

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ORANLARDA DANA KIRINTI ETİ İLE FORMÜLE EDİLMİŞ
HAMBURGER KÖFTELERİNDE BİBERİYE EKSTRAKTI İLAVESİNİN
DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Elif İLHAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2010

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ORANLARDA DANA KIRINTI ETİ İLE FORMÜLE EDİLEN
HAMBURGER KÖFTELERİNDE BİBERİYE EKSTRAKTI İLAVESİNİN
RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

Elif İLHAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Farklı oranlarda dana kırıntı eti kullanılarak formüle edilen hamburger köftelerine biberiye uçucu yağı ilavesinin mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu kalite üzerine etkisi donmuş süresince belirlenmiştir. Beş farklı oranda dana kırıntı (K) ve dana eti (DE) kullanılarak hazırlanan hamburger köfte hamurları (1- %100 DE), 2- %75 DE + %25 K, 3- %50 DE + %50 K, 4- %25 DE + %75 K ve 5- %100 K) hazırlanmış, her biri iki alt gruba bölünmüştür. Alt gruplara %1,5 oranında biberiye uçucu yağı (BUY) ilave edilmiştir. Başlangıçta, % nem, protein, yağ, kül, hidroksiprolin ve bağ doku içerikleri, pişirme sonrası ağırlık kaybı ve çap azalışı belirlenmiş, duyu analiz yapılmıştır. Depolamanın (-18°C'de) 0., 30., 60., 90., 120., 150. ve 180. günlerinde ise pH değeri, tiyobarbitürik asit (TBA) değeri, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayıları, toplam koliform bakteri sayıları ve toplam *Staphylococcus* spp. sayıları ile enstrümental CIE* açıklık-koyuluk (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri saptanmıştır.

Kırıntı oranı arttıkça hamburger köftelerinde belirlenen yağ, hidroksiprolin ve bağ doku içeriğinde artış, protein içeriğinde ise azalma olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Pişirme sonrası ağırlık kaybı ve çap azalışları da kırıntı oranına bağlı olarak artış göstermiştir. BUY ilavesi özellikle depolamanın sonlarına doğru tüm gruplarda TAMB, TPAB, koliform ve *Staphylococcus* spp. bakteri sayılarını azaltıcı etkide bulunmuştur. En belirgin antimikrobiyel etki *Staphylococcus* spp. üzerinde görülmüştür. TBA değerleri kırıntı oranının artmasıyla birlikte artış göstermiş, antioksidan özellikteki biberiye uçucu yağı ilavesi ise TBA değerini azaltıcı etkide bulunmuştur ($p<0,05$). Kırıntı ilavesinin L* değerleri üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı, ancak, a* değerlerini azaltıcı etki gösterdiği gözlenmiştir ($p<0,05$).

Mart 2010, 68 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hamburger köftesi dana kırıntı eti, biberiye uçucu yağı, donmuş depolama

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF ROSEMARY EXTRACT UTILIZATION ON STORAGE STABILITY OF HAMBURGER PATTIES FORMULATED WITH DIFFERENT BEEF TRIMMING RATIOS

Elif İlhan

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Effects of rosemary essential oil (REO) addition on microbiological, chemical, physical and sensory characteristics of hamburger patties formulated with different beef trimming ratios was investigated during frozen storage. After preparation of five groups of hamburger patty mixtures with 5 different ratios of beef and beef trimmings [1) 100% beef, 2) 75% beef + 25% trimmings, 3) 50% beef + 50% trimmings, 4) 25% beef + 75% trimmings, and 5) 100% trimmings, each group separated into two equal parts, one of which was separated as control. REO (1.5%) was added to the other five groups. Initially, moisture, protein, lipid, ash, hydroxyprolin and connective tissue contents, cooking loss and diameter reduction after cooking were determined, and a sensory analysis was conducted. The pH value, thiobarbituric acid (TBA) value, counts of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB), total coliform bacteria and total *Staphylococcus* spp., and CIE L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness) values were evaluated at days 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 of frozen storage at -18°C.

Increases in the ratio of beef trimmings resulted in higher lipid and connective tissue, and lower protein contents ($p<0.05$). Weight loss and diameter reduction after cooking increased depending on the ratio of beef trimmings. Antimicrobial activity of REO was observed against total aerobic mesophilic bacteria, total psychrophilic aerobic bacteria, *Staphylococcus* spp., and total coliforms towards the end of frozen storage with the greatest effect determined against *Staphylococcus* spp. TBA value in hamburger patties increased with increases in the ratio of beef trimmings and decreased with incorporation of REO ($p<0.05$). Incorporation of beef trimmings and REO had no significant effects on L* values ($p>0.05$) whereas a* value decreased with increasing ratios of beef trimmings in hamburger patties ($p<0.05$).

TEŞEKKÜR

Engin bilgi ve tecrübeleriyle tez çalışmamın her aşamasında sağlamış olduğu katkılardan dolayı, manevi desteği ile hep yanımda olan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Analizlerimde laboratuvar olanaklarından yararlandığım Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Nuray KOLSARICI ve Sayın Prof.Dr. Aziz TEKİN'e,

Yüksek lisans tez çalışmamda kullandığım biberiye uçucu yağını temin eden Sayın Prof.Dr. Ali BAYRAK'a,

Analizlerimde tecrübelerinden yararlandığım Araş. Gör. İlker AKOĞLU'na, Araş. Gör. Eda DEMİROK'a, Araş. Gör. Gökçe POLAT'a, Araş. Gör. Emre BAKKALBAŞI'na,

Tez çalışmamda yardımlarından ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Asuman SEVERLER, Mesut YILDIZ, Serkan DENİZLİ ve meslektaşlarım Gıda Müh. Duygu ERGÜN, Gıda Yüksek Müh. Emine AŞIK , Gıda Yüksek Müh. Gülüstan ÖZTÜRK'e,

Her daim yanımda olan, maddi ve manevi destekleriyle beni bugünlere taşıyan çok değerli annem Türkan İLHAN'a, babam Mehmet İLHAN'a, kardeşim Ebru İLHAN'a ve Gönül ÇAPÇIOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu tez çalışması 09H4343001 Kodlu ve “Farklı Oranlarda Dana Kırıntı Eti ile Formüle Edilmiş Hamburger Köftelerinde Biberiye Uçucu Yağı İlavesinin Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi” konulu BAP projesi tarafından desteklenmiştir.

Elif İLHAN

Ankara, Mart 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Uçucu Yağlar	7
2.2 Biberiye (<i>Rosmarinus Officinalis</i> L.)	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Hamburger köftesi üretimi.....	17
3.3 Analiz Yöntemleri	19
3.3.1 Nem içeriği	19
3.3.2 Yağ içeriği	19
3.3.3 Protein içeriği	19
3.3.4 Kül içeriği.....	19
3.3.5 Hidroksiprolin ve bağ doku içeriği.....	20
3.3.6 Ağırlık kaybı ve çap azalışı	20
3.3.7 pH değeri.....	21
3.3.8 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri	21
3.3.9 Enstrümental renk	21
3.3.10 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı.....	21
3.3.11 Toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı.....	22
3.3.12 <i>Staphylococcus</i> spp. Sayısı	22
3.3.13 Koliform grup bakterilerin sayısı.....	22
3.3.14 Duyusal analiz	23
3.3.15 İstatistik analiz	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
4.1 Kimyasal Bileşim.....	24
4.2 Ağırlık Kaybı ve Çap Azalışı.....	26
4.3 pH Değeri	27
4.4 Mikrobiyolojik Analiz.....	30
4.5 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerleri	40
4.6 Enstrümental Renk Değerleri	44
4.7 Duyusal Analiz.....	52
5. SONUÇ.....	55
KAYNAKLAR	57
EK 1 Hamburger Köftesi Duyusal Değerlendirme Formu	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68

KISALTMALAR DİZİNİ

DE	% 100 Dana Eti İçeren Örnek Grubu
K-25	% 25 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-50	% 50 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-75	% 75 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-100	% 100 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
DE-B	%1,5 Biberiye Yağı İlave Edilen Kontrol Grubu
K-25-B Örnek Grubu	%1,5 Biberiye Uçucu Yağı İlave Edilen % 25 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-50-B Örnek Grubu	%1,5 Biberiye Uçucu Yağı İlave Edilen % 50 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-75-B Örnek Grubu	%1,5 Biberiye Uçucu Yağı İlave Edilen % 75 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
K-100-B Örnek Grubu	%1,5 Biberiye Uçucu Yağı İlave Edilen % 100 Dana Kırıntı Eti İçeren Örnek Grubu
TBA	Tiyobarbitürik asit
TAMB	Toplam aerobik mezofilik bakteri
TPAB	Toplam psikrofilik aerobik bakteri
BHA	Bütil hidroksi anisol
BHT	Bütil hidroksi toluen

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.2	Biberiyede bulunan bazı etken maddeler	9
Şekil 4.1	Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin % ağırlık kaybı ve çap azalışı	27
Şekil 4.2	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince pH değişimi.....	29
Şekil 4.4.1	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayısındaki değişim (log kob/g).....	32
Şekil 4.4.2	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısındaki değişim (log kob/g).....	35
Şekil 4.4.3	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam koliform bakteri sayısındaki değişim (log kob/g).....	38
Şekil 4.4.4	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam <i>Staphylococcus</i> spp. sayısındaki değişim (log kob/g).....	40
Şekil 4.5	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince TBA değerlerindeki değişim (MA mg/kg).....	42
Şekil 4.6.1	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince CIE L* değerlerindeki değişim..	47
Şekil 4.6.2	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince CIE a* değerlerindeki değişim..	49
Şekil 4.6.3	Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince CIE b* değerlerindeki değişim..	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin bileşimi....	18
Çizelge 4.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi (%)	24
Çizelge 4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin % ağırlık kaybı ve çap azalışı	26
Çizelge 4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca pH değerleri.....	28
Çizelge 4.4.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca toplam aerobik bakteri sayıları(log kob/g).....	31
Çizelge 4.4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca toplam psikrofilik aerobik bakteri sayıları (log kob/g).....	34
Çizelge 4.4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca toplam koliform bakteri sayıları (log kob/g).....	37
Çizelge 4.4.4 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca toplam <i>Staphylococcus</i> spp. sayısı (log kob/g).....	39
Çizelge 4.5 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca TBA değerleri (mg MA /kg)...	41
Çizelge 4.6.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE L* değerleri.....	46
Çizelge 4.6.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE a* değerleri.....	49
Çizelge 4.6.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE b* değerleri.....	51
Çizelge 4.7 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin görünüş puanları.....	53

1. GİRİŞ

Kimyasal yapısı ve içeriği bakımından hayvansal ürünler içerisinde oldukça komplike gıda olan et, aynı zamanda içerdiği besin unsurları, koku, tat ve aroma özellikleri ile de değerli bir gıda maddesidir (Nychas ve Arkoudelos 1990, Çon vd. 2002, Fernandez-Gines vd. 2005).

Et ve et ürünlerinin kalitesi, güvenilirliği, raf ömrü stabilitesi ve besleyici değerinin yanı sıra tüketicilerin satın alırken dikkat ettiği en önemli faktörlerdendir (Nychas ve Arkoudelos 1990, Calvo vd. 2009). Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte artan hazır gıda tüketimine olan talebe paralel olarak, gıda işleme teknolojisi besin değeri yüksek, güvenli ve raf ömrü uzun ürün üretimine yönelmiştir. Böylece değişik çeşni, lezzet ve görünüşte birçok et ürünü üretilmeye başlanmıştır (Öztan 1993). Et endüstrisinde, bu amaçla üretilen ürünler içinde hamburger köfteleri, özellikle genç ve çalışan nüfusun damak tadına hitap etmesi ve hazırlama kolaylığından dolayı önemli yer tutmaktadır (Calvo vd. 2009).

TS 10580'e göre, hamburger köfteleri, "kasaplık dana gövde etleri, kasaplık koyun gövde etleri, kasaplık kuzu gövde etlerinin bir veya birkaçı kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ve sinirlerden ayıklandıktan sonra, tavuk gövde eti, hindi eti ayrı ayrı veya ikisi bir arada olmak üzere iç organlardan ayrıldıktan sonra, yemeklik tuz, gerektiğinde iç yağı, böbrek yağı, hindi yağı, kuyruk yağlarından bir veya birkaçı ile galeta unu, patates unu, yenilebilir soya fasulyesi unu, nişasta, soya proteinlerinden bir veya birkaçı ile birlikte lezzet verici maddelerle, gerektiğinde de, katkı maddelerinden bir veya birkaçı ilave edilip çekilerek, kıyma haline getirilmesi ve homojen hale gelinceye kadar karıştırılmasıyla hazırlanan bir karışım" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 2002). Bu şekilde üretilen hamburger köfteleri, ayak-üstü restoranların ve toplu tüketim yerlerinin en gözde ürünleridir (Ertaş vd. 1991, Hasbioğlu 1993).

Et endüstrisinde, üretim girdi masraflarını en aza indirmek için yapılan çalışmalar, üreticileri daha ekonomik hammadde arayışlarına yöneltmiştir (Stika vd. 2008). Son

yıllarda, özellikle küçük ölçekli et işletmelerinde yapılan üretimlerin büyük çoğunluğunda maliyeti düşük hammadde kullanımı yaygınlaşmıştır. Kırmızı etten tavuk etine kadar değişiklik gösteren hamburger köftesi hammadde kaynakları içinde özellikle, mekanik ayrılmış etler, tavuk derisi ve dana kırıntı eti gibi maliyeti düşük hammaddeler, asıl hammadde olan sığır, koyun ve tavuk etine bir alternatif olarak et endüstrisinde oldukça geniş kullanım alanı bulmaktadır (Çapraz 2004).

Üreticiler tarafından hamburger köftesi üretiminde son birkaç yıldır kullanılmakta olan dana kırıntı etleri, karkastaki değerli et parçalarının tıraşlama yan ürünleri ve değeri düşük et parçalarını içine alan sinirsiz, kıkırdaksız yağ oranı yüksek dana eti olarak tanımlanabilir. Dana kırıntı eti, ülkemizde kesimhanelerde bir yan ürün olarak hazırlanmakta ve ileri işlenmiş et ürünleri üretimi yapan işletmelere düşük fiyatla pazarlanmaktadır. Genellikle, et ürünleri içinde, özellikle farklı köfte çeşitlerinde kullanılan dana kırıntı etleri, tek başına ham madde olarak kullanıldığında, ürün kalitesinin düştüğü ve elde edilen ürünün raf ömrünün olması gerekenden daha kısa olduğu görülmektedir. Bu nedenle, hamburger köftesi üretiminde dana kırıntısının hammadde olarak kullanımının optimize edilmesi ve depolama stabilitesinin artırılması gerekmektedir.

Tüketime hazır gıdalar arasında, oldukça yüksek üretim ve tüketim potansiyeline sahip hamburger köftelerinin, üreticiler tarafından ürün işletmeden çıktıktan sonra, tüketiciler tarafından ise ürün buzdolabına girdikten sonra depolama sırasında meydana gelebilecek bozulmalara karşı dayanıklı olması arzulanmaktadır (Hollingsworth 1994, Dumagan and Hackett 1995). Bu gıdaların özelliklerinin iyileştirilmesinde ve muhafazasında çeşitli katkı maddeleri kullanılmakta ve bu katkıların bir kısmının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunabilmektedir. Ancak, tüketicilerin gıda konusunda bilinçlenmesi ile birlikte, gıdaların daha güvenilir bir şekilde üretilmesi, besin değerini kaybetmemesi ve mümkün olduğunca doğal olması amaçlanmaktadır. İşlenmiş et ürünlerinde depolama stabilitesinin artırılmasında son yıllarda önemle üzerinde durulan uygulamalardan biri, antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki bitki ekstraktlarının ürüne ilave edilmesidir (Calvo vd. 2009)

Gıdalarda antioksidan ve antimikrobiyal madde kullanımı depolama stabilitesini artırmaktadır. Son yıllarda tüketiciler doğal katkı maddeleri kullanılan gıdaları tercih etmektedirler. Üzerinde ağırlıkla durulan antioksidan ve antimikrobiyal gruplar flavanoidler ve fenolik asitlerdir. Doğal katkı maddelerinin çoğu da fenolik yapıda bileşiklerdir. Et ve et ürünlerinde çoğunlukla kullanılan fenolik içeriği yüksek bitkiler çay, biberiye, kekik, karabiber, narenciye ekstraktları ve bunların uçucu yağlarıdır (Öztan vd. 2005).

Yenilebilir çeşitli bitkiler ve baharat tat ve aroma kazandırmanın yanı sıra muhafaza süresini artırmak amacıyla et ve et ürünlerine katılmakta, ayrıca hastalıkların tedavi edici etkileri de bulunmaktadır. Bunlar içerisinde tüm dünyada sağlık açısından faydalı etkilerinden dolayı önem kazanan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), daha çok yaprağı kullanılan bir bitkidir. Sindirim uyarıcı, antiseptik, antimikrobiyal ve antioksidan etkisi vardır (Aydın 2008).

Biberiyeden çeşitli şekillerde elde edilen ekstraktlar ve uçucu yağlar, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalara ilave edilmektedir. Biberiye ekstraktları ve uçucu yağının antimikrobiyal ve antioksidan etkileri, içerdiği etken maddelerden özellikle rosmarinik asit, karnosik asit ve karnosolden kaynaklanmaktadır (Lölinger 1983, Sanchez-Escalante vd. 2001). Biberiye kullanımı, et ve et ürünlerinde tat, koku ve aroma üzerine de olumlu etkide bulunmaktadır (Akgül ve Ayar 1993).

Bu çalışmada amaç, farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerine biberiye uçucu yağı ilavesinin donmuş muhafaza (-18°C) boyunca mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETİ

Dünya nüfusunun hızlı artışı, insanların hayat standartlarını yükseltme eğilimleri ve hızlı sanayileşme, hazır gıda maddelerine olan talebi artırmış ve bunun sonucunda gıda maddelerinin üretimi bir sanayi kolu haline gelmiştir. Böylece, işlenmiş gıda maddeleri son derece çeşitlenmiş ve üretimde kullanılan gıda katkı maddelerinin sayıları da büyük bir hızla artmıştır. Bu artışta, üretim tekniklerinin gelişmesi, tüketici beğenisinin çeşitlilik kazanması, kayıpların azaltılması, dağıtım kolaylığı ve değişik formüllü yeni gıdaların üretimi gibi birçok faktör etkili olmuştur (Çapraz 2004).

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, ürün çeşitliliğinin de artmasıyla et ürünlerinin üretiminde pek çok farklı hammadde kullanılmaktadır. Önemli ölçüde protein açığı bulunan ülkemizde özellikle hayvansal protein açığının kapatılması için eldeki kaynakların randımanlı bir şekilde kullanımına özen göstermek gerekmektedir. Bu hem ülke hem de dünya ekonomisi açısından önemlidir (Shadidi vd. 1992, Kolsarıcı vd. 2004) . Nüfusun hızlı bir şekilde artış gösterdiği ve ekonomik kalkınma çabalarının yoğun olarak sürdürüldüğü ülkemizde et ve et ürünleri sanayi, yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanabilmesi, istihdam sağlaması ve ülke ekonomisi açısından önem taşımaktadır. Ancak, ülkemizde istikrarlı ve verimli üretimin olmayışı, et endüstrisini hammadde olarak farklı kaynak arayışlarına yöneltmiştir. Ayrıca, et fiyatlarındaki artış yüzünden et ürünleri üretim prosesi, maliyeti düşük olan deri, taşlık, jelatin, karkas kırpıntıları içeren mekanik ayrılmış et ve dana kırıntı gibi, tüketilebilir protein kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmaya sanayiye teşvik etmiştir (Abdullah vd. 2005).

Her yaş grubu arasında, ülkemizde ve dünyada beğenilerek tüketilmekte olan hamburger köfteleri üretiminde, bu hammaddeler arasında bulunan dana kırıntı eti de kendine yer edinmeye başlamıştır. Ancak, kimyasal yapısı ve üretimdeki işleme şekline kaynaklanan düşük hijyenik kalitesi nedeniyle kırıntı eti kullanılan ürünlerde sorunlar ortaya çıkmakta ve elde edilen ürünün raf ömrü sınırlı olmaktadır. Özellikle, mikrobiyal yükünün ve yağ içeriğinin yüksek olması, son ürünün depolama esnasında

kısa sürede bozulmasına üründe istenmeyen tat, koku ve tekstür oluşumuna neden olmaktadır (Scanga vd. 2000).

Soğuk ve donmuş depolama süresince, dana kırıntı etlerinde ve bu hammaddelerin kullanıldığı ürünlerde mikrobiyal gelişimi en aza indirmek için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Scanga vd. (2000), parça et ve kırıntıda meydana gelen mikrobiyal kontaminasyonları incelemişlerdir. Kırıntı etinde yağ oranı arttıkça toplam bakteri yükünün de arttığının belirlendiği çalışmada, farklı işletmelerden elde edilen çeşitli sığır kırıntı etlerinin %13,6'sında *Listeria monocytogenes* ve %1,5'inde *Salmonella* spp.bulunmuştur. Ayrıca kırıntı etinin kaynağına bağlı olarak da mikroorganizma yükünde farklılıklar gözlemlenmiştir.

Moorhead and Dykes (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, %10 yağ içeren sığır kırıntı etlerine *Campylobacter jejuni* inoküle edilmiş ve -18°C'de 12 gün depolanmıştır. Donmuş depolamanın 7. gününde *C. jejuni* yükünde 1-3 log birimlik azalma meydana gelmiştir. Depolamanın ilerleyen periyotlarında ise *C. jejuni* miktarında artış gözlenmiştir. Donmuş depolama süresince sığır kırıntı etlerinde toplam bakteri sayısında herhangi bir değişim saptanmamıştır.

E. coli ve *S. typhimurium* ile inoküle edilmiş dana kırıntı etleri, %5 asetik asit, %5 glukonik asit ve %5 trisodyum sitrat uygulanarak 4°C'de depolanmıştır. Depolamanın 7. gününde %5 asetik asit ve %5 glukonik asit uygulamasının, %5 trisodyum sitrat uygulamasına kıyasla daha iyi antimikrobiyal etki gösterdiği gözlenmiştir (Stivarius vd. 2001).

Dana kırıntı etlerinin mikrobiyal yükünün azaltılmasına yönelik yapılan bir diğer çalışmada ise, *E. coli* ve *S. typhimurium* ile inoküle edilen, 7 ve 15 dakika süresince %1 oranında ozonlu su uygulanan dana kırıntı etleri 4°C'de 7 gün depolanmıştır. Ozon uygulaması kontrol grubuna göre *S. typhimurium* sayılarında düşüş sağlamıştır. Ayrıca, ozon uygulanmış örneklerde toplam bakteri sayısında azalma gözlenmiştir (Stivarius vd. 2002)

Dias-Morse vd. (2008), %4 sodyum metasilikat, %3 potasyum laktat, %0,1 asitli sodyum klorit ve %0,02 peroksi-asetik asit uygulamasının, *E. coli* ve *Salmonella* spp. ile inoküle edilmiş sığır kırıntı etlerinde antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. *E. coli* ve *Salmonella* spp. Yükünde en fazla azalmayı %0,02 peroksi-asetik asit uygulamasının sağladığı saptanmıştır.

Görüldüğü üzere kırıntı etleriyle yapılan çalışmalar genellikle antimikrobiyal uygulamalarla sınırlı kalmıştır. Mikrobiyolojik bozulmanın yanı sıra, dana kırıntı etinin yüksek yağ içeriğinden dolayı lipid oksidasyonu da başlıca bozulma nedenlerinden biridir. Bu bozulmalar ile et ve ürünlerinin besin değerindeki değişimlerin yanı sıra renk, lezzet ve koku gibi tüketici beğenisini direkt olarak etkileyen kalite kriterleri de olumsuz yönde etkilenmektedir (Ames 1983).

Uzun yıllardan beri gıdaların mikrobiyal gelişim ve lipid oksidasyonuna karşı korunmasında sentetik antimikrobiyal ve antioksidan maddeler kullanılmıştır. Ancak günümüzde et ürünleri üretiminde kullanılan sentetik antioksidanlar, sağlığa zararlı etkilerinden dolayı tüketicileri endişelendirdiği için, çoğu et üreticileri alternatif doğal antioksidan arayışına girmişlerdir (Decker and Mei 1996). Son yıllarda baharat ve aromatik bitkilerin ekstrakt ve uçucu yağlarının antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu ajan olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Baharat ve aromatik bitkilerin ekstraktları ve uçucu yağları antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı endüstride ve bilimsel araştırmalarda çok fazla ilgi görmektedir. Bunların antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri içerdikleri vitaminler, flavonoidler, terpenoidler, karotenoidler, kumarinler, kurkuminler gibi fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, içerdikleri karnosol, quercetin, kafeik asit ve rosmarinik asit gibi birçok uçucu olmayan bileşikler iyi birer serbest radikal giderici olarak bilinmektedir (Ng vd. 2000, Zheng and Wang 2001, Calucci vd. 2003).

Flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler çoğunlukla bitkinin yaprak, çiçek ve odunsu kısımlarında bulunmaktadır (Kähkönen vd. 1999). Bu nedenle, genellikle aromatik bitkiler yaprak ve çiçek kısımları kurutularak drog halinde (Baytop 1999) ya da

ekstraksiyon, destilasyon gibi yöntemlerle elde edilen uçucu yağ ekstraktları şeklinde kullanılmaktadır (Botsoglou vd. 2003).

2.2 Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar, bitkilerden veya bitkisel droglardan, su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardır. Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçtuklarından "eterik yağ", güzel kokulu olmaları ve parfümeride kullanılmaları nedeniyle "esans" gibi isimlerle anılırlar (Bayrak vd. 2006).

Sağdıç (2003)'a göre, bitkisel uçucu yağların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi; bitkinin türüne, kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, hedef mikroorganizmanın türüne ve yüküne, gıdanın kompozisyonuna, işleme ve depolama koşullarına bağlıdır. Ortamda bulunan proteinler, lipitler, pH ve sıcaklık fenolik maddelerin antimikrobiyal aktivitelerini etkileyen faktörlerdir.

Uçucu yağların et ve et ürünlerinde antimikrobiyal ve antioksidan etkileri çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir (Huisman vd. 1994, Formanek vd. 2001, Ntzmani vd. 2010). Et ve et ürünlerinde biberiye, adaçayı, zencefil, çemen otu, karanfil, siyah ve yeşil çay, yağlı tohumlar, tarçın, kekik, kimyon, karabiber gibi birçok bitki ve baharat ekstraktı ve uçucu yağı antioksidan ya da antimikrobiyal etkileri nedeniyle kullanılmaktadır (Barbut vd. 1985, Al-Jalay vd. 1987, Stoick vd. 1991, Palitzsch vd. 1993, Abd El-Alim vd. 1999, Maslarova ve Heinonen 2001).

2.3 Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

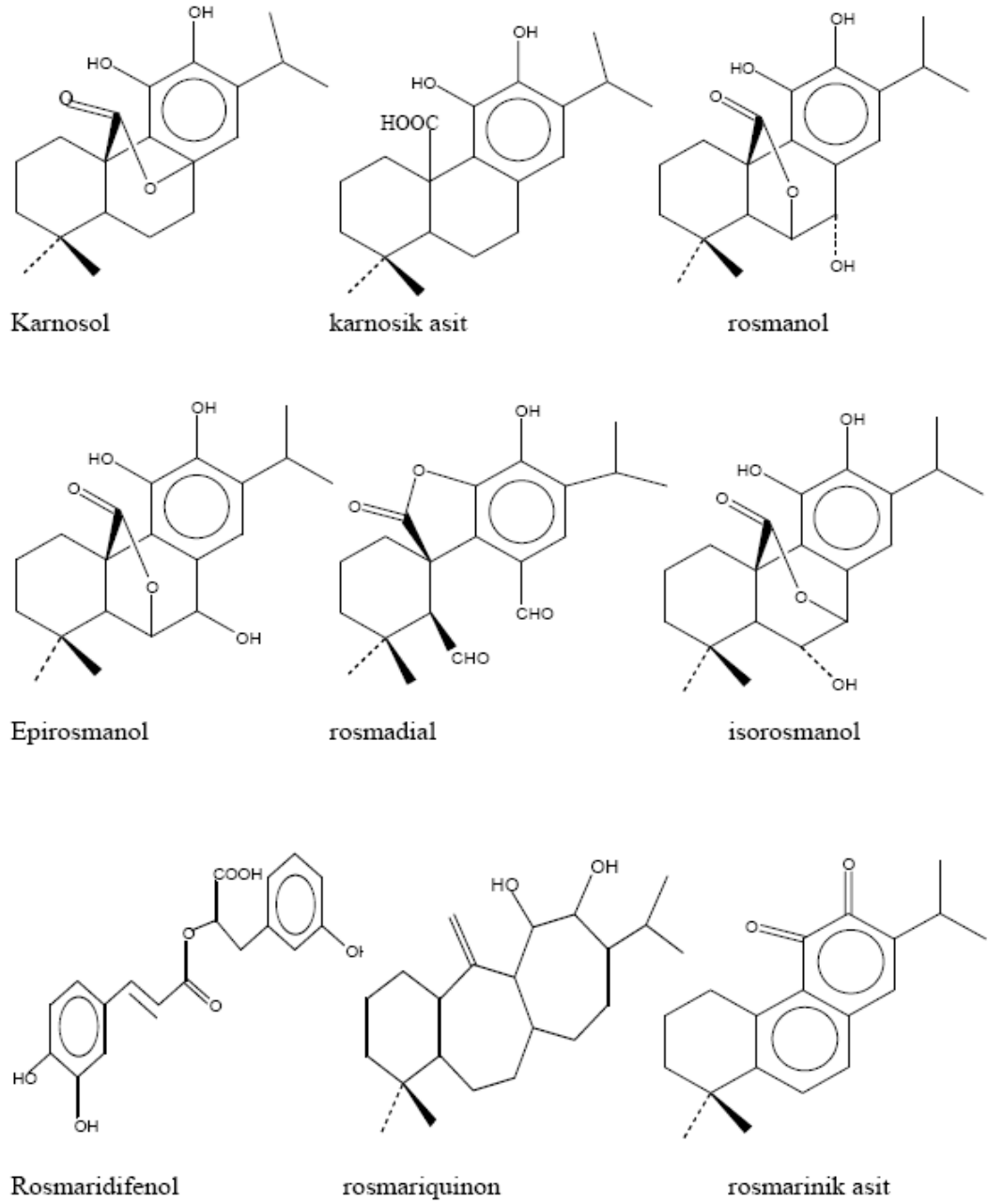
Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), Akdeniz ülkelerinde kendiliğinden yetişen veya kolayca kültürü yapılan aromatik bir bitkidir. Yapısındaki uçucu yağdan kaynaklanan hoşça giden aromasından dolayı, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde yaygın

olarak kullanılan bir baharattır. Doğal ürünlerden biri olan biberiye 30 yıldan beri doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanılmakta olup aktif bileşenleri tespit edilmiştir (Banyai vd. 2003, Nassu vd. 2003). Biberiyenin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi içerdiği yüksek fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Özellikle, monoterpenler (eterik yağlar), diterpen fenoller (karnosik asit, karnosol, rosmanol, apirosmanol, isorosmanol, metil karnosat), fenolik asitler (rosmarinik asit), flavanoller ve triterpen asitler (ursolik asit, oleanolik asit, bütülinik asit) biberiye ekstraktlarının etken maddelerini oluşturmaktadır (Lölinger 1983, Maslarova and Heinonen 2001, Riznar vd. 2006). Ayrıca, biberiyenin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi ekstraktın elde ediliş yöntemiyle de ilişkilidir (Dapkevicius vd. 1998). Şekil 2.3'de biberiyenin yapısında bulunan bazı etken maddeler verilmiştir.

Biberiyenin kendine özgün keskin tat ve kokusu çok düşük düzeylerde bile hissedilebilmektedir. Kullanım düzeyini sınırlayan bu önemli sorun, son yıllarda geliştirilen bazı yöntemlerle giderilmiştir. Özellikle ABD ve Japonya' da renksiz, tatsız, kokusuz aynı zamanda güçlü antioksidan etkiye sahip ticari biberiye preparatları üretilmiştir (Akgül 1989).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktlarının, et üzerinde lipit oksidasyonunu yavaşlattığı ve hindi etinde renk stabilitesi sağladığı belirlenmiştir (Yu vd. 2002). Formanek vd. (2003) ise biberiye ekstraktı kullanarak yaptığı çalışmada, biberiye ekstraktının içerdiği kuersetin, rosmarinik asit, karnasol ve kafeik asitin sığır kıymalarında lipit oksidasyonunu ve renk değişimini yavaşlattığını belirtmişlerdir.

Djenanane vd. (2002), taurin, α - tokoferol ve biberiyenin C vitamini ile oluşturulan kombinasyonlarının modifiye atmosferde paketlenmiş bifteklerde oksidatif stabiliteye etkilerini incelemişler, biberiye ve C vitamini kombinasyonunun ürün rengi ve mikrobiyal yükü üzerine daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 2.3 Biberiyede bulunan bazı etken maddeler (Maslarova and Heinonen 2001)

Nassu vd. (2003), biberiyenin antioksidan etkisini incelemek amacıyla keçi etinden yapılmış fermente sosislere %0,025 ve %0,05 oranında biberiye ekstraktı ilave etmişlerdir. Kontrol örneğinde 15 mg malonaldehit/kg olan TBA değeri, %0,025 ve %0,05 oranında biberiye ekstraktı katkılı örneklerde sırasıyla 10,5 mg malonaldehit/kg ve 7,5 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur.

Biberiye kullanımının bifteklerdeki lipit oksidasyonu ve renk değişimine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada ise, 3000 ppm biberiye ekstraktı bifteklerle ilave edilmiştir. Biberiye ekstraktı kullanımının 4°C’de 144 saat süren depolama sonucunda, rengi koruduğu ve oksidatif bozulmayı en aza indirdiği gözlenmiştir (Balantine vd. 2006).

Doğal antioksidanların etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise, biberiye ekstraktı, kitozan ve α -tokoferol taze domuz sosislerine ilave edilmiştir. Taze domuz sosislerine biberiye ekstraktı 260 mg/kg, α -tokoferol 100 mg/kg, kitozan ise 10 g/kg oranında eklenmiştir. Ayrı ayrı ve kombine ilaveler sonucunda, domuz sosisleri 4°C’de 20 gün süren soğuk depolamaya tabi tutulmuştur. En iyi ürün kalitesine kitozan ve biberiye ekstraktı kombinasyonu ile ulaşılmıştır (Georgantelis vd. 2007).

Biberiye ekstraktı ile marine edilmiş karideslerde raf ömrünün incelendiği bir araştırmada (Cadun vd. 2008), 1°C’de 75 gün depolama yapılmıştır. Biberiye ekstraktı ile marinasyon, karideslerde toplam uçucu baz azotu (TVB-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinde azaltıcı bir etkide bulunmuştur.

Oksidatif değişimin yüksek seviyede olduğu domuz etinde biberiye kullanımının düşük konsantrasyonlarda bile, bozulmayı önemli ölçüde önlediği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Mc Carthy vd. 2001, Nissen vd. 2004). Coronado vd. (2002), biberiye ekstraktı (%0,03) ve süt tozu (%0,25) ilave edilerek hazırlanan wiener sosislerinde, -20°C’de 10 ay süren depolama sonucunda oksidatif gelişmeyi incelemişlerdir. 10. ayın sonunda biberiye ekstraktı ilavesi, lipit oksidasyonu üzerine daha iyi sonuçlar vermiştir.

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu konusunda yapılan çalışmalar, sentetik ve doğal antioksidanların faydalarının karşılaştırılmasında yoğunlaşmıştır. Barbut vd. (1985), hindi sosislerinde biberiye ekstraktı ilavesinin 4°C’de depolama süresince, BHT/BHA’ya göre lipit oksidasyonunu önlemede daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Stoick vd. (1991) ise, sığır etlerine tuz, fosfat ve biberiye ekstraktı karışımı ilavesinin,

BHT/BHA, tuz, fosfat karışımı ilavesine kıyasla antioksidatif etkisinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

O'Sullivan vd. (2004), bitki ekstraktları ve tuz/sodyum tripolifosfat kullanımının tavuk nuggetlarında antioksidatif etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, doğal antioksidan olarak sırasıyla E vitamini, %0,10 biberiye ekstraktı , %0,01 çay kateşinleri ekstraktı , %0,10 adaçayı ekstraktı kullanılmış, yapay antioksidan olarak ise %0,75 tuz ve %0,75 tuz / %0,25 sodyum tripolifosfat tavuk nuggetslarına koruyucu olarak eklenmiştir. Soğukta (4°C) 9 gün depolama sonucunda, biberiye ekstraktı ilavesinin TBA değerini düşürdüğü ve ürün rengini iyileştirdiği belirlenmiştir.

Sebranek vd. (2005), dondurulmuş domuz sosislerinde biberiye ekstraktı ve BHA/BHT ilavesinin renk ve oksidasyona etkisini araştırdıkları çalışmada, taze domuz sosislerinden bir gruba 1500 ve 2500 ppm konsantrasyonlarında biberiye ekstraktı, diğer gruba ise 200 ppm BHA/BHT (1:1) karışımı ilave edilerek -20°C'de 112 gün depolama yapılmıştır. Depolama sonucunda 2500 ppm düzeyinde biberiye ekstraktı ilavesinin, BHA/BHT karışımı ilavesine göre daha güçlü antioksidatif etki gösterdiği belirlenmiştir.

Mcbride vd. (2006), BHA/BHT ve biberiye ekstraktının hammadde olarak dana eti kullanılmış burgerlerde antioksidatif etkilerini incelemişlerdir. %0,1 oranında biberiye ekstraktı ilavesinin 4°C'de 10 gün sonunda, BHA/BHT kullanımına kıyasla oksidasyonu yavaşlatma üzerinde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ahn vd. (2007), biberiye ekstraktı ve BHA/BHT ilavesinin pişmiş bifteklerde renk ve oksidasyon stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, bifteklerden bir gruba %0.02 oranında BHA/BHT (1:1) karışımı, diğer gruba ise %1 oranında biberiye ekstraktı ilave edilmiş ve ısı uygulamasından sonra 4°C'de 9 gün depolanmıştır. Biberiye ekstraktı ilavesinin TBA değerlerini düşürdüğü ve ürün rengini iyileştirdiğini belirlemişlerdir.

Lopez-Bote vd. (1998), etlik piliç yemlerine 500 mg/kg adaçayı veya biberiye ekstraktı ilave etmişler ve bu şekilde beslenen hayvanlardan elde edilen but ve göğüs etlerinde 4

ay donmuş depolama süresince lipit oksidasyonunun kontrol gruplarına göre önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir.

Biberiye, portakal ve limon ekstraktlarının antioksidatif etkisi, Fernandez-Lopez vd. (2005) tarafından İsveç tarzı köftelerde araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, hazırlanan köftelere, suda çözülmüş biberiye ekstraktı (%15), yağda çözünen biberiye ekstraktı (%10), limon ekstraktı (%5) ve portakal ekstraktı (%5) olarak ayrı ayrı ilave edilmiştir. Isıl işlem uygulanan köfteler 8°C’de 12 gün depolanmıştır. Depolama sonunda biberiye ekstraktlarının ilave edildiği köftelerde TBA değeriyle belirlenen lipit oksidasyonunun en düşük seviyede olduğu saptanmıştır.

Vareltzis vd. (1997), biberiye ekstraktının, dondurularak muhafaza edilen istavrit ve berlam balığının fileto ve kıymalarında lipit oksidasyonunu önemli ölçüde geciktirdiğini saptamışlardır. Hawelland and Sakandei (2008), dondurulmuş uskumru balığının 22°C’de 16 gün depolanması sırasında antioksidan ilavesinin kimyasal değişimlere etkisini araştırmışlardır. Oksidasyonu engellemek için vitamin E (250 ppm) + vitamin C (250 ppm) + sitrik asit (100 ppm) karışımı, vitamin E (250 ppm) + vitamin C (250 ppm) + sitrik asit (100 ppm) + biberiye ekstraktı (250 ppm) karışımı ve biberiye ekstraktı (250 ppm) antioksidan olarak kullanılmıştır. Depolama sonucunda, vitamin E + vitamin C + sitrik asit + biberiye ekstraktı içeren uskumru örneklerinde peroksit sayısı, sadece biberiye ekstraktı katılmış örneklerde ise TBA değeri en düşük bulunmuştur.

Somon balığında (*Pseudopercis semifasciata*), 200 ve 500 ppm biberiye ekstraktı ilavesinin 1°C’de depolama süresince lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, biberiye ekstraktı ilavesinin depolama süresince somon balığında TBA değerinde kontrol gruplarına kıyasla düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, biberiye ekstraktı kullanımının somon balıklarının kırmızılık (a*) değerlerinde de artış sağladığı bildirilmiştir (Tironi vd. 2009).

Hernandez-Hernandez vd. (2009), biberiye ve kekik ekstraktlarının domuz eti depolama stabilitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, 2°C ve 4°C’deki 72 saat süren depolama boyunca biberiye ekstraktları kekik ekstraktlarına göre daha güçlü antioksidatif özellik göstermiştir. Ayrıca biberiye ekstraktındaki rosmarinik asitin de

renk stabilitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Biberiye ve kekik ekstraktlarının et ürünlerindeki oksidasyon üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise surimi endüstrisinde kullanılan istavrit balığı incelenmiştir. 23 gün süren donmuş depolama süresince, kekik ve biberiye ekstraktı kullanılan gruplar kontrol gruplarına kıyasla daha düşük TBA ve TVB-N değerlerine sahip olmuştur. Fakat, kekik ve biberiye ekstraktları arasındaki antioksidan özellik farkı incelendiğinde ise, biberiye ekstraktının lipit oksidasyonunu inhibe edici özeliğinin daha güçlü olduğu saptanmıştır (Quitral vd. 2009).

Sanchez-Escalante vd. (2001), vakum ambalajlı sığır etlerinde askorbik asit (500 ppm), taurin (50 mM), karnosin (50 mM), ve biberiye tozu kullanımının oksidasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, 2°C’de 20 gün süren depolama sonunda askorbik asit-biberiye tozu kombinasyonu ile en yüksek a* değerlerine ulaşılmıştır. Yine bu grupta metmiyogloblin oluşumu en düşük düzeyde meydana gelmiştir. Yıldız ve Serdaroğlu (1998) da tavuk köftelerinde oksidasyonu engellemek için biberiye ekstraktı, askorbik asit ve α - tokoferol kullandıkları çalışmada, en iyi antioksidatif etkiye biberiye ekstraktı-askorbik asit kombinasyonu ile ulaşılmıştır.

Vakum ambalajlanmış devekuşu kıymalarına %2 sodyum laktat ve %0,2 biberiye ekstraktı ilavesinin incelendiği bir çalışmada, 3°C’de 9 gün süren depolama sonucunda biberiye ekstraktı kullanımının sodyum laktat ilavesine kıyasla lipit oksidasyonunu yavaşlatma üzerinde daha etkili olduğu belirtilmiştir (Seydim vd. 2006). Biberiye ekstraktı ve sodyum laktatın birlikte ilavesi ise, bu iki antioksidanın tek başına kullanılmasına kıyasla daha etkili sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Riznar vd. (2006), vakum ambalajlı tavuk frankfurterlerinde biberiye ekstraktı ilavesinin, 3 farklı depolama sıcaklığında (4°C, 12°C ve 25°C) oksidasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. 16 gün boyunca 3 farklı depolama sıcaklığında da biberiye ekstraktının oksidatif stabiliteyi artırdığını gözlemlemişlerdir.

Et ve et ürünlerinde oksidasyon mekanizmasını minimuma indirmek için doğal antioksidan kullanımına ek olarak çeşitli fiziksel yöntemler de kullanılmaktadır. Chen

vd. (1999), 4°C’de depolanan domuz etlerinde renk ve oksidasyon stabilitesini sağlamak için ışınlama, antioksidan ilavesi ve ısıtım yöntemleri ve bunların kombinasyonlarını denemişlerdir. Antioksidan olarak sesamol, kuersetin, BHT ve biberiye ekstraktı kullanılmıştır. Biberiye ekstraktı kullanımı, tek başına ve diğer yöntemlerle birlikte kullanıldığında oksidasyon üzerine en etkili sonuçları sağlamıştır.

Lee vd. (2005), 200 ve 500 ppm biberiye ekstraktı ilave edilmiş hamburger köftelerinde gamma ışınları kullanımının raf ömrüne etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, 5, 10 ve 20 kGy ışınlama işleminden sonra, hamburger köfteleri 30°C’de 21 gün depolanmıştır. 20 kGy ışınlamanın her iki biberiye ekstraktı konsantrasyonunda da en iyi antioksidatif stabilite sağladığı belirlenmiştir. Dilimlenmiş tavuk göğüs ve but etleri üzerine yapılan bir çalışmada, lipid oksidasyonunu en aza indirmek için yüksek basınç (600 MPa, 10 dakika) ve biberiye ilavesi (%0,1) uygulanmış olup, -20°C’de 150 gün süren depolama sonucunda oksidatif değişimler incelenmiş ve biberiye ilave edilen gruplarda minimum düzeyde bulunmuştur (Bragagnolo vd. 2007).

Doğal antioksidan ilavesinin ve ışınlama uygulamasının et rengine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada ise, sığır etinden ekstrakte edilen miyogloblin kullanılmıştır. Biberiye ekstraktı, kekik ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktı doğal antioksidan olarak kullanılmış olup, antioksidan katkılı gruplara 1,25 ve 2,5 kGy ışınlama uygulanmıştır. Biberiye ekstraktı kullanımı diğer doğal antioksidanlarla kıyaslandığında, bütün gruplarda renk değerleri üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Aynı çalışmada, biberiye ekstraktı uygulanmış örneklerde ışınlama dozunu artırmanın, ışınlama uygulanmamış gruplara kıyasla ürün rengini korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir (Stetzer vd. 2008).

Taze bifteklere, 1°C’de depolama süresince renk stabilizasyonunun sağlanması amacıyla 3 farklı doğal antioksidan uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, iki grup biberiye ve kekik ekstraktı ilave edilmiş yenilebilir film ile kaplanmıştır. Bir diğer grupta ise biftek parçalarının yüzeyine biberiye ekstraktı ilave edilmiştir. Biftek parçalarının yüzeyine biberiye ekstraktı uygulaması en düşük TBA değerlerine ulaşılmasına neden olurken, kekik ekstraktı kaplı gruplarda ise en yüksek kırmızılık (a*)

değerleri bulunmuştur. Biberiye ekstraktı ilave edilmiş filmler ise bifteklerde toplam bakteri sayısının azalmasını sağlamıştır (Carno vd. 2008).

Et ve et ürünlerinde, biberiye ekstraktının kullanımının ürünlerdeki antioksidan etkisinin yanı sıra antimikrobiyel etkisi de ilgi çekmektedir. Kullanılan doğal bitkiler ve uçucu yağların antimikrobiyal etkileri çalışmalarla belirlenmiştir (Elgayyar vd. 2001, Santoyo vd. 2005). Biberiye uçucu yağlarının bazı gram pozitif ve negatif bakteriler ile küfler üzerine etkili olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Biberiyenin bileşiminde bulunan karnosol, ursolik asit ve rosmanolün antimikrobiyal aktivitesinin olduğu çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir (Collins ve Charles 1987).

Campo vd. (2000), biberiye ekstraktının antimikrobiyal etkisini *S.aureus*, *E. coli*, *Salmonella enriditis*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus mutans*, *Erwinia carotovora*, *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *L. monocytogenes* bakterilerinde ve *Penicillium roquefortii*, *Botrytis cinerea* küflerinde araştırmışlardır. Biberiye ekstraktının bakterilerin gelişmesini engelleyici ve inhibe edici konsantrasyonları araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Araştırmada 30°C’de 24 saat sonunda biberiye ekstraktının *E. coli*, *S. enriditis*, *E. carotovora* gibi gram negatif bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi olmadığı, ancak, *L. monocytogenes*, *B. cereus*, *L. mesenteroides*, *S. mutans*’ı tamamen inhibe ettiği saptanmıştır. Gram pozitif *B. cereus*’un biberiye ekstraktına karşı en hassas bakteri olduğu ve %0,06 biberiye ekstraktı varlığında tamamen inhibe olduğu belirtilmiştir. Bakterilerin inhibisyonu için minimum konsantrasyonun *S. mutans* için %0,5, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *L. mesenteroides* için ise %1 olduğu bildirilmiştir.

Fernandez-Lopez vd. (2005), biberiye ekstraktı ilavesinin dana etinden yapılmış köftelerde mikrobiyal yüke etkisini inceledikleri araştırmada, köftelere 4 gram pozitif (*Brochotrix thermosphacta*, *Cornobacterium pissicola*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sake*) ve 2 gram negatif (*Pseudomonas fluorescens* ve *Serretia liquefaciens*) bakteri inoküle etmişler ve biberiye ekstraktının inhibe edici etkisini saptamışlardır. 4°C’de 12 gün süren depolama sonucunda biberiye ekstraktının

Brochothrix spp. dışında tüm mikroorganizmaların gelişimini inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir.

Biberiye uçucu yağı, sarımsak uçucu yağı ve kekik uçucu yağı ilave edilmiş peynir altı suyu proteini bazlı yenilebilir filmlerin *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *L. plantarum* üzerine antimikrobiyal etkisi Seydim ve Sarıkuş (2006) tarafından araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda test edilen bakterilere karşı, kekik yağı ve biberiye yağı katkılı yenilebilir filmlerin yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir.

Biberiye ekstraktı ve kitozanın, 4°C'de depolanan domuz sosisleri üzerine antimikrobiyal etkisi, Georgantelis vd. (2007) tarafından araştırılmıştır. Depolamanın 20. gününde domuz sosislerinde *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* oluşumunu biberiye yağı ve kitozan karışımı ilavesi, laktik asit bakterileri gelişimini ise kitozan ilavesi inhibe etmiştir.

Ahn vd. (2007), biberiye ekstraktı ve BHA/BHT ilavesinin pişmiş bifteklerde mikrobiyal flora ve yüke etkisini araştırmışlardır. Bifteklerden bir gruba %0,02 oranında BHA/BHT (1:1) karışımı, diğer gruba ise %1 oranında biberiye ekstraktı ilave edilmiş ve ısıtma işlemi uygulandıktan sonra 4°C'de 9 gün depolama süresince *L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7, *Aeromonas hydrophila* üzerine antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Biberiye ekstraktı ilavesi *A. hydrophila* dışındaki diğer mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermiştir.

Biberiye, kekik, nane ve çay uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesinin incelendiği bir çalışmada, bu antimikrobiyal maddelere ilave olarak ciproflaxocin/amphotericin B karışımı da kullanılmıştır. Biberiye + ciproflaxocin/amphotericin B kombinasyonu *S.aureus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Candida albicans* inhibisyonunda diğer uçucu yağ ve antimikrobiyal madde kombinasyonlarına göre daha etkili olmuştur (Vuuren vd. 2008).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan dana eti ve dana kırıntı eti Ankara piyasasından kesimi takip eden 2. günde satın alınarak, soğuk zinciri kırılmadan laboratuara getirilmiş, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Et İşletmesinde ARI marka kıyma makinesi (Ari Torna Ltd., İstanbul) ile ayrı ayrı iki kez kıyma çekilmiştir.

Biberiye uçucu yağı ERDOĞMUŞ PARFÜM SANAYİ (İstanbul)’nden sağlanmıştır. Hamburger köftesi bileşiminde yer alan tuz, soğan, galeta unu ve baharat materyali olarak kullanılan karabiber, tatlı toz kırmızı biber ve tatlı toz acı biber Ankara piyasasından satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Hamburger köftesi üretimi

Kıyma haline getirilen dana eti (DE - yağ oranı %20 olacak şekilde böbrek yağı ilave edilmiştir) ve kırıntı eti (K) kullanılarak, 5 grup hamburger köfte hamuru Çizelge 3.2’de verilen formülasyona göre (Hasbioğlu 1993) hazırlanmıştır: 1) %100 DE (DE), 2) %75 DE + %25 K (K-25), 3) %50 DE + %50 K (K-50), 4) %25 DE + %75 K (K-75) ve 5) %100 K (K-100). Hazırlanan bu 5 grup hamburger köftesi karışımının her biri iki alt gruba bölünerek, bir grup kontrol olarak ayrılmış, diğer alt gruplara ise daha önceden konsantrasyonu ön denemeyle belirlenen biberiye uçucu yağı %1,5 oranında ilave edilmiştir ve bu gruplar yukarıda verilen DE ve K oranına göre; DE-B, K-25-B, K-50-B, K-75-B ve K-100-B şeklinde isimlendirilmiştir (toplam 10 grup). Çizelge 3.2’de belirtilen oranlarda DE, K ve yağ Kitchen Aid karıştırıcı ile 1 dakika, daha sonra baharat karışımı, rendelenmiş soğan, galeta unu ve su eklenerek 1 dakika daha karıştırılmıştır. Biberiye uçucu yağı içeren gruplara, %1,5 biberiye uçucu yağı (w/w) bu aşamadan sonra ilave edilip 1 dakika daha karıştırma işlemi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2 Farklı oranlarda dana kırıntı içeren hamburger köftelerinin bileşimleri (g)

Bileşenler	Gruplar				
	DE	K-25	K-50	K-75	K-100
Dana eti	1065	800	535	265	-
Dana kırıntı eti	-	265	535	800	1065
Soğan (Rendelenmiş)	105	105	105	105	105
Tuz	30	30	30	30	30
Karabiber	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Tatlı toz kırmızı biber	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Acı toz kırmızı biber	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Galeta unu	100	100	100	100	100
Su	135	135	135	135	135

Bu şekilde hazırlanan hamburger köfte hamurlarından, $40\pm0,5$ g tartılmış ve elle yassılaştırılarak şekil verilmiştir. Petrilerde (9,5 cm çaplı) şekillendirilen hamburger köfteleri streç film ile sarılarak, IQF (Individually Quick Freezer)'da merkez sıcaklığı - 35°C olacak şekilde yaklaşık 4-6 saat süre ile dondurulmuş, daha sonra $-18\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 180 gün depolanarak, 0., 30., 60., 90., 120. ve 180. günlerde örnekler alınıp, pH değeri, tiyobarbütirik asit (TBA) değeri, toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayıları, toplam koliform bakteri sayıları ve toplam *Staphylococcus* spp. sayıları ile enstrümental CIE* açıklık-koyuluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri saptanmıştır. Ayrıca, örneklerin kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla 0. günde nem, yağ, protein, kül, bağ doku ve hidrosiprolin içerikleri ile hamburger köftelerinde pişirme sonrası ağırlık kaybı ve çap azalışı tespit edilmiştir. Hamburger köftelerinin duyuşal özelliklerini belirlemek amacıyla başlangıçta duyuşal analiz yapılmıştır.

3.3 Analiz Yöntemleri

3.3.1 Nem içeriği

Hamburger köftelerinin başlangıçtaki nem miktarını saptamak için, 105°C’de kurutulduktan sonra darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılmış ve 105°C’deki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.3.2 Yağ içeriği

Hamburger köftelerinin başlangıçtaki toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhlet düzeneği kullanılarak belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.3.3 Protein içeriği

Hamburger köftelerinin başlangıçtaki ham protein miktarı (%), Kjeldahl yöntemine göre örneklerin önce % azot miktarı belirlenmiş ve daha sonra da 6,25 faktörü ile çarpılarak saptanmıştır (Anonymous 1990).

3.3.4 Kül içeriği

Hamburger köftelerinin başlangıçtaki kül miktarının belirlenmesi için, sabit ağırlığa getirilen porselen kül kapsüllerine yaklaşık 3-4 g örnek tartılarak kül fırınına konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C’ye getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek rengi gri-beyaz olana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartım farkından örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.3.5 Hidroksiprolin ve bağ doku içeriği

Örneklerdeki proteinin % kollagen bağ doku miktarının belirlenmesi amacıyla 10 gram örnek tartılarak, üzerine 1.8 gram SnCl_2 ve 35 mL 6 N H_2SO_4 eklenmiş ve örnekler 110°C 'taki etüvde (Zhicheng 2RD-5110) 16 saat hidrolize edilmiştir. Ardından %33'lük NaOH ve doymuş NaHCO_3 çözeltileri ile hidrolizatın pH'sı 7.5-8.5 aralığına ayarlanmıştır. pH'sı ayarlanan örnek 250 mL'lik ölçü balonuna aktararak destile su ile çizgisine tamamlanıp 45 dakika boyunca 4°C 'ta bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler kaba filtre kağıdından süzülüş, süzüntüden 10 mL alınmış ve hacim 100 mL'ye tamamlanarak seyreltme yapılmıştır. Seyreltilerden 25 mL'lik ölçü balonuna 2.5 mL aktararak üzerine 2,5 mL 0.05 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 2.5 mL 3.5 N NaOH ve 2.5 mL %6'lık H_2O_2 çözeltileri ilave edildikten sonra 75°C 'taki su banyosunda (P-Selecta precistern) 10 dakika bekletilmiştir. Musluk suyu altında soğutulan örneklerle 10 mL 3 N H_2SO_4 ve 5 mL %5'lik p-dimetilaminobenzaldehit çözeltileri ilave edilerek 75°C 'taki su banyosunda 20 dakika daha bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin soğuması beklenmiş ve oluşan pembe rengin yoğunluğu, spektrofotometrede (Labomed UV-VIS Double Beam) 560 nm dalga boyunda ölçülmüştür. 25 mg/100 mL olarak hazırlanan hidroksiprolin standardından (L-hydroxyproline, $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_3$, Merck) belirli miktarlarda alınarak seyreltmeler yapılmış ve örneklerle uygulanan işlem basamakları aynen uygulanarak hidroksiprolin standart kurvesi çizilmiştir. Kurveye göre örnek proteinlerindeki mg/100 g olarak hidroksiprolin miktarı ve %bağ doku (kollajen) miktarı hesaplanmıştır (Aktan 1976, Yang ve Froning 1992).

3.3.6 Ağırlık kaybı ve çap azalışı

Örnekler pişirme öncesi tartılıp ağırlığı belirlendikten sonra 5 dakika süreyle ocakta ısıtılan teflon tava üzerine yerleştirilmiş bir yüzü 5 dakika süre ile, daha sonra ters çevrilerek diğer yüzü tekrar 5 dakika süre ile pişirilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılan örneklerin pişirme öncesi ve pişirme sonrası ağırlıkları arasındaki fark belirlenip yüzde olarak ağırlık kaybı hesaplanmıştır (Pinero vd. 2008).

Aynı örneklerde pişirme öncesi ve sonrası 4 farklı noktadan çap ölçümü yapılmış ve aralarındaki fark belirlenip yüzde olarak çap azalışı hesaplanmıştır (Pinero vd. 2008).

3.3.7 pH değeri

10 g örnek destile su ile 1/10 oranında karıştırılıp Micra Marka homojenizatörde 1 dk süresince homojenize edilmiş ve pH değerleri Hana H1 221 model pH metrede belirlenmiştir. Okumalardan önce pH metre 4 ve 7 tampon çözeltileriyle ayarlanmıştır (Anonymous 1990).

3.3.8 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri

Lipit oksidasyonunu tespit etmek amacıyla TBA sayısının belirlenmesi Tarladgis vd. (1960) göre yapılmıştır. 10 g örnek 50°C'deki 97,5 mL saf su ile homojenize edilip Kjeldahl balonuna alınmıştır. Üzerine 2,5 mL 4 N HCl çözeltisi (1:2 %37 HCl, saf H₂O) ilave edilerek, hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır. Buharlı damıtma yapılarak hassas bir şekilde 50 mL destilat toplanmıştır. Destilattan 5 mL alınmış üzerine 5 mL 0,02 M TBA reaktifi ilave edilmiş ve 35 dakika kaynayan su banyosunda bekletilmiştir. Soğutulan örneklerin UV spektrofotometre'de (UV-1601, Shimadzu, Japan) 538 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Absorbans değerleri faktör 7,8 ile çarpılarak kg üründe oluşan malonaldehit miktarı hesaplanmıştır.

3.3.9 Enstrümental renk

Örneklerin CIE L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde Minolta Chrometer CR300 kullanılarak farklı noktalardan 6 ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Candoğan 2002).

3.3.10 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Örneklerden steril şartlarda 10 g tartılarak %0,85'lik NaCl ile fizyolojik tuzlu su

  zeltisinde seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Plate Count Agar (Merck) besiyerine standart dökme yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 28 2 C’de 48 saat inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15–300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları log kob (koloni oluşturma birimi) / g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

3.3.11 Toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı

Örneklerden steril şartlarda 10 g tartılarak %0,85’lik NaCl ile fizyolojik tuzlu su çözeltisinde seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Plate Count Agar (Merck) besiyerine standart dökme yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 4 C’de 10 gün inkübasyon sonunda oluşan kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları, log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

3.3.12 *Staphylococcus* spp. sayısı

Örneklerden steril şartlarda 10 g tartılarak %0,85’lik NaCl ile fizyolojik tuzlu su çözeltisinde seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Baird-Parker Agar bazal (Merck) besiyerine önceden oda sıcaklığına getirilmiş yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu ilavesi 45-50 C sıcaklıkta yapılmıştır. Hazırlanan bu besiyerine dökme yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 37 C’da 24 saat inkübasyon sonunda petri kutularında etrafı saydam zonlu 1-1,5 mm çaplı siyah parlak koloniler *Staphylococcus* kolonileri olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Sonuçlara göre mikroorganizma sayısı, standart formül ile log kob/g olarak hesaplanmıştır (Anonim 2000).

3.3.13 Koliform grup bakterilerin sayısı

Koliform grup bakteriler denildiğinde; 37°C’de 48 saat içinde laktozdan asit ve gaz oluşturan, Gram negatif, sporsuz, çubuk şeklinde olan bakteriler anlaşılmaktadır. Örneklerden steril şartlarda 10 g tartılarak FTS ile 10^{-1} – 10^{-6} aralığına kadar seyreltilmiştir. Violet Red Bile Agar (Merck) dökme yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış ve 32°C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat inkübasyon sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform grup bakteriler olarak kabul edilerek kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Sonuçlara göre mikroorganizma sayısı, standart formül ile log kob/g olarak hesaplanmıştır (Anonim 2000).

3.3.14 Duyusal analiz

Hamburger köftelerinde pişirme sonrası duyusal değerlendirme, ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada sekiz kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuş, değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla su ve ekmek yenilmesi bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistler pişmiş örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9’lu hedonik skala (1:son derece kötü, 9:mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK 1’de sunulmuştur (Nadajarah vd. 2005).

3.3.15 İstatistik analiz

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS 1996). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı tek yönlü Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak araştırılmıştır. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Bileşim

Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi (%)*

Örnek	Nem	Protein	Yağ	Kül	Hidroksiprolin**	Bağ Doku**
DE	51,03±1,45 ^b	22,09±0,68 ^a	20,77±0,72 ^d	2,80±0,13	46,47±2,32 ^e	1,69±0,07 ^d
K-25	54,72±1,60 ^{ab}	16,35±0,23 ^b	22,39±0,53 ^{cd}	2,98±0,10	52,47±5,83 ^d	1,92±0,33 ^d
K-50	55,95±1,37 ^a	13,67±0,35 ^c	23,54±0,60 ^{bc}	3,10±0,10	63,53±3,38 ^c	3,76±0,30 ^c
K-75	55,27±1,52 ^a	12,58±0,34 ^c	25,23±1,24 ^b	3,15±0,17	70,46±3,50 ^b	4,50±0,38 ^b
K-100	55,31±0,23 ^a	10,60±0,14 ^d	28,68±0,36 ^a	2,95±0,06	77,03±2,57 ^a	5,53±0,37 ^a

* Ortalama ± standart hata

** Hidroksiprolin (mg/100 g örnek), bağ doku ham proteindeki % kollajen

^{a-c}: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

Hamburger köftelerinde kırıntı eti kullanımı nem içeriğinde artışa (p<0,05) neden olmuştur (Çizelge 4.1). Hasbioğlu (1993) ve Poyrazoğlu (1992) hamburger köfteleri üzerine yaptıkları çalışmalarda, hamburger köftelerinin nem miktarını sırasıyla %56,97-61,42 ve %59,20-60,76 aralığında bulmuşlardır. TS 10580 pişmemiş hamburger köftesi standardında ise nem oranı en çok %65 olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada hamburger köftelerinde bulunan nem miktarı TS 10580’de belirtilen sınırlar içinde olmuştur (Anonim 2002).

Hamburger köftelerinde %kül içeriği 2,80-3,15 arasında olup (Çizelge 4.1), gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Hamburger köfteleri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise benzer şekilde Hasbioğlu (1993) hamburger köftelerinde kül içeriğini %2,67-2,94 arasında bulmuştur.

Artan dana kırıntı içeriğine bağlı olarak, hamburger köftelerinde yağ miktarı arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sadece dana etinin kullanıldığı hamburger köftelerinde yağ oranı %20,77 olarak bulunurken, dana kırıntı etinin kimyasal özelliklerine bağlı olarak sadece dana kırıntı etinin kullanıldığı hamburger köftelerinde yağ oranı %28,68 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Ertaş vd. (1991) hamburger köftelerinde yağ oranını %15,3-15,4 olarak saptarken, Poyrazoğlu (1992) bu oranı %20,64-21,44 arasında bulmuştur. TS 10580 pişmemiş hamburger köftesi standardında ise yağ oranı en çok %25 olarak belirtilmiş olup, yapılan çalışmada bu sınırı sadece K-75 (%25,23) ve K-100 (%28,68) grupları aşmıştır (Anonim 2002).

Yağ içeriğinin aksine hamburger köftelerinde dana kırıntı eti içeriğine bağlı olarak protein miktarlarında azalma ($p<0,05$) meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). Dana eti içeriği %100 olan DE grubunda protein miktarı %22,09 bulunurken, dana kırıntı eti içeriği %100 olan K-100 grubunda bu oran %10,66 olarak belirlenmiştir. Ertaş vd. (1991), hamburger köftelerinde protein miktarını %16,3-17,0 olarak belirtirken, Poyrazoğlu (1992) bu oranı %15-54-16,16 olarak bulmuştur. TS 10580 pişmemiş hamburger köftesi standardında, hamburger köftelerinde olması gereken protein miktarı en az %12 olarak gösterilmekte olup, dana kırıntı içeriği %100 olan K-100 grubu %10,60 olan protein içeriği ile bu sınırlamanın altında kalmaktadır (Anonim 2002).

Hamburger köftelerinde dana kırıntı eti oranının artmasına bağlı olarak hidroksiprolin ve bağ doku miktarlarında artış ($p<0,05$) gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1). DE, K-25, K-50, K-75 ve K-100 gruplarında hidroksiprolin miktarları sırasıyla 46,47, 52,47, 63,53, 70,46 ve 77,03 mg/100 g olarak, bağ doku (kollajen) miktarları ise sırasıyla %1,69, %1,92, %3,76, %4,50 ve %5,53 olarak bulunmuştur. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından TS 10580 pişmemiş hamburger köftesi standardında, hamburger köftelerinde olması gereken hidroksiprolin miktarı en çok 225 mg/100 g örnek olarak belirtilmiştir (Anonim 2002). Çalışmada hamburger köftelerinde belirlenen hidroksiprolin miktarlarının (en yüksek 77,03) bu değerin altında olduğu görülmektedir.

4.2 Ağırlık kaybı ve çap azalışı

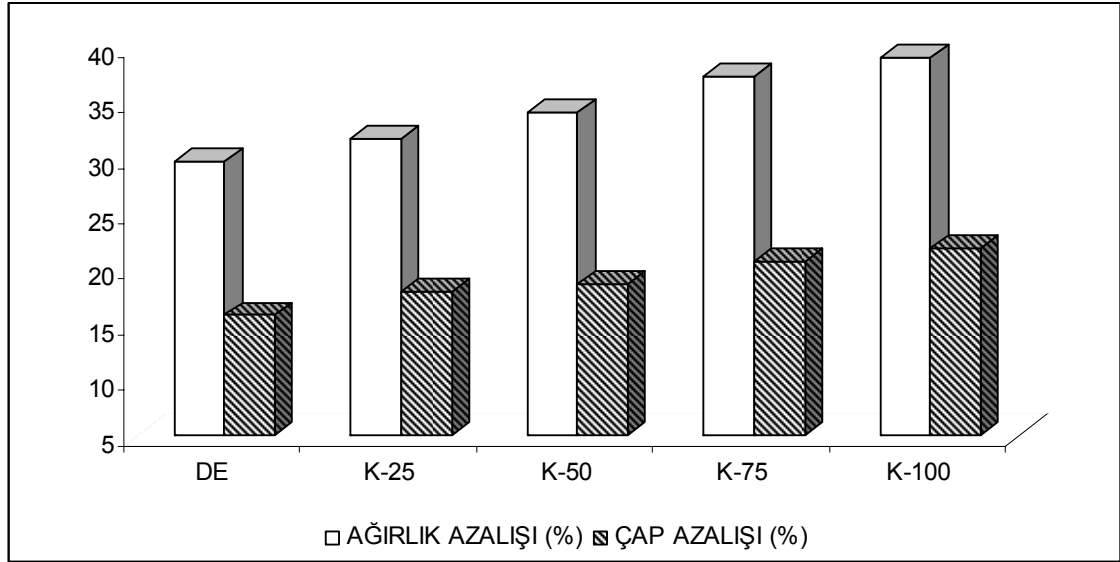
Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin pişirme sonrası belirlenen %ağırlık kaybı ve çap azalışı Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin ağırlık kaybı ve çap azalışı (%)^{*}

Örnek	Ağırlık kaybı	Çap azalışı
DE	29,75±0,29 ^c	15,87±0,19 ^d
K-25	31,83±0,27 ^d	18,02±0,22 ^c
K-50	34,22±0,32 ^c	18,72±0,90 ^c
K-75	37,32±0,34 ^b	20,74±0,48 ^b
K-100	39,09±0,29 ^a	21,88±0,26 ^a

* Ortalama ± standart hata

^{a-c}: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinin ağırlık kaybı ve çap azalışı değişimi (%)

-Dana eti içeriği %100 olan DE grubunda ağırlık kaybı en düşük seviyede bulunurken (%29,75), en yüksek ağırlık kaybı K-100 grubunda (%39,09) belirlenmiştir. Farklı

oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinde, dana kırıntı eti içeriği arttıkça ağırlık kaybının da arttığı gözlenmiştir.

Çap azalışı değerleri incelendiğinde, K-25 ve K-50 grupları dışında diğer tüm grupların istatistiksel olarak farklı olduğu, hamburger köftesi gruplarında ağırlık kaybı değerlerine paralel olarak dana kırıntı eti içeriğinin artmasıyla birlikte, çap azalış oranının da arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Yine yüksek seviyede çap azalışı %21,88 değeriyle K-100 grubunda belirlenirken, DE grubundaki çap azalışı (%15,87) en düşük düzeyde bulunmuştur ($p<0,05$).

Ertaş vd. (1991) yaptıkları çalışmada, hamburger köftelerinde pişirmeye bağlı ağırlık kaybını %22,12-22,44 olarak bulurken, bu çalışmada ise artan dana kırıntı eti içeriğine göre ağırlık kaybı %29,75-39,09 olarak saptanmıştır. Ertaş vd.'nin (1991) aynı çalışmasında çap azalışı ise %27,99-28,26 arasında belirlenmiş olup, yapılan bu çalışmada da artan dana kırıntı içeriğine göre çap azalışı %15,87-21,88 arasında bulunmuştur.

4.3 pH Değeri

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen pH değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Farklı oranlarda dana kırıntı etiyle ve biberiye uçucu yağıyla formüle edilmiş hamburger köftelerinin başlangıç pH değerleri (pH 6,03-6,16) arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmezken ($p>0,05$), depolamanın ilerleyen periyotlarında pH değeri açısından gruplar arasında farklılıklar belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde donmuş depolamanın 90. gününden sonraki periyotlarda, hamburger köftelerine ilave edilen dana kırıntı eti oranındaki artışla birlikte pH değerlerinde bir düşüş olduğu görülmektedir. Hamburger köftelerinde biberiye uçucu yağı ilavesi her ne kadar bazı periyotlarda daha düşük pH değerlerine yol açsa da pH'daki bu düşüş istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

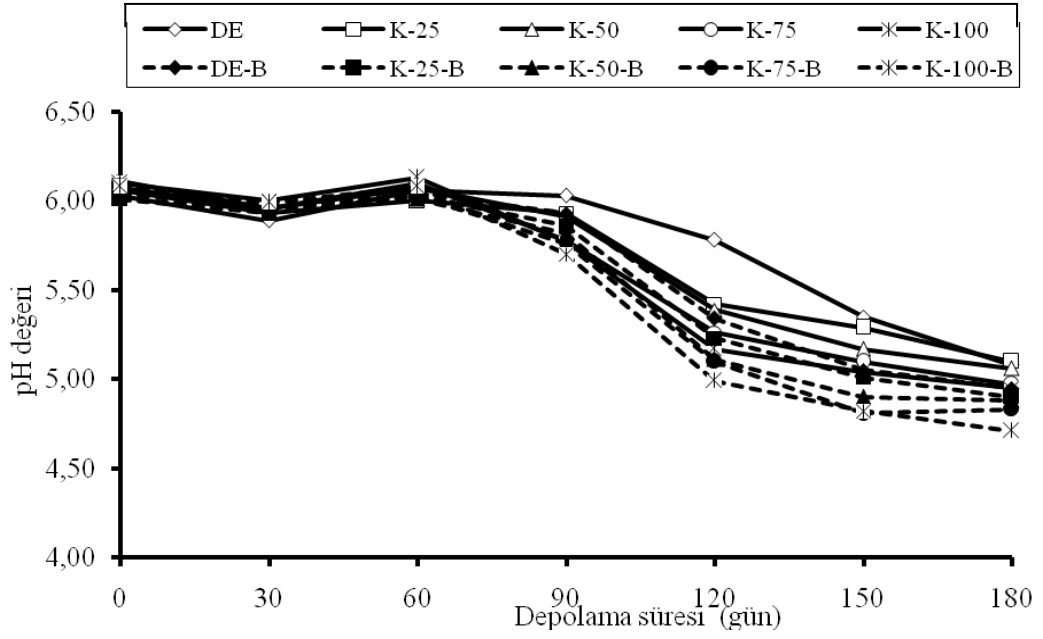
Çizelge 4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca pH değerleri*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	6,03±0,12 ^A	5,89±0,02 ^{cA}	6,06±0,01 ^{bcdA}	6,03±0,03 ^{aA}	5,78±0,25 ^{aA}	5,35±0,11 ^{aB}	5,08±0,05 ^{aB}
K-25	6,06±0,11 ^A	5,93±0,01 ^{bcA}	6,00±0,02 ^{dA}	5,93±0,04 ^{abA}	5,42±0,06 ^{bB}	5,29±0,06 ^{abB}	5,10±0,01 ^{aC}
K-50	6,07±0,08 ^A	5,96±0,03 ^{abA}	6,07±0,02 ^{abcdA}	5,91±0,06 ^{abA}	5,39±0,08 ^{bB}	5,17±0,09 ^{abcC}	5,06±0,01 ^{abC}
K-75	6,11±0,09 ^A	5,96±0,03 ^{abAB}	6,10±0,01 ^{abA}	5,78±0,07 ^{bcB}	5,26±0,04 ^{bcC}	5,10±0,06 ^{bcdCD}	4,97±0,02 ^{bcdD}
K-100	6,10±0,07 ^A	6,00±0,03 ^{aA}	6,13±0,01 ^{aA}	5,77±0,07 ^{bcB}	5,17±0,01 ^{bcC}	5,04±0,02 ^{cdCD}	4,95±0,02 ^{cdD}
DE-B	6,01±0,12 ^A	5,96±0,01 ^{abA}	6,04±0,05 ^{bcdA}	5,93±0,03 ^{abA}	5,34±0,08 ^{bB}	5,05±0,05 ^{cdC}	4,95±0,02 ^{cdC}
K-25-B	6,01±0,12 ^A	5,93±0,01 ^{bcA}	6,03±0,03 ^{bcdA}	5,86±0,02 ^{abcA}	5,28±0,10 ^{bcB}	5,01±0,06 ^{cdeC}	4,90±0,04 ^{cdC}
K-50-B	6,04±0,09 ^A	5,96±0,01 ^{abAB}	6,01±0,01 ^{cdA}	5,82±0,07 ^{bcB}	5,11±0,03 ^{bcC}	4,90±0,06 ^{deD}	4,88±0,04 ^{cdD}
K-75-B	6,09±0,09 ^A	5,97±0,01 ^{abA}	6,03±0,01 ^{bcdA}	5,76±0,06 ^{bcB}	5,10±0,02 ^{bcC}	4,81±0,07 ^{bcdD}	4,83±0,04 ^{cdD}
K-100-B	6,08±0,07 ^A	5,99±0,01 ^{abA}	6,08±0,01 ^{abcA}	5,70±0,08 ^{cdB}	4,99±0,01 ^{cdC}	4,82±0,06 ^{bcdD}	4,71±0,03 ^{cdD}

* Ortalama ± standart hata

A-D: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-c}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince pH değişimi

Donmuş depolama süresince başlangıç değerine göre tüm grupların pH değerinde önemli bir düşüş gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Dana kırıntı eti oranı arttıkça pH düşüşü daha kısa sürede gerçekleşmiştir. Dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerinde pH düşüşü genelde 90. ve 120. günlerden itibaren önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.3'e göre, biberiye uçucu yağının pH değerini azaltıcı etkisi, antimikrobiyal etkinin bir sonucu olarak ortaya çıkmış olabilir.

Stetzer vd. (2008), antioksidan olarak kekik ekstraktı, biberiye ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktının sığır etinden elde edilen miyogloblin ekstraktlarına ilave edilmesiyle oluşturulan model sistemde, antioksidan kullanılan grup pH'larının kontrol gruplarına göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde Karpinska vd. (2008) %1 biberiye ekstraktı ilave ettikleri hindi köftelerinde soğuk (4°C) depolama süresince yapılan pH ölçümlerinde, kontrol grubunda pH değerlerinin (6,50-6,38) biberiye içeren gruplara (6,40-6,33) kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bilindiği gibi mikrobiyal gelişim ürün pH'sını önemli ölçüde etkileyen bir faktördür ve mikrobiyal gelişimi sınırlandırıcı uygulamalar da dolayısıyla pH değeri üzerine etki edebilmektedir.

Poyrazoğlu (1992), farklı oranlarda sodyum polifosfat ile formüle edilen hamburger

köftelerinde pH değeriindeki değişimler üzerine donmuş depolamanın 60. gününe kadar olan süre içerisinde önemli bir farkın gözlenmediğini belirtmiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde, yapılan bu çalışmada da, -18°C 'de yapılan depolamada, pH değerleri üzerine donmuş depolamanın 60. güne kadar önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Akarpat vd. (2008), sığır etlerine %10 biberiye ekstraktı, %10 mirtle ekstraktı ve %10 limon ekstraktı ilavesinin -20°C 'de depolama süresince pH değişimlerini inceledikleri çalışmada, depolamanın 120. gününden itibaren bütün gruplarda pH değerinde düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı şekilde, yapılan bu çalışmada da, donmuş depolama süresince pH'da gerçekleşen değişimler 90. ve 120. günlerden itibaren önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

4.4 Mikrobiyolojik Analiz

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen TAMB sayıları Çizelge 4.4.1 ve Şekil 4.4.1'de gösterilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde tüm gruplarda donmuş depolamanın 30. gününden sonra TAMB sayılarında önemli ölçüde düşüş gözlemlenmiş olup, 120. günden sonra ise TAMB sayılarında artış saptanmıştır ($p<0,05$).

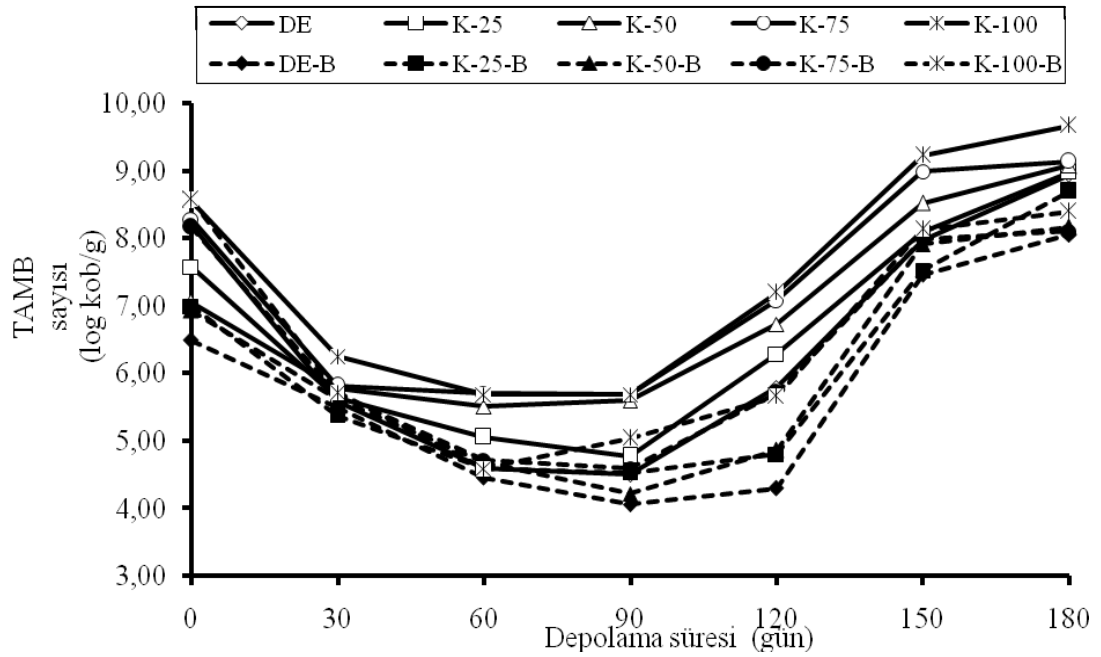
Çizelge 4.4.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca toplam mezofililik aerobik bakteri sayıları (log kob/g)*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	8,20±0,01 ^A	5,58±0,45 ^B	4,60±0,67 ^B	4,50±0,76 ^{abB}	5,79±0,46 ^{bcB}	7,97±0,02 ^{cdeA}	8,95±0,01 ^{bcA}
K-25	7,58±1,28 ^{AB}	5,63±0,38 ^C	5,06±0,18 ^C	4,78±0,52 ^{abC}	6,29±0,03 ^{abBC}	8,09±0,04 ^{cdAB}	8,98±0,01 ^{bcA}
K-50	7,06±1,21 ^{ABC}	5,78±0,39 ^C	5,51±0,53 ^C	5,60±0,53 ^{abC}	6,73±0,41 ^{abBC}	8,52±0,44 ^{bcAB}	9,08±0,07 ^{abA}
K-75	8,28±0,68 ^{AB}	5,82±0,41 ^{CD}	5,70±0,50 ^D	5,69±0,45 ^{ad}	7,08±0,11 ^{abC}	8,99±0,04 ^{abA}	9,14±0,03 ^{abA}
K-100	8,56±0,56 ^A	6,25±0,09 ^{BC}	5,69±0,66 ^C	5,69±0,45 ^{aC}	7,20±0,06 ^{aB}	9,23±0,07 ^{aA}	9,67±0,02 ^{aA}
DE-B	6,49±0,62 ^{AB}	5,50±0,46 ^{BC}	4,46±0,74 ^C	4,06±0,19 ^{bc}	4,30±0,04 ^{cC}	7,46±0,29 ^{eA}	8,05±0,02 ^{eA}
K-25-B	6,99±0,98 ^{AB}	5,38±0,40 ^{BC}	4,59±0,67 ^C	4,53±0,36 ^{abC}	4,80±0,48 ^{cC}	7,52±0,29 ^{deA}	8,70±0,56 ^{bcdA}
K-50-B	6,93±1,01 ^{AB}	5,62±0,62 ^{BC}	4,68±0,62 ^C	4,22±0,04 ^{abC}	4,86±0,47 ^{cC}	7,91±0,04 ^{cdeA}	8,17±0,01 ^{deA}
K-75-B	8,17±0,10 ^A	5,69±0,43 ^B	4,71±0,62 ^B	4,59±0,39 ^{abB}	5,71±0,42 ^{bcB}	7,99±0,08 ^{cdeA}	8,11±0,13 ^{deA}
K-100-B	8,58±0,43 ^A	5,72±0,42 ^B	4,59±0,33 ^B	5,04±0,73 ^{abB}	5,66±0,33 ^{bcB}	8,13±0,03 ^{cdA}	8,40±0,07 ^{cdeA}

* Ortalama ± standart hata.

A-D: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-e}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.4.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince TAMB sayısındaki değişim (log kob/g)

Başlangıçta TAMB sayıları değerlendirildiğinde gruplar arası farkın önemli olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır. Hamburger köftelerinde biberiye uçucu yağı ilavesi donmuş depolama süresince tüm gruplarda TAMB sayısını azaltıcı etkide bulunmuş, ancak biberiye uçucu yağının antimikrobiyal etkinin görüldüğü 120. günde, TAMB sayısı biberiye uçucu yağı ilavesi ile 1,37-1,87 log birimi düşüş göstermiştir.

Lee vd. (2005), pişmiş hamburgerlere biberiye ekstraktı ilavesinin ve ışınlamanın antimikrobiyal etkisini inceledikleri çalışmada, örnekler 200 ve 500 ppm biberiye ekstraktı ilave edilmiş ve 30°C’de depolanmıştır. Depolamanın 3. gününde TAMB sayısında kontrol gruplarına göre sırasıyla 0,48 ve 1,18 log birim azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Rızınar vd. (2006), biberiye ekstraktı ilave ettikleri vakum ambalajlı tavuk frankfurterlerini 4°C’de depolamışlar ve 33 gün sonunda TAMB sayısında kontrol gruplarına kıyasla 3 log birimlik bir azalma gözlemişlerdir.

Ntzimani vd. (2010) ise vakum ambalajlanmış ve pişmiş tavuk etlerinde EDTA, lizozim, biberiye yağı ve kekik yağı kombinasyonlarının 4°C’de depolama süresince

antimikrobiyal etkisini incelemişler ve depolamanın 10. gününde TAMB sayısında kontrol gruplarına kıyasla 1-3 log birimlik düşüş sağlandığını bildirmişlerdir.

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen TPAB sayıları Çizelge 4.4.2 ve Şekil 4.4.2’de gösterilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde tüm gruplarda donmuş depolamanın 30. gününden sonra TPAB sayılarında önemli ölçüde düşüş gözlemlenmiştir. Buna rağmen 120. günden itibaren TPAB sayılarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Başlangıçta TPAB sayıları değerlendirildiğinde, dana kırıntı eti içeriğinin en yüksek olduğu ($p<0,05$), K-100 grubu haricinde gruplar arası farkın önemli olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır. Genel olarak TPAB sayısı tüm gruplarda donmuş depolamanın 60. ve 90. günlerine kadar düşüş göstermiş olup, depolamanın 90. gününden itibaren yükselmeye başlamıştır. Biberiye uçucu yağının antimikrobiyal etkisi ise bazı gruplarda donmuş depolamanın 120. gününden itibaren önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Carno vd. (2008), taze bifteklere biberiye ekstraktı ve kekik ekstraktı ilave edilmiş yenilebilir filmleri kaplamışlar ve yüzeye sadece biberiye ekstraktı uygulamışlardır. 1°C’de 8 gün süren depolama sonunda kontrol gruplarında TPAB sayısı 7-8 log kob/g, kekik ve biberiye ekstraktı katkılı yenilebilir film kullanılan gruplarda bu değer 5-6 log kob/g olarak bulunmuştur. Liu vd. (2009), 500, 1000 ve 1500 ppm biberiye ekstraktı ilave ettikleri tavuk frankfurterlerini 4°C’de depolamıştır. Depolamanın 14. gününde kontrol gruplarında TPAB sayısı 6 log kob/g olarak bulunurken, 500, 1000 ve 1500 ppm biberiye ekstraktı ilave edilen gruplarda sırasıyla 5,5-6,0, 5,5 ve 5,0-5,5 log kob/g olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma biberiye ekstraktı konsantrasyonunun artışının TPAB sayısı azalışında etkili bir uygulama olduğunu göstermiştir.

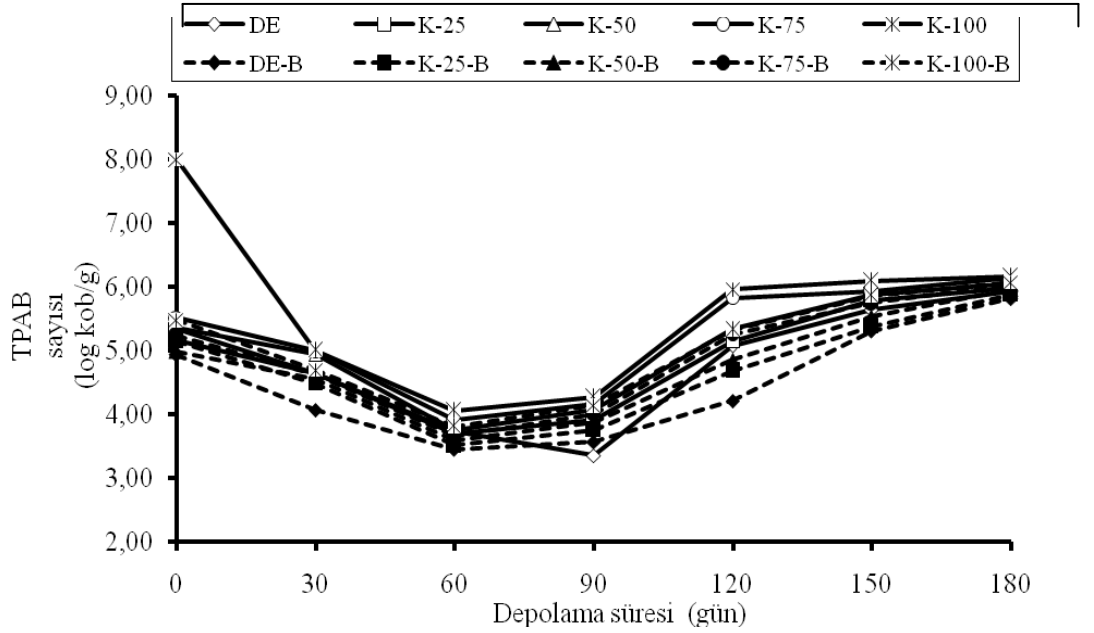
Çizelge 4.4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca toplam psikrofilik aerobik bakteri sayıları (log kob/g)*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	5,16±0,14 ^{bcdBC}	4,65±0,0 ^{cdC}	3,73±0,37 ^D	3,36±0,13 ^{fgD}	5,08±0,02 ^{bcBC}	5,64±0,09 ^{cdAB}	5,93±0,02 ^{fgA}
K-25	5,34±0,09 ^{bcdB}	4,65±0,0 ^{cdC}	3,71±0,28 ^D	3,92±0,07 ^{cdeD}	5,15±0,01 ^{abcB}	5,79±0,03 ^{bcA}	5,98±0,01 ^{defA}
K-50	5,36±0,18 ^{bcdBC}	4,95±0,0 ^{Bc}	3,75±0,35 ^D	4,07±0,02 ^{bcdD}	5,34±0,13 ^{abcC}	5,88±0,03 ^{bAB}	6,05±0,01 ^{bcdA}
K-75	5,52±0,06 ^{bBC}	5,00±0,0 ^{abC}	3,91±0,4 ^D	4,16±0,04 ^{abD}	5,83±0,07 ^{abAB}	5,94±0,01 ^{abAB}	6,14±0,03 ^{abA}
K-100	8,00±0,20 ^{aA}	5,01±0,0 ^{aC}	4,06±0,36 ^D	4,28±0,01 ^{aD}	5,96±0,04 ^{aB}	6,10±0,01 ^{aB}	6,17±0,01 ^{aB}
DE-B	4,94±0,02 ^{eB}	4,07±0,0 ^{gCD}	3,46±0,44 ^D	3,57±0,08 ^{gCD}	4,21±0,05 ^{dC}	5,31±0,12 ^{fAB}	5,82±0,03 ^{hA}
K-25-B	5,15±0,06 ^{cdeABC}	4,49±0,01 ^{fCD}	3,52±0,40 ^E	3,76±0,05 ^{efDE}	4,69±0,41 ^{cdBC}	5,38±0,09 ^{efAB}	5,88±0,04 ^{ghA}
K-50-B	4,99±0,01 ^{deBC}	4,55±0,0 ^{eCD}	3,59±0,42 ^E	3,88±0,01 ^{deDE}	4,86±0,54 ^{cdBC}	5,53±0,09 ^{deAB}	5,96±0,03 ^{efgA}
K-75-B	5,24±0,02 ^{bcdB}	4,63±0,0 ^{dC}	3,66±0,41 ^D	4,01±0,01 ^{bcdD}	5,26±0,17 ^{abcB}	5,75±0,01 ^{bcAB}	6,03±0,02 ^{cdeA}
K-100-B	5,48±0,13 ^{bcBC}	4,70±0,0 ^{cD}	3,81±0,32 ^E	4,14±0,01 ^{abE}	5,33±0,16 ^{abcC}	5,86±0,01 ^{bAB}	6,07±0,02 ^{bcA}

* Ortalama ± standart hata

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-h} : Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.4.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince TPAB sayısındaki değişim (log kob/g)

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen toplam koliform bakteri sayıları Çizelge 4.4.3 ve Şekil 4.4.3'te gösterilmiştir.

Toplam koliform bakteri sayılarında, genel olarak donmuş depolamanın başlangıcında ve depolamanın 90. gününe kadar gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$). Donmuş depolama süresince tüm gruplarda toplam koliform bakteri sayısında 90. güne kadar azalma meydana gelmiş olup, 90. gün ile birlikte toplam koliform bakteri sayısında artış gözlemlenmiştir. Donmuş depolamanın 180. gününde gruplar arası fark önemli bulunmuş ($p<0,05$) ve biberiye ekstraktı ilavesi antimikrobiyal etkisini göstermiştir. Biberiye uçucu yağının antimikrobiyal etkisi, toplam koliform bakteri sayısında depolamanın 180. gününde 0,18-0,37 log birimlik düşüşe neden olmuştur ($p<0,05$).

Seydim vd. (2006), deve kuşu kıymalarına %0,2 biberiye ekstraktı ilavesinin 3°C’de 9 gün süresince toplam koliform bakteri sayısında önemli bir değişikliğe yol açmadığını bildirmişlerdir. Karpinska vd. (2008), %1 biberiye ekstraktı kullandıkları hindi köftelerinde, soğuk (4°C) depolamanın ilerleyen günlerinde biberiye ekstraktı kullanımının kontrol gruplarına kıyasla toplam koliform bakteri sayısında 1-2 log birimlik düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da biberiye uçucu yağının koliform grubu bakteriler üzerine sınırlı antimikrobiyal etkisini donmuş depolamanın ilerleyen günlerinde göstermeye başlamıştır.

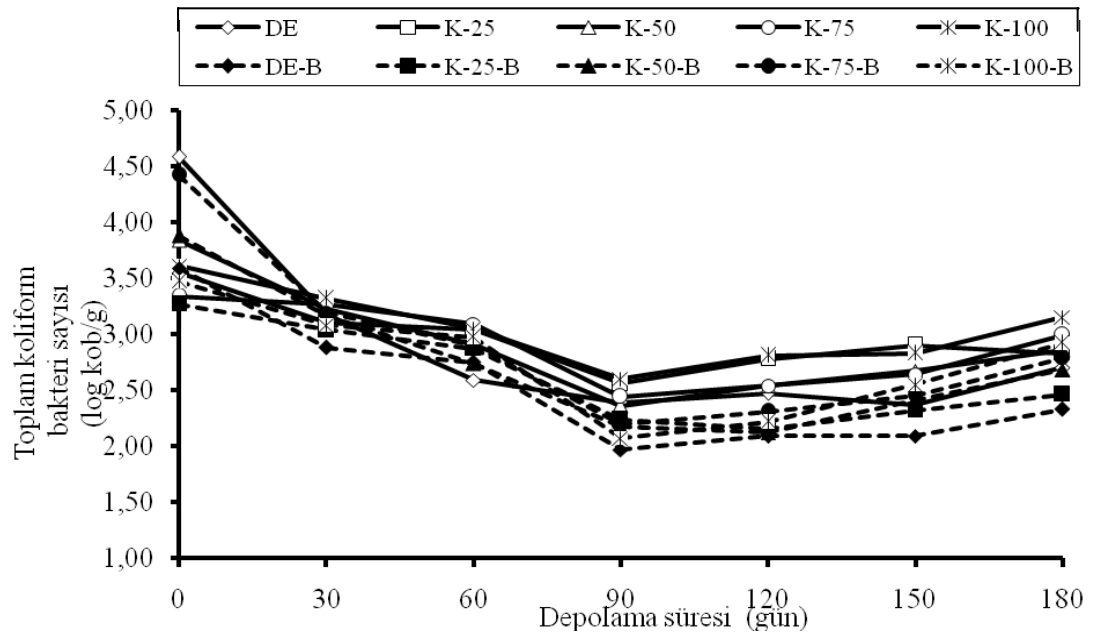
Çizelge 4.4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca toplam koliform bakteri sayıları (log kob/g)*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	4,58±1,37 ^A	3,17±0,30 ^{AB}	2,59±0,42 ^B	2,39±0,25 ^{abcB}	2,47±0,02 ^{abcB}	2,37±0,14 ^{cdeB}	2,70±0,01 ^{efAB}
K-25	3,55±0,06 ^A	3,10±0,18 ^{AB}	3,04±0,17 ^{BC}	2,56±0,07 ^{abC}	2,78±0,09 ^{aBC}	2,90±0,24 ^{aBC}	2,83±0,05 ^{cdeBC}
K-50	3,84±0,42 ^A	3,22±0,20 ^{AB}	2,91±0,28 ^{BC}	2,36±0,11 ^{abcdC}	2,54±0,09 ^{abBC}	2,67±0,04 ^{abcBC}	2,86±0,05 ^{bcdBC}
K-75	3,34±0,46 ^A	3,26±0,22 ^A	3,09±0,22 ^{AB}	2,44±0,25 ^{abcB}	2,54±0,13 ^{abAB}	2,64±0,09 ^{abcdAB}	2,99±0,01 ^{bAB}
K-100	3,61±0,36 ^A	3,32±0,08 ^{AB}	3,05±0,03 ^{BCD}	2,60±0,04 ^{aD}	2,81±0,01 ^{aCD}	2,83±0,01 ^{abCD}	3,15±0,04 ^{aABC}
DE-B	3,59±0,99 ^A	2,88±0,15 ^{AB}	2,75±0,17 ^{AB}	1,97±0,02 ^{dB}	2,09±0,03 ^{cAB}	2,09±0,07 ^{eAB}	2,33±0,03 ^{gAB}
K-25-B	3,27±0,18 ^A	3,04±0,29 ^A	2,87±0,26 ^{AB}	2,24±0,03 ^{abcdC}	2,15±0,04 ^{cC}	2,32±0,02 ^{deBC}	2,46±0,04 ^{gBC}
K-50-B	3,88±0,29 ^A	3,16±0,26 ^B	2,74±0,10 ^{BC}	2,17±0,03 ^{bcdD}	2,12±0,16 ^{clD}	2,41±0,03 ^{cdeCD}	2,68±0,04 ^{fBCD}
K-75-B	4,42±1,02 ^A	3,19±0,29 ^{AB}	2,90±0,05 ^B	2,19±0,04 ^{abcdB}	2,31±0,01 ^{bcB}	2,45±0,09 ^{cdB}	2,79±0,01 ^{defB}
K-100-B	3,47±0,05 ^A	3,08±0,17 ^{AB}	2,97±0,09 ^{BC}	2,07±0,12 ^{cdE}	2,22±0,22 ^{bcDE}	2,55±0,05 ^{bcdCD}	2,92±0,06 ^{bcBC}

* Ortalama ± standart hata

A-E: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-g}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.4.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam koliform bakteri sayısındaki değişim log kob/g

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen *Staphylococcus* spp. sayıları Çizelge 4.4.4 ve Şekil 4.4.4'te gösterilmiştir.

Donmuş depolamanın tüm periyotlarında toplam *Staphylococcus* spp. sayılarında gruplar arasında farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0,05$). Genel olarak donmuş depolamanın 90. gününden itibaren biberiye uçucu yağının antimikrobiyal etkisi belirginleşmiş olup, 90. günde toplam *Staphylococcus* spp. sayısında 0,13-0,62 log birimlik azalma sağlamıştır. Donmuş depolamanın 150. gününde ise biberiye uçucu yağı kullanımının toplam *Staphylococcus* spp. sayısında 0,81-1,12 log birimlik düşüşe neden olduğu saptanmıştır.

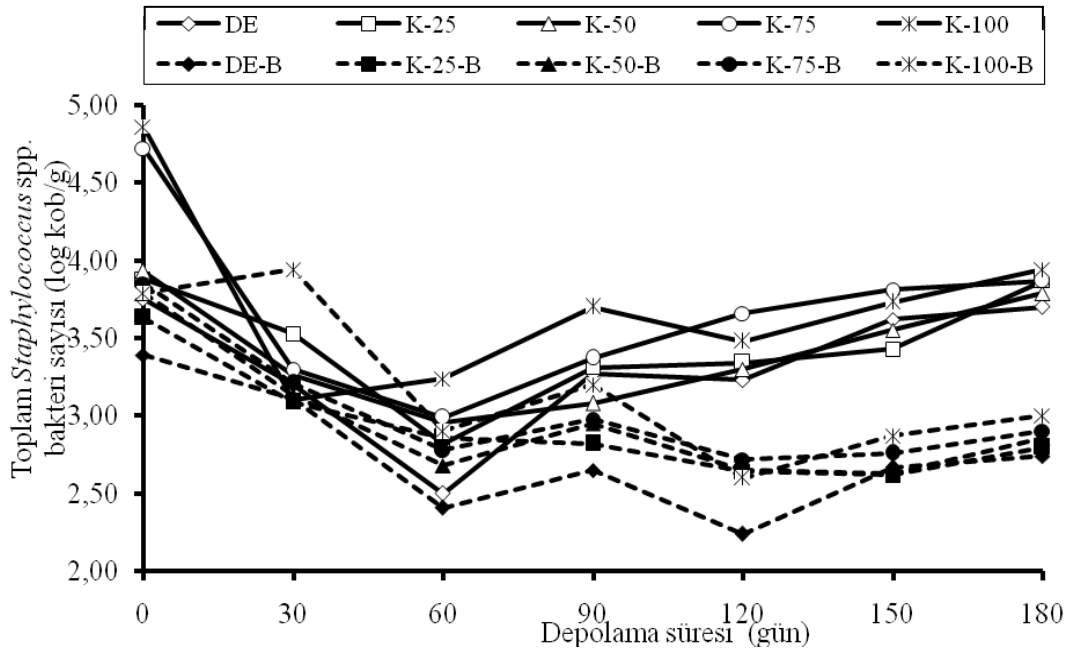
Çizelge 4.4.4 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca toplam *Staphylococcus* spp. sayıları (log kob/g)*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	3,75±0,16 ^{abA}	3,20±0,02 ^{bcB}	2,50±0,23 ^{bcC}	3,27±0,30 ^{abcAB}	3,23±0,06 ^{abcAB}	3,62±0,03 ^{aAB}	3,70±0,06 ^{bAB}
K-25	3,88±0,17 ^{abA}	3,53±0,28 ^{baA}	2,82±0,12 ^{abB}	3,31±0,06 ^{abcAB}	3,34±0,28 ^{abAB}	3,43±0,26 ^{aAB}	3,87±0,04 ^{abA}
K-50	3,93±0,26 ^{abA}	3,26±0,03 ^{bcAB}	2,96±0,15 ^{abB}	3,08±0,03 ^{bcdB}	3,30±0,39 ^{abAB}	3,55±0,22 ^{aAB}	3,79±0,09 ^{abA}
K-75	4,72±1,05 ^{aA}	3,30±0,01 ^{bcB}	2,99±0,16 ^{abB}	3,37±0,12 ^{abAB}	3,66±0,16 ^{aAB}	3,81±0,09 ^{aAB}	3,87±0,03 ^{abAB}
K-100	4,86±0,08 ^{aA}	3,10±0,14 ^{cBC}	3,24±0,38 ^{aC}	3,70±0,14 ^{aC}	3,48±0,72 ^{aB}	3,73±0,15 ^{aA}	3,94±0,03 ^{aA}
DE-B	3,39±0,10 ^{baA}	3,11±0,06 ^{cAB}	2,41±0,21 ^{bCD}	2,65±0,11 ^{dCD}	2,24±0,03 ^{dD}	2,67±0,01 ^{bcC}	2,74±0,05 ^{dBC}
K-25-B	3,63±0,11 ^{abA}	3,09±0,03 ^{cbB}	2,86±0,21 ^{abB}	2,82±0,25 ^{cdB}	2,64±0,11 ^{cdB}	2,62±0,09 ^{bbB}	2,80±0,05 ^{cdB}
K-50-B	3,79±0,32 ^{abA}	3,13±0,06 ^{cbB}	2,68±0,10 ^{abB}	2,95±0,04 ^{bcdB}	2,65±0,12 ^{cdB}	2,63±0,11 ^{bbB}	2,86±0,06 ^{cdB}
K-75-B	3,85±0,37 ^{abA}	3,21±0,04 ^{bcB}	2,78±0,07 ^{abB}	2,98±0,07 ^{bcdB}	2,72±0,09 ^{bcdB}	2,76±0,07 ^{bbB}	2,90±0,12 ^{cdB}
K-100-B	3,79±0,40 ^{abAB}	3,94±0,11 ^{aA}	2,90±0,12 ^{abC}	3,20±0,16 ^{abcBC}	2,60±0,26 ^{cdC}	2,87±0,12 ^{bcC}	3,00±0,08 ^{ccC}

* Ortalama ± standart hata

A-D: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-d}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.4.4 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince toplam *Staphylococcus* spp. sayısındaki değişim log kob/g

Farbood vd. (1976) de, biberiyein et ürünlerinde *S. aureus* üzerine etkili bir baharat olduğunu belirtmişlerdir. Pintore vd. (2002), biberiye uçucu yağının *S. aureus* ve *Staphylococcus epidermis* üzerine antibakteriyel etkisini belirledikleri çalışmada, biberiye yağının antibakteriyel etkisinin görüldüğünü ancak bu etkinin uzun süreli muamelelerde daha belirgin olduğunu göstermişlerdir.

4.5 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerleri

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen TBA (mg MA/kg) değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

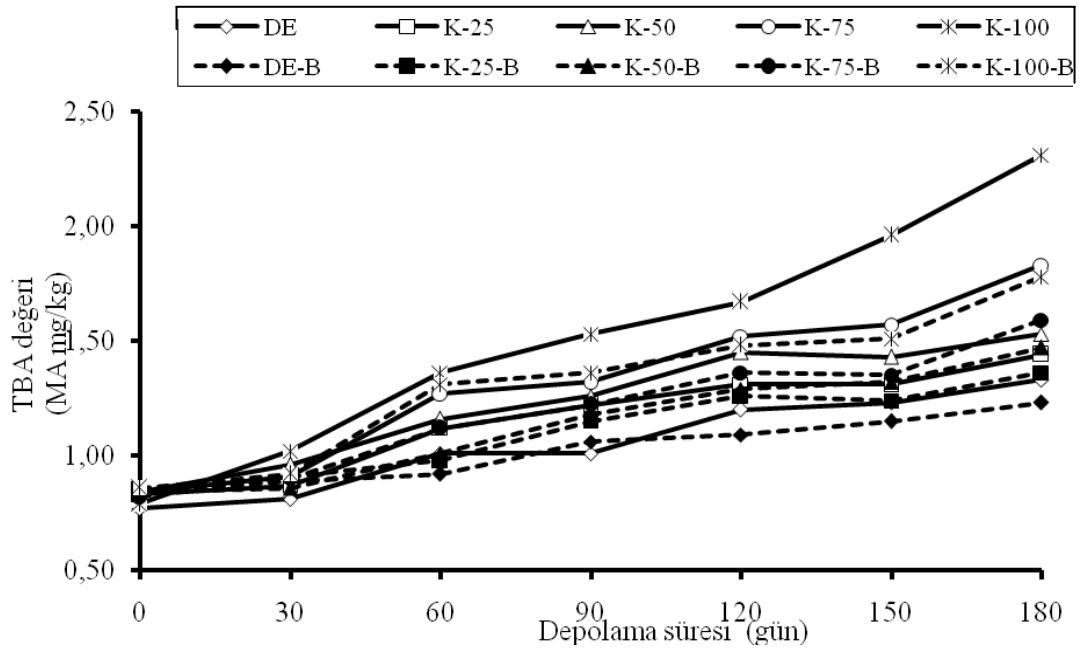
Çizelge 4.5 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca TBA değerleri (mg MA/kg)

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	0,77±0,01 ^{bD}	0,81±0,04 ^{dD}	1,01±0,02 ^{dC}	1,01±0,01 ^{gC}	1,20±0,01 ^{fB}	1,23±0,01 ^{ghB}	1,33±0,01 ^{fA}
K-25	0,83±0,01 ^{aE}	0,87±0,02 ^{cdE}	1,12±0,01 ^{cdD}	1,22±0,01 ^{cdC}	1,31±0,01 ^{eB}	1,31±0,02 ^{efgB}	1,44±0,01 ^{deA}
K-50	0,84±0,01 ^{aF}	0,96±0,05 ^{abE}	1,16±0,02 ^{cdD}	1,26±0,01 ^{cC}	1,45±0,02 ^{cB}	1,43±0,01 ^{cdB}	1,53±0,01 ^{cdA}
K-75	0,84±0,01 ^{aE}	0,91±0,03 ^{bcD}	1,27±0,01 ^{bcC}	1,32±0,01 ^{bcC}	1,52±0,01 ^{bB}	1,57±0,03 ^{bbB}	1,83±0,02 ^{baA}
K-100	0,79±0,02 ^{aG}	1,02±0,03 ^{aF}	1,36±0,01 ^{aE}	1,53±0,02 ^{aD}	1,67±0,01 ^{aC}	1,96±0,04 ^{aB}	2,31±0,08 ^{aA}
DE-B	0,84±0,01 ^{aF}	0,89±0,01 ^{bcdE}	0,92±0,01 ^{edD}	1,06±0,01 ^{fcC}	1,09±0,01 ^{gC}	1,15±0,01 ^{hB}	1,23±0,01 ^{gA}
K-25-B	0,85±0,01 ^{aF}	0,91±0,01 ^{bcE}	0,98±0,01 ^{deD}	1,15±0,01 ^{ecC}	1,26±0,02 ^{fcC}	1,24±0,01 ^{ighB}	1,36±0,01 ^{efA}
K-50-B	0,84±0,01 ^{aE}	0,86±0,02 ^{cdE}	1,01±0,01 ^{dD}	1,18±0,02 ^{deC}	1,29±0,02 ^{eB}	1,32±0,01 ^{efB}	1,47±0,01 ^{dA}
K-75-B	0,82±0,01 ^{aF}	0,90±0,02 ^{bcE}	1,12±0,03 ^{cdD}	1,22±0,01 ^{cdC}	1,36±0,02 ^{dB}	1,35±0,02 ^{deB}	1,59±0,03 ^{cA}
K-100-B	0,86±0,02 ^{aE}					1,51±0,06 ^{bcbB}	1,78±0,02 ^{baA}

* Ortalama ± standart hata

A-G: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-h}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.5 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince TBA değerlerindeki (mg MA/kg) değişim

Hayvansal yağ içeren gıdalarda lipit oksidasyon derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan TBA değeri, başlangıçta DE grubunda en düşük değere (0,77 mg MA/kg) sahip olmuştur. Bu değer 180 günlük donmuş depolama sonucunda, farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerinde gruplar arasında tüm periyotlarda farklılık göstererek artmış ve 180. günde DE, K-25, K-50, K-75 ve K-100 gruplarında sırasıyla 1,33, 1,44, 1,53, 1,83 ve 2,31 mg MA/kg değerlerine ulaşmıştır. Dana kırıntı etinin hamburger köftesindeki oranının değişmesiyle birlikte lipit oksidasyonunda meydana gelen artış önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Biberiye uçucu yağının lipit oksidasyonu üzerine etkisi incelendiğinde, biberiye uçucu yağı içeren gruplarda, biberiye yağının TBA değeri üzerine genel olarak kontrol grupları ile kıyaslandığında önemli ölçüde azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir ($p<0,05$). 180 günlük donmuş muhafaza sonucunda TBA değerleri DE-B, K-25-B, K-50-B, K-75-B ve K-100-B gruplarında sırasıyla 1,23, 1,36, 1,47, 1,59 ve 1,78 mg MA/kg olarak bulunmuştur. Biberiye uçucu yağının antioksidatif etkisi dana kırıntı eti oranının en fazla olduğu K-100 gruplarında gerçekleşmiş olup, TBA değerini %23 oranında azalttığı saptanmıştır. Biberiye uçucu yağının TBA değeri üzerine azaltıcı etkisinin

yapısında bulunan fenolik bileşenlerden rosmarinik asit, karnosik asit ve karnosolün antioksidatif özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Skerget vd. 2005). Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi, serbest radikalleri temizleme (Rice-Evans vd. 1995; Pekkarinen vd. 1999), metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal şelatlama) ve singlet (tekli) oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma (Rice-Evans vd. 1995) gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu bileşikler, lipidlerin ve diğer biyomoleküllerin (protein, karbonhidrat, nükleik asitler) serbest radikallerce okside olmalarını engellemek için aromatik halkalarındaki hidroksil gruplarda bulunan hidrojeni verebilmektedirler (Burda ve Oleszek, 2001).

Biberiye uçucu yağının bileşiklerinden olan rosmanol ve karnosolün antioksidan aktivitesi Inatani vd. (1983) tarafından domuz yağı ve linoleik asitte incelenmiştir. %0,02 konsantrasyonunda kullanılan karnosol ve rosmanolün antioksidan aktivitelerinin %0,01 konsantrasyonunda kullanılan α - tokoferol, BHA ve BHT'den daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Karpinska vd. (2000), mekanik ayrılmış tavuk eti ile yapılan köftelerde biberiye ekstraktı kullanımının oksidatif stabiliteye ve duyuşal özelliklere etkisini araştırdıkları çalışmada, %1 biberiye ekstraktı ilave edilen köfteleri -18°C'de 5 ay depolanmışlardır. Depolama sonucunda, biberiye ekstraktı ilave edilen köftelerin, kontrol grubuna göre daha düşük TBA değerlerine sahip olduğu ve duyuşal değerlendirmede daha yüksek puanlar aldığı belirtilmiştir. Mekanik ayrılmış hindi etlerini, -20°C'de 7 ay süren depolama süresince oksidatif bozulmadan korumanın en iyi yollarından birisinin biberiye ekstraktı ilavesinin olduğu saptanmıştır (Mielnik vd. 2003).

Akarpat vd. (2007), doğal antioksidanların -20°C'de depolanan sığır etlerinde lipid oksidasyonuna etkisini inceledikleri çalışmada, doğal antioksidan olarak mirtle (%10), biberiye ekstraktı (%10) ve limon ekstraktı (%10) kullanmışlardır. 120 gün süren donmuş depolama süresince tüm periyotlarda en yüksek antioksidan aktiviteyi biberiye ekstraktı sağlamıştır. Yapılan bu çalışmada kontrol gruplarında oksidasyon artışı en fazla 30. günde olmuştur. Vaneltzis (1997), donmuş depolama antioksidan uygulanmış ya da uygulanmamış etlerde en yüksek lipid oksidasyonuna 0.-20. günler arasında

ulaşıldığını belirtmiştir.

Domuz etinden üretilen frankfurterlerde 150, 300 ve 600 ppm biberiye yağı ilavesinin etkisinin 4°C’de 60 gün süresince incelendiği bir diğer çalışmada, 300 ve 600 ppm biberiye yağı ilave edilen frankfurterlerde lipid oksidasyonunun önemli ölçüde yavaşladığı gözlemlenmiştir (Estevez ve Cava, 2006). Liu vd. (2009) de tavuk frankfurterlerinde 500-1500 ppm konsantrasyon aralığında biberiye ekstraktı kullanımının 4°C’de depolama süresince TBA değerlerinde kontrol gruplarına kıyasla azalma sağladığını belirtmişlerdir.

Sant’ana ve Silva (2008), tuzlanmış ve biberiye ekstraktı ilave edilmiş *T. lopia* filetolarında -18°C’de donmuş depolama süresince meydana gelen oksidatif değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar, donmuş depolamanın 120. gününden itibaren, biberiye ekstraktı ilavesinin, oksidasyon üzerine daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Liu vd. (1992), yaptıkları çalışmada domuz bifteklerine %0,5 oranında sodyum tripolifosfat ve %0,05 biberiye oleoresini katmışlar ve çiğ biftekleri -30°C’de 8 ay ve pişirilmiş ürünleri de 4°C’de 8 gün depolamışlardır. Araştırmacılar depolama boyunca lipid oksidasyonuna paralel olarak örneklerin tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinin arttığını ancak sodyum tripolifosfat ve biberiye oleoresini katkılı örneklerdeki TBA değeri yükselişinin kontrol örneklerine göre daha az olduğunu belirtmişlerdir.

4.6 Enstrümental Renk Değerleri

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen CIE açıklık-koyuluk (L*) değerleri Çizelge 4.6.1 ve Şekil 4.6.1’de gösterilmiştir.

Başlangıçta DE, K-25, K-50, K-75 ve K-100 gruplarında sırasıyla 49,86 , 50,30 , 52,10, 50,72 ve 50,75 olarak belirlenen açıklık–koyuluk (L*) değeri 30 günlük dondurma işlemi sonrasında sırasıyla 42,22 , 42,92 , 44,57 , 46,48 ve 44,85 olarak bulunmuştur.

Donmuş depolama süresince 60. güne kadar L^* değerinde devam eden azalma 90. günle birlikte artmaya başlamıştır. Bütün kontrol gruplarında da 60. güne kadar L^* değerlerinde düşüş belirlenmiş olup, 90. gün sonunda meydana gelen artış depolamanın sonuna kadar devam etmiştir ($p<0,05$). Depolama süresince hamburger köftelerinde TBA değerlerindeki artışa paralel olarak L^* değerlerinde de yükselme meydana gelmiştir.

Biberiye uçucu yağı ilave edilmiş farklı oranlarda dana kırıntı eti içeren hamburger köftelerinde de dondurma işlemi sonrasında L^* değerlerinde azalma meydana gelmiş, depolama süresince ve depolamanın sonuna kadar açıklık-koyuluk değerlerinde oksidasyona bağlı olarak artış olmuştur.

Bozkurt ve Belibağı (2009), biberiye ekstraktı ilave ettikleri kavurmalarda, L^* değerinin biberiye ekstraktı kullanımıyla 28,79'dan 37,71 değerine yükseldiğini ($p<0,05$) gözlemlemişlerdir.

Seydim vd. (2006) %2 sodyum laktat, %0,2 biberiye ekstraktı ve bunların karışımlarını içeren vakum ambalajlı devekuşu etlerini karanlıkta 3°C'de depolamışlardır. Depolama süresince sadece kontrol grubu L^* değerlerinde azalma gözlenirken, antioksidan ilave edilen grupların L^* değerlerinde herhangi bir farklılık belirlenememiştir. L^* değerleri 9 gün süren depolama sonunda, kontrol, %2 sodyum laktat, %0,2 biberiye ekstraktı ve karışımlarını içeren gruplarda sırasıyla 34,83, 33,64, 35,84 ve 33,71 olarak bulunmuştur.

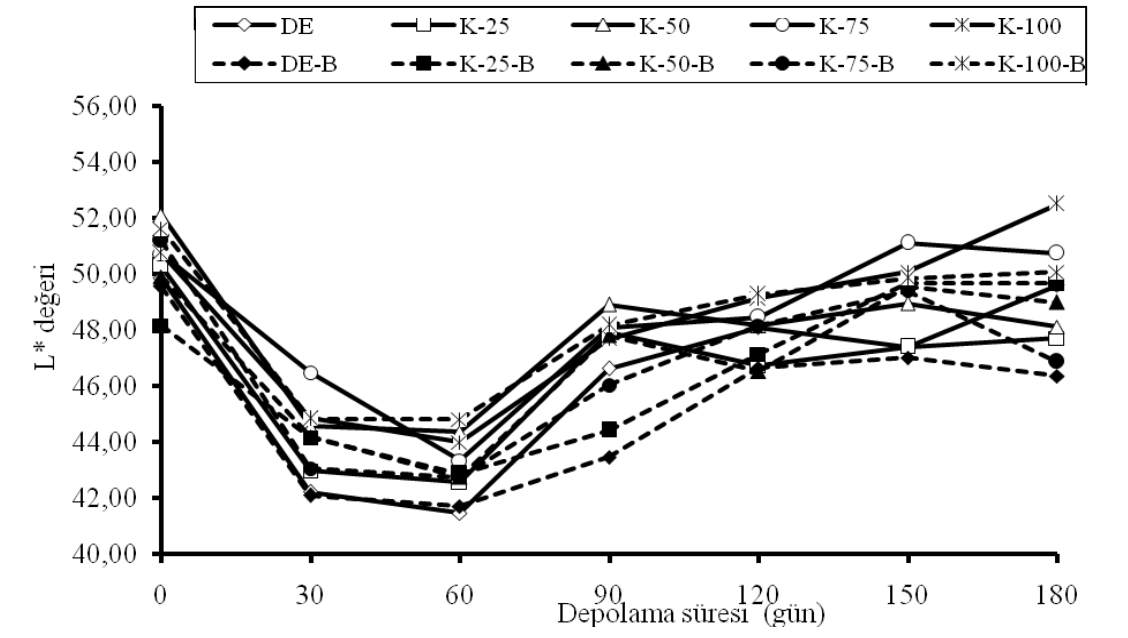
Çizelge 4.5.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE L* değerleri*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	49,86±0,79 ^{bcA}	42,22±1,70 ^{aC}	41,47±0,89 ^{bC}	46,62±0,62 ^{abcB}	48,10±0,57 ^{abAB}	47,37±0,61 ^{cAB}	49,59±0,59 ^{bcdA}
K-25	50,30±0,69 ^{abA}	42,97±2,37 ^{aC}	42,56±1,01 ^{abC}	47,91±0,49 ^{abAB}	46,73±0,57 ^{bB}	47,40±0,69 ^{cAB}	47,71±0,71 ^{deAB}
K-50	52,10±0,89 ^{aA}	44,57±2,16 ^{aC}	44,37±1,06 ^{aC}	48,90±0,69 ^{aB}	48,15±0,66 ^{abB}	48,94±0,54 ^{bcB}	48,12±0,61 ^{cdeB}
K-75	50,72±0,54 ^{abA}	46,48±2,22 ^{abcB}	43,34±1,32 ^{abC}	48,08±0,96 ^{abAB}	48,46±0,89 ^{abAB}	51,11±0,67 ^{aA}	50,75±0,46 ^{abA}
K-100	50,75±0,94 ^{abAB}	44,85±2,07 ^{aCD}	43,99±0,46 ^{abD}	47,69±0,95 ^{abBC}	49,13±0,79 ^{aB}	50,07±1,09 ^{abAB}	52,49±0,66 ^{aA}
DE-B	49,55±0,77 ^{bcA}	42,09±2,13 ^{ad}	41,72±0,90 ^{bD}	43,47±0,95 ^{dCD}	46,64±0,94 ^{bAB}	47,02±0,68 ^{cAB}	46,36±0,73 ^{eBC}
K-25-B	48,16±0,99 ^{cAB}	44,16±3,21 ^{aBC}	42,87±0,71 ^{abC}	44,43±1,44 ^{cdBC}	47,13±0,99 ^{abAB}	49,67±0,68 ^{abA}	49,66±0,62 ^{bcdA}
K-50-B	49,90±0,69 ^{bcA}	44,19±1,76 ^{aCD}	42,76±0,65 ^{abD}	47,80±0,95 ^{abAB}	46,52±0,51 ^{bBC}	49,54±0,74 ^{abA}	48,98±0,77 ^{bcdAB}
K-75-B	51,18±0,72 ^{abA}	43,06±1,82 ^{aDE}	42,75±0,95 ^{abE}	46,04±0,97 ^{bcCD}	48,16±0,98 ^{abBC}	49,39±0,58 ^{abAB}	46,86±0,95 ^{eBC}
K-100-B	51,61±0,27 ^{abA}	44,82±2,10 ^{aC}	44,80±0,86 ^{aC}	48,17±0,45 ^{abB}	49,28±0,91 ^{aAB}	49,84±0,58 ^{abAB}	50,06±0,98 ^{bcAB}

* Ortalama ± standart hata.

A-D: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-e}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.5.1 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince açıklık-koyuluk (L^*) değerindeki değişimler

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen CIE kırmızılık (a^*) değerleri Çizelge 4.6.2 ve Şekil 4.6.2’de gösterilmiştir.

Dondurma işlemi öncesinde kontrol gruplarında ölçülen a^* (kırmızılık) değerleri incelendiğinde en yüksek değerler %100 dana eti içeren DE grubu hamburger köftelerinde görülmüştür. Hamburger köftelerinde dana kırıntı eti içeriğinin artmasıyla birlikte a^* değerlerinde de düşme gerçekleşmiştir ($p<0,05$).

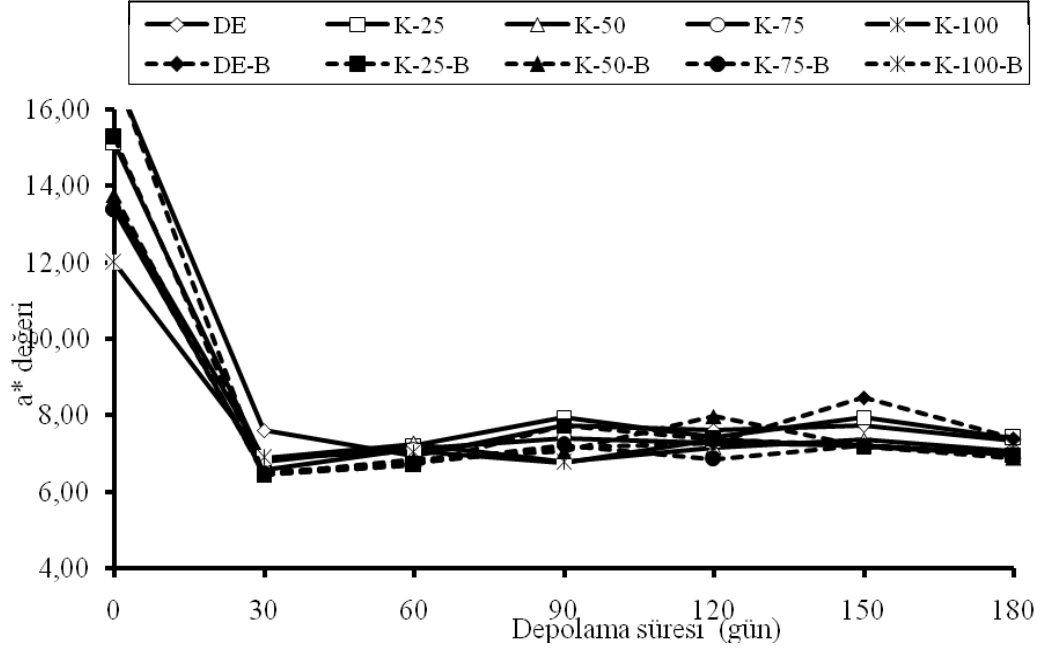
Çizelge 4.6.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE a*değerleri*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	16,91±1,00 ^{abA}	7,61±0,26 ^{aB}	6,95±0,52 ^B	7,75±0,29 ^{abB}	7,60±0,32 ^{abB}	7,75±0,18 ^{abcB}	7,34±0,31 ^B
K-25	15,11±0,29 ^{cdA}	6,78±0,23 ^{bc}	7,21±0,30 ^{BC}	7,94±0,27 ^{aB}	7,42±0,28 ^{abBC}	7,95±0,21 ^{abB}	7,41±0,34 ^{BC}
K-50	13,56±0,54 ^{defA}	6,88±0,24 ^{bB}	7,26±0,42 ^B	6,78±0,25 ^{cB}	7,16±0,33 ^{bB}	7,36±0,23 ^{bcB}	7,05±0,20 ^B
K-75	13,37±0,42 ^{efA}	6,56±0,14 ^{bB}	7,12±0,41 ^{aB}	7,41±0,25 ^{abcB}	7,29±0,33 ^{abB}	7,21±0,28 ^{bcB}	7,01±0,30 ^B
K-100	12,00±0,51 ^{fA}	6,89±0,14 ^{bB}	7,06±0,34 ^B	6,76±0,24 ^{cB}	7,36±0,25 ^{abB}	7,20±0,30 ^{bcB}	6,96±0,24 ^B
DE-B	16,97±0,90 ^{aA}	6,46±0,20 ^{bc}	6,76±0,54 ^C	7,17±0,33 ^{abcBC}	7,28±0,24 ^{abBC}	8,47±0,30 ^{aB}	7,40±0,31 ^{BC}
K-25-B	15,26±0,44 ^{bcA}	6,45±0,17 ^{bd}	6,71±0,32 ^{CD}	7,73±0,28 ^{abB}	7,38±0,28 ^{abBC}	7,21±0,25 ^{bcBCD}	6,97±0,25 ^{BCD}
K-50-B	13,75±0,66 ^{cdeA}	6,44±0,28 ^{bc}	6,85±0,57 ^C	7,06±0,38 ^{bcBC}	7,98±0,26 ^{aB}	7,18±0,25 ^{cBC}	6,89±0,19 ^{BC}
K-75-B	13,38±0,41 ^{efA}	6,50±0,12 ^{bB}	6,75±0,45 ^B	7,22±0,30 ^{abcB}	6,86±0,29 ^{bB}	7,21±0,39 ^{bcB}	6,95±0,37 ^B
K-100-B	12,96±0,43 ^{efA}	6,81±0,23 ^{bB}	6,92±0,45 ^B	7,36±0,25 ^{abcB}	7,05±0,30 ^{bB}	7,35±0,23 ^{bcB}	7,27±0,40 ^B

* Ortalama ± standart hata

A-D: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-f}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.6.2 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince kırmızılık (a^*) değerlerindeki değişim

Etlerdeki parlak kırmızı renk tazeliğin göstergesi olarak tüketici tarafından tercih edilmektedir. Et renginde soluklaşma hem pigment oksidasyonu hem de metmiyogloblin içindeki enzimatik indirgen özellikteki tepkimeleri katalizleyen enzimlerin oksijen tüketimi ile ilgilidir. Donmuş depolamanın sonuna kadar geçen zaman aralığında yapılan ölçümlerde, lipid oksidasyonuna bağlı olarak bütün gruplarda a^* değerlerinde azalma meydana geldiği görülmektedir ($p < 0,05$).

Doğal antioksidan olarak taurin, karnosin, biberiye ve askorbik asit kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen sığır köftelerinde meydana gelen oksidatif değişikliklerin incelendiği bir çalışmada (Sanchez-Escalante vd. 2001), a^* değerlerinin biberiye+askorbik asit ilave edilen örneklerde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Lawrence vd. (2004), biberiye ekstraktı ilavesinin sığır etlerinin rengi üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Sabranek vd. (2005), 200 ppm BHA/BHT ve 1500 ppm-2500 ppm biberiye ekstraktının domuz sosislerine ilave etmişler ve 42 günlük depolama boyunca, lipid oksidasyonunu

engellemede biberiye ekstraktlarının BHA/BHT kombinasyonuna göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Örneklerin kırmızılık (a^*) değerlerinin, biberiye ekstraktı ilave edilmiş örneklerde daha yüksek olduğu ve -20°C 'de donmuş depolama boyunca rengin korunmasında biberiye ekstraktlarının daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Biberiye uçucu yağının hamburger köftelerine ilavesinin a^* değerini artırıcı etkisi olacağı beklenirken, bu etki 180 günlük depolama süresince görülmemiştir. Biberiye ekstraktının miyogloblin ve renk degradasyonunu azaltan, renk stabilitesini artıran özellikleri vardır (Balentine vd. 2006).

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilen hamburger köftelerinin donmuş depolama süresince (-18°C) belirlenen CIE sarılık (b^*) değerleri Çizelge 4.6.3 ve Şekil 4.6.3'te gösterilmiştir.

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilen grupların ve biberiye yağı ilave edilmiş grupların b^* değerinde, dondurma işlemi sonrasında 30. ve 60. günlerde düşüş meydana gelmiş, fakat daha sonraki periyotlarda artış görülmüştür. Bu artışın nedeninin ise lipit ve protein oksidasyonu sonucu ürün renginde meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. En fazla artışa ise, dana kırıntı eti oranının %100 olduğu örneklerde (K-100 ve K-100-B grupları) rastlanmıştır.

Çeşitli antioksidanların beraber kullanıldığında sinerjistik etki gösterdikleri araştırmalarla belirlenmiştir (Djenane vd. 2005, Sebranek vd. 2005). Madsen and Bertelsen (1995), biberiye ve adaçayının, α -tokoferolle birlikte kullanıldığında sinerjistik etki göstererek, gıda sistemlerinde renk stabilitesini artırıcı olarak kullanıldıklarını belirtmişlerdir. Wada ve Fang (1993), balıkların siyah kaslarında ve sardalya yağında α -tokoferolün ve biberiye ekstraktının beraber kullanılmasının, renk üzerinde her iki antioksidanın ayrı ayrı kullanılmasından daha etkili olduğunu saptamışlardır.

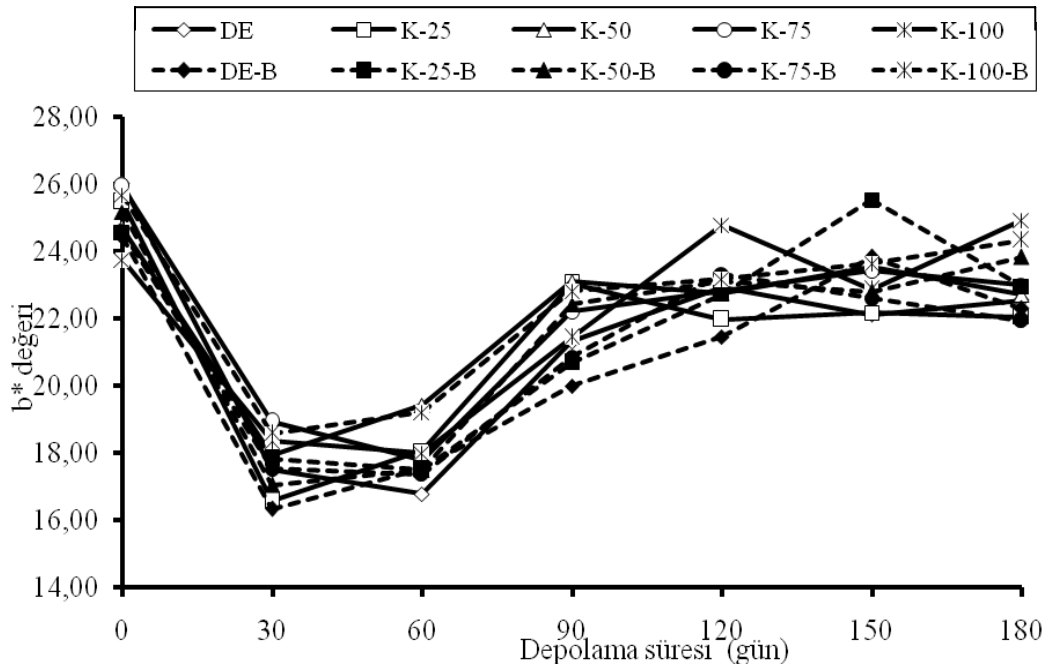
Çizelge 4.6.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama boyunca CIE b*değerleri*

Örnek	Depolama süresi (gün)						
	0	30	60	90	120	150	180
DE	26,00±0,47 ^{aA}	17,50±1,39 ^C	16,79±1,34 ^C	21,32±0,63 ^{cdeB}	22,94±0,47 ^{abcB}	22,12±0,37 ^B	22,55±0,45 ^{cdB}
K-25	25,47±0,37 ^{abA}	16,59±1,12 ^C	18,07±1,30 ^C	23,04±0,47 ^{aB}	21,97±0,33 ^{bcB}	22,16±0,35 ^B	22,04±0,34 ^{dB}
K-50	24,68±0,58 ^{abA}	17,93±1,43 ^B	19,43±1,55 ^B	23,10±0,32 ^{aA}	22,76±0,43 ^{abcA}	23,52±0,25 ^A	22,71±0,42 ^{cdA}
K-75	25,93±0,72 ^{aA}	18,94±1,46 ^C	17,78±1,53 ^C	22,21±0,60 ^{abcdB}	22,82±0,60 ^{abcB}	23,41±0,70 ^{AB}	22,99±0,49 ^{bcdB}
K-100	23,73±0,48 ^{bA}	18,35±1,36 ^C	18,00±1,08 ^C	21,43±0,48 ^{bcdB}	24,78±0,46 ^{aAB}	22,87±0,61 ^{AB}	24,91±0,57 ^{aA}
DE-B	24,43±1,08 ^{abA}	16,33±1,40 ^E	17,54±1,20 ^{DE}	20,00±0,37 ^{eCD}	21,45±0,88 ^{BC}	23,82±0,68 ^{AB}	22,30±0,80 ^{cdABC}
K-25-B	24,55±0,69 ^{abA}	17,83±1,96 ^B	17,52±1,31 ^B	20,68±0,72 ^{eAB}	22,72±0,38 ^{abcAB}	25,52±4,76 ^A	22,95±0,39 ^{bcdAB}
K-50-B	25,17±0,80 ^{abA}	17,05±1,31 ^C	17,49±1,29 ^C	22,41±0,43 ^{abcB}	23,11±0,61 ^{abAB}	22,80±0,60 ^{AB}	23,82±0,26 ^{abcAB}
K-75-B	24,59±0,66 ^{abA}	17,53±1,43 ^C	17,37±1,31 ^C	20,85±0,48 ^{deB}	23,31±0,43 ^{abcAB}	22,60±0,89 ^{AB}	21,93±0,99 ^{dAB}
K-100-B	25,67±0,65 ^{aA}	18,58±1,55 ^C	19,20±1,50 ^C	22,81±0,41 ^{abB}	23,16±0,55 ^{abAB}	23,63±0,27 ^{AB}	24,32±0,55 ^{abAB}

* Ortalama ± standart hata

A-E: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

^{a-e}: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.6.3 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde donmuş depolama süresince sarılık (b^*) değerlerindeki değişim

4.7 Duyusal Analiz

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilen ve %1,5 oranında biberiye yağı ilave edilmiş hamburger köftelerinin duyusal kalite özelliklerindeki farklılıklar görünüş, lezzet, tekstür, renk, koku ve genel beğeni kriterleri üzerinden belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Hamburger köftelerine biberiye uçucu yağı ilave edilerek hazırlanan örnekler duyusal değerlendirmeye tabi tutulduğunda, görünüş, renk ve tekstür özelliklerinin gruplar arasında önemli bir farklılık göstermediği ($p>0,05$) saptanmıştır. Biberiye uçucu yağının duyusal özelliklere etkisi özellikle koku, lezzet ve genel beğeni özellikleri üzerinde gözlenmiştir. Özellikle yağ oranı diğer gruplara göre en düşük olan ve kırıntı eti içermeyen DE-B grubunda koku, lezzet ve genel beğeni puanlarının DE grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Biberiye uçucu yağının koku ve

lezzet üzerine olumsuz etkisinin yapısında bulunan fenolik bileşiklerinin kendine özgü keskin baharat tadından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.7 Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin duyusal değerlendirme puanları*

Örnek	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Tekstür	Genel
DE	7,06±0,30	7,00±0,27	7,46±0,19 ^a	6,93±0,20 ^a	6,86±0,23	6,96±0,20 ^a
K-25	7,23±0,22	7,23±0,27	7,13±0,25 ^{ab}	6,80±0,23 ^{ab}	6,43±0,29	7,06±0,22 ^a
K-50	6,93±0,30	6,93±0,30	7,06±0,18 ^{ab}	6,66±0,21 ^{ab}	6,63±0,36	6,86±0,25 ^{ab}
K-75	7,00±0,27	6,96±0,27	7,00±0,2 ^{ab}	6,53±0,30 ^{ab}	6,46±0,23	6,56±0,26 ^{ab}
K-100	6,96±0,24	7,06±0,28	7,26±0,18 ^{ab}	6,50±0,31 ^{ab}	6,46±0,30	6,76±0,22 ^{ab}
DE-B	7,20±0,20	7,20±0,26	6,76±0,28 ^b	5,60±0,33 ^d	6,60±0,33	6,16±0,33 ^b
K-25-B	7,15±0,22	7,15±0,22	7,00±0,24 ^{ab}	6,40±0,25 ^{abc}	6,87±0,35	6,81±0,26 ^{ab}
K-50-B	7,06±0,30	7,13±0,25	7,00±0,18 ^{ab}	6,10±0,27 ^{bcd}	6,80±0,27	6,70±0,30 ^{ab}
K-75-B	7,17±0,23	6,96±0,24	7,14±0,25 ^{ab}	5,67±0,30 ^{cd}	6,64±0,19	6,44±0,27 ^{ab}
K-100-B	7,26±0,28	7,43±0,24	6,96±0,26 ^{ab}	6,06±0,24 ^{bcd}	6,73±0,22	6,63±0,2 ^{ab}

*Ortalama= standart hata

^{a-b} :Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0,05).

Barbut vd. (1985), organik çözücüyle ekstrakte edilen, oleoresin biberiye'nin antioksidan aktivitesinin olduğunu, buzdolabı sıcaklığında tutulan hindi sucuklarında ürünün lezzetini olumsuz yönde etkilemediğini belirtmişlerdir.

Tavuk köftelerinde askorbik asit, alfa-tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının köftelerin kalite özellikleri üzerine etkileri Turp (1999) tarafından incelenmiştir. Araştırmacı 300 ppm biberiye ekstraktı, 500 ppm L (+) askorbik asit, 500 ppm askorbik asit+200 ppm α -tokoferol kullanarak tavuk köfteleri üretmiştir. Tavuk köftelerinin duyusal değerlendirmesi sonucunda, depolamanın 7. gününde en yüksek lezzet puanlarını biberiye ekstraktı ilave edilen örneklerin aldığı belirtilmiştir.

Nassu vd. (2003) sucuklarda, Thongtan vd. (2005) ise sığır köftelerinde biberiye yağı ekstraktı ilave edilen örneklerin en yüksek genel beğeni puanlarını aldığını saptamışlardır.

Farklı konsantrasyonlarda biberiye ekstraktı, α -tokoferol ve kombinasyonlarının Türk sucuklarının bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada (Gök, 2006), 500 ppm biberiye ekstraktı ve 500 ppm biberiye ekstraktı + 500 ppm α -tokoferol içeren sucuk örnekleri duyusal değerlendirme sonunda en yüksek genel beğeni puanlarına sahip olmuştur ($p<0,05$).

Biberiye uçucu yağının et ve et ürünlerinde duyusal özellikler üzerine olumlu etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Nassu vd. 2003, Gök, 2006). Fakat, yapılan bu çalışmada, farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilen hamburger köftelerinde biberiye uçucu yağının ilavesi, genel beğeni puanları üzerine beklenen yüksek puanları alamamıştır. Bunun nedeni olarak ise, Türk damak tadının, ekstraktlarına göre daha keskin ve belirgin baharat aroması içeren biberiye uçucu yağının et ve et ürünlerinde kullanımına yabancı olması, koku, lezzet ve genel beğeni puanlarını azaltıcı etkide bulunduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Çalışma sonucunda farklı oranlarda dana kırıntı eti ile üretilen hamburger köftelerinde %1,5 biberiye uçucu yağı ilavesi 6 aylık donmuş depolama sonucunda raf ömrünü mikrobiyolojik ve kimyasal açıdan uzatmıştır.

Yapılan mikrobiyolojik analizlerde hamburger köftelerinde dana kırıntı eti miktarı artışı TAMB, TPAB, toplam koliform bakteri sayısı ve *Staphylococcus* spp. bakteri sayısında 6 aylık donmuş depolama süresince tüm periyotlarda artışa sebep olmuştur. Antimikrobiyal ajan olarak kullanılan biberiye yağının hamburger köftelerine %1,5 oranında ilavesi mikroorganizma yükünü azaltmıştır. Biberiye yağının daha yüksek oranda katılmasının, hamburger köftelerinin donmuş muhafaza süresince ve donmuş depolama sonundaki mikrobiyal yükünü azaltma yönünde olumlu sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Hamburger köftelerinde raf ömrünü kısaltan etmenlerden bir diğeri de lipit oksidasyonudur. Dana kırıntı eti kullanım miktarının artışı, donmuş depolama süresince tüm gruplarda TBA değerinin artmasına neden olmuştur. Biberiye yağının kullanımı ise, donmuş depolamanın sonuna doğru antioksidan özelliğini göstermiş olup, dana kırıntı eti kullanım oranının arttığı örneklerde bu özellik daha da çok belirgin hale gelmiştir.

Panelistler tarafından pişirme sonrasında duyuşal olarak değerlendirilen hamburger köftelerinde dana eti içeriğı arttıkça tüm özelliklere ait puanların arttığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede, biberiye uçucu yağı ilave edilmeyen kontrol grubu hamburger köftelerinin lezzet ve koku puanlarının, %1,5 biberiye yağı içeren gruplarıninkine kıyasla göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu, biberiye uçucu yağının içerdiği fenolik bileşiklerin keskin aromasının panelistler tarafından beğenilmediğini göstermektedir.

Sonuçta, artan gıda talebine paralel olarak günümüz teknolojik koşullarında hazırlanması ve tüketimi kolay olan hamburger köftelerinde maliyeti düşük hammadde kullanımının yaygınlaşması raf ömrünü sınırlandıran temel nedenlerdendir. İnsan

sağlığını olumsuz yönde etkilemeyen doğal maddelerin kullanımı muhafaza süresini artırmaktadır. Fakat tüketici beğenisini en çok etkileyen lezzet ve koku bileşenleri dikkate alındığında, ürüne uygun doğal antioksidan ve antimikrobiyal ilave edilen maddelerinin uygun miktarlarda kullanımı gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abd 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. *J. Sci Food Agric*, 79; 277–285.
- Abdullah, B. and Al-Najdawi R. 2005. Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordon. *International Journal of Food Science and Technology*, 40; 537-543.
- Ahn, J.A, Gru, I.U. and Mustapha, A. 2007. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology*, 24; 7–14.
- Akarpat, A., Turhan, S. and Ustun, N.S. 2008. 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.
- Akgül, A. 1989. Baharatların antioksidan özellikleri. *Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry*, 13; 11-24.
- Aktan, H.T. 1976. Piyasada yüksek fiyatla satılan yerli sucukların hidrokspirolin tayini ile protein kalite durumlarının tespiti. Doktora Tezi, Ankara, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enst.
- Al-Jalay, B., Blank, G., McConnel, B. and Al-Khayat, M. 1987. Antioxidant activity of selected spices used in fermented meat sausage. *J Food Protect*; 25– 27.
- Ames, B.M. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens: oxygen radical and degenerative diseases. *Food Science*, 221; 1256-1263.
- Anonim. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Anonim. 2002. TS 10580, Hamburger köfte standardı, Türk Standartları Enstitüsü yayınları, 16 s., Ankara.
- Anonymous. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, USA.
- Ayar, A. ve Akgül, A. 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. *Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry*, 17; 1061-1068.
- Aydın, B. 2008. Bazı tıbbi bitki ve baharatların gıda patojenleri üzerine antibakteriyel etkisinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (1); 83-87.

- Balentine, C.W., Crandall, P.G., O'Bryan, C.A., Duong, D.Q. and Pohlman., F.W. 2006. The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*, 73; 413-421.
- Banyai, E.S., Tulok, M.H., Hgedüs, A., Renner, C. and Varga, I.S. 2003. Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarium officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4); 111-113.
- Barbut,S., Josephson, D.B. and Mauer, A.J. 1985. Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage. *Journal of Food Science*, 50 (5); 1356-1359.
- Bayrak A., Kıralan M. ve Çalıkoglu E. 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış. Türkiye 9.Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006,Bolu Ankara Üniv., Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh.Bölümü, Diskapı, Ankara
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi. ISBN:975-420-021-1.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Bostoglou, E., Govaris, A. and Papgeorgiou, G. 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65; 1193- 1200.
- Bozkurt,H. and Belibağlı, K. 2009. Use of rosemary and *Hibiscus sabdariffa* in production of *kavurma*, a cooked meat product. *J. Sci. Food Agric.*, 89; 1168-1173.
- Bragagnolo, N., Danielsen, B. and Skibsted, L. H. 2007. Rosemary as antioxidant in pressure processed chicken during subsequent cooking as evaluated by electron spin resonance spectroscopy. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8; 24-29.
- Burda, S. and Oleszek, W. 2001. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49; 2774-2779.
- Cadun, A., Kışla, D. and Çaklı, Ş. 2008. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. *Food Chemistry*, 109; 81-87.
- Calvo, M., Dolores Segas, M. and Luisa Garcia, M. 2009. Effects of irradiation and storage on the physico-chemical and sensory properties of hamburgers enriched with lycopene. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (10), 1983-1989.
- Campo, J., Amiot, M. J. and Nguyen-The, C. 2000. Antimicrobial effect of rosemary extracts. *Journal of Food Protection*, 63; 1359-1368.

- Candoğan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food Research and Technology*. 210; 305-309.
- Carno, J., Beltran J.A. and Roscales, P. 2008. Extension of the display life of lamb with an antioxidant active packaging. *Meat Science*. 80; 1086-1091.
- Calucci, L., Pinzino, C., Zandomenoghi, M., Capocchi, A., Ghiringhelli, S., Saviozzi, F., Tozzi, S. and Galleschi, L. 2003. Effects of irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *J. Agric. Food Chem.*, 51; 927-934.
- Chen, X., Jo, C., Lee, J.I. and Ahn, D.U. 1999. Lipid oxidation, volatiles and color changes of irradiated pork patties as affected by antioxidants. *Journal of Food Science*, 64; 16-19.
- Collins, M.A. and Charles, H.P. 1987. Antimicrobial activity of carnosol and ursolic acid: two antioxidant constituents of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Microbiology*, 4(4); 311-315.
- Coronado, S.A., Trout, G.R., Dunshea, F.R. and Shah, N.P. 2002. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. *Meat Science*, 62; 217-224.
- Çapraz, İ. 2004. Kırmızı et sektör profili. İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi.
- Çon, A.H., Doğru, M. and Gökalp, H.Y. 2002. Afyon'da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 26; 11-16.
- Dapkevicius, A., Venskutonis, R., Beek, T. A. and Linssen, J. P. H. 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J. Sci. Food Agric.* 77:140-146.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J. 2004. New preservation technologies: possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14; 273-285.
- Decker, E.A. and Mei, L., 1996. Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods. *Proceedings of the Reciprocal Meat Conference* 49; 64-72.
- Dias-Morse, P.N., Pholman, F.W., Quilo, S.A., Brown, A.H., Crandall, J.R.P.G., Baublits, R.T., Storky, R.P., Bokina, C. and Rajanatham, G. 2009. Microbial, instrumental color and sensory characteristics of ground beef processed from beef trimmings treated with potassium lactate, sodium metasilicate, peroxyacetic acid or acidified sodium chloride as single antimicrobial interventions. *Journal of Muscle Foods*, 20; 54-69.

- Djenane, D., Escalante-Sanchez, A., Beltran, J. A. and Roncales, P. 2002. Ability of a-tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76; 407-415
- Dumagan, J.C. and Hackett, J.W. 1995. Almost half of the food budget is spent eating out. *Food Rev*, 18(1); 37-39.
- Elgayyar, M., Draughon, F.A., Golden, D.A. and Mount, J.R. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Prot.*, 64(7); 1019-1024.
- Ertas, A.H., Kolsarici, N. ve Soyer, A. 1991. Hamburgerlerin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi üzerinde araştırma. *Gıda*, 16 (3); 217-223.
- Estevez, M. and Cava, R. 2006. Effectiveness of rosemary essential oils as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of farankfurters. *Meat Science*, 72; 348-355.
- Farbood, M.I., Macneil, J.H. and Ostavar, K. 1976. Effect of rosemary spice extractive on growth of the microorganisms in meat. *J. Milk Food Techno.*, 39; 675-679.
- Fernández-Ginés, J.M, Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E. and Pérez-Álvarez, J.A. 2005. Meat products as functional foods: A review. *J. Food Sci*, 70; 37-43.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J.A. and Kuri, V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*, 69; 371-380.
- Formanek, Z., Lynch, A., Galvin, K., Farkas J. and Kerry, J. P. 2003. Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. *Meat Science*, 63 (4); 433-440.
- Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, B. and Georgakis, S.A. 2007 Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. *Meat Science*, 76; 172-181.
- Gök, V. 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Hasbioğlu, M. 1993. Hamburgerlerin bazı kalite özelliklerine mercimek ununun etkisi üzerinde araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı.

- Hernandez-Hernandez, E., Legarreta, I.G., Ponce-Alquicira, E. and Jaramillo-Flores, M.E. 2009. Antioxidant effect of (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Science*, 81; 410-417.
- Hollingsworth, P. 1994. Processed foods have moved to center stage in the competition to feed the world. *Food Technology*, 48(3); 65-68.
- Huisman, M., Madsen, H. L., Skibsted, L. H. and Bertelsen, G. 1994. The combined effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and modified atmosphere packaging as protection against warmed-over flavour in cooked minced pork meat. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 198; 57–59.
- Inatani, R., Nakatani, N. and Fuwa, H. 1983. Antioxidant effect of the (*Rosmarinus officinalis* L.) and their derivatives. *Agriculture Biological Chemistry*, 47(3); 521-528.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, P. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 47,3954-3962.
- Karpinska, M., Borowski, J. and Danowska-Oziewicz, M. 2000. Antioxidative activity of rosemary extract in lipid fraction of minced meat balls during storage in a freezer. *Nahrung*, 44 (1);38-41.
- Karpinska, M. 2008. Effect of the addition of ground rosemary on the quality and shelf-life of turkey meatballs during refrigerated storage. *British Poultry Science*, 49 (6); 742-750.
- Kolsarıcı, N., Ensoy, Ü., Candoğan K. ve Üzümcüoğlu, Ü. 2004. Soğuk ve dondurulmuş depolamanın mekanik ayrılmış tavuk etlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. *Orlan On-Line Mikrobiyoloji*, 2 (8); 2-13.
- Lawrence, T.E., Dikeman, M.E., Hunt, M.C., Kastner, C.L. and Johnson, D.E. 2004. Effects of enhancing beef longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extract. *Meat Science*, 67; 127-137.
- Lee, J.W., Park, K.S., Kim, J.G., Oh, S.H., Lee, Y.S., Kim, J.H. and Byun, M.W. 2005. Combined effects of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf-life of a ready-to-eat hamburger steak. *Radiation Physics and Chemistry*, 72 (1); 49-56.
- Liu, H.F., Booren, A.M., Gray, J.I. and Crackel, R.L. 1992. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. *Journal of Food Science*, 57 (4); 803–806.

- Lopez-Bote, C.J., Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Flegal, C.J. 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science*, 39; 235-240.
- Löliger, J. 1983. Natural antioxidants. In J. C. Allen, ve R. J. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (pp. 89–107). London: Applied Science Publishers. London.
- Lui, Y.C., Liu, D.C., Tsau, R.T., Tan, F.J. and Jan, S.S. 2009. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 117; 106-113.
- Madsen, H.L. and Bertelsen, G. 1995. Spices as antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 6; 271-277.
- McBride, T.M.N., Hogan, S.A. and Kerry, J.P. 2006. Comparative addition of rosemary extract and additives on sensory and antioxidant properties of retail packaged beef. *International Journal of Food Science and Technology*, 42; 1201–1207.
- McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B. and 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.
- Maslarova, V.Y. and Heinonen, L.M. 2001. Rosemary and sage as antioxidants. In *Handbook of Herbs and Spices*, Edited By Peter, K.V. CRC Pres, Woodhead Publishing Ltd., England.
- Mielnik, M.B., Aaby, K. and Skrede, G. 2003. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Science*, 65; 1147-1155.
- Moorhead, S.M. and Dykes, G.A. 2002. Survival of *Campylobacter jejuni* on beef trimmings frozen storage. *Letters in Applied Microbiology*, 34; 72-76.
- Nadajarah, D., Han, J.H. and Holley, R.A. 2005. Use of mustard flour to indicate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 99; 257-267.
- Nassu, R.T., Goncalves, L.A.G., Pereira da Silva, M.A.A. and Beserra, F.J. 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*, 63; 43-49.
- Ng, T. B., Liu, F. and Wang, Z.T. 2000. Antioxidative activity of natural products from plants. *Life Sci.*, 66; 709-723.
- Nissen, L. R., Byrne, D.V., Bertelsen, G. and Skibsted, L. H. 2004. The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science*, 68; 485-495.

- Ntzmani, A.G., Giatrakou, V.I. and Savvaidis, N.I. 2010. Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, lysozyme, rosemary and oregano oil) on semi cooked coated chicken meat stored in vacuum packages at 4°C: Microbiological and sensory evolution. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 11; 187-196.
- Nychas, G.J.E. and Arkoudelos, J.S. 1990. Staphylococci: Their role in fermented sausages. *J. Apple. Bact. Symposium Suppl.*, 167-188
- O'Sullivan, M.C., Lynch, A., Lynch, P.B., Buckley, D.J. and Kerry, J.P. 2004. Use of antioxidants in chicken nuggets in manufactured with and without the use of salt and or sodium tripolyphosphate: Effects on product quality and shelf life stability. *International Journal of Poultry Science*, 3 (5); 345-353.
- Öztan, A. 1993. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi ve Fen Bilimleri Mühendislik Fakültesi Yayınları. Hacettepe Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Öztan, A., Vazgeçer, B. and Ulu, H. 2005. Antioxidant and antimicrobial activity of spices in meat and meat products. *Gıda Dergisi*, 30; 75-81.
- Pekkarinan, S.S., Heinonen I.M. and Hopia, A.I. 1999. Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and (+) – catechin as antioxidants in methyl linoleate. *J. Sci. Food Agric*. 79: 499-506.
- Pinero, M.P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N. Arenas de Moreno, L., Ferrer, M., Araujo, S. and Barboza, Y. 2008. Effect of oat's soluble fibre (B-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low beef patties. *Meat Science*, 80; 67-580.
- Poyrazoğlu, O. 1992. Hamburgerlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine sodyum tripolifosfatın, depolama sıcaklığının ve süresinin etkisi üzerinde araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı.
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortuz, J., Herrera, V.M., Araya, H. and Aubourg, P.S. 2009. Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphy*) : Effect of aplant-extract icing system. *Food Science and Technology*, 42; 1450-1454.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M. and Pridham, J.B. 1995. the relative antioxidant activities of plant-derived polyphenol flavonoids. *Free Radical Research.*, 22 (4); 375-383.
- Riznar, K., Celan, S., Knez, Z., Skerget, M., Bauman, D., and Glaser, R.2006. Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science*, 71; 425-429.
- Sağdıç, O. 2003. Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and wild

marjoram hydrosols. *Lebensm.-Wiss.-Technol.*, 36; 467-473.

- Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torresco, G., Beltran, J.A. and Roncales, 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.
- Sant'ana, L.S. and Afonso, M.D.S. 2008. Effects of pretreatment with rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the prevention of lipid oxidation insalted Tilapia fillets. *Journal of Food Quality*, 31; 586-595.
- Santoyo, S., Cavero, S., Jaime, L., Ibanez, E., Senorans, F.J. and Reglero, G. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. Essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J. Food. Prot.*, 68(4); 790-795.
- Sallam, K.I., Ishioroshi, M. and Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 37 (8); 849-855.
- Scanga, J.A., Grona, A.D., Belk, K.E., Sofos, J.N., Bellinger, G.N. and Smith, G.C., 2000, Microbiological contamination of raw beef trimmings and ground beef. *Meat Science*, 56; 145-152.
- Sebranek, J.G., Sewalt, W.J.H., Robbins, K.L. and Houser, T.A. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69; 289-296.
- Seydim, A.C., Güzel-Seydim, Z.B., Action, J.M. and Dawson, P.L. 2006. Effects of rosemary extract and sodium lactate on quality of vacuum packaged ostrich meat. *Journal of Food Science*, 71; 71-76.
- Seydim, A.C. and Sarıkuş, G. 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*, 39; 639-644.
- Shadidi, F., Synowiecki, J. and Onoderalore, A.C., 1992. Effects of aqueous washings on color and nutrient quality of mechanically deboned chicken meat. *Meat Science*, 32; 289-297.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simoncic, M. and Knez, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89; 191-198.
- Stetzer, A.J., Navokofski, J.A. and Brewer, S. 2008. Research note: Effect of natural antioxidants on color of an irradiated beef myoglobin model system. *Journal of Muscle Foods*, 19; 410-419.

- Stika, J. F., Suman, S. P., and Xiong, Y. L. 2008. Frozen storage stability of vacuum-packaged precooked restructured steaks manufactured from mature cow beef. *Food Science and Technology*, 41 (9); 1535-1545.
- Stivarius, M.R. Pohlman, F.W., McElyea, K.S. and Apple, J.K. 2002. Microbial, instrumental color and sensory color and odor characteristics of ground beef produced from beef trimmings treated with ozone or chlorine dioxide. *Meat Science*, 60; 299-305
- Stivarius, M.R. Pohlman, F.W., McElyea, K.S. and Apple, J.K. 2001. The effects of acetic acid, gluconic acid and trisodium citrate treatment of beef trimmings on microbial, color and odor characteristics of ground beef through simulated retail display. *Meat Science*, 60; 245-252.
- Stoick, S. M., Gray, J. I., Booren, A. M. and Buckley, D. J. 1991. Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripolyphosphate. *Journal of Food Science*, 56; 597-600.
- Pintore, G., Usai, M., Bradesi, P., Juliano, C., Boatto, G., Tomi, F., Chessa, M., Cerri, R. and Casanova, J. 2002. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. *Flavor and Fragrance Journal*, 17; 15-19.
- Tarladdis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, T.L. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 37, 44-48.
- Thongtan, K., Torna, R.B., Reiboldt, W. and Daoud, A.Z. 2005. Effect of rosemary extract on lipid oxidation and sensory evaluation of frozen, precooked beef patties. *Food Research International*, 16; 93-104.
- Tironi, V., Anon, M. and Tomas, M. 2009. Lipid and protein changes in chilled sea salmon (*Pseudopercis semifasciata*): effect of previous rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) application. *International Journal of Food Science and Technology*, 44; 1254-1262.
- Turp, G.Y. 1999. Tavuk köftelerinde askorbik asit, alfa- tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E. and Vasiliadou, S. 1997. Effectiveness of natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Lebensm Unters Forsch A*, 205; 93-96.

- Vuuren, S.F., Suliman, S. and Viljoen, A.M. 2009. The antimicrobial activity of four commercial essential oils in combination with conventional antimicrobials. *Letters in Applied Microbiology*, 48; 440-446.
- Wada, S. and Fang, X. 1992. The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and α -tocopherol in sardine oil model system and frozen crushed fish meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 16; 263-274.
- Yang, T.S and Froning, G.W. 1992. Effect of pH and mixing time on protein solubility during the washing of mechanically deboned chicken meat. *Journal of Muscle Foods*, 3 (1); 15-23.
- Yıldız, G.T. and Serdaroglu, M. 1998. The effects of ascorbic acid, rosemary extract and α -tocopherol/ascorbic acid on the some quality characteristics of chicken patties. In A. Diestre and J. M. Monfort, *Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 672–673), August 30–September 4 1998, Barcelona, Spain.
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J. and Schmidt, G. 2002. Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science* 67; 582-585.
- Zheng, W. and Wang, S.Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.*, 49; 5165-5170.

EK 1 HAMBURGER KÖFTESİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI :

TARİH:

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalan su ve ekmekle giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen sıkladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Yapı (Tekstür)	Genel beğeni

SIKALA :

- 9. Mükemmel
- 8. Çok iyi
- 7. İyi
- 6. Ortanın üstü
- 5. Orta

- 4. Ortanın altı
- 3. Kötü
- 2. Çok kötü
- 1. Son derece kötü

EK NOTLAR :

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif İLHAN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 16.10.1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) :

Lise : Etimesgut Anadolu Lisesi (1995 – 2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
Bölümü (2002 – 2006)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (Şubat 2007 – Mart 2010)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Erpiliç Entegre Tav. Üretim, Pazarlama ve Tic. Ltd. Şti. (Temmuz 2008-)

Çetinkaya Et Ürünleri ve Gıda Sanayi Tic. A. Ş. (Haziran 2007 – Aralık 2007)

Pikola Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş. (Ekim 2006 – Şubat 2007)