1	3.43	4.14	5.55	5.85	6.76	7.33
			2	3.58	4.76	5.65	5.89	6.50	7.24
		% 0.1	1	3.38	4.38	5.38	5.75	6.82	6.93
			2	3.60	4.31	5.00	5.91	6.50	6.94
% 0.2		1	3.27	4.47	6.11	5.68	6.52	6.84	
		2	3.49	4.20	6.35	5.54	6.22	6.94	
% 0.4		1	3.35	4.21	5.53	5.49	6.35	6.81	
		2	3.41	3.85	6.18	5.52	6.14	6.77	

Toplam aerobik mikroorganizma sayısı 10^7 ila 10^8 kob/g'ye ulaştığında et mikrobiyolojik yönden bozulmuş olarak kabul edilmektedir (Öztürk ve ark., 2010). Aerobik ambalajlanmış köftelerde mikrobiyolojik bozulma sınırı olan 10^7 kob/g dikkate alındığında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı kontrol ve % 0.1 LKSE ilaveli köftelerde depolanmanın 9. gününden sonra, % 0.2 ve % 0.4 LKSE ilaveli köftelerde ise 12. günden sonra bu sınırın üzerine çıkmıştır. Vakum ambalajlama yapılmış köfte gruplarında ise 15.gün sonunda sadece kontrol köftelerin sınır değeri aştığı, LKSE ilave edilen köfte gruplarının ise mikrobiyolojik bozulma için kabul edilen sınırın altında kaldığı tespit edilmiştir.

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen TAMB değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin TAMB değeri üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.28. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	29.493	776.598**
Muamele (M)	3	1.351	35.575**
Depolama Süresi (DS)	5	69.155	1820.998**
A x DS	5	1.148	30.237**
M x DS	15	0.223	6.637**
Hata	96	0.038	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli * $P < 0.05$ seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama TAMB sayısı 6.06 ± 1.51 log kob/g ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama sayı ise 5.65 ± 1.39 log kob/g olarak % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$), % 0.1 ve % 0.2 LKSE muamele grupları arasındaki fark ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama TAMB sayısı 6.50 ± 1.61 log kob/g olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 6.00 ± 1.46 log kob/g olarak % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur ($p<0.05$). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 5.61 ± 1.29 log kob/g ve 5.30 ± 1.25 log kob/g ile kontrol ve % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bazı doğal bitki ekstraktlarının kuzu etleri üzerine antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada depolama başlangıcında, kontrol ve zencefil, jojoba, jatrofa ve ginseng ekstraktları ile muamele edilen köfte grupları için toplam canlı bakteri sayısı 4.06 log kob/g olarak belirlenirken depolamanın 9. gününde kontrol numunenin toplam canlı sayısı 7.57

log kob/g olarak bulunmuş, zencefil, jojoba, jatrofa ve ginseng ekstraktları ile muamale edilen köftelerin toplam canlı bakteri sayıları ise daha az artış göstererek sırasıyla 4.84, 4.94, 4.96 ve 4.82 log kob/g olarak belirlenmiştir (İbrahim ve ark., 2011).

Çizelge 4.29. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik+Vakum
		TAMB sayısı (log kob/g)	TAMB sayısı (log kob/g)		TAMB sayısı (log kob/g)
Kontrol	24	6.50±1.61 ^a	5.61±1.29 ^a	48	6.06±1.51 ^a
% 0.1	24	6.29±1.62 ^b	5.41±1.26 ^{bc}	48	5.85±1.50 ^b
% 0.2	24	6.13±1.44 ^c	5.47±1.27 ^b	48	5.80±1.38 ^b
% 0.4	24	6.00±1.46 ^d	5.30±1.25 ^c	48	5.65±1.39 ^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

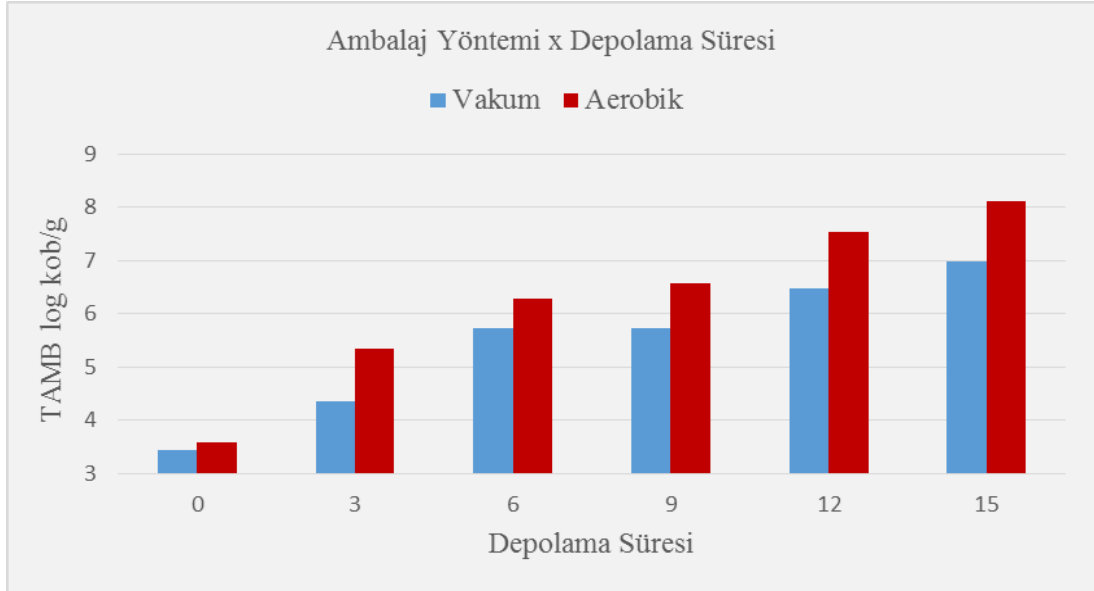
Çizelge 4.30'da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAMB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 3.51±0.19 olan TAMB sayısı 15 günlük depolama sonunda 7.54±0.63 log kob/g'ye yükselmiştir. Depolama süresi ilerledikçe toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artış göstermiştir.

Çizelge 4.30. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TAMB değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik +Vakum
		TAMB sayısı (log kob/g)	TAMB sayısı (log kob/g)		TAMB sayısı (log kob/g)
0	16	3.57±0.21 ^f	3.44±0.15 ^e	32	3.51±0.19 ^f
3	16	5.33±0.36 ^e	4.34±0.32 ^d	32	4.84±0.60 ^e
6	16	6.27±0.14 ^d	5.72±0.49 ^c	32	6.00±0.46 ^d
9	16	6.56±0.50 ^c	5.73±0.26 ^c	32	6.15±0.58 ^c
12	16	7.54±0.28 ^b	6.48±0.26 ^b	32	7.01±0.60 ^b
15	16	8.10±0.29 ^a	6.97±0.21 ^a	32	7.54±0.63 ^a

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

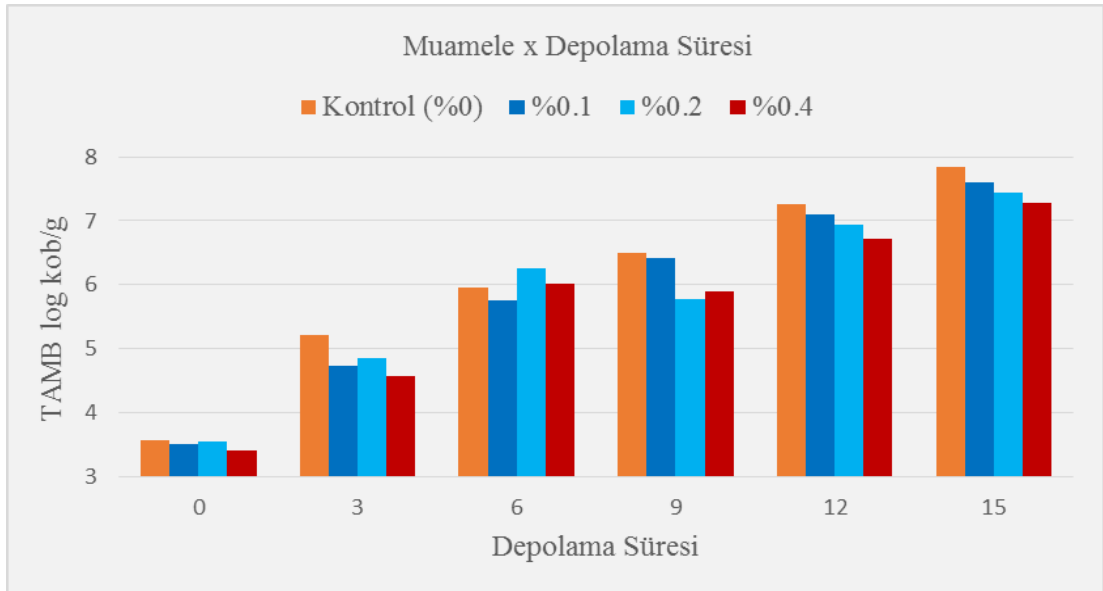
Köftelerin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksyonuna ait Şekil 4.13’de verilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 3.57 ± 0.21 log kob/g olan TAMB sayısı 15 günlük depolama sonunda 8.10 ± 0.29 log kob/g’ye yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 3.44 ± 0.15 log kob/g olan TAMB sayısı 15 günlük depolama sonunda 6.97 ± 0.21 log kob/g’ye yükselmiştir (Çizelge 4.30). Şekil 4.13’de görüldüğü üzere ambalajlama yönteminin köftelerin TAMB sayısının artışı engellemenin konusunda önemli ölçüde etkili olduğu, vakum ambalajlanmış örneklerde aerobik ambalajlanmış köftelere kıyasla daha düşük TAMB sayısı tespit edildiği görülmektedir. Elde edilen bulgular, vakum ambalajlanmış örneklerde 15 günlük depolama periyodu boyunca kontrol grubu hariç tüm köfte gruplarında etin mikrobiyolojik olarak bozulduğunun göstergesi olan 10^7 ila 10^8 kob/g’ye sınır değerinin altında değerler tespit edildiğini, LKSE ilavesi ile köftelerin TAMB sayısında azalma olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Bulgularımıza paralel olarak Altuntaş ve Turhan, (2013) tarafından yapılan çalışmada vakum ambalajlanmış sığır eti köftelerinin TAMB sayısı, aerobik paketlenmiş sığır eti köftelerinden daha düşük tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Köfte örneklerinin TAMB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi

Devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış tavuk eti köftelerinin farklı atmosfer ortamlarındaki (vakum, hava, MAP₁:% 80 O₂ /% 20 CO₂ ve MAP₂:% 5 O₂ /% 65 N₂ /% 30 CO₂) mikrobiyal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında 7.54 log kob/g olan toplam canlı bakteri sayısı 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde 8.81 log kob/g ve vakum ambalajlanmış örneklerde 7.90 log kob/g olarak belirlenmiştir. Vakum paketlenmiş numuneler için hücre yükü depolama süresi boyunca hiçbir zaman 8 log kob/g'dan daha yüksek değere ulaşmamıştır. Vakumun oksijenin kullanılabilirliğini azaltmasından dolayı etin depolanması sırasında aerobik bakteri sayısında düşüşe neden olduğu varsayılmaktadır (Mastromatteo ve ark., 2009).

Şekil 4.14'de köftelerin TAMB sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksiyonu gösterilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 3.57±0.14 log kob/g olan TAMB sayısı 15 gün depolama boyunca sürekli artış göstererek depolama sonunda 7.84±0.61 log kob/g'ye yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin TAMB sayısı da depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 7.60±0.73, 7.44±0.60 ve 7.28±0.54 log kob/g olarak kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.14. Köfte örneklerinin TAMB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Mariem ve ark., (2014) tarafından sığır eti köftelerinin muhafazasında *N. retusa* su ekstraktının etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında kontrol grubu köfteler için toplam canlı bakteri sayısı 4.36 log kob/g, % 0.5, % 0.75 ve % 1 *N.retusa* meyve ekstraktı ilaveli köfteler için 4.30, 4.32 ve 4.30 log kob/g iken depolamanın 9. gününde toplam canlı bakteri sayısı kontrol ve diğer gruplar için sırasıyla 7.72, 6.53, 6.44 ve 6.14 log kob/g olarak belirlenmiştir. Günümüzde antimikrobiyal aktiviteleri nedeniyle gıdaların korunması için bitki ekstraktları ve baharatlar gibi doğal antimikrobiyal bileşikler kullanımına olan ilgi giderek artmaktadır (Sagdic ve ark., 2011). Yiğit ve Yiğit, (2008), karadutun hem meyve hem de yapraktan elde edilen metanol ve su ekstraktlarının, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı etkili olduğunu, *E. aerogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *S. aureus* gibi bakterilere karşı spesifik bir aktivite sergilediğini tespit etmiştir. Fenolik bileşikler sadece antioksidan maddelerin temsili bir grubu olarak değil, aynı zamanda çoğu bitki ekstraktının antimikrobiyal faaliyetlerinden sorumlu olan en önemli bileşenlerinden biri olarak görülmektedir. Fenolik bileşiklerdeki -OH grupları, antioksidan ve antimikrobiyal etkiden sorumludur. Bu bitki sekonder metabolitlerinin antimikrobiyal aktivitesi, bakteriyel hücre membranlarının fonksiyonunun kesilmesi, protein ve hücre duvarına bağlanma, bakteriyel enzimlerin inaktivasyonu ve replikasyon sırasında bakteri DNA'sına interkalasyon yapılması gibi çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir (Mariem ve ark., 2014). Kim ve ark., (2013b), chamnamul (*Pimpinella brachycarpa*) ve fatsia (*Aralia elata*) ekstraktlarının çiğ sığır köftelerinde lipit oksidasyonu ve mikrobiyal kriterler üzerindeki etkilerini araştırmış, depolama başlangıcında kontrol için toplam canlı sayısı 4.96 log kob/g, % 0.5 chamnamul ve % 0.5 fatsia ekstraktı ilaveli köfteler için 4.40 ve 4.50 log kob/g iken depolamanın 12. gününde toplam canlı sayısı kontrol ve diğer gruplar için sırasıyla 7.77, 7.46 ve 6.98 log kob/g olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Gök ve Bor, (2012) tarafından zeytin yaprağı, maviyemiş ve *Zizyphus jujuba* ekstraktlarının depolama sırasında köfte kalitesine ve raf ömrüne etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tespit edilmiş, ekstrakt ilaveli gruplarda daha düşük aerobik bakteri sayıları bulunmuştur.

4.4.2. Toplam Aerobik Psikrotrofik Bakteri (TAPB) Sayısı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış, kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen TAPB sayıları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Başlangıç psikrotrofik bakteri sayısı aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 3.85-4.16 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 3.13-3.55 arasında değişmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin psikrotrofik bakteri sayıları 3.84-7.30 arasında, vakum ambalajlanmış örneklerin ise 3.13-7.36 arasında tespit edilmiştir. Çizelge 4.31’de görüldüğü üzere sığır eti köftelerinde depolama süresi ilerledikçe toplam aerobik psikrotrofik bakteri sayısı artış göstermiştir.

Çizelge 4.31. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen TAPB sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	3.92	4.46	5.17	5.79	6.53	7.30	
		2	4.16	4.49	5.14	5.96	6.78	7.12	
	% 0.1	1	4.13	4.52	5.27	5.60	6.49	6.95	
		2	4.11	4.67	5.13	5.71	6.45	7.04	
	% 0.2	1	3.89	4.44	5.02	5.53	6.44	6.79	
		2	3.85	4.51	5.17	5.52	6.46	6.76	
	% 0.4	1	4.00	4.60	4.83	5.76	6.46	6.74	
		2	3.92	4.61	5.01	5.80	6.54	6.84	
	Vakum	Kontrol	1	3.33	4.60	4.96	5.28	5.82	6.40
			2	3.55	4.74	4.91	5.48	5.87	6.46
% 0.1		1	3.37	4.54	4.70	5.22	5.59	5.92	
		2	3.44	4.59	4.73	5.28	5.53	5.98	
% 0.2		1	3.33	4.45	4.53	5.13	5.41	5.89	
		2	3.33	4.48	4.51	5.11	5.22	5.72	
% 0.4		1	3.13	4.39	4.52	5.07	5.48	5.64	
		2	3.28	4.11	4.59	4.91	5.32	5.66	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen TAPB değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir, Varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi ve ambalajlama yöntemi x depolama süresi interaksyonu örneklerin TAPB sayısı üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunurken, muamele x depolama süresi interaksyonunun ise önemli ($p<0.05$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.32. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	17.388	859.029**
Muamele (M)	3	0.919	45.403**
Depolama Süresi (DS)	5	33.306	1645.435**
A x DS	5	1.031	50.931**
M x DS	15	0.055	2.712*
Hata	96	0.020	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.33’de kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama TAPB sayısı 5.34 ± 1.08 log kob/g olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 5.05 ± 1.01 log kob/g ile % 0.4 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasında önemli derecede ($p < 0.05$) farklılık bulunurken, % 0.2 ve % 0.4 LKSE muamele grupları arasındaki fark önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama TAPB sayısı 5.57 ± 1.16 log kob/g ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama sayı ise 5.36 ± 1.05 log kob/g olarak % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur ($p < 0.05$). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 5.11 ± 0.97 log kob/g ve 4.67 ± 0.83 log kob/g ile kontrol ve % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.33. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik+Vakum
		TAPB sayısı (log kob/g)	TAPB sayısı (log kob/g)		TAPB sayısı (log kob/g)
Kontrol	24	5.57 ± 1.16^a	5.11 ± 0.97^a	48	5.34 ± 1.08^a
% 0.1	24	5.50 ± 1.03^{ab}	4.91 ± 0.85^b	48	5.20 ± 0.98^b
% 0.2	24	5.36 ± 1.05^c	4.76 ± 0.81^c	48	5.06 ± 0.98^c
% 0.4	24	5.42 ± 1.05^{bc}	4.67 ± 0.83^d	48	5.05 ± 1.01^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

Hem aerobik hem de vakum ambalajlanmış köftelerde LKSE ilaveli köftelerde kontrol grubuna göre daha düşük psikrotrofik bakteri sayısının tespit edilmiş olması, LKSE'nin psikrotrofik bakteriler üzerine etkisinin olduğunu göstermektedir. Farklı üzüm çeşitlerinden elde edilen üzüm posası ekstraktlarının sığır köftelerinin mikrobiyal kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tüm üzüm posası ekstraktlarının, psikrotrofik bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ve ekstrakt konsantrasyonundaki artışla beraber psikrotrofik bakteri sayısının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, psikrotrofik bakteriler % 10 üzüm posası ekstraktı ile muamele edilmiş köftelerde tespit edilememiştir. Üzüm posalarının antimikrobiyal etkisi ve bakteriler üzerindeki inhibisyonu, ekstraktların fenolik madde içeriklerine bağlanmıştır (Sagdic ve ark., 2011).

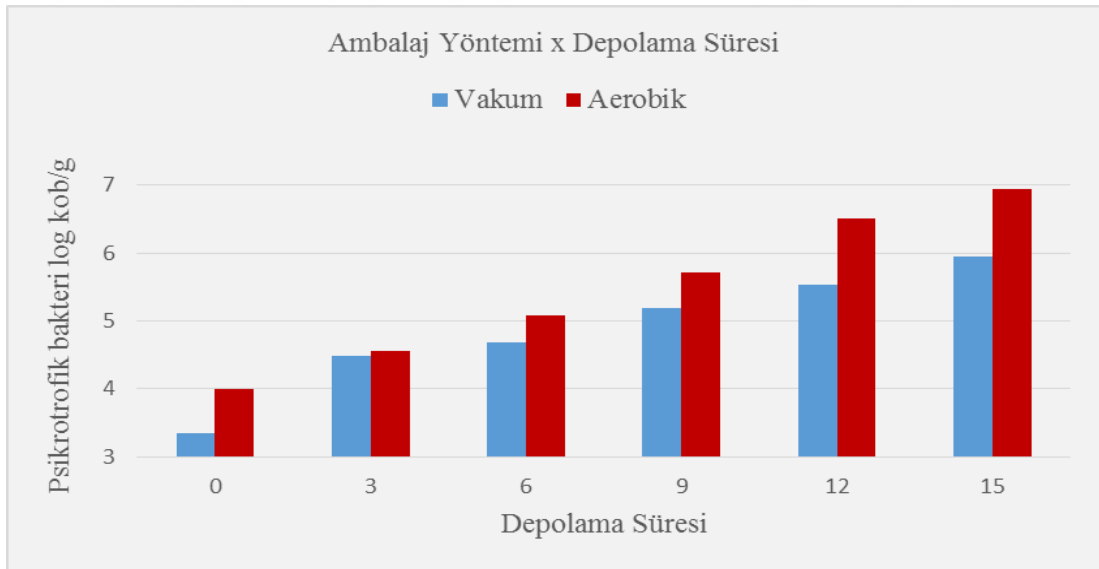
Çizelge 4.34'de depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ($p < 0.05$) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 3.67 ± 0.39 log kob/g olan TAPB sayısı 15 günlük depolama sonunda 6.45 ± 0.56 log kob/g'ye yükselmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere depolama süresi arttıkça psikrotrofik bakteri sayısı da artış göstermiştir. Soğukta muhafaza edilen vakum ambalajlanmış etlerde psikrotrofik karakterdeki laktik asit bakterileri önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle buzdolabı sıcaklığında depolanan vakum uygulanmış etlerde psikrotrofik floranın gelişmesinin önemli bir faktör olduğu göz ardı edilmemelidir (Jaberi, 2013).

Çizelge 4.34. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen TAPB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik +Vakum
		TAPB sayısı (log kob/g)	TAPB sayısı (log kob/g)		TAPB sayısı (log kob/g)
0	16	4.00 ± 0.22^f	3.34 ± 0.21^f	32	3.67 ± 0.39^f
3	16	4.54 ± 0.11^e	4.49 ± 0.19^e	32	4.51 ± 0.16^e
6	16	5.09 ± 0.16^d	4.68 ± 0.19^d	32	4.88 ± 0.27^d
9	16	5.71 ± 0.17^c	5.18 ± 0.17^c	32	5.44 ± 0.32^c
12	16	6.52 ± 0.13^b	5.53 ± 0.24^b	32	6.02 ± 0.54^b
15	16	6.94 ± 0.21^a	5.96 ± 0.31^a	32	6.45 ± 0.56^a

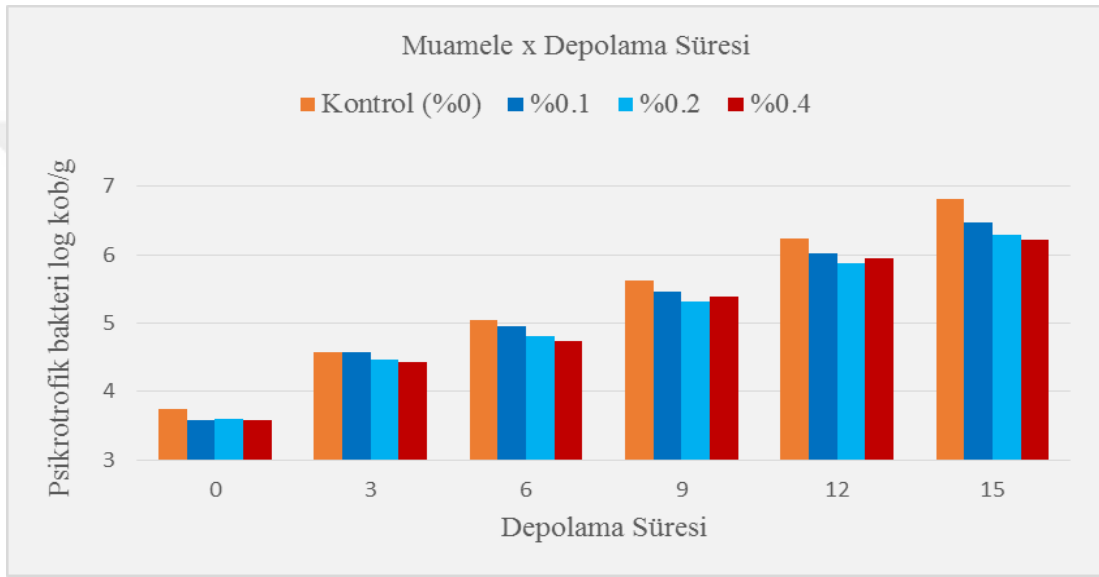
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

Köftelerin TAPB sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksyonunu ait Şekil 4.15’de gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 4.00 ± 0.22 log kob/g olan TAPB sayısı 15 günlük depolama sonunda 6.94 ± 0.21 log kob/g’ye yükselmiştir Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 3.34 ± 0.21 log kob/g olan TAPB sayısı 15 günlük depolama sonunda 5.96 ± 0.31 log kob/g’ye yükselmiştir (Çizelge 4.34). Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında vakum uygulanarak ambalajlanmış köftelere göre daha yüksek TAPB sayısı belirlenmiştir. Mevcut bulgulara paralel olarak Altuntaş ve Turhan, (2013) tarafından yapılan çalışmada vakum ambalajlanmış sığır eti köftelerinin psikrotrofik bakteri sayısı, aerobik paketlenmiş sığır eti köftelerinden düşük tespit edilmiştir. Mastromatteo ve ark., (2009) tarafından devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış kanatlı eti köftelerinin farklı atmosfer ortamlarındaki mikrobiyal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, depolama başlangıcında 7.81 log kob/g olan psikrotrofik bakteri sayısı 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde 8.20 log kob/g ve vakum ambalajlanmış örneklerde ise 8.09 log kob/g olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Köfte örneklerinin TAPB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi

Köftelerin TAPB sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksyonuna ait Şekil 4.16'da verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 3.74 ± 0.38 log kob/g olan TAPB sayısı depolama süresi boyunca artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 6.82 ± 0.42 log kob/g'ye yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin TAPB sayısı da depolama süresi boyunca artış göstererek depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 6.47 ± 0.57 , 6.29 ± 0.53 ve 6.22 ± 0.62 log kob/g olarak kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.16. Köfte örneklerinin TAPB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi

4.4.3. *Pseudomonas* Sayısı

Pseudomonas'lar taze et ürünlerinde raf ömrünü etkileyen, soğukta muhafaza sırasında en sık karşılaşılan gram (-) mutlak aerob mikroorganizmalardır. Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen *Pseudomonas* sayıları Çizelge 4.35'de verilmiştir. Başlangıç *Pseudomonas* bakteri sayısı aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 3.08-3.43 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 3.31-3.45 log kob/g arasında değişmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin *Pseudomonas* sayıları 3.08-6.99 arasında, vakum ambalajlanmış örneklerin ise 3.31-5.88 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen *Pseudomonas* sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	3.40	4.96	6.39	6.56	6.58	6.99	
		2	3.43	4.77	6.37	6.63	6.80	6.93	
	% 0.1	1	3.15	4.81	6.15	6.35	6.55	6.62	
		2	3.14	4.39	6.21	6.48	6.36	6.60	
	% 0.2	1	3.20	4.39	6.03	6.06	5.97	6.50	
		2	3.08	4.42	5.87	5.93	5.91	6.67	
	% 0.4	1	3.26	4.38	6.01	6.00	6.16	6.69	
		2	3.26	4.41	5.65	6.16	6.05	6.54	
	Vakum	Kontrol	1	3.45	4.51	5.00	5.48	5.64	5.88
			2	3.31	4.33	4.89	5.58	5.58	5.72
% 0.1		1	3.35	4.16	4.80	4.78	4.96	5.62	
		2	3.37	4.27	4.88	4.74	4.91	5.62	
% 0.2		1	3.33	4.11	4.24	4.54	4.78	5.53	
		2	3.32	4.27	4.23	5.05	5.18	5.57	
% 0.4		1	3.33	4.35	4.64	4.36	5.06	5.72	
		2	3.39	4.14	4.68	4.65	5.00	5.61	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen *Pseudomonas* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi ve ambalajlama yöntemi x depolama süresi interasyonunun *Pseudomonas* değeri üzerine çok önemli ($p < 0.01$) etkileri olurken muamele x depolama süresi interaksyonunun etkisi ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	35.544	523.012**
Muamele (M)	3	2.007	29.529**
Depolama Süresi (DS)	5	35.624	524.194**
A x DS	5	3.140	46.204**
M x DS	15	0.118	1.732 ös
Hata	96	0.068	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli, ös: $P > 0.05$ seviyesinde önemsiz

Kontrol ve % 0.1, % 0.2, % 0.4 LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Tüm muamele grupları dikkate alındığında en yüksek ortalama *Pseudomonas* sayısı 5.38±1.21 log kob/g olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 4.92±1.09 log kob/g ile % 0.2 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (p<0.05), % 0.2 ve 0.4 LKSE muamele grupları arasındaki fark ise önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama *Pseudomonas* sayısı 5.82±1.31 log kob/g ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 5.33±1.23 log kob/g olarak % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur (p<0.05). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 4.95±0.93 log kob/g ve 4.51±0.75 log kob/g ile kontrol ve % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir (p<0.05). Bulgulara paralel olarak dilimlenmiş ve vakum ambalajlanmış sığır etlerine liyofilize ısırgan otu (*Urtica Dioica* L.) su ekstraktı ilavesi ile *Pseudomonas* sayısı kontrole göre daha düşük tespit edilmiştir (Alinezhad, 2015). Alp ve Aksu, (2010) tarafından sığır kıymalarının raf ömrü üzerine *Urtica dioica* L. su ekstraktı ve MAP’in etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek *Pseudomonas* sayısı 4.63 log kob/g olarak aerobik kontrolde tespit edilirken en düşük sayı ise 2.68 log kob/g ile 250 ppm liyofilize ısırgan otu su ekstraktı+MAP’lanmış kıyma örneklerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.37. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	Aerobik		Vakum		Aerobik+Vakum	
	N	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	N	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	
Kontrol	24	5.82±1.31 ^a	4.95±0.93 ^a	48	5.38±1.21 ^a	
% 0.1	24	5.57±1.32 ^b	4.62±0.73 ^b	48	5.09±1.15 ^b	
% 0.2	24	5.33±1.23 ^c	4.51±0.75 ^b	48	4.92±1.09 ^c	
% 0.4	24	5.38±1.20 ^c	4.58±0.74 ^b	48	4.98±1.07 ^c	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.38’de depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ($p<0.05$) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 3.30 ± 0.16 log kob/g olan *Pseudomonas* sayısı 15 günlük depolama sonunda 6.18 ± 0.56 log kob/g’ye yükselmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü üzere sığır eti köftelerinde depolama süresi ilerledikçe *Pseudomonas* sayısı artış göstermiştir.

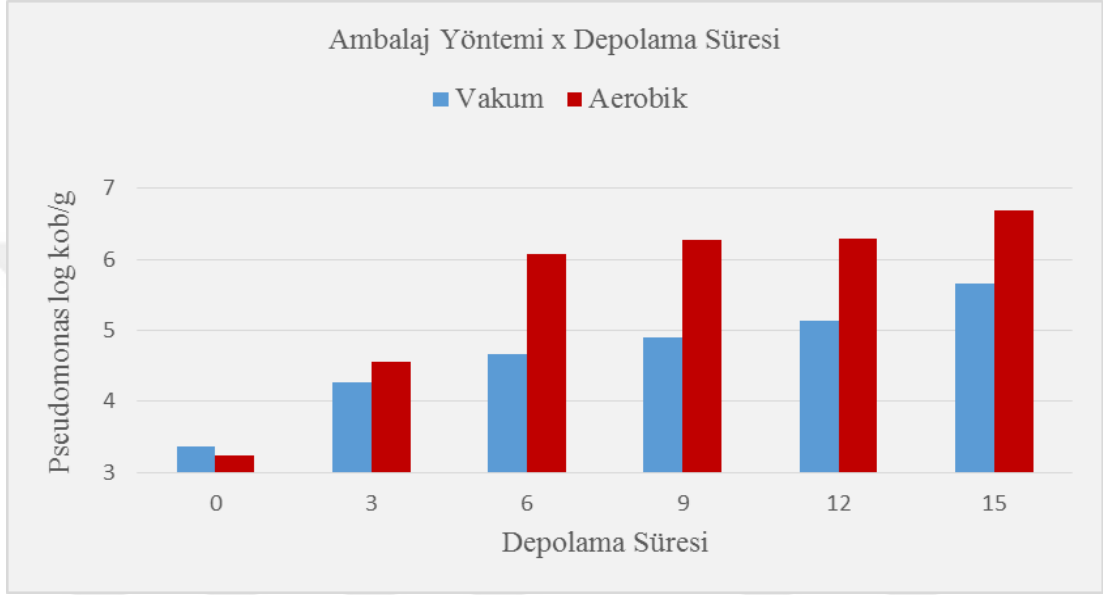
Çizelge 4.38. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik+Vakum	
	N	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	N	<i>Pseudomonas</i> sayısı (log kob/g)	
0	16	3.24 ± 0.19^e	3.36 ± 0.10^f	32	3.30 ± 0.16^f	
3	16	4.57 ± 0.27^d	4.27 ± 0.20^e	32	4.42 ± 0.28^e	
6	16	6.08 ± 0.29^c	4.67 ± 0.32^d	32	5.38 ± 0.78^d	
9	16	6.27 ± 0.30^b	4.90 ± 0.61^c	32	5.58 ± 0.84^c	
12	16	6.30 ± 0.34^b	5.14 ± 0.36^b	32	5.72 ± 0.68^b	
15	16	6.69 ± 0.22^a	5.66 ± 0.18^a	32	6.18 ± 0.56^a	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$).

Köftelerin *Pseudomonas* sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonu Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 3.24 ± 0.19 log kob/g olan *Pseudomonas* sayısı 15 günlük depolama sonunda 6.69 ± 0.22 log kob/g’ye yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 3.36 ± 0.10 log kob/g olan *Pseudomonas* sayısı 15 günlük depolama sonunda 5.66 ± 0.18 log kob/g’ye yükselmiştir (Çizelge 4.38). Devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış kanatlı eti köftelerinin farklı atmosfer ortamlarındaki mikrobiyal özelliklerinin değerlendirdikleri bir çalışmada, depolama başlangıcında 6.80 log kob/g olan *Pseudomonas spp.* sayısı 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde 8.87 log kob/g ve vakum ambalajlanmış örneklerde 7.17 log kob/g olarak belirlenmiştir (Mastromatteo ve ark., 2009). Manda kıymasının raf ömrü üzerine yapılan bir çalışmada ise vakum ambalajlanmış kıymalardaki *Pseudomonas* sayısına ait ortalama değerler modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerle göre daha düşük bulunmuştur (Jaberi, 2013).

Pseudomonas türleri, aerobik olarak depolanmış ve soğutulmuş taze etlerde başlıca bozulma yapıcı mikroorganizmalar olup hem vakum paketlenme hem de % 10-20 CO₂ konsantrasyonunda inhibe olabildiği bilinmektedir (Bingöl, 2009). Ancak bu çalışmada LKSE seviyesine bağlı olarak *Pseudomonas* bakteri sayısının azalması liyofilize karadut su ekstraktının da *Pseudomonas* bakteri inhibisyonunu sağladığını göstermektedir.



Şekil 4.17. Köfte örneklerinin *Pseudomonas* sayısı üzerine ambalajlama yöntemi× depolama süresi etkisinin etkisi

4.4.4. Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayısı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Başlangıç laktik asit bakteri sayısı aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 3.15-3.41 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 3.09-3.44 log kob/g arasında değişmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin LAB sayıları 3.15-7.27 arasında, vakum ambalajlanmış örneklerin ise 3.09-7.51 arasında tespit edilmiştir. Çizelge 4.39’da görüldüğü üzere sığır eti köftelerinde depolama süresi ilerledikçe laktik asit bakteri sayısı artış göstermiştir.

Çizelge 4.39. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen LAB sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	3.19	5.00	5.88	6.17	6.49	7.06	
		2	3.30	4.91	5.64	6.73	6.95	7.24	
	% 0.1	1	3.21	4.15	5.47	6.48	6.67	7.27	
		2	3.19	4.13	5.91	6.63	6.79	7.10	
	% 0.2	1	3.21	4.98	6.16	6.89	7.09	7.20	
		2	3.15	4.50	6.36	6.60	6.93	7.13	
	% 0.4	1	3.41	4.48	5.63	6.93	7.15	7.22	
		2	3.15	4.49	5.87	6.96	6.95	7.18	
	Vakum	Kontrol	1	3.44	4.60	5.00	5.80	6.73	7.28
			2	3.15	4.51	4.99	5.70	7.03	7.15
% 0.1		1	3.21	4.85	5.90	6.90	7.16	7.27	
		2	3.09	5.00	5.93	6.67	7.51	7.27	
% 0.2		1	3.29	5.13	5.69	7.02	7.24	7.19	
		2	3.09	4.83	6.21	6.61	7.23	7.39	
% 0.4		1	3.26	5.20	6.10	6.89	7.33	7.34	
		2	3.32	5.02	6.16	6.94	7.21	7.33	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin laktik asit bakteri sayısı üzerine çok önemli ($p < 0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.40. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	0.318	9.465**
Muamele (M)	3	1.033	30.791**
Depolama Süresi (DS)	5	76.467	2278.315**
A x DS	5	0.295	8.797**
M x DS	15	0.240	7.142**
Hata	96	0.033	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde (% 0.1, % 0.2, % 0.4) LKSE ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.41’de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama laktik asit bakteri sayısı 5.90 ± 1.48 log kob/g ile % 0.4 LKSE ilave muamele edilen örneklerde, en düşük ortalama sayı ise 5.58 ± 1.37 log kob/g olarak kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$), % 0.2 ve 0.4 LKSE muamele grupları arasındaki fark ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama LAB sayısı 5.85 ± 1.48 log kob/g olarak % 0.2 liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 5.58 ± 1.49 log kob/g ile % 0.1 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur ($p < 0.05$). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 6.01 ± 1.47 log kob/g ve 5.45 ± 1.39 log kob/g ile % 0.4 LKSE ilaveli köfteler ve kontrol grubu örneklerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Elde edilen sonuçlar sığır köftelerine LKSE ilavesinin LAB gelişimini desteklediğini göstermiştir. Bu durum liyofilize karadut su ekstraktının pH değerinin ortalama 3.94 olmasından dolayı LKSE ilave edilen köftelerde belirlenen daha düşük pH değerlerinden kaynaklanıyor olabilir. Mevcut bulgulara paralel olarak Yalınkılıç, (2009), farklı oranlarda (% 0, % 0.2 ve % 0.4) portakal lifi kullanılarak üretilen sucuklarda, ilave edilen portakal lifi seviyesi arttıkça laktik asit bakteri sayısının artış gösterdiğini, laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların % 4 portakal lifi içeren örneklerde yüksek olmasının, portakal lifinin sucuk hamurunda az da olsa pH’yı düşürerek laktik asit bakterileri için iyi bir gelişme ortamı oluşturması ve/veya portakal lifinin bakterilerin gelişmesini teşvik etmesinden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Alp, (2008), sığır kıyması üzerine liyofilize ısırgan otu su ekstraktı ve MAP’ın etkisini belirlediği çalışmada, en yüksek laktik asit bakteri sayısının 500 ppm liyofilize ısırgan otu su ekstraktı+MAP’lanmış kıyma örneklerinde belirlemiştir. Araştırmacı, doğal bir antioksidan olarak kullanılan liyofilize ısırgan otu su ekstraktının bünyesinde ihtiva ettiği antioksidan etkiye sahip bileşikler ile ortamdaki serbest oksijeni tutarak fakültatif anaerob laktik asit bakterileri için uygun koşullar sağladığını ve LAB sayısını artırdığını ileri sürmüştür.

Çizelge 4.41. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	Aerobik		Vakum		Aerobik+Vakum	
	N	LAB sayısı (log kob/g)	LAB sayısı (log kob/g)	N	LAB sayısı (log kob/g)	
Kontrol	24	5.71±1.35 ^b	5.45±1.39 ^b	48	5.58±1.37 ^c	
% 0.1	24	5.58±1.49 ^c	5.89±1.52 ^a	48	5.74±1.50 ^b	
% 0.2	24	5.85±1.48 ^a	5.91±1.50 ^a	48	5.88±1.48 ^a	
% 0.4	24	5.78±1.51 ^{ab}	6.01±1.47 ^a	48	5.90±1.48 ^a	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.42’da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde karadut liyofilize su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 3.23±0.13 log kob/g olan LAB sayısı 15 günlük depolama sonunda 7.28±0.18 log kob/g’ye yükselmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere köfte örneklerinin laktik asit bakteri sayısı depolama süresi boyunca sürekli olarak artış göstermiştir.

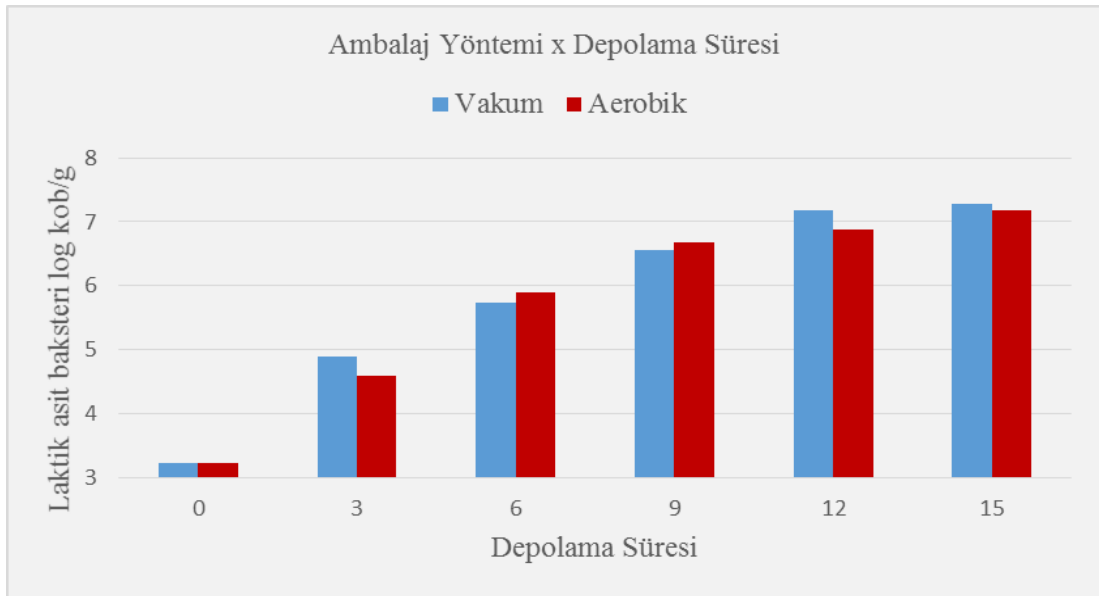
Çizelge 4.42. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen LAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik +Vakum	
	N	LAB sayısı (log kob/g)	LAB sayısı (log kob/g)	N	LAB sayısı (log kob/g)	
0	16	3.23±0.13 ^f	3.23±0.14 ^e	32	3.23±0.13 ^f	
3	16	4.58±0.37 ^e	4.89±0.29 ^d	32	4.74±0.36 ^e	
6	16	5.86±0.31 ^d	5.74±0.51 ^c	32	5.80±0.41 ^d	
9	16	6.68±0.28 ^c	6.56±0.51 ^b	32	6.62±0.41 ^c	
12	16	6.88±0.22 ^b	7.18±0.29 ^a	32	7.03±0.29 ^b	
15	16	7.17±0.15 ^a	7.27±0.19 ^a	32	7.28±0.18 ^a	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Köftelerin LAB sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksiyonuna ait Şekil 4.18’de verilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 3.23 ± 0.13 log kob/g olan LAB sayısı 15 günlük depolama sonunda 7.17 ± 0.15 log kob/g’ye yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 3.23 ± 0.14 log kob/g olan LAB sayısı 15 günlük depolama sonunda 7.27 ± 0.19 log kob/g’ye yükselmiştir (Çizelge 4.42). Santos ve ark., (2005), depolama esnasında vakum ambalajlı ürünlerde laktik asit bakterilerinin sayısında artış meydana geldiğini ve bu durumun da laktik asit birikimine ve ardından pH’da bir düşüşe neden olduğunu bildirmiştir.

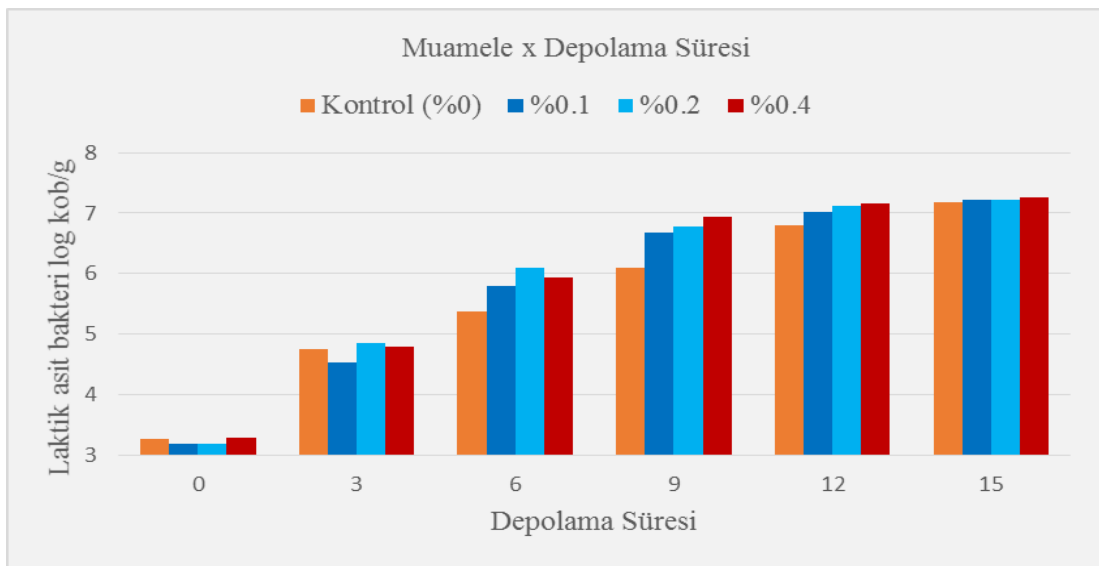
Fakültatif anaerobik bakteriler olan laktik asit bakterileri, yüksek CO₂ konsantrasyonları altında gelişebilir ve bu nedenle aerobik ambalajlanmış ve MAP uygulanmış etlerde doğal mikrofloranın önemli bir parçasıdır (Mastromatteo ve ark., 2009). Laktik asit bakterileri rekabetçi bir ortamın kurulması yoluyla hareket ederek diğer bakterilerin çoğalmasını engellerler (Hoyle ve ark., 2012). Ayrıca vakum paketlenen taze etlerde baskın mikroflora olarak bilinen laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal uygulamalara dirençli olduğu belirtilmiştir (Emiroğlu ve ark., 2010).



Şekil 4.18. Köfte örneklerinin LAB sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Mastromatteo ve ark., (2009), devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış kanatlı eti köftelerinde depolama başlangıcında 7.26 log kob/g olan laktik asit bakteri sayısının 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde 8.23 log kob/g ve vakum ambalajlanmış örneklerde aerobik ambalajlamaya göre daha fazla artış göstererek 8.51 log kob/g olduğunu belirlemiş, depolama süresi boyunca tüm numunelerde laktik asit bakteri sayısının arttığını ancak ambalajlama uygulamaları arasında anlamlı fark bulunamadığını bildirmiştir. Jaber, (2013), manda kıymasının raf ömrü üzerine yapılan bir çalışmada depolama başlangıcında vakum ambalajlanmış örneklerdeki laktik asit bakteri sayısına ait ortalama değerlerin, MAP uygulanan örneklerle göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Köftelerin LAB sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksyonuna ait Şekil 4.19’da verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 3.27 ± 0.15 log kob/g olan LAB sayısı depolama süresi boyunca sürekli artış göstererek 15 günlük depolama sonunda 7.18 ± 0.27 log kob/g’ye yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin LAB sayısı da depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş, depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 7.22 ± 0.14 , 7.23 ± 0.12 ve 7.27 ± 0.17 log kob/g ile kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Bulgular, sığır köftelerine LKSE ilavesinin depolama süresi boyunca LAB gelişimini desteklediğini göstermiştir.



Şekil 4.19. Köfte örneklerinin LAB sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi

4.4.5. *Micrococcus/Staphylococcus* Sayısı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde liyofilize karadut su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.43'de verilmiştir. Başlangıç *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 3.66-4.46 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 3.71-4.36 log kob/g arasında değişmiştir. Depolama süresince *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarının tüm muamele gruplarına göre değişkenlik gösterdiği, aerobik ambalajlanmış örneklerde 3.66-5.16, vakum ambalajlanmış örneklerde ise 3.71-4.99 arasında salınım gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	4,00	4,95	5,11	4,89	4,46	4,97	
		2	4,05	4,76	5,06	4,83	4,43	5,16	
	% 0.1	1	3,79	4,75	5,03	4,87	4,97	4,95	
		2	3,95	4,79	5,01	4,88	4,98	5,11	
	% 0.2	1	3,66	4,70	5,03	4,85	4,76	4,53	
		2	3,82	4,90	4,92	4,86	4,90	4,51	
	% 0.4	1	4,45	4,43	4,42	4,67	3,47	4,62	
		2	4,46	4,54	4,43	4,51	3,99	4,52	
	Vakum	Kontrol	1	3,74	4,89	4,99	4,79	4,14	4,55
			2	4,36	4,94	4,76	4,38	4,28	4,45
% 0.1		1	3,92	4,67	4,69	3,96	4,56	4,29	
		2	4,00	4,50	4,63	3,92	4,43	4,27	
% 0.2		1	3,71	4,70	4,52	4,45	4,20	3,88	
		2	3,71	4,91	4,43	4,04	4,05	4,32	
% 0.4		1	3,96	4,62	4,88	4,84	4,66	4,03	
		2	3,95	4,49	4,96	4,79	4,89	4,11	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44'de verilmiş, varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksyonunun örneklerin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.44. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	2.295	70.186**
Muamele (M)	3	0.376	11.495**
Depolama Süresi (DS)	5	2.767	84.624**
A x DS	5	0.363	11.109**
M x DS	15	0.259	7.920**
Hata	96	0.033	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.45’de verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 4.62 ± 0.41 log kob/g ile kontrol örneklerinde, en düşük ortalama sayı ise 4.43 ± 0.47 log kob/g olarak % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol grubu ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$), % 0.2 LKSE ilaveli grup ile % 0.4 LKSE ilave edilen muamele grubu arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 4.75 ± 0.43 log kob/g olarak % 0.1 LKSE ilave edilen köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 4.38 ± 0.36 log kob/g ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur ($p < 0.05$). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 4.52 ± 0.41 log kob/g ve 4.24 ± 0.39 log kob/g ile kontrol grubu ve % 0.2 LKSE ilaveli köftelerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$). *Micrococcaceae* familyasının üyeleri olan mikrokok ve stafilokoklar aside hassas mikroorganizmalar olduğundan dolayı pH’daki hızlı düşüş gelişmelerini engellemektedir (Yalınkılıç, 2009). Elde edilen bulgular sığır köftelerine LKSE ilavesi ile *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında azalma meydana geldiğini göstermektedir. Bu durum LKSE ilaveli köftelerde kontrol grubuna göre daha düşük pH değerlerinin tespit edilmiş olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.45. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	Aerobik		Vakum		Aerobik+Vakum	
	N	M/S sayısı (log kob/g)	M/S sayısı (log kob/g)	N	M/S sayısı (log kob/g)	
Kontrol	24	4.72±0.40 ^{ab}	4.52±0.41 ^a	48	4.62±0.41 ^a	
% 0.1	24	4.75±0.43 ^a	4.32±0.30 ^b	48	4.54±0.43 ^b	
% 0.2	24	4.62±0.47 ^b	4.24±0.39 ^b	48	4.43±0.47 ^c	
% 0.4	24	4.38±0.36 ^c	4.51±0.40 ^a	48	4.45±0.38 ^c	

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

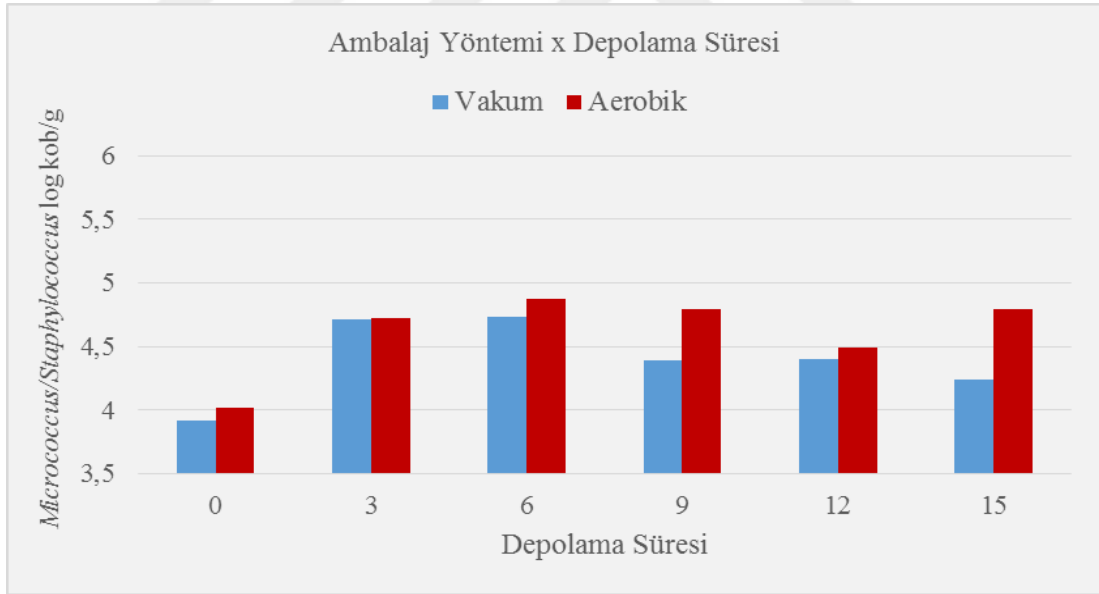
Çizelge 4.46'da depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 3.97±0.29 log kob/g olan *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 15 günlük depolama sonunda 4.52±0.38 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 4.80±0.30 log kob/g ile depolamanın 6.günde belirlenirken en düşük sayı 4.45±0.44 log kob/g ile 12.günde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	Aerobik		Vakum		Aerobik +Vakum	
	N	M/S sayısı (log kob/g)	M/S sayısı (log kob/g)	N	M/S sayısı (log kob/g)	
0	16	4.02±0.30 ^d	3.92±0.29 ^d	32	3.97±0.29 ^d	
3	16	4.73±0.22 ^b	4.71±0.19 ^a	32	4.72±0.20 ^a	
6	16	4.87±0.34 ^a	4.73±0.23 ^a	32	4.80±0.30 ^a	
9	16	4.79±0.14 ^{ab}	4.39±0.38 ^b	32	4.59±0.35 ^b	
12	16	4.50±0.55 ^c	4.40±0.32 ^b	32	4.45±0.44 ^c	
15	16	4.80±0.28 ^{ab}	4.24±0.22 ^c	32	4.52±0.38 ^{bc}	

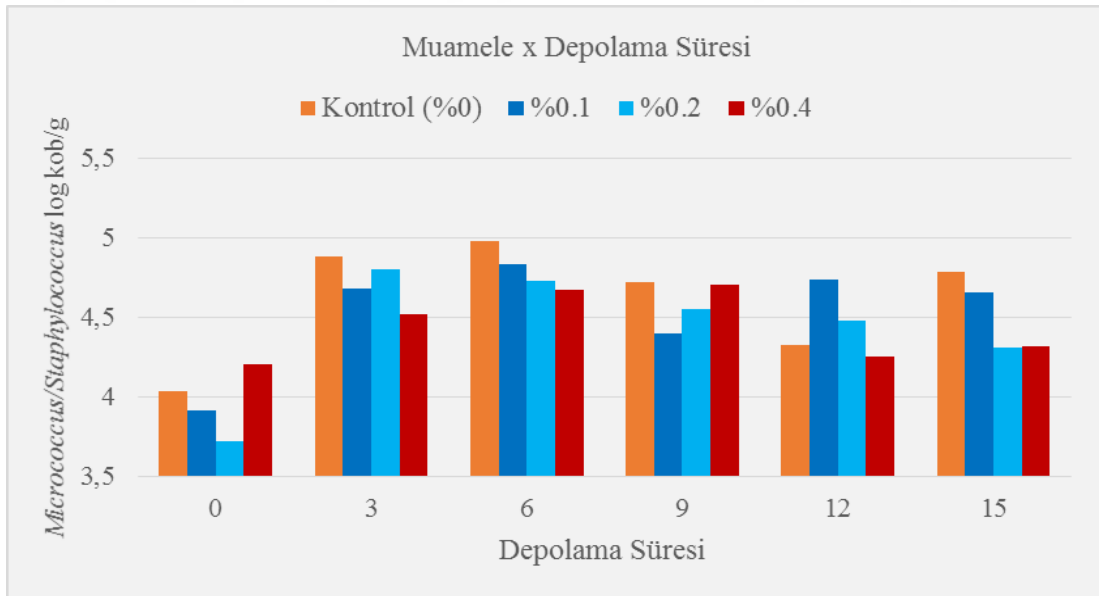
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Köftelerin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksyonuna ait Şekil 4.20’de verilmiştir. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 4.02 ± 0.30 log kob/g ve vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise 3.92 ± 0.29 log kob/g olan *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı, 15 günlük depolama sonunda sırasıyla 4.80 ± 0.28 log kob/g ve 4.24 ± 0.22 log kob/g olarak daha yüksek değerler almıştır (Çizelge 4.46). Vakum ambalajlanmış köftelerde laktik asit bakterisi faaliyetine bağlı olarak meydana gelen daha düşük pH değerleri nedeniyle aside hassas olan *Micrococcus/Staphylococcus* bakterisi sayısı aerobik ambalajlanmış köftelere göre daha düşük tespit edilmiştir. Jaberî, (2013) tarafından manda kıymasının raf ömrü üzerine yapılan bir çalışmada depolama başlangıcında vakum uygulanan örneklerde *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 3.16-3.43 log kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 3.00-3.70 log kob/g arasında değişmiştir. Araştırmacı muhafaza süresi boyunca bu sayılarda belirgin bir artış gözlemlenmemiş olup ambalaj yöntemi ve muhafaza sürelerinin etkisinin ise önemsiz olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.20. Köfte örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi

Şekil 4.21’de köftelerin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksiyonu gösterilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 4.04 ± 0.34 log kob/g olan *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı artış göstererek 6. günün sonunda 4.98 ± 0.22 log kob/g’ye ulaşmış daha sonra azalarak 15 günlük depolama sonunda 4.78 ± 0.32 log kob/g olarak tespit edilmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı da pH’daki düşüğe paralel olarak genellikle depolamanın 6.gününden itibaren azalmış ve depolamanın 15. gününde % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 4.66 ± 0.41 , 4.31 ± 0.29 ve 4.32 ± 0.29 log kob/g olarak kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Elde edilen bulgular LKSE ilavesi ile *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında azalma olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Sagdic ve ark., (2011), farklı üzüm çeşitlerinden elde edilen üzüm posası ekstraktlarının sığır köftelerinin mikrobiyal kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada üzüm posası ekstraktlarının *Micrococcaceae* sayıları üzerinde önemli bir azalma etkisine sahip olduğunu, üzüm posası ekstraktlarının % 10 konsantrasyonunun tüm depolama dönemlerinde köftede *Micrococcaceae*'yi inhibe ettiğini bildirmiştir.



Şekil 4.21. Köfte örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.4.6. *Enterobacteriaceae* Sayısı

Vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince tespit edilen *Enterobacteriaceae* sayıları Çizelge 4.47’de verilmiştir. Başlangıç *Enterobacteriaceae* sayısı aerobik ambalajlama yapılmış köfteler için 2.33-2.62 log kob/g, vakum ambalajlanmış köftelerde ise 2.53-2.73 log kob/g arasında değişmiştir. Aerobik ambalajlanmış örneklerin *Enterobacteriaceae* sayıları 2.33-5.06 arasında, vakum ambalajlanmış örneklerin ise 2.53-5.29 arasında tespit edilmiştir. Çizelge 4.47.’de görüldüğü üzere sığır eti köftelerinde depolama süresi ilerledikçe *Enterobacteriaceae* sayısı artış göstermiştir.

Çizelge 4.47. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresi boyunca tespit edilen *Enterobacteriaceae* sayıları (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Muamele	Blok	Depolama Süresi (Gün)						
			0	3	6	9	12	15	
Aerobik	Kontrol	1	2.42	3.05	3.91	4.20	4.55	5.06	
		2	2.62	3.04	3.89	4.16	4.47	4.97	
	% 0.1	1	2.53	3.18	3.78	4.13	4.21	4.87	
		2	2.40	3.18	3.81	4.24	4.29	4.95	
	% 0.2	1	2.33	3.13	3.70	3.96	4.27	4.88	
		2	2.54	3.12	3.73	3.97	4.19	4.85	
	% 0.4	1	2.50	3.14	3.69	3.89	4.18	4.92	
		2	2.40	3.09	3.68	4.03	4.12	4.91	
	Vakum	Kontrol	1	2.69	3.20	4.15	4.54	4.83	5.29
			2	2.53	3.14	3.93	4.44	4.78	5.10
		% 0.1	1	2.73	2.78	3.93	4.36	4.75	4.90
			2	2.65	2.78	3.95	4.21	4.78	4.94
% 0.2		1	2.57	2.94	3.85	4.25	4.18	4.81	
		2	2.61	2.97	3.77	4.23	4.18	4.87	
% 0.4		1	2.60	2.83	3.81	4.38	4.46	4.85	
		2	2.59	2.74	3.84	4.39	4.62	4.87	

Farklı muamele gruplarında depolama süresince tespit edilen *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından ambalajlama yöntemi, muamele, depolama süresi, ambalajlama yöntemi x depolama süresi ve muamele x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur.

Çizelge 4.48. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Ambalajlama Yöntemi (A)	1	0.618	67.332**
Muamele (M)	3	0.435	47.411**
Depolama Süresi (DS)	5	25.870	2820.075**
A x DS	5	0.255	27.833**
M x DS	15	0.037	4.031**
Hata	96	0.009	-
Genel	192	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli * P < 0.05 seviyesinde önemli

Kontrol ve farklı seviyelerde (% 0.1, % 0.2 ve % 0.4) LKSE ilave edilen sığır eti köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Muamele gruplarında en yüksek ortalama *Enterobacteriaceae* sayısı 3.96±0.90 log kob/g olarak kontrol örneklerinde, en düşük ortalama sayı ise 3.74±0.79 log kob/g ile % 0.2 LKSE ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kontrol ve LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistik açısından önemli (p<0.05), % 0.2 ve % 0.4 LKSE muamele grupları arasındaki fark ise önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında en yüksek ortalama *Enterobacteriaceae* sayısı 3.86±0.87 log kob/g olarak kontrol grubu köfte örneklerinde, en düşük ortalama değer ise 3.71±0.80 log kob/g ile % 0.4 LKSE ilave edilen örneklerde bulunmuştur (p<0.05). Vakum ambalajlanmış köfte örneklerinde ise en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 4.05±0.93 log kob/g ve 3.77±0.79 log kob/g ile kontrol köfteler ve % 0.2 LKSE ilaveli köfte örneklerinde tespit edilmiştir (p<0.05). Sığır köftelerine LKSE ilavesi ile *Enterobacteriaceae* sayısında azalma olduğu belirlenmiştir. Mevcut bulgulara paralel olarak dilimlenmiş ve vakum ambalajlanmış sığır etlerine liyofilize ısırgan otu (*Urtica Dioica* L.) su ekstraktı ilavesi ile *Enterobacteriaceae* sayısı kontrole göre daha düşük tespit edilmiş, en yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı 4.34±0.74 log kob/g olarak kontrol grubunda, en düşük sayı ise 3.22±0.88 log kob/g olarak 450 ppm *Urtica dioica* L. su ekstraktı ilaveli grupta bulunmuştur (Alinezhad, 2015). Benzer şekilde, Sagdic ve ark., (2011), sığır eti köftelerine üzüm posası ekstraktlarının ilavesi ile *Enterobacteriaceae* sayısında önemli ölçüde azalma olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.49. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik+Vakum
		<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)	<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)		<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)
Kontrol	24	3.86±0.87 ^a	4.05±0.93 ^a	48	3.96±0.90 ^a
% 0.1	24	3.80±0.81 ^b	3.89±0.91 ^b	48	3.85±0.85 ^b
% 0.2	24	3.72±0.80 ^c	3.77±0.79 ^c	48	3.74±0.79 ^c
% 0.4	24	3.71±0.80 ^c	3.83±0.89 ^{bc}	48	3.77±0.84 ^c

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

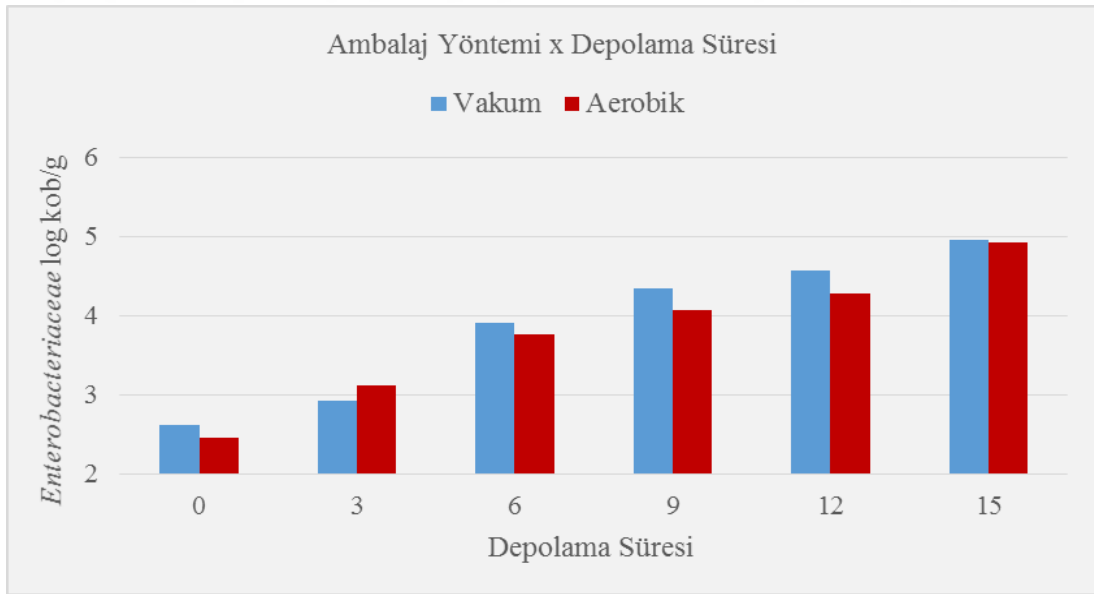
Çizelge 4.50’de depolama süresince kontrol ve farklı seviyelerde karadut liyofilize su ekstraktı ilave edilen sığır köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (p<0.05) verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere depolama süresi ilerledikçe *Enterobacteriaceae* sayısı da artış göstermiştir. Depolama başlangıcında köfte örneklerinde ortalama 2.54±0.13 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı 15 günlük depolama sonunda 4.94±0.14 log kob/g’ye yükselmiştir.

Çizelge 4.50. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin depolama süresince belirlenen *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Depolama Süresi(gün)	N	Aerobik	Vakum	N	Aerobik +Vakum
		<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)	<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)		<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)
0	16	2.47±0.10 ^f	2.62±0.10 ^f	32	2.54±0.13 ^f
3	16	3.11±0.09 ^e	2.92±0.17 ^e	32	3.02±0.17 ^e
6	16	3.77±0.11 ^d	3.90±0.14 ^d	32	3.84±0.14 ^d
9	16	4.07±0.14 ^c	4.35±0.16 ^c	32	4.21±0.20 ^c
12	16	4.28±0.15 ^b	4.57±0.27 ^b	32	4.43±0.26 ^b
15	16	4.92±0.75 ^a	4.95±0.18 ^a	32	4.94±0.14 ^a

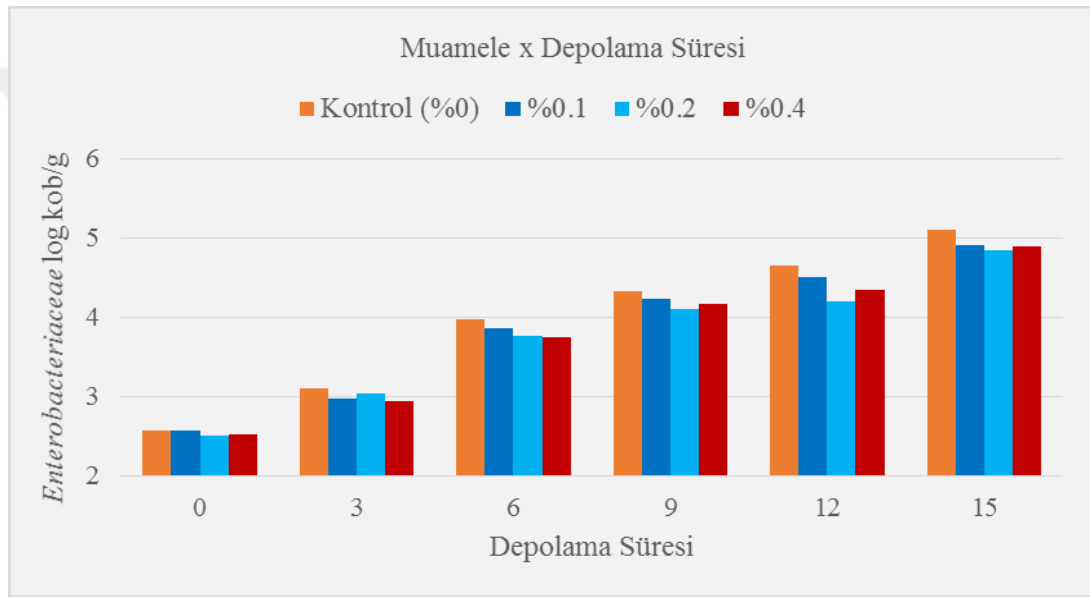
^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Köftelerin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen ambalajlama yöntemi×depolama süresi interaksyonuna ait Şekil 4.22’de verilmiştir. Vakum ambalajlanmış köftelerin *Enterobacteriaceae* sayısı aerobik ambalajlanmış köftelerle karşılaştırıldığına daha yüksek değerler almıştır. Depolama başlangıcında aerobik ambalajlanmış köfte örneklerinde ortalama 2.47 ± 0.10 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı 15 günlük depolama sonunda 4.92 ± 0.75 log kob/g’ye yükselmiştir. Vakum ambalajlanmış köfte gruplarında ise depolama başlangıcında ortalama 2.62 ± 0.10 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı 15 günlük depolama sonunda 4.95 ± 0.18 log kob/g’ye yükselmiştir (Çizelge 4.50). Manda kıymasının raf ömrü üzerine yapılan bir çalışmada vakum uygulanmış örneklerde *Enterobacteriaceae* sayısına ait ortalama değerlerin MAP uygulanmış örneklerden daha yüksek ortalama değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Jaberi, 2013). Mastromatteo ve ark., (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada devekuşu, tavuk ve hindi eti karışımından yapılmış kanatlı eti köftelerinde depolama başlangıcında 6.54 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı 8 gün depolama sonunda aerobik ambalajlanmış örneklerde 8.86 log kob/g ve vakum ambalajlanmış örneklerde 7.60 log kob/g olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Köfte örneklerinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine ambalajlama yöntemi × depolama süresi interaksyonunun etkisi

Şekil 4.23'de sığır eti köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde çok önemli etkisi belirlenen muamele×depolama süresi interaksyonu gösterilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu köfte örneklerinde ortalama 2.57 ± 0.15 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı depolama süresi boyunca sürekli artış göstererek 15.gün sonunda 5.10 ± 0.13 log kob/g'ye yükselmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin *Enterobacteriaceae* sayısı da genellikle depolama boyunca artarak 15. gün sonunda % 0.1, % 0.2 ve % 0.4 LKSE içeren köftelerde sırasıyla 4.91 ± 0.09 , 4.85 ± 0.08 ve 4.88 ± 0.08 log kob/g olarak kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.23. Köfte örneklerinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine muamele × depolama süresi interaksyonunun etkisi

4.5. Duyusal Analiz Sonuçları

Sığır eti köftelerine duysal özellikleri üzerine LKSE ilavesinin etkisinin belirlenmesi amacıyla kontrol ve farklı oranlarda LKSE içeren köfte gruplarının renk, tekstür, koku, lezzet ve genel beğeni düzeyi özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Farklı muamele gruplarında tespit edilen duysal değerlendirme puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51.'de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından muamelenin koku, tekstür ve genel beğeni düzeyi parametreleri üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkileri olurken, renk ve lezzet parametreleri üzerine etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.51. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Renk		Tekstür		Koku		Lezzet		Genel Beğeni Düzeyi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Muamele (M)	3	1.37	1.11 ös	6.71	4.73 **	3.37	3.83 **	2.62	1.60 ös	3.58	3.43 **
Hata	28	1.13	-	1.42	-	0.88	-	1.64	-	1.05	-
Genel	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

** P < 0.01 seviyesinde önemli, * P < 0.05 seviyesinde önemli, ös: P > 0.05 seviyesinde önemsiz

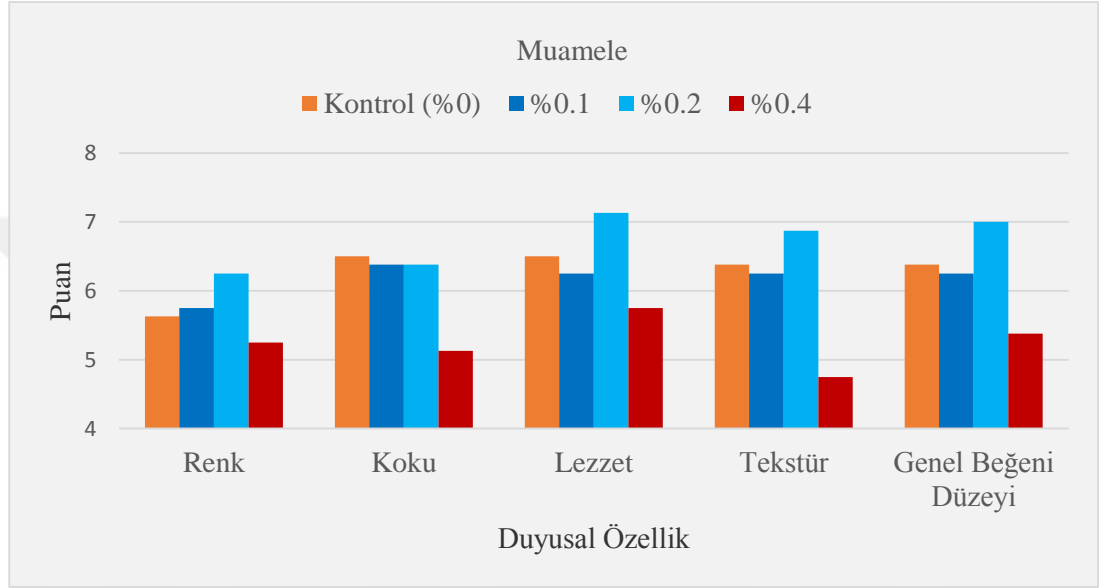
Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.52.'de verilmiştir. Pişmiş örneklerin duyuşal değerlendirme parametrelerine verilen puanlar incelendiğinde en yüksek puanlar genellikle % 0.2 LKSE içeren köftelere verilmiştir. Renk ve lezzet parametreleri değerlendirildiğinde tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır (p>0.05). Koku ve tekstür parametreleri değerlendirildiğinde, kontrol, % 0.1 ve % 0.2 LKSE içeren köfte grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuş, % 0.4 LKSE içeren köfte grubu, koku için 5.13±1.25 puan ve tekstür için ise 4.75±1.28 puan olarak kontrol, % 0.1 ve % 0.2 LKSE içeren köfte gruplarına göre daha az beğenilmiştir.

Çizelge 4.52. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyuşal değerlendirme puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muamele	N	Renk	Tekstür	Koku	Lezzet	Genel Beğeni Düzeyi
Kontrol	8	5.63±1.19 ^a	6.38±1.51 ^a	6.50±0.93 ^a	6.50±1.31 ^a	6.38±1.06 ^{ab}
% 0.1	8	5.75±0.89 ^a	6.25±1.17 ^a	6.38±0.74 ^a	6.25±1.39 ^a	6.25±0.71 ^{ab}
% 0.2	8	6.25±0.89 ^a	6.87±0.64 ^a	6.38±0.74 ^a	7.13±0.99 ^a	7.00±1.07 ^a
% 0.4	8	5.25±1.34 ^a	4.75±1.28 ^b	5.13±1.25 ^b	5.75±1.39 ^a	5.38±1.19 ^b

^{a,b}Aynı sütunda farklı harflerle işaretilenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Genel beğeni düzeyi puanları dikkate alındığında % 0.2 LKSE içeren köfteler 7.00 ± 1.07 puan ile en fazla beğenilen grup olarak tespit edilmiş, % 0.4 LKSE içeren köfteler ile arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Kontrol, % 0.1 ve % 0.4 LKSE içeren gruplar arasında en düşük puanı % 0.4 LKSE içeren köfteler almasında rağmen bu gruplar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 4.24. Kontrol ve farklı seviyelerde LKSE ilave edilen sığır köftelerinin duyusal değerlendirme puanları

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı seviyelerde (% 0, % 0.1, % 0.2, % 0.4) liyofilize karadut su ekstraktlarının 4 °C'de 15 gün depolanan vakum ve aerobik olarak ambalajlanmış sığır eti köftelerinin raf ömrü ve bazı kalite üzerine etkilerini konu alan bu araştırmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1. Liyofilize karadut ekstraktlarının yüksek düzeyde fenolik madde ve toplam monomerik antosiyanin içerdiği dolayısıyla önemli derecede DPPH* radikal giderici aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.
2. Köfte örneklerinde nem, protein ve yağ miktarları TS 10581 Köfte Standartı'ndaki kriterlere uygun bulunmuş ve LKSE ilavesi hem aerobik hem de vakum ambalajlanmış köftelerin kimyasal bileşiminde önemli bir değişime neden olmamıştır.
3. Kontrol ve LKSE ilaveli sığır eti köftelerinin pH değeri bakımından paketlenme yönteminin, depolama süresinin ve ekstrakt ilavesinin istatistiksel açıdan önemli etkisi tespit edilmiş, aerobik ambalajlanmış sığır eti köftelerinin pH değerleri depolama süresince artış gösterirken, vakum ambalajlanmış köftelerin pH değeri depolama süresi boyunca genellikle azalmıştır. pH değerleri bakımından muamele grupları arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuş, genel olarak tüm köfte örneklerinde en yüksek pH değerleri kontrol grubunda, en düşük pH değerleri aerobik ambalajlanmış örnekler için % 0.4 LKSE ilaveli köftelerde, vakum ambalajlanmış köftelerde ise % 0.2 LKSE ilaveli köftelerde belirlenmiştir.
4. Taze et ürünlerinde önemli kalite kayıplarına neden olan lipit oksidasyonunun önlenmesinde LKSE'nin çok önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tüm köfte örneklerinde en yüksek TBARS değerleri kontrol grubunda, en düşük TBARS değerleri ise % 0.4 LKSE ilaveli köftelerde belirlenmiştir. Kontrol ile LKSE ilave edilen gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuş, LKSE ile muamele edilen köfteler, kontrol gruplarına göre daha fazla lipid stabilitesi göstermiş, ekstrakt seviyesi arttıkça TBARS değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında belirlenen TBARS değerlerinin depolamanın 6. gününden itibaren taze et ürünleri için 1 mg MDA/kg eşik değerinin

üzerinde belirlenmesine rağmen vakum ambalajlanmış örneklerde 15 günlük depolama periyodu boyunca 1 mg MDA/kg sınır değerinin altında değerler tespit edildiğini göstermiştir.

5. Taze et ürünlerinde tüketiciler tarafından kalite kaybı olarak görülen metmiyogloblin oluşumu üzerine ambalajlama yöntemi, depolama süresi ve LKSE'nin çok önemli etkisi görülmüştür. Tüm köfte örneklerinde en yüksek % MetMb değerleri kontrol grubunda, en düşük % MetMb değerleri ise % 0.4 LKSE ilaveli köftelerde belirlenmiştir. Muamele grupları arasındaki ortalama değerler dikkate alındığında aerobik ambalajlanmış köfte gruplarında tüm muameleler arasında önemli farklılıklar bulunurken, vakum ambalajlanmış örneklerde % 0.2 ve % 0.4 LKSE ilavesi benzer % MetMb sonuçları göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre 15 günlük depolama periyodu boyunca aerobik olarak ambalajlanmış köftelerde depolamanın 6. gününden itibaren tüketiciler tarafından etin reddedilmesine neden olan % 40 sınır değerinin üstünde MetMb değerleri belirlenirken, vakum ambalajlanmış örneklere ait MetMb değerlerinin ise yalnızca 15. günde bu sınır değeri aştığı görülmüştür. Köftelere ilave edilen ekstrakt seviyesi arttıkça MetMb değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir.
6. Köfte örneklerinin renk değerleri incelendiğinde ambalajlama yöntemi, depolama süresi ve LKSE ilavesinin L*, a*, b* değerleri üzerine çok önemli etkileri görülmüş, en dikkat çekici etki et ürünleri için önemli olan kırmızılık (a*) değeri üzerinde tespit edilmiştir. Aerobik ambalajlanmış örnekler, depolama başlangıcında daha yüksek a* değeri göstermesine rağmen depolama süresi ilerledikçe vakum ambalajlanmış örneklere kıyasla daha hızlı kırmızılık kaybına uğramış ve vakum uygulanmış köftelerde depolama sonunda yaklaşık 2 birim daha yüksek a* değerleri tespit edilmiştir. Tüm köfte örneklerinde en yüksek a* değerleri % 0.2 LKSE ilaveli köftelerde, en düşük a* değerleri ise kontrol grubunda belirlenmiştir. LKSE ile muamele edilmiş sığır köftelerinin a* değeri depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha az azalma göstermiş, LKSE ilavesi kırmızılık değerini korumada önemli etki sağlamıştır.

7. TAMB sayısı dikkate alındığında aerobik ambalajlanmış örneklerde depolama süresi boyunca vakum ambalajlanmış köftelere göre daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Aerobik ambalajlanmış köftelerde mikrobiyolojik bozulma sınırı olan 10^7 kob/g dikkate alındığında TAMB sayısı kontrol ve % 0.1 LKSE ilaveli köftelerde depolamanın 9. gününden sonra, % 0.2 ve % 0.4 LKSE ilaveli köftelerde ise 12. günden sonra bu sınırın üzerine çıkmıştır. Vakum ambalajlama yapılmış köfte gruplarında 15.gün sonunda sadece kontrol grubu köftelerin sınır değeri aştığı, LKSE ilave edilen köfte gruplarının ise mikrobiyolojik bozulma için kabul edilen sınırın altında kaldığı tespit edilmiştir.
8. TAPB, *Micrococcus/Staphylococcus* ve *Pseudomonas* sayılarına ait sonuçlar incelendiğinde vakum uygulanarak ambalajlanmış köftelerde bu bakteri sayılarına ait ortalama değerlerin aerobik ambalajlanmış köftelere kıyasla daha düşük olduğu, LKSE ilavesi ile bakteri sayılarında kontrol grubu köftelere göre azalma görüldüğü tespit edilmiştir.
9. Köfte örneklerinin LAB ve *Enterobacteriaceae* sayısına ait ortalamalar ise vakum uygulanarak ambalajlanmış köftelerde aerobik ambalajlanmış köftelere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir. LKSE ilavesi LAB gelişimini desteklerken, *Enterobacteriaceae* sayısında ise azalma sağlamıştır.
10. Yapılan duyu analizi sonucunda, renk ve lezzet değerleri açısından kontrol ve LKSE ilaveli gruplar arasında fark olmadığı, koku, tekstür ve genel beğeni düzeyleri açısından ise % 0.2 LKSE içeren köfte gruplarının panelistlerce daha fazla beğenildiği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; liyofilize karadut su ekstraktı ilavesinin taze et ürünlerinin raf ömrü ve kalite özelliklerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. LKSE'nin yüksek fenolik madde içeriği, antioksidan ve antibakteriyel etkileri, yüksek kırmızılık değeri nedeniyle, depolama sırasında kimyasal ve mikrobiyal değişmelerin görüldüğü et ürünleri için uygun bir doğal koruyucu ve renk maddesi olarak kullanılabilirliği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, A.M., Shah, M.H., Guo, X., Khan, N. 2016. Comparison of nutritional value, antioxidant potential, and risk assessment of the mulberry (*Morus*) fruits. *International Journal of Fruit Science*, 16 (2): 113–134.
- Akarpat, A., Turhan, S., Ustun, N.S. 2007. Effects of hot-water extracts from myrtle, rosemary, nettle and lemon balm leaves on lipid oxidation and color of beef patties during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32:117–132.
- Allen, K. and Cornforth, D. 2010. Comparison of spice-derived antioxidants and metal chelators on fresh beef color stability. *Meat Science*, 85: 613–619.
- Alinezhad, H. 2015. Dilimlenmiş ve vakum ambalajlanmış sığır etinin raf ömrü üzerine ısırgan otu (*Urtica dioica* L.) su ekstraktının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alp, E. 2008. Sığır kıymasının kalite özellikleri ve raf ömrüne ısırgan otu (*Urtica dioica* L.) ve modifiye atmosferde ambalajlamanın etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alp, E., Aksu, M.I. 2010. Effects of water extract of *Urtica dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86: 468–473.
- Altuntaş, İ. 2012. Vakum ve modifiye atmosfer paketlemenin keten tohumu ile zenginleştirilerek soğukta depolanan sığır eti köftelerinin raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Altuntaş, İ., Turhan, S. 2013. Effect of packaging methods on colour, lipid quality and microbial growth of beef patties enhanced with flaxseed flour. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33(1): 58-66.
- Anonim, 1992. Pişmemiş Köfte Standardı (Turkish Uncooked Meatball Standard) TS 10581, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2000. Official Methods of Analysis. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2012/74).
- Arın, B. 2009. Et ürünlerinde kullanılan bazı baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arihara, K. 2006. Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74: 219–229.
- Ateş, G. 2014. Köftelerin bazı kalite özellikleri üzerine öğütülmüş çörek otunun etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Azman, N.A.M., Gordon, M.H., Skowrya, M., Segovia, F., Almajano, M.P. 2015. Use of lyophilised and powdered *Gentiana lutea* root in fresh beef patties

- stored under different atmospheres. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 1804-1811.
- Barazi, A.Ö. 2009. Modifiye atmosfer paketlemenin et, sucuk ve beyaz peynirin saklanması sırasında *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella Typhimurium* üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Bayrak, E. 2011. Farklı baharat ekstraktlarının mekanik ayrılmış piliç etlerinden üretilen sosislerin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Berruga, M.I., Gallego, H.V.L. 2005. Influence of packaging conditions on microbial and lipid oxidation in lamb meat. *Small Ruminant Research*, 57: 257-264.
- Bingöl, E.B. 2009. Farklı modifiye atmosfer paketleme (MAP) uygulamalarının devekuşu etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bekhit, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D., Bickerstaffe, R. 2003. The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties, *Food Chemistry*, 81: 175-187.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26: 1199-1200.
- Bursal, E. 2009. Kivi meyvesinin (*Actinidia deliciosa*) antioksidan ve antiradikal aktivitelerinin belirlenmesi, karbonik anhidraz enziminin saflaştırılması ve karakterizasyonu. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Cando, D., Morcuende, D., Utrera, M., Estévez, M., 2014. Phenolic-rich extracts from Willowherb (*Epilobium hirsutum* L.) inhibit lipid oxidation but accelerate protein carbonylation and discoloration of beef patties. *European Food and Research Technology*, 238:741-751.
- Candogan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food and Research Technology*, 215:305–309.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, Ankara.
- Colindres, P. and Brewer, M.S. 2011. Oxidative stability of cooked, frozen, reheated beef patties: effect of antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 963–968.
- Contessa, C., Mellano, M.G., Beccaro, G.L., Giusiano, A., Botta, R. 2013. Total antioxidant capacity and total phenolic and anthocyanin contents in fruit species grown in Northwest Italy. *Scientia Horticulturae*, 160: 351-357.
- Çakmak, N. 2011. Meyve işleme endüstrisi atık ve artıklarının bazı bileşenleri ve antioksidan kapasitenin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

- Devatkal, S.K., Narsaiah, K., Borah, A. 2011. The effect of salt, extract of kinnow and pomegranate fruit by-products on colour and oxidative stability of raw chicken patties during refrigerated storage. *Journal of Food Science Technology*, 48(4): 472-477.
- Devatkal, S.K., Thorat, P.R., Manjunatha, M., Anurag, R.K. 2012. Comparative antioxidant effect of aqueous extracts of curry leaves, fenugreek leaves and butylated hydroxytoluene in raw chicken patties. *Journal of Food Science Technology*, 49(6):781-785.
- Devatkal, S.K., Kamboj, R., Paul, D. 2014. Comparative antioxidant effect of BHT and water extracts of banana and sapodilla peels in raw poultry meat. *Journal of Food Science Technology*, 51(2):387-391.
- Dimitrova, M.P., Petkova, N., Denev, P.P., Aleksieva, I.N. 2015. carbohydrate composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(3); 621-627.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Yayın No: 1021, 381s. Ankara.
- El-Alim, S.S.L., Lugasi, A., Hovari, J. and Dworschak, E. 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2); 277-285.
- Emiroglu, Z.K., Yemis, G.P., Coskun B.K., Candogan, K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, 86: 283-288.
- Ercisli, S. and Orhan, E., 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103: 1380-1384.
- Ercisli, S. and E. Orhan. 2008. Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia Region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116: 41-46.
- Ercisli, S, Tosun, M, Duralija, B., Voca, S., Sengul, M., Turan, M. 2010. Phytochemical content of some black (*Morus nigra* L.) and purple (*Morus rubra* L.) mulberry genotypes. *Food Technology and Biotechnology*, 48: 102-106.
- Ergezer, H. 2013. Enginar atıklarından elde edilen ekstraktın çiğ ve pişirilmiş köftelerde antioksidatif etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ergezer H., Serdaroğlu M. 2009. Et ve et ürünlerinde oksidasyon mekanizması ve antioksidanların kullanımı. *Gıda Teknolojisi*, 13: 60-64.
- Erol, I. 1999. Ankara'da tüketime sunulan kıymalarda *Salmonella*'ların varlığı ve serotip dağılımı. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 321-325.
- Estevez, M., Cava, R. 2006. Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Science*, 72: 348-355.

- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86:86–94.
- Formanek, Z., Kerry, J.P., Buckley, D.J., Morrissey, P.A., Farkas, J. 1998. Effects of dietary vitamin e supplementation and packaging on the quality of minced beef. *Meat Science*, 50(2), 203-210.
- Gallego, M.G., Gordon, M.H., Segovia, F.J., Almajano, M.P. 2015. *Caesalpinia decapetala* extracts as inhibitors of lipid oxidation in beef patties. *Molecules*, 20: 13913-13926.
- 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.
- Giusti, M.M. ve Wrolstad, R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14: 217-225.
- Gómez, I., Beriain, M.J., Sarriès, M.V., Insausti, K., Mendizabal, J.A. 2014. Low-fat beef patties with augmented omega-3 fatty acid and CLA levels and influence of grape seed extract. *Journal of Food Science*, 79(11): 2368-2376.
- Gök, V., and Bor, Y. 2012. Effect of olive leaf, blueberry and *Zizyphus jujuba* extracts on the quality and shelf life of meatball during storage. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2): 190-195.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, O. 2010. Et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu (4. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, O. 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği (9. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 70, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Hayes, J.E., Stepanyan, V., Allen, P., O’Grady, M.N., Kerry, J.P. 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties, *Meat Science*, 84: 613-620.
- He, J., Giusti, M.M. 2010. Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1: 163–187.
- Hoyle, A.R. 2005. Spoilage characteristics of ground beef with added lactic acid bacteria at abusive and refrigerated temperatures packaged in modified atmosphere and traditional packaging. Master of Science, Texas Technology University.
- Hur, S.J., Ye, B.W., Lee, J. L., Ha, Y. L., Park, G. B. and Joo, S. T. 2004. Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Science*, 66 (4): 771-775.
- Imran, M., Khan, H., Shah, M., Khan, R., and Khan, F. 2010. Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. *Journal of Zhejiang University Science B*, 11: 973-980.

- Işıkcı, F. 2014. Soğukta ve dondurularak depolanan köfte kalitesine maviyemiş ekstraktının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İbrahim, H.M., Abou-Arab A.A., Abu Salem F.M. 2011. Antioxidant and antimicrobial effects of some natural plant extracts added to lamb patties during storage. *Grasas Y Aceites* 62: 139-148.
- Jaberi, R. 2013. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama yöntemlerinin manda kıymasının raf ömrü üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Jia, N., Kong B., Liu, Q., Diao, X., Xia, X. 2012. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum L.*) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. *Meat Science*, 91: 533-539.
- Jiang, J., Zhang, X., True, A.D., Zhou, L., Xiong, Y.L. 2013. Inhibition of lipid oxidation and rancidity in precooked pork patties by radical-scavenging licorice (*G. glabra*) extract. *Journal of Food Science*, 78(11): 1686-1694.
- John, L. Cornforth, D., Carpenter, C.E., Sorheim, O., Pettee, B.C., Whittier, D.R. 2005. Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80 % oxygen, or 0.4% carbon monoxide, or vacuum. *Meat Science*, 69(3): 441-449.
- Jongberg, S., Skov, S.H., Tørngren, M.A., Skibsted, L.H., Lund, M.N. 2011. Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties. *Food Chemistry*, 128: 276-283.
- Kamiloğlu, S., Serali, O., Ünal, N., Çapanoğlu, E. 2013. Antioxidant activity and polyphenol composition of black mulberry (*Morus nigra L.*) products. *Journal of Berry Research*, 3: 41-51.
- Kannan, G., Kouakou, B. and Gelaye, S. 2001. Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerates display. *Small Ruminant Research*, 42: 67-75.
- Karpińska-Tymoszczyk, M. 2007. Effect of sage extract (*Salvia officinalis L.*) and a mixture of sage extract and sodium isoascorbate on the quality and shelf life of vacuum-packed turkey meatballs. *Journal of Muscle Foods*, 18: 420–434.
- Karpińska-Tymoszczyk, M. 2010. The effect of sage, sodium erythorbate and a mixture of sage and sodium erythorbate on the quality of turkey meatballs stored under vacuum and modified atmosphere conditions. *British Poultry Science*, 51(6): 745-759.
- Kim, H.W., Choi, Y.S., Choi, J.H., Kim, H.Y., Hwang, K.E. 2013a. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. *Meat Science*, 95: 641–646.
- Kim S.J, Cho, A.R, Han J. 2013b. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food Control*, 29: 112–120.
- Kim, S.J., Min, S.C., Shin, H.J., Lee, Y.J., Cho, A.R., Kim, S.Y., Han, J. 2013c. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible

- plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, 93: 715–722.
- Kobus-Cisowska, J., Flaczyk, E., Rudzińska, M, Kmiecik, D. 2014. Antioxidant properties of extracts from *Ginkgo biloba* leaves in meatballs. *Meat Science*, 97: 174–180.
- Krzywicki, K. 1982. The determination of haem pigments in meat. *Meat Science*, 7: 29-36.
- Kumar, R.R., Sharma, B.D., Kumar, M., Chidandaiah, Biswas, A.K. 2007. Storage quality and shelf life of vacuum-packed extended chicken patties. *Journal of Muscle Foods*, 18: 253-263.
- Kumar, Y., Yadav, D.N., Ahmad, T., Narsaiah, K. 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14: 796-812.
- Kyialbek, A. 2008. Dana eti köftelerinde kurutulmuş kırmızı üzüm cibresi ve kurutulmuş domates kullanımının ürün kalitesi ve yağ oksidasyonu üzerine etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Lee, M.A., Choi, J.H., Choi, Y.S., Han, D.J., Kim, H.Y., Shim, S.Y., Chung, H.K. and Kim, C.J., 2010, The antioxidative properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi extracts on refrigerated raw ground pork meat against lipid oxidation, *Meat Science*, 84: 498–504.
- Lemon, D.W. 1975. An improved TBA test for rancidity new series circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lindahl, G. 2011. Colour stability of steaks from large beef cuts aged under vacuum or high oxygen modified atmosphere. *Meat Science*, 87: 428–435.
- Liu, F., Dai, R., Zhu, J., Li, X. 2010. Optimizing color and lipid stability of beef patties with a mixture design incorporating with tea catechins, carnosine, and α -tocopherol. *Journal of Food Engineering*, 98(2): 170-177.
- Liu, F., Xu, Q., Dai, R., Ni, Y. 2015. Effects of natural antioxidants on colour stability, lipid oxidation and metmyoglobin reducing activity in raw beef patties. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14(1): 37–44.
- McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B., Buckley, D. J. 2001. Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Science*, 57: 177-184.
- Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Saari, N. 2012. Effect of maturity on phenolics (phenolic acids and flavonoids) profile of strawberry cultivars and mulberry species from Pakistan. *International Journal of Molecules Sciences*, 13: 4591-4607.
- Mansour, E.H., Khalil, A.H. 2000. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application to ground beef patties. *Food Chemistry*, 69: 135-141.

- Mariem, C., Sameh, M., Nadhem, S., Soumaya, Z., Najiba, Z., Raoudha, E.G. 2014. Antioxidant and antimicrobial properties of the extracts from *Nitrariaretusa* fruits and their applications to meat product preservation. *Industrial Crops and Products*, 55: 295–303.
- Mastromatteo, M., Lucera, A., Sinigaglia, M., Corbo, M.R. 2009. Microbiological characteristics of poultry patties in relation to packaging atmospheres. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 2620-2628.
- Mitsumoto, M., O'grady, M.N., Kerry, J.P., Buckely, D.J. 2005. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, 69: 773-779.
- Motoyama, M., Kobayashi, M., Sasaki, K., Nomura, M., Mitsumoto, M. 2010. *Pseudomonas* spp. convert metmyoglobin into deoxymyoglobin. *Meat Science*. 84: 202-207.
- Nobile, M.N., Conte, A., Cannarsi, M., Sinigaglia, M. 2007. Strategies for prolonging the shelf life of minced beef patties. *Journal of Food Safety*, 29: 14–25.
- Ockerman, H. W. 1976. Quality control of postmortem muscle and tissue. PhD thesis. The Ohio State University, Columbus.
- Öz, F., 2014. Effects of water extract of *Urtica dioica* L. on the quality of meatballs. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1356-1363.
- Özdemir, H. 2013. Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özer, Ö. 2008. Farklı antioksidan ilavesinin dondurularak muhafaza edilen mekanik ayrılmış piliç eti köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özgen, M, Serce, S., Kaya, C. 2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae*, 119: 275-279.
- Öztürk, G. 2009. Likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, A., Yılmaz, N., Gunes, G. 2010. Effect of different modified atmosphere packaging on microbial quality, oxidation and colour of a seasoned ground beef product (Meatball). *Packaging Technology and Science*, 23: 19–25.
- Pehlivan, M., Kaya, T., Dogru, B., Lara, I. 2015. The effect of frozen storage on the phenolic compounds of *Morus nigra* L. (black mulberry) and *Morus alba* L. (white mulberry) fruit. *Fruits*, 70(2): 117-122.
- Qin, Y-Y., Wu, Y., Zhang, Z.H., Li, B., L, Liang X-B., Cao, J-X. 2014. Effect of an active film from chitosan and pomegranate rind powder extract on shelf-life extension of pork meat patties. *Modern Food Science and Technology*, 30(4), 181-188.

- Reihani, S.F.S., Tan, T-C., Huda, N., Easa, A.M. 2014. Frozen storage stability of beef patties incorporated with extracts from ulam raja leaves (*Cosmos caudatus*). *Food Chemistry*, 155: 17-23.
- Realini, C.E., Guàrdia, M.D., Díaz, I., García-Regueiro, J.A., Arnau, J. 2015. Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*, 99: 18-24.
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M. 2011. Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, 89: 166-173.
- Rojas, M.C., Brewer, M.S. 2008. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. *Journal of Food Quality*, 31:173-88.
- Sagdic, O., Oztürk, I., Yilmaz, M.T., Yetim, H. 2011. Effect of grape pomace extracts obtained from different grape varieties on microbial quality of beef patty. *Journal of Food Science*, 76(7): 515-521.
- Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J.A, Roncalés, P. 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine, and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58: 421-429.
- Sánchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltrán J.A, Roncalés, P. 2003a. Stabilization of colour and odour in beef patties by using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 187–194.
- Sánchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltrán J.A, Roncalés, P. 2003b. Combined Effect of modified atmosphere packaging and addition of lycopene rich tomato pulp, oregano and ascorbic acid and their mixtures on the stability of beef patties. *Food Science and Technology International*, 9(2): 77–84.
- Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán J.A, Roncales, P. 2003c. Antioxidant action of borage, rosemary, oregano, and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere. *Journal of Food Science*, 68(1): 339-344.
- Sánchez-Escalante, A., Torrescano, G, Djenane, D., Beltrán, J.A., Giménez, B., Roncalés P. 2011. Effect of antioxidants and lighting conditions on color and lipid stability of beef patties packaged in high-oxygen modified atmosphere. *CyTA-Journal of Food*, 9(1): 49–57.
- Sánchez, E.M., Calín-Sánchez, A., Carbonell-Barrachina, A.A., Melgarejo, P., Hernández, F., Martínez-Nicolás, J.J. 2014. Physicochemical characterisation of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(2): 477–483.
- Santos, E.M., Diez, A.M., González-Fernández, C., Jaime, I., Rovira, J. 2005. Microbiological and sensory changes in “Morcilla de Burgos” preserved in air, vacuum and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 71: 249–255.

- Sáyago-Ayerdi, S.G., Brenes, A., Viveros, A., Goñi, I. 2009. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Science*, 83: 528–533.
- Sernikli, C. 2015. Karadut (*Morus nigra*) suyunda toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin ısı parçalanma kinetiği. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Seydim, A.C., Acton, J.C., Hall, M.A., Dawson, P.L. 2006. Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat. *Meat Science*, 73: 503-510.
- Singh, P., Sahoo, J., Chatli, M.K., Biswas, A.K., 2014. Shelf life evaluation of raw chicken meat emulsion incorporated with clove powder, ginger and garlic paste as natural preservatives at refrigerated storage ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$). *International Food Research Journal*, 21(4): 1363-1373.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods of Enzymology*, 299: 152–178.
- SPSS, 2013. IBM SPSS Statistics 22.0, SPSS Inc., Chicago, USA.
- Suman, S.P., Faustman, C., Lee, S., Tang, J., Sepe, H. A., Vasudevan, P., Annamalai, T., Manojkumar, M., Marek, P., Venkitanarayanan, K.S. 2005. Effect of erythorbate, storage and high-oxygen packaging on premature browning in ground beef. *Meat Science*, 69: 363–369.
- Suman, S.P., Mancini, R.A., Joseph, P., Ramanathan, R., Konda, M.K.R., Dady, G., Yin, S. 2010. Packaging-specific influence of chitosan on color stability and lipid oxidation in refrigerated ground beef. *Meat Science*, 86: 994–998.
- Tang, S.Z., Ou, S.Y., Huang X.S., Li, W., Kerry, J.P., Buckley D.C. 2006. Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *Journal of Food Engineering*, 77: 248–253.
- Tapp, W.N., Yancey, J.W.S., Apple, J.K., Dikeman, M.E., Godbee, R.G. 2012. Noni puree (*Morinda citrifolia*) mixed in beef patties enhanced color stability. *Meat Science*, 91: 131-136.
- Tarko, T., Duda-Chodak, A., Satora, P., Sroka, P., Pogoń, P., Machalica, J. 2014. *Chaenomeles japonica*, *Cornus mas*, *Morus nigra* fruits characteristics and their processing potential. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12): 3934–3941.
- Tokbaş, H. 2009. Karadut meyvesinin (*Morus nigra* L.) reçel ile marmelata işlenmesi ve ürünlerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Uygur, E.Y. 2015. Karadut (*Morus nigra*) meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Vaithyanathan, S., Naveena, B.M., Muthukumar, M., Girish, P.S., & Kondaiah, N. 2011. Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic

- solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 °C). *Meat Science*, 88: 409–414.
- Vargas-Sánchez, R.D., Torrescano-Urrutia, G.R., Acedo-Félix, E. 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties. *Journal of Food Science*, 79(8), 1499-1504.
- Vitale, M., Pérez-Juan, M., Lloret, E., Arnau, J., Realini, C.E. 2014. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science*, 96: 270–277.
- Yalınkılıç, B. 2009. Sucuk üretiminde portakal lifi kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yıldız-Turp, G., Serdaroglu, M. 2010. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties. *Meat Science*, 86: 896–900.
- Yiğit, D., Yiğit, N. 2008. Antibacterial activity of black mulberry (*Morus nigra*) fruits and leaves. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 1(1): 39-47.

EKLER

Ek 1. Köfte örneklerinin duyuusal değerlendirme formu

Örnek No:	Kötü								Çok İyi
Duyusal Kriter	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk									
Tekstür									
Koku									
Lezzet									
Genel Beğeni Düzeyi									

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emre TURAN
Doğum Yeri : Erzurum
Doğum Tarihi : 05.01.1991
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : emree_turann@hotmail.com
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Gıda Mühendisliği	Atatürk Üniversitesi	2014

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2015-

1991 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2010 yılında kazandığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2014 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 yılında Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’na araştırma görevlisi olarak atandı. Halen Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda lisansüstü eğitimine devam etmektedir.