

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIZILCIK (*CORNUS MAS*) EKSTRESİ İLAVELİ PIŞIRILMIŞ
KÖFTELERİN DONMUŞ MUHAFAZASI SIRASINDA
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYMA ELGİN

DENİZLİ, KASIM - 2019

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



KIZILCIK (*CORNUS MAS*) EKSTRESİ İLAVELİ PİŞİRİLMİŞ
KÖFTELERİN DONMUŞ MUHAFAZASI SIRASINDA
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYMA ELGİN

DENİZLİ, KASIM - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

ŞEYMA ELGİN tarafından hazırlanan “KIZILCIK (*CORNUS MAS*) EKSTRESİ İLAVELİ PİŞİRİLMİŞ KÖFTELERİN DONMUŞ MUHAFAZASI SIRASINDA FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 08.11.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üye. Haluk ERGEZER

Üye
Prof. Dr. Ramazan Gökçe
Pamukkale Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üye. Tolga AKCAN
Dokuz Eylül Üniversitesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27/11/2019 tarih ve 47/10-2-2 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2016FBE008 nolu proje ile desteklenmiştir.**



Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ŞEYMA ELĐİN

ÖZET

KIZILCIK (*CORNUS MAS*) EKSTRESİ İLAVELİ PİŞİRİLMİŞ KÖFTELERİN DONMUŞ MUHAFAZASI SIRASINDA FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYMA ELGİN

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞRETİM ÜYE. HALUK ERGEZER)

DENİZLİ, KASIM - 2019

Bu çalışmada, antioksidan madde içeriği yüksek bir meyve olan kıızılcıktan farklı konsantrasyonlarda (200, 300 ve 500 ppm) ekstreler elde edilmiştir. Hazırlanan ekstreler sığır köftelerine ilave edilmiştir. Köfteler fırında pişirilmiş (180°C, 25 dk) ve depolama boyunca (-18°C, 6 ay) köftelerde meydana gelen bazı fizikokimyasal (pH, renk, antiradikal aktivite, fenolik madde miktarı, peroksit, konjuge dien, lipid ve protein oksidasyonu) değişiklikler araştırılmıştır. Ayrıca, köfte örneklerinde bileşim analizi gerçekleştirilmiştir. Her bir depolama periyodunda kontrol grubu en yüksek parlaklık değerine sahip iken, depolama boyunca tüm örneklerin parlaklık değerinde düşüş görülmüştür. Depolamanın başlangıcında, tüm örneklerin a* ve b* değerlerinde istatistiksel anlamda önemli farklılık görülmemesine rağmen (p>0,05) depolama boyunca köftelerin kırmızılık ve sarılık değerinde düşüş gözlenmiştir. Köftelerin pH değerleri 5,41 ile 6,58 arasında değişkenlik göstermiştir. Depolama boyunca köftelerin toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite değerinde düşüş görülmüş ve bu düşüş istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama boyunca, tüm örneklerin TBARS ve karbonil miktarında artış görülmüş ve en fazla artış kontrol grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın ilk üç ayında köfte örneklerin peroksit ve konjusedien değerlerinde artış gözlenmesine rağmen 3. aydan sonra ise önemli bir azalış görülmüştür (p<0,05).

ANAHTAR KELİMELEER: Köfte, kıızılcık, antioksidan, oksidasyon

ABSTRACT

EVALUATION OF OXIDATION KINETIC PARAMETERS OF CORNELIAN CHERRY (*CORNUS MAS*) EXTRACT ADDED COOKED BEEF PATTIES DURING FROZEN STORAGE

MSC THESIS

ŞEYMA ELGIN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:DR. ÖĞR. ÜYE. (HALUK ERGEZER)

DENİZLİ, NOVEMBER 2019

In this study, it was prepared extracts obtained from cranberries, which is a fruit with high levels of antioxidants at three different concentrations (200, 300 and 500 ppm). The prepared extracts were added to beef patties. Moreover, the both sides of the patties were cooked in an conventional oven (180°C, 25 minutes) and investigated some physicochemical properties (pH, color, total phenolic content, DPPH radical scavenging activity, lipid and protein oxidation) occurred during storage (-18°C, 6 months). Proximate composition was performed in patties. Although control samples had the highest L* value in all storage periods, brightness of the all samples were decreased throughout storage. At the beginning of the storage; even the all samples were not significantly different ($p>0,05$) from each other regarding to the a* and b* values, a* and b* values of the patties were decreased during storage. pH values of the patties were ranged from 5,41 to 6,58. Total phenolic content and DPPH scavenging activity of all samples were statistically decreased during storage ($p<0,05$). Throughout storage; TBARS and carbonyl content of all samples were increased and control samples had higher than compared to extract added patties on analyses months. Up to 3 months; whereas the peroxide and conjugated value of the patties were increased, there were observed reduction significantly after 3 months ($p<0,05$).

KEYWORDS: Patty, Cornelian cherry, Antioxidant, Oxidation

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER	iii
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Et	5
2.2 Oksidasyon	5
2.3 Antioksidanlar ve doğal antioksidanların et ürünlerinde kullanımı ile ilgili çalışmalar.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1 Materyal.....	11
3.2 Yöntem	11
3.2.1 Nem analizi	11
3.2.2 Yağ Analizi	12
3.2.3 Protein Analizi	12
3.2.4 Kül Analizi.....	13
3.2.5 Renk Tayini.....	13
3.2.6 pH Analizi.....	13
3.2.7 Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi.....	13
3.2.8 Antiradikal Aktivitenin Belirlenmesi.....	14
3.2.9 Peroksit Değeri Analizi.....	14
3.2.10 Konjuge dien Analizi	15
3.2.11 TBARS Analizi.....	16
3.2.12 Karbonil Miktarı Analizi	16
3.2.13 İstatistiksel analiz.....	17
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	18
4.1 Bileşim analiz sonuçları	18
4.2 Renk değerleri	19
4.3 pH değerleri	25
4.4 Toplam fenolik madde miktarı (TFMM).....	28
4.5 Antiradikal Aktivite Değeri (%ARA)	30
4.6 Tiyobarbitirikasit değeri (TBARS).....	32
4.7 Peroksit değeri	34
4.8 Konjuge dien değeri	37
4.9 Karbonil değerleri.....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
6. KAYNAKLAR	44
7. ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Kızılcık meyvesinin görünümü.....3



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonu.....	18
Çizelge 4.2 : Pişmiş dondurulmuş köftelerin L* değerleri.....	20
Çizelge 4.3: Pişmiş dondurulmuş köftelerin a* değerleri.....	22
Çizelge 4.4 : Pişmiş dondurulmuş köftelerin b* değerleri.....	24
Çizelge 4.5 Pişmiş dondurulmuş köftelerin pH değerleri.....	26
Çizelge 4.6: Pişmiş dondurulmuş köftelerde toplam fenolik madde miktarı.....	29
Çizelge 4.7: Pişmiş dondurulmuş köftelerde antiradikal aktivite miktarı.....	31
Çizelge 4.8: Pişmiş dondurulmuş köftelerde TBARS değerleri.....	33
Çizelge 4.9: Pişmiş dondurulmuş köftelerde peroksit değeri.....	36
Çizelge 4.10: Pişmiş dondurulmuş köftelerde konjugedien değerleri.....	38
Çizelge 4.11: Pişmiş dondurulmuş köftelerde karbonil değerleri.....	40

SEMBOL LİSTESİ

- TBHQ** : Tersinir – bütül hidrokinon
- BHA** : Bütillenmişhidroksianisol
- ppm** : Parts per million (milyonda bir)
- L*** : Renk parlaklık değeri
- a*** : Renk kırmızılık değeri
- b*** : Renk sarılık değeri
- TBA** : Tiyobarbütirik asit
- TBARS** : Tiyobarbütirik asit reaktif substans
- BHT** : Bütillenmişhidroksitoluen
- GAE** : Gallik asit eş değeri
- DPPH** : 2,2-difenil -1-pikrilhidrazil
- FRAP** : Demir İndirgeme Antioksidan Gücü
- ARA** : Antiradikal aktivite
- TCA** : Trikloroasatik asit

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesinde yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Haluk ERGEZER' e, analizlerin yapılmasında destek olan Gıda Yüksek Müh. Orhan ÖZÜNLÜ'ye, bilgi ve tecrübeleriyle bana katkı sağlayan Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmam süresince de varlıklarıyla beni yalnız bırakmayan, maddi manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve eşime,

Teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun temel içgüdülerinden biri olan beslenme sağlıklı olabilmenin en önemli anahtarıdır. En geniş tanımıyla beslenme bireylerin yaşamını sürdürebilmesi ve sağlığın korunması için gerekli gıda maddelerinin alınması şeklinde tarif edilebilir. Aynı zamanda ; vücudun büyümesi, yenilenmesi ve çalışması için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda ve çeşitlilik sağlanarak alınması da yeterli ve dengeli beslenme şeklinde ifade edilmektedir. Bu beslenme anlayışı içerisinde ise et ve et ürünlerinin yeri vazgeçilmezdir.

Et, vücut yapı taşlarını oluşturan ve önemli gıda bileşenlerini içeren yüksek biyolojik değere sahip bir gıdadır (Kurt, 2012). Buna karşın et ve ürünleri giderek artan bir şekilde koroner kalp rahatsızlıkları, obezite, felç ve kanser gibi birçok rahatsızlıkla ilişkilendirilmektedir (Weiss ve diğ., 2010). Son yıllarda tüketiciler yağ ve kolesterol seviyesi düşürülmüş, tuz ve nitrit içeriği azaltılmış, yağ asidi kompozisyonu iyileştirilmiş ve sağlık açısından faydalı maddelerle (doğal antimikrobiyal ve antioksidanlar) zenginleştirilmiş et ve ürünlerini talep etmektedir (Zhang ve diğ., 2010). Dolayısıyla son yıllarda bilim insanları et ve ürünlerine çeşitli doğal antioksidan maddeler ilave ederek ürünün daha sağlıklı ve güvenilir olmasını amaçlamışlar ve bu bağlamda da çalışmalarına hız vermişlerdir.

Kasaplık hayvanlardan elde edilen etler köfte tipi ürünler olarak da değerlendirilmektedir. Boyutları küçültülmüş et ve yağlara çeşitli baharat, tuz, bağlayıcı ve dolgu verici ürünlerin eklenmesi ile köfte tipi ürünler elde edilmektedir. Bu ürünler içerdiği besin öğeleri, su aktivitesi ve pH derecesi ile mikrobiyolojik açıdan uygun bir ortamdır ve bu nedenlerden dolayı sınırlı raf ömrüne sahiptir. Ayrıca etin raf ömrünü sınırlayan en önemli değişimlerden birisi de oksidasyondur. Oksidasyon büyük ölçüde lipidlerde meydana gelmekle birlikte lipid oksidasyonu sonucu oluşan ürünler veya diğer bazı katalitik reaksiyonlar sonucu proteinlerde de oksidasyon reaksiyonları gerçekleşmektedir (Ergezer ve Serdaroğlu, 2009).

Doymamış yağ asidi bakımından zengin gıdalarda ortaya çıkan lipid oksidasyonu, antioksidanlar yardımıyla geciktirilebilir veya yavaşlatılabilmektedir.

Antioksidanlar gıdaların bileşiminde doğal olarak bulunabildikleri gibi dışarıdan da ilave edilebilir. Genel olarak antioksidanlar ilave edildikleri gıdanın kalitesini arttırmamakla birlikte raf ömrünü ise uzatabilmektedir (Giese, 1996). Et endüstrisinde oksidasyonu engellemek amacı ile bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve propil gallat gibi sentetik antioksidanların yanı sıra doğal antioksidan özelliğe sahip katkıların kullanımı sentetik antioksidanların sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle gün geçtikçe artmaktadır (Ekici ve ark., 2014).

Doğal antioksidanlar birçok bitkisel kaynaktan bulunmaktadır. Bu antioksidanlar genellikle fenolik karakterdedir. Doğal antioksidanların en önemlileri ise vitaminler, enzim sistemleri ve fenolik bileşiklerdir. Özellikle meyveler yapılarında önemli oranda antioksidan bulundurmaktadırlar.

Kızılcık (*Cornus mas* L.); Cornaceae familyasına ait, kuzey yarım kürede, ılıman bölgelerde yaprak döken yazlık ormanların hâkim olduğu nemli bölgelerde görülen yaklaşık 5-8 m boylarında olan odunsu bir bitkidir. Yaprakları koyu yeşil, damarları paraleldir. Meyveleri kırmızı renkli, eliptik şekillidir (Baykal, 2013). Ayrıca kızılcık meyvesi antioksidan içeriği açısından önemlidir. Hassanpour ve ark. (2011); taze kızılcık meyvesinin toplam antioksidan aktivitesini %38,98 ile %82,37 aralığında bulmuşlardır. Tural ve Koca (2008); ise kızılcığın antioksidan aktivitesini FRAP yöntemi ile 16,21–94,43 mmol/g ve DPPH• yöntemi ile 0,29–0.69 mg/mL olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 1.1: Kızılcık meyvesinin görünümü

Kızılcığın anavatanı Anadolu, Avrupa ve Kafkasya'dır. Batı Asya'da, Kafkaslarda ve Avrupa'nın orta ve güney bölgeleri ile birlikte Türkiye'de de doğal olarak yetiştirilmektedir.

Kızılcık, fenolik bileşenlerce zengin ve önemli oranda antosiyanin içeren kırmızı renkli bir meyvedir (Hassanpour, 2011). Antosiyaninler antioksidan etkiye sahip maddelerdir. Ayrıca kızılcık C vitamini açısından da zengin bir gıda olup, insan sağlığı için birçok faydası bulunmaktadır.

Kızılcığın faydaları;

- Kızılcıkta bol miktarda flavanoid (izoflavon), karotenoid ve yüksek antioksidan içeriğine sahip melatonin bulunur. Flavanoidler, vücutta iltihaplanmayı önleyen antioksidanlardır.
- Anti-aging etkisi ile yaşlanma karşıtı bir meyvedir.
- İçerdiği karotenoidler ile antioksidan etkiye sahiptirler ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde rol oynarlar.
- Zengin melatonin içeriği ile uyku düzeninin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

- Kan pıhtılaşmasını düzenler.
- İdrar yolu enfeksiyonları ve böbrek taşlarına karşı doğal bir destekler.
- Ateş düşürücü, ishal kesici gibi etkilerinin olduğu da bilinmektedir (Baykal, 2013).

Bu tez çalışmasında;

Antioksidan oranı oldukça yüksek bir meyve olan kıvılcık uygun çözücüler (%80 etanol, %20 su) kullanılarak ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstraktlar seyreltilerek farklı konsantrasyonlarda (200, 300 ve 500 ppm) köftelere ilave edilmiştir. Toplamda ekstrakt içermeyen kontrol grubu dahil 4 farklı grup oluşturulmuştur. Örnekler fırında pişirilmiş (180°C, 25 dk), ardından ambalajlanarak -18°C'de 6 ay süreyle soğuk depoda polietilen malzemedan üretilmiş buzdolabı poşetleri içerisinde depolanmıştır. Çalışmada, depolama boyunca köftelerde meydana gelen bazı fizikokimyasal değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Et

Et; kasaplık hayvanların iskelet kaslarından elde edilen, büyük çoğunluğu kas doku olmak üzere bağ, epitel, yağ, kemik ve sinir doku ile kandan oluşan hayvansal gıdadır. Et ve ürünleri lipid ve protein bakımından zengin gıda ürünleri oldukları için bu ürünlerde, oksidatif reaksiyonlara bağlı olarak ürünlerin kalite özelliklerinde bazı değişiklikler görülmektedir.

Kas dokunun temel bileşeni proteinlerdir. Proteinler aynı zamanda bağ dokunun da en önemli bileşenidir. Kas liflerinin etrafını sararak kas bütünlüğünü sağlarlar.

Yağ ette üç farklı şekilde bulunabilmektedir. Bunlardan ilki kas içi yağ olup mermersi görünümünden sorumludur ve lezzet, sululuk ve gevreklik üzerine etkilidir. Yağ ayrıca kaslar arasında ve karkas yüzeyinde örtü yağı olarak da bulunur. Etin bileşiminde bulunan yağ kalite üzerine olumlu etkilerinin yanı sıra, etin depolama stabilitesini etkileyen en önemli bileşendir. Et lipidleri içerisinde en önemli grubu trigliseridler oluşturmakta bunun yanı sıra fosfolipidler ve serbest yağ asitleri de lipidler içerisinde yer almaktadır. Trigliseridleri oluşturan yağ asitlerinin bir kısmı doymuş bir kısmı ise doymamış formdadır. Doymamış yağ asitleri oksidasyona oldukça yatkın olup, oksidasyon sonucu arzu edilen veya edilmeyen pek çok metabolitler oluşmaktadır ve bu metabolitler etin rengini, lezzetini önemli ölçüde değiştirmektedir (Savell ve Cross, 1988).

2.2 Oksidasyon

Et ürünlerinde oksidasyon genellikle 2 şekilde görülmektedir. Bunlar; lipid ve protein oksidasyonudur.

Lipid oksidasyonu reaksiyonlarında ilk oksidasyon ürünleri gelişme aşamasında oluşan hidroperoksitlerdir. İstenmeyen lezzet oluşumunda etkili olmayan

hidroperoksitler kararlı değildirler ve ikinci derecedeki oksidasyon ürünlerine, çoğunlukla da karbonillere parçalanırlar. Reaksiyonun son basamağında, kararsız yapıdaki hidroperoksitlerin aldehitler, ketonlar ve asitler gibi oksidasyon ürünleri gıdalarda karakteristik acılaşımiş tat ve koku oluşturur. Oksidatif bozulma sonucu, gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu renk değişimleri, toksik oksidasyon ürünleri oluşumu, üründe tat ve koku kaybı, tekstürde değişmeler, vitaminler (A, D ve E) ve elzem yağ asitlerinin (özellikle linoleik asit) tahribatından dolayı besin değeri kayıpları görülmektedir (Fennema, 1996). Lipid oksidasyonu canlı hayvanın sağlık durumu, kesim işlemi, taze etin depolama özelliği, depolama sıcaklığı, işlenmiş et ürünlerinin ısıl işlem, ambalajlama, katkı maddelerinin eklenmesi gibi özelliklere bağlı olarak değişmektedir.

Protein oksidasyonu da lipid oksidasyonuna benzer şekilde gerçekleşmektedir. Protein oksidasyonu, reaktif oksijen (OH, H₂ O₂ gibi) ile doğrudan veya oksidatif stresin sekonder ürünleri ile reaksiyonu sonucu dolaylı olarak indüklenen, proteinlerin kovalent modifikasyonu olarak tanımlanmaktadır (Shacter, 2000). Protein oksidasyonu et türü, yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu, pH, sıcaklık, işleme koşulları, su aktivitesi ve ortamda bulunan katalizör ve inhibitör maddeler gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Estevez, 2011).

Proteinlerde oksidatif değişimler serbest radikallerin, proteinlerin yan zincirleriyle reaksiyona girmesiyle başlar. Bu reaksiyon sonucunda protein serbest radikalleri oluşur. Bu radikallerin oksijenle reaksiyonu, protein peroksit radikallerinin oluşumuna neden olur. Protein peroksit radikalleri ortamdaki hidrojen atomu alarak protein hidroperoksitlerini ve protein radikalini meydana getirir. Meydana gelen hidroperoksit radikalleri kararsız yapıdadır. Bu radikallerin parçalanması bazı amino asit kalıntılarının karbonil türevlerine dönüşmesine neden olur. Protein oksidasyonu sonrasında, denatürasyon, proteinlerin doğal dördüncül yapılarında kayıp, proteoliz sınırlanması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Proteinlerin oksidasyonu sonucunda enzim aktivitesinde azalma görülmekte, fonksiyonel özelliklerde ise değişimler meydana gelmektedir (Xiong, 2000).

2.3 Antioksidanlar ve doğal antioksidanların et ürünlerinde kullanımı ile ilgili çalışmalar

Antioksidan oksidasyona karşı koyan, oksijen ya da peroksitlerle ilerleyen reaksiyonları engelleyen maddeler olarak bilinir. Et ve et ürünleri yüksek yağ içeriğinden dolayı oksidasyona oldukça açıktır.

Antioksidanlar gıdalarda doğal olarak bulunabildikleri gibi dışardan da ilave edilebilirler. Dışardan eklenen bu antioksidanlar sentetik ya da doğal antioksidanlar olabilmektedir. Bazı et ürünlerinde kullanımına izin verilen sentetik antioksidanlar BHA, TBHQ ve gallerdir. Etkinliklerinin ve stabiliteilerinin yüksek ve maliyetlerinin düşük olmasına rağmen muhtemel toksik etkileri nedeniyle sentetik antioksidanlar son yıllarda yerlerini doğal antioksidanlara bırakmaktadır (Fasseas ve diğ., 2007; Wojdylo ve diğ., 2007; Coma ve diğ., 2008).

Doğal antioksidanların büyük bir kısmı polifenol karakterdedir. Fenolik bileşikler veya polifenoller kimyasal açıdan; en az bir aromatik halka ve bu halkaya bağlı en az bir hidroksil grubu içeren ve doğal olarak bulunan organik bileşikler olarak tanımlanabilir (Escarpa ve Gonzalez, 2001a). Fenolik bileşikler kolayca okside olabilmeleri nedeniyle antioksidan aktiviteye sahiptirler.

Et ve et ürünlerinde kullanılan doğal antioksidanlar ile ilgili çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Karre ve Getty (2013)'ün yapmış olduğu bir çalışmada; yağ içeriği %15,3, %13,8 ve %17,2 olan hindi etlerine %0,1, %0,3 ve %0,5 oranlarında ticari biberiye ekstratları ilave edilerek depolama boyunca (-25°C, 7 gün) meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Depolama boyunca; kontrol grubuyla karşılaştırıldığında biberiye ekstraktı ilave edilen örneklerin daha düşük TBARS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca biberiye ekstraktı konsantrasyonundaki artışın örneklerin antioksidan etkinliğini artırdığını ve lipid oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği gözlemlenmiştir.

Domuz köftelerine biberiye (200 ppm), yeşil çay (200 ppm), kahve (50 ppm) ve üzüm kabuğu (200 ppm) ekstratları ilave edilerek depolama boyunca (4,5 ± 0,5 °C'de 10 gün) meydana gelen değişiklikler karşılaştırılmıştır. Depolama boyunca

biberiye ekstraktı içeren köfte örneğinin en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu görülür iken, kahve ekstraktı içeren örneğin ise en düşük antioksidan aktivite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Shah ve diğ., 2014).

Lee ve diğ. (2006) yaptığı bir çalışmada, makineyle parçalanmış hindi etine ve pişirilmiş domuz kıymasına % 0,32 oranında kızılçık polifenoller ve %0,04 biberiye ekstraktı ilave edilmiştir. Örnekler 2°C'de 14 gün boyunca bekletilmiştir. TBARS değerleri incelendiğinde kızılçık ve biberiye ekstraktı eklenmiş örneklerde benzer sonuçlar elde edilmiş olup, lipid oksidasyonunu engellemede kontrol grubuna göre oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir.

Zhang ve diğ. (2013) yapmış olduğu bir çalışmada, dana sosislerine farklı oranlarda (%0,05, 0,1 ve 0,15) adaçayı ekstraktı ilave ederek depolama boyunca (4°C, 21 gün) üründe meydana gelebilecek duyuşal ve oksidatif (lipid ve protein) değişiklikler incelenmiştir. Her bir depolama periyodunda adaçayı ilave edilen sosislerin kontrol grubuna göre daha düşük TBARS ve karbonil içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, adaçayı ilavesi ürünlerin duyuşal özelliklerinde (renk, tekstürel) olumsuz herhangi bir durum yaratmadığı tespit edilmiştir.

Banon ve diğ. (2007), yeşil çay (%0,1) ve üzüm çekirdeği (%0,05) ekstraktlarını sığır köftelerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yeşil çay ve üzüm çekirdeği ilavesinin çiğ örneklerde mikrobiyal bozulmayı engellediğı, kırmızılık değerinin azalmasına neden olduğı ve lipid oksidasyonunu engelleyerek ürünün raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir. Pişirilmiş örneklerde ise yeşil çay ve üzüm çekirdeği ilavesinin ransit tat oluşumunu engellediğı gösterilmiştir.

Gümüş sazan balığı filetosunda üzüm çekirdeği (%1) ve karanfil tomurcuğunun (%0,05) lipid ve protein oksidasyonu bakımından raf ömrünü uzatmak amacıyla doğal kaynaklı antioksidan olarak kullanılabileceğı sonucuna varılmıştır (Shi ve diğ., 2014).

Banerjee ve diğ. (2012), keçi etinden yapılan nuggetlere farklı oranlarda (% 1, 1.5 ve 2) brokoli tozunu ilave etmişlerdir. Brokoli tozu takviyeli nuggetların lipid oksidasyonunu kontrol grubuna göre daha iyi koruduğı belirlenmiştir.

Cisowska ve diğ. (2014), yaptığı çalışmada sığır etli mantıya mabet ağacı yaprağı ekstraktı (500 ppm) ilave etmiş ve mantıların duyuşal özelliğinde ve raf ömründe meydana gelen değışiklikler araştırılmıştır. Yapılan duyuşal değılendirme neticesinde, mabet ağacı ekstraktının mantılara hoş bir aroma katarak mantının lezzetini artırdığı ve kontrol grubuna göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğı tespit edilmiştir.

Reddy ve diğ. (2013), kuzu etine üzüm çekirdeğı ekstratı (%1) ilave etmişler ve örnekleri vakumla paketlemişlerdir. Örneklerin soğukta depolaması sonucunda üzüm çekirdeğı ekstratının antioksidan özellik göstermesiyle beraber renk ve tat açısından olumlu sonuçlar elde edilmiş olup, oksidasyonu geciktirdiğı gözlemlenmiştir

McCarthy ve diğ. (2010), aloe vera (%0,25), çemenotu (%0,01), ginseng (%0,25), hardal (%0,10), biberiye (%0,10), adaçayı (%0,05), soya proteini (%0,10), çay kateşini (%0,25) ve peyniraltı suyu protein konsantresini (%4) çiğ ve pişirilmiş domuz köftelerine ilave ederek antioksidan etkilerini incelemişlerdir. Diğ. baharat ve katkılarına kıyasla kateşin ve biberiye'nin oksidatif stabilite üzerine oldukça etkili olduğı belirlenmiştir.

Kızılcık ile ilgili çalışmalardan bazılarına aşığıda yer verilmiştir.

Hassanpour ve diğ. (2011), Doğı Azerbaycan ve İran'da doğıal olarak yetişen kıızılcığın (*Cornus mas L.*) antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde miktarını araştırmışlardır. En yüksek fenolik madde miktarı 2695,75 mg GAE/100 g yaş meyve, antioksidan aktivitesi ise %82,37 olarak tespit edilmiştir.

Eser (2011), 5 çeşit kıızılcık meyvesinin (*Cornus mas L.*) ve marmelatlarının antioksidan aktivitelerini, toplam fenolik madde miktarlarını, toplam antosiyanin miktarını ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmıştır. Kıızılcık meyvesinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin miktarını ise sırasıyla %84,68-94,17, 652,9-1010 µg GAE/mg yaş meyve, 239,2-342,2 mg/100ml olarak tespit edilmiştir.

Popovic ve diğ. (2012), farklı genotipteki kıızılcıkların etanol (%80) ekstraktlarının antioksidan özellikleri ile ilgili çalışma yapmışlardır. Antioksidan

özellikleri belirlemek için DPPH, FRAP, toplam fenolik madde miktarı ve antosiyanin içeriği incelenmiştir. En iyi kızılçık genotipinin NNC-2 olduğu belirlenmiştir. Bu genotipin FRAP değeri $0,435\mu\text{mol}/\text{dm}^3 \text{Fe}^{+2}$; toplam fenolik madde miktarı 685 mg GAE/100g; antosiyanin içeriği ise 1.468 mg CG/100 g'dır. Yapılan araştırmaya göre fenolik bileşiklerin ve antosiyaninin önemli kaynağı olan kızılçık, yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir.

Meyveli yoğurtlara kızılçık (200 ppm) ve kuşburnu (300 ppm) meyvelerinin marmelatları ilave edilmiş ve üründe meydana gelen fizikokimyasal (toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan madde miktarı) özellikler incelenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; kuşburnu ve kızılçık meyve marmelatı katkılı yoğurtların daha çok fenolik madde miktarına ve antioksidan madde miktarına sahip olduğu görülmüştür (Razamara, 2015).

Yapılan başka bir çalışmada ise farklı oranlarda (100 ppm, 250 ppm ve 500 ppm) kızılçık ezmesi ilavesiyle dondurma üretilerek dondurmanın antioksidan aktivitesi, C vitamini içeriği ve bazı fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Kızılçık ezmesinin toplam kuru madde miktarı %14,83, toplam kül miktarı %0,66, pH değeri 3,93 ve C vitamini içeriği 48,93 mg/100 g, toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden 89,5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ ve toplam flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri cinsinden 67,20 $\mu\text{g}/\text{g}$ olarak tespit edilmiştir. %15 kızılçık ezmesinin ilave edildiği dondurmanın vitamin C içeriği en yüksek ve 18,3 mg/g olarak bulunmuştur. FRAP metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kızılçık ezmesi dondurmanın standart antioksidan olarak kullanılan Troloks ile kıyaslandığında dondurmanın çok daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca kızılçık ezmesinin dondurmanın duyu özelliklerini de geliştirdiği ortaya konulmuştur (Topdaş ve diğ. 2017).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan kıyma piyasadan, kızılıklar ise Denizli'nin çevre köylerinden temin edilmiştir. Köftelerin üretimi Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Ürünleri İşleme Pilot Tesisi'nde gerçekleştirilmiştir.

Çevre köylerden temin edilen kızılıklar öncelikle yıkanarak kaba kirlerinden uzaklaştırılmıştır. Kızılıklar ılık suyla ezilerek püre haline getirilip, ardından elde edilen püreden antioksidan etkili bileşikler, uygun çözelti ile (%80 etanol ve %20 su karışımı) ekstrakte edilmiştir. Daha sonra ekstrakttaki alkollü kısım vakum altında uzaklaştırılarak saflaştırılmış ve köfte örneklerinde kullanılmıştır.

Elde edilen kızılık ekstresi, köfte örneklerine farklı konsantrasyonlarda (200, 300 ve 500 ppm) ilave edilmiştir. Ayrıca kızılık ekstresi içermeyen kontrol grubu da oluşturulmuştur. Köfteler fırında pişirilmiş (180°C', 25 dk) ve 6 ay boyunca -18°C'de dondurarak yine -18°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Nem analizi

Köftelerin nem miktarları, 5 g örneğin 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$\% Nem = \frac{(M1 - M2)}{m} \times 100$$

M1= Örneğin son ağırlığı + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

M2 = Kurutulmuş örnek + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

m = Örneğin ilk andaki ağırlığı

3.2.2 Yağ Analizi

Örneklerde yağ miktarı Flynn and Bramblett (1975)'e göre saptanmıştır. 10 g. örnek blenderda 100 ml metanol:kloroform (1:2) karışımıyla parçalanır. Karışım ayırma hunisine filtre kâğıdından huni yardımıyla süzülür. Filtre kâğıdında kalan örnek 2. kez 100 ml metanol:kloroform çözeltisiyle parçalanır ve ayırma hunisi içerisine süzülür. Ayırma hunisine 20 ml %0,5'lik CaCl₂ ilave edilerek etkin bir şekilde çalkalanır. Ayırma hunisi havası alınarak 24 saat faz ayrımı oluşması için beklenir. 24 saat sonunda alt faz daha önceden 105°C'de 2 saat bekletilen soğutulmuş ve darası alınmış yağ balonlarının içerisine alınır. Yağ balonuna vakum altında 40°C'de damıtma işlemi uygulanır. Kuruluğa ulaşan balon tekrar tartılarak % yağ miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$\% Yağ = \frac{(Balon\ dara + yağ) - Balon\ dara}{Örnek\ miktarı} \times 100$$

3.2.3 Protein Analizi

Kjeldahl yöntemi esas alınarak geliştirilmiş Kjeltac azot tayin düzeneğinde örneklerin % azot miktarları belirlenmiş ve bu değer 6.25 faktörüyle çarpılmasıyla ham protein miktarları % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$Örnekte\ azot\ miktarı, \% = \frac{(mL\ 0,1\ N\ HCl)}{Örnek\ miktarı, g} \times (0,14)$$

$$Örnekte\ ham\ protein, \% = (\% azot) \times (6,25)$$

3.2.4 Kül Analizi

Örneklerin kül miktarları, 3-5 g örneğin 550 °C'ye ayarlanmış kül fırınlarında esmer lekeler kalmayınca kadar yakılmasıyla meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$\text{Yaş ağırlıkta \% kül oranı} = \frac{M2}{M1} \times 100$$

M1: Tartılan örnek miktarı, g

M2: Örnekten yanma sonucu kalan kül miktarı, g

3.2.5 Renk Tayini

Köfte örneklerinin renk analizi Hunterlab (Miniscan XE Plus, ABD) renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) renk değerleri aletin konumu değiştirilerek 3 ayrı okuma ile kuartz örnek kabı içerisinde yapılmıştır (Anonymous, 1976).

3.2.6 pH Analizi

Her bir gruptaki örneklerin pH değeri pH metre (Crison Basic 20, İspanya) ile ölçülerek belirlenmiştir. pH değerlerini belirlemek için, 10 g köfte numunesi 90 ml saf su ile homojenize edilmiştir ve ardından uygun tamponlarla (pH: 4, 7 ve 10) standardize edilmiş pH metre elektrodu bu homejenata daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3.2.7 Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Köftelerde fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteus (F-C) yöntemi Escarpa and Gonzalez, (2001b) modifiye edilerek belirlenmiştir. Fenolik maddelerin ekstrakte edilmesi amacıyla 0,5 g köfte örneği 5 ml metanol içerisinde buzdolabında bir gece bekletilmiş ardından uygun konsantrasyonlarda metanollü çözelti test tüplerine aktarılmıştır. 0,5 ml seyreltilen ekstrakt üzerine 0,2 N 2,5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi

eklenmiştir. Bu karışım üzerine 2 mL %7.5 Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek fenolik hidroksil gruplarının hidrojenlerini suya vermeleri sağlanmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen karışımların maviye dönen renginin şiddeti 760 nm’ de ölçülmüştür. Kör çözelti için 0.5 ml ekstrakt yerine aynı miktarda saf su, kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması içinde 0.5 mL ilgili standart çözeltiden ilave edilmiştir

3.2.8 Antiradikal Aktivitenin Belirlenmesi

Köfte örneklerinde antiradikal aktivite DPPH yöntemi ile Fratianni et al. (2010)’a göre belirlenmiştir. 0,5 g örnek 5 ml metanol içerisinde bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Metanollü çözelti uygun konsantrasyonlarda test tüplerine alınmıştır. Buna göre ekstraktlardan 0.1mL alınarak vialler içerisine eklenmiştir. Her bir vial 5 mL 0.1mM konsantrasyonlu DPPH çözeltisi eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve 27 °C de inkübe edilmiştir. 20 dakika sonunda absorbanslar 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör çözelti olarak saf metanol, kontrol çözeltisi olarak 0.1mL ekstrakt yerine 0.1 mL su eklenmiştir. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin bir ölçüsü olan %ARA değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%ARA = \left(Ak - \frac{A\ddot{o}}{Ak} \right) \times 100$$

Ak: Kontrolün absorbansı

Aö: Örneğin absorbansı

3.2.9 Peroksit Değeri Analizi

Bu analiz lipid oksidasyonu ara ürünlerini (birincil oksidasyon ürünleri) saptamak amacıyla yapılmıştır. Yağ miktarının belirlenmesiyle elde edilen yağ örneğinden 0.5-1 g arası örnek erlene tartılmıştır. Erlen üzerine 30 ml asetik asit: kloroform (3:2) ilave edilip yağın çözünmesi için iyice çalkalanmıştır. Erlene 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilip tekrar çalkalanmış ve 5 dk. karanlıkta

bekletilmiştir. Ardından erlen içerisinde 30 ml saf su ve 1ml %1'lik çözünebilir nişasta çözeltisinden ilave edilerek 0.01 N sodyum tiyosülfat çözelti ile titre edilerek sonuç meqO₂/kg örnek olarak verilmiş ve sonuç aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{[(S-B) * N * 1000]}{W}$$

S: Titrasyonda harcanan tiyosülfat(ml)

B: Kör için harcanan tiyosülfat(ml)

N: Tiyosülfat normalitesi(ml)

W: Örnek ağırlığı

3.2.10 Konjuge dien Analizi

Konjuge dien analizi lipid oksidasyonu ara ürünlerini (birincil oksidasyon ürünleri) saptamak amacıyla yapılmıştır. Yağ analizinden elde edilen yağ örneğinden 0.01-0.03 g arası örnek 25 ml'lik balon joje içerisinde tartılmış ve balon joje iso oktan ile hacme tamamlanmıştır. Kör numune olarak iso oktan kullanılmıştır. Ardından örneğin absorban değeri 233 nm'de spektrofotometre ile ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak konjuge dien sayısı hesaplanmıştır (IUPAC, 1992).

$$C_{cd} = \frac{A_{233}}{\epsilon \times L}$$

$$\epsilon = \text{Molar Absorbtivite(Ekstinsiyon Katsayısı)} = 2.525 \times 10^4$$

L= Küvet Yol Uzunluğu=1 cm. A₂₃₃= 233 nm'deki absorban değeri.

$$Cd = \frac{C_{cd} \times 2.5 \times 10^4}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

3.2.11 TBARS Analizi

Lipid oksidasyonu son ürünlerini saptamak amacıyla TBARS analizi Witte et al. (1970)'e göre yapılmıştır. 5 g örnek erlene tartılmış ve üzerine 50 ml %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde 2 dak. süreyle parçalanmıştır. Karışım üzerine 50 ml su konularak 1 dak. daha parçalanmış ve karışım 100 ml'lik balon jojeye bir huniden filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüştür. Balon joje 100 ml'ye 1:1 TCA/Su çözeltisi ile tamamlanmıştır. 5 ml süzöntü 100 ml'lik balon jojeden alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Deney tüpünün üzerine 5 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde 5 ml 1:1 TCA:Su ve 0,02 M TBA ile kör numune hazırlanmıştır. Tüpler karıştırılarak 35 dk. 80°C'deki su banyosunda bekletilmiş ve sonra soğutulmuştur. Süre sonunda rengi pembeye dönen örneklerin absorbansı 532 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile ölçölmüştür. Absorbans değerleri 5.2 faktörü ile çarpılarak kg üründe oluşun mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.12 Karbonil Miktarı Analizi

Protein oksidasyonunu belirlemek amacıyla toplam karbonil miktarı Oliver ve diğ. (1987)'e göre yapılmıştır. 1 g örnek 0,15 M'lık 10 ml KCl ile homojenize edilmiştir. 100'er µl homojenat iki ayrı tüpe (P ve C) konmuş ve üzerlerine proteinleri çöktürmek amacıyla 1 ml %10'luk TCA ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler 5 dk süreyle 5000 rpm'de santrifüjlenmiştir (Eppendorf MiniSpin, Hamburg, Almanya). P tüpündeki pellet protein konsantrasyonunu belirlemek amacıyla 1 ml 2 M 'lık HCl ile karıştırılmıştır. C tüpüne ise 1 ml %0.2'lik 2 M HCl içerisinde hazırlanmış DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazin) ilave edilmiştir. Tüpler 1 saat süreyle oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra tekrar 0.8 ml %10'luk TCA ile karıştırılmıştır. Pelletler 2 kez 1 ml etanol:etilasetat (1:1) ile yıkanmış ve DNPH'ın fazlasının giderilmesi için 2 dk 5000 rpm'de santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme sonunda elde edilen pelletler 20 mM sodyum fosfat tamponu içerisinde hazırlanmış 2 ml guanidin HCl ile çözüldürölmüştür. P tüpündeki protein konsantrasyonunu standart madde sığır albümini olacak şekilde 280 nm'de spektrofotometre ile belirlenmiştir. C tüpündeki karbonil miktarı ise kör çözelti HCl olacak şekilde 370 nm'de belirlenmiştir. Burada

karbonil için absorpsiyon katsayısı 21 nM ve küvet yol uzunluğu 1 cm olarak kabul edilmiştir. Örneklerin karbonil miktarı nM karbonil/mg protein olarak ifade edilmiştir.

3.2.13 İstatistiksel analiz

Elde edilen analiz sonuçları istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilerek uygulama grupları ile depolama süreleri arasında farklılık olup olmadığı SPSS istatistik programı kullanılarak ortaya konmuştur.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Bileşim analiz sonuçları

Fırında pişirilmiş köftelere ait bileşim analiz sonucu Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Köfte örneklerinin bileşim analiz sonucu

Örnek	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)
Kontrol	58,21 ^b ±0,07	20,84 ^a ±0,06	17,85 ^a ±0,04	2,11 ^b ±0,07
1	58,88 ^b ±0,06	20,70 ^a ±0,08	17,79 ^a ±0,05	2,22 ^{ab} ±0,05
2	59,25 ^a ±0,09	20,52 ^{ab} ±0,05	17,44 ^b ±0,08	2,33 ^a ±0,06
3	59,62 ^a ±0,05	20,12 ^b ±0,09	17,35 ^b ±0,06	2,41 ^a ±0,08

^{a, b} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin nem miktarları % 58,21 ile % 59,62 arasında, yağ miktarları; %20,12 ile %20,84 arasında, protein miktarları; %17,35 ile %17,85 arasında, kül miktarları ise; %2,11 ile %2,41 arasında değişim göstermiştir. Kızılçık ekstresi konsantrasyonunun artışına bağlı olarak örneklerin nem ve kül içeriklerinde artış, yağ ve protein içeriklerinde ise azalış tespit edilmiştir (p<0,05). Acar (2018) yaptığı çalışmada %0,5,%1, %1,5 ve %2 oranlarında öğütülmüş zeytin yaprağı kullanarak köfte üretimi yapmış olup, yapılan analiz sonucuna göre; yağ oranı % 17,60 ile % 18,20; nem oranı % 60,21 ile % 60,98; protein oranı % 16,84 ile % 17,22; kül oranı % 1,15 ile % 2,24 arasında değişkenlik göstermiştir. Konsantrasyon artışına bağlı olarak nem ve kül miktarlarında artış, yağ ve protein içeriklerinde ise azalış gözlemlenmiştir. Sertdemirci (2016) yaptığı çalışmada %1 pancar tozu ilave ettiği sucuk örneklerinde protein miktarını %17,89; yağ miktarını %22,22 olarak bulmuştur. Bizim çalışmamıza benzer olarak protein ve yağ içeriğinde kontrole göre azalış tespit edilmiştir.

4.2 Renk değerleri

-18°C’de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait L* değerleri Çizelge 4.2 de verilmiştir.



Çizelge 4.2: Pişmiş dondurulmuş köftelerin L* değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	41,18±0,56 ^{aA}	35,21± 0,74 ^{aB}	36,75±0,93 ^{bA}	36,42±0,33 ^{Ab}	36,81±0,50 ^{aB}	35,51±0,98 ^{Ab}	34,44±0,83 ^{aB}
1	39,85±0,61 ^{aA}	33,31±0,23 ^{bBC}	33,81±0,97 ^{bBC}	34,28±0,40 ^{Bb}	33,44±0,08 ^{bBC}	33,08±0,37 ^{bBC}	32,57±0,10 ^{aC}
2	39,47±0,43 ^{aA}	34,99±0,41 ^{aB}	35,29±0,25 ^{abB}	34,33±0,17 ^{Bbc}	34,68±1,01 ^{abB}	32,99±0,40 ^{bC}	34,09±0,91 ^{aBC}
3	39,72±0,58 ^{aA}	34,05±0,35 ^{abB}	33,01±0,42 ^{bB}	32,33±0,24 ^{Cb}	33,25±1,05 ^{bB}	33,55±0,21 ^{bB}	34,11±0,81 ^{aB}

^{a, b, c} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A, B, C} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

L* değeri örneklerde parlaklığı ifade etmektedir. Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere köfte örneklerinin L* değerleri 32,33 ile 41,18 değerleri arasında değişmektedir. Depolamanın başlangıcında tüm örneklerin L* değeri diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur. Depolamaya bağlı olarak örneklerin parlaklıkların azaldığı görülmektedir. Tüm aylarda kontrol grubunun en yüksek L* değerlerine sahip olduğu görülmüştür. 1 numaralı örnek 1, 2, 4 ve 5. aylarda istatistiksel anlamda bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın başlangıcında hiçbir örnekte parlaklık açısından farklılık gözlemlenmez iken, 1. ay sonunda kontrol ve 2 numaralı örneklerin parlaklığı 1 ve 3 numaralı örneklerden daha yüksek bulunmuştur. 2. ay sonunda diğer örnek gruplarıyla karşılaştırıldığında 2 numaralı örneğin istatistiksel açıdan farklı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 3. ayda ise 1 ve 2 numaralı örnekler arasında önemli bir farklılık görülmezken ($p>0,05$), 5. ayda, kontrol grubunun parlaklığı diğer köfte örneklerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Depolamanın sonunda ise gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Sertdemirci (2016) yaptığı çalışmada %1 pancar tozu ilave ettiği sucuk örneklerinde L* değerinin 33,41 ile 39,85 arasında değiştiğini gözlemlemiş olup, günlere bağlı olarak bizim çalışmamıza benzer şekilde dalgalanma tespit edilmiştir.

Keçeci (2018) yaptığı çalışmada sığır eti köftelerine %1 ve %2.5 oranlarında çeşitli turşu tozları (salatalık, pancar, lahana ve biber) ilave etmiştir. 1 haftalık donmuş depolama sonucunda kontrol grubunun en yüksek L* değerine sahip olduğu, ilave edilen turşu tozlarının oranından bağımsız olarak L* değeri üzerinde dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir.

-18°C’de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait a* değerleri Çizelge 4.3 te verilmiştir.

Çizelge 4.3: Pişmiş dondurulmuş köftelerin a* değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	5,06±0,15 ^{aA}	3,43±0,13 ^{aC}	3,22±0,12 ^{bC}	3,24±0,11 ^{bC}	3,26±0,12 ^{abC}	3,69±0,11 ^{aC}	4,24±0,28 ^{aB}
1	4,64±0,76 ^{aA}	3,36±0,23 ^{aC}	3,59±0,15 ^{abB}	3,87±0,25 ^{aAB}	3,07±0,07 ^{aC}	3,96±0,21 ^{aAB}	4,05±0,46 ^{aAB}
2	4,33±0,27 ^{aA}	3,19±0,04 ^{aC}	3,69±0,13 ^{abC}	3,70±0,19 ^{abBC}	3,63±0,22 ^{abC}	3,80±0,08 ^{aB}	3,83±0,10 ^{aAB}
3	4,68±0,25 ^{aA}	3,62±0,10 ^{aC}	3,48±0,10 ^{abC}	3,69±0,09 ^{abC}	3,50±0,09 ^{abC}	4,19±0,17 ^{aB}	4,16±0,20 ^{aB}

a, b, c Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

A, B, C Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

a* değeri gıdalarda kırmızı rengin saptanmasında kullanılan objektif ölçüm kriteri olup a* değerinin ölçümü et ürünlerinde de büyük önem taşımaktadır.

Köftelerin a* değerleri 3,07 ile 5,06 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). Tüm örnek gruplarının en yüksek kırmızılık değeri 0. ayda gözlemlenmiştir. 0, 1, 5 ve 6. aylarda gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). 0. ve 6. ay hariç, depolama boyunca kontrol grubunun kırmızılık değerinde bir dalgalanma gözlemlenmesine rağmen istatistiksel anlamda önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). 2. ayda 1 ve 3 numaralı örnekler istatistiksel anlamda benzer bulunmasına rağmen, 3. ayda ise 2 ve 3 numaralı örneklerde önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). 3, 5 ve 6. aylarda; 1 numaralı örneğin a* değerinde önemli bir farklılık görülmezken; 2, 3 ve 4. aylarda 2 numaralı örnekte istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir. 0, 1, 5 ve 6. aylarda gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmazken; 1, 2, 3 ve 4. aylarda 3 numaralı örnek istatistiksel anlamda benzer bulunmuştur ($p>0,05$).

Sang-Keun Jin ve diğ. (2014) kırmızı pancarın (%0,5) emülsifiye domuz sosislerinde renk maddesi olarak kullanılmasını araştırdıkları çalışmada sosisleri +4°C'de 20 gün depolamışlardır. Depolama boyunca a* değerinde dalgalanma gözlemlenmişlerdir.

Sertdemirci (2016) yaptığı çalışmada %1 pancar tozu ilave ettiği sucuk örneklerinde a* değerinde önce azalma sonrasında ise artış gözlemlenmiştir.

Riazi ve diğ. (2016), sosis üretiminde nitrit seviyesini azaltmak amacıyla üzüm cibresi içeren sosis üretimi yapmayı amaçlamışlardır. Üzüm posası ve nitrit kullanılmayan örneklerde a* değeri 0,45, 30 mg/kg nitrit ve %1 üzüm posası içeren sosis üretiminde a* değeri 2,20, 30 mg/kg nitrit ve %2 üzüm posası kullanılan sosis örneklerinde ise a* değeri 3,80 olarak bulunmuştur. Köfte örneklerinin kırmızılık değerlerinin literatürdeki et ürünleriyle ilgili yapılmış çalışmalarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

-18°C'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait b* değerleri Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4: Pişmiş dondurulmuş köftelerin b* değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	11,90±0,18 ^{aA}	9,51± 0,12 ^{aC}	10,46±0,08 ^{aB}	9,74±0,27 ^{aC}	10,95±0,31 ^{aB}	10,93±0,23 ^{aB}	11,89±0,21 ^{aA}
1	11,21±0,08 ^{aA}	9,18± 0,26 ^{aB}	9,43± 0,17 ^{bB}	9,88±0,08 ^{aB}	8,92± 0,56 ^{bB}	9,99± 0,44 ^{abB}	9,86±0,60 ^{bB}
2	11,27±0,32 ^{aA}	9,46± 0,18 ^{aBC}	10,3±0,00 ^{aB}	9,38±0,43 ^{aC}	9,70± 0,21 ^{bBC}	9,66± 0,09 ^{bBC}	9,77± 0,37 ^{bBC}
3	11,84±0,22 ^{aA}	9,85± 0,22 ^{aC}	9,51± 0,27 ^{bC}	9,82±0,24 ^{aC}	9,43± 0,18 ^{bC}	10,80±0,46 ^{aB}	10,29±0,18 ^{bBC}

a, b, c Aynı sütunda bulunan harfler istatiks olarak önemlidir (p<0,05)

A, B, C Aynı satırda bulunan harfler istatiks olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin b* değerleri 8,92 ile 11,90 arasında değişmektedir. Tüm gruplarda en yüksek b* değerleri 0. aya aittir. 0. ve 6. aylarda kontrol grubunun sarılık değerinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). 2 ve 3. aylar hariç, 2 numaralı örnekte istatistiksel anlamda benzerlik görülürken, 1, 2, 3 ve 4. aylarda ise 3 numaralı örnekte önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). 0, 1 ve 3. aylarda gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). 2. ayda; kontrol ve 2 numaralı örnekler ile 1 ve 3 numaralı örnekler kendi aralarında istatistiksel anlamda benzer bulunmuştur ($p>0,05$). 4. ayda kızılçık ekstraktı içeren örneklerle karşılaştırıldığında kontrol grubunun daha yüksek sarılık değerine sahiptir ($p<0,05$). 5. ayda kontrol ve 3 numaralı örnekler arasında önemli bir farklılık görülmezken ($p>0,05$), 6. ayda kontrol grubunun sarılık değeri ekstrakt içeren köfte örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Ateş (2014), çörek otu eklenmiş köftelerin b* değerini ölçmüşler, çörek otu (%1) miktarına bağlı olarak depolama boyunca örneklerde dalgalanma olduğunu belirtmişlerdir.

Sang-Keun Jin ve diğ. (2014) kırmızı pancar tozununun emülsifiye domuz soslerinde kullanımının renk üzerine etkilerini incelediği bir çalışmada b* değerinin bizim çalışmamıza benzer şekilde önce azaldığını ardından arttığını tespit etmişlerdir.

Renk değerleri genel olarak ele alındığında 6 ay donmuş depolama boyunca pişmiş köftelerin parlaklık ve kırmızılık değerlerinin muhtemel oksidatif reaksiyonlar sonucu azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca pişirme sırasında protein denatürasyonuna bağlı olarak da rengin (myoglobin-metmyoglobin dönüşümü) kısmen grileştiği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan kızılçık ekstresi ilave edilmiş örneklerde daha koyu bir renk ortaya çıkmasının, ekstrenin içermiş olabileceği şeker nedeniyle pişirme sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonlarına da bağlı olabileceği düşünülmektedir. Benzer bulgular Tril ve diğ. (2011) tarafından da ortaya konmuştur.

4.3 pH değerleri

-18°C'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5: Pişmiş dondurulmuş köftelerin pH değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	6,30±0,00 ^{ba}	6,29±0,04 ^{aB}	6,33±0,06 ^{aAB}	6,17±0,14 ^{aB}	6,35±0,09 ^{aAB}	6,43±0,09 ^{aAB}	6,58±0,07 ^{aA}
1	6,16±0,07 ^{aA}	6,10±0,06 ^{aA}	6,06±0,04 ^{Ba}	6,10±0,08 ^{aA}	6,14±0,09 ^{abA}	6,30±0,07 ^{abA}	6,30±0,07 ^{baA}
2	5,95±0,00 ^{baABC}	5,85±0,04 ^{baBC}	5,80±0,01 ^{Cc}	5,99±0,07 ^{aAB}	5,90±0,06 ^{bcBC}	6,00±0,08 ^{baAB}	6,09±0,04 ^{baA}
3	5,52±0,07 ^{caA}	5,46±0,12 ^{caA}	5,41±0,09 ^{Da}	5,54±0,10 ^{baA}	5,58±0,17 ^{caA}	5,61±0,16 ^{caA}	5,76±0,08 ^{caA}

a, b, c Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

A, B, C Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin pH değerleri 5,41 ile 6,58 arasında değişim göstermektedir. Depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol grubunda tespit edilmesine rağmen depolamanın başlangıcında 3 numaralı örneğin en düşük pH değerine sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın başlangıcında kontrol ve 2 numaralı örnek istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($p>0,05$). 1. ayda kontrol ve 1 numaralı örnekler istatistiksel olarak benzer iken ($p>0,05$), 2 ve 3 numaralı örnekler arasında önemli farklılık gözlemlenmiştir ($p<0,05$). 2. ayda gruplar arasında fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. ayda 3 numaralı örnek istatistiksel açıdan diğerlerinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). 6. ayda ise 1 ve 2 numaralı örnekler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamaya bağlı olarak 1 ve 3 numaralı örnekler benzerlik göstermektedir ($p>0,05$).

Kızılılık ekstresinin et ürünlerinde kullanımına ilişkin herhangi bir çalışma bulunmamasına rağmen Salejda ve diğ. (2018)'nin pişmiş sığır köftelerine farklı konsantrasyonlarla (0,5-1,5 g/100 g) liyofilize kızılılık suyu ilave ettiği bir çalışmada örneklerin pH değeri 5,48-5,87 arasında bulunmuştur. Bizim çalışmamızda pH değeri, tüm aylarda kızılılık ekstresinin asidik olması nedeniyle ekstre ilave edilmiş gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmada yine dikkati çeken bir başka nokta ise 5. ve 6. aylarda pH'ın tüm gruplarda başlangıç değerinin üzerinde bulunmasıdır. Bu durumun depolama sırasında denatürasyon sonucu zayıflayan protein ağının açığa çıkardığı bazik aminlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Teye ve diğ. (2014), farklı oranlarda fesleğen ilave ederek hazırladıkları domuz eti köftelerinin pH değerlerinin fesleğen kullanımı ile önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar kontrol grubu domuz eti köftelerinin pH değerini 6,09 olarak belirlerken fesleğen ilaveli köftelerin pH değerlerinin ise 6,05 – 6,07 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pancar tozunun sosis üretiminde antioksidan olarak kullanımıyla ilgili yapılan çalışmada, pH'ın pancar tozu ilavesiyle azaldığı gözlenmiştir (Turp ve diğ., 2016).

Sertdemirci (2016) yaptığı çalışmada pancar tozu ilave ettiği sucuk örneklerinde pH değerinin pancar tozu ilave oranına bağlı olarak azaldığını tespit etmiştir.

4.4 Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

TFMM analizi ile köfte örneklerinin içermiş oldukları fenolik madde miktarı belirlenebilmektedir.

-18°C'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.6' da verilmiştir.



Çizelge 4.6: Pişmiş dondurulmuş köftelerde toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit/100 g)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	103,31± 0,96 ^{dA}	92,98± 0,86 ^{dB}	88,33±0,82 ^{dC}	84,79±0,78 ^{dD}	76,31±0,71 ^{dE}	64,87±0,60 ^{dF}	51,89±0,48 ^{dG}
1	113,96± 0,78 ^{cA}	102,56± 0,70 ^{cB}	97,44±0,67 ^{cC}	93,54±0,64 ^{cD}	84,19±0,57 ^{cE}	71,55±0,49 ^{cF}	57,24±0,39 ^{cG}
2	124,71± 0,98 ^{bA}	112,24± 0,88 ^{bB}	106,63±0,84 ^{bC}	102,36±0,80 ^{bD}	92,13±0,72 ^{bE}	78,31±0,61 ^{bF}	62,65±0,49 ^{bG}
3	143,36± 0,85 ^{aA}	129,02± 0,77 ^{aB}	122,57±0,73 ^{aC}	117,66±0,70 ^{aD}	105,90±0,63 ^{aE}	90,01±0,53 ^{aF}	72,01±0,43 ^{aG}

a, b, c,d Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

A, B, C,D,E,F,G Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılalık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerde TFMM değerleri 51,89 ile 143,36 mg gallik asit/100 g arasında değişim göstermiştir. Kızılıcığın fenolik asitler, flavonoidler ve triterpenoidlerce zengin olduğu ve bu bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin de oldukça yüksek olduğu bilinmektedir (Deng ve diğ., 2013). Bu çalışmada da köftelere ilave edilen kızılıcık ekstresinin konsantrasyon artışına bağlı olarak TFMM arttırdığı gözlemlenmiştir. Depolamanın başlangıcında en yüksek TFMM 3 numaralı örnekte ve en düşük TFMM ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Depolama boyunca tüm örneklerde TFMM azalış göstermiştir. Depolamanın sonunda en düşük TFMM kontrol grubunda, en yüksek TFMM ise 3 numaralı örnekte gözlemlenmiştir. İstatistiksel açıdan hem gruplar arasında hem de depolama boyunca farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Doğal antioksidan içeriği yüksek olan nar kabuğu, kırmızı pancar ve bunların karışımının çiğ dana sosislerinde kullanıldığı bir çalışmada toplam fenolik madde miktarı nar kabuğu içeren gruplarda pancar içerenlere ve kontrol grubuna oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer şekilde sosislerin fenolik madde miktarı kullanılan antioksidan miktarının artmasına paralel olarak tüm gruplarda artış göstermiştir (El-Gharably ve Ashoush, 2011).

Acar (2018) yaptığı çalışmada %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranlarında öğütülmüş zeytin yaprağı kullanarak köfte üretimi gerçekleştirmiş, donmuş muhafaza sırasında toplam fenolik madde miktarını incelemiştir. Zeytin yaprağı miktarı arttıkça toplam fenolik madde miktarının da arttığı gözlemlenmiştir.

4.5 Antiradikal Aktivite Değeri (%ARA)

Biyolojik materyallerin antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla çok çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Literatürde çok sayıda antioksidan kapasite metodu bulunmakta olup bu çalışmada “antiradikal aktivite” metodu kullanılmıştır.

-18°C’de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait antiradikal aktivite miktarları Çizelge 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7: Pişmiş dondurulmuş köftelerde antiradikal aktivite değeri (%)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	73,57±0,80 ^{dA}	69,89±0,76 ^{dB}	66,40±0,72 ^{dC}	63,74±0,69 ^{Dd}	59,28±0,64 ^{dE}	54,53±0,59 ^{dF}	51,81±0,56 ^{dG}
1	80,14±0,88 ^{cA}	76,14±0,83 ^{cB}	72,33±0,79 ^{cC}	69,43±0,76 ^{Cd}	64,58±0,74 ^{cE}	59,41±0,65 ^{cF}	56,44±0,62 ^{cG}
2	86,33±0,26 ^{bA}	82,02±0,25 ^{bB}	77,92±0,24 ^{bC}	74,80±0,23 ^{Bd}	69,56±0,21 ^{bE}	64,00±0,19 ^{bF}	60,80±0,18 ^{bG}
3	89,38±0,73 ^{aA}	84,91±0,69 ^{aB}	80,67±0,66 ^{aC}	77,44±0,63 ^{Ad}	72,02±0,59 ^{aE}	66,26±0,54 ^{aF}	62,94±0,51 ^{aG}

^{a, b, c, d} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A,B,C,D,E,F,G} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılılık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılılık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılılık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir

Antioksidan ilavesi ve depolama süresi örneklerin % ARA değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.05$). Örneklerin antiradikal aktivite değerleri % 51,81 ile % 89,38 arasında değişmektedir. En düşük değer kontrol grubunda depolama sonunda görülürken, en yüksek değer ise depolamanın başlangıcında 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Tüm aylarda gruplar arasında önemli farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Ayrıca, her bir depolama sürecinde gruplar arasında önemli farklılık görülmektedir ($p<0,05$). Depolamaya bağlı olarak % ARA değerinin azaldığı görülmektedir.

Fратиanni ve diğ. (2010), tavuk göğüs etini %0,5 oğulotu ve kekik ekstraktı içeren çözeltilere daldırılmış ve depolama boyunca (4°C , 21 gün) örneklerin antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişiklikleri araştırmışlardır. Depolama sonunda, %0,5 kekik ekstraktı içeren örneğin en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, her bir depolama sürelerinde %0,5 oğulotu ekstraktı içeren örneğin kontrole göre daha yüksek %ARA değerine sahip olduğu görülmüştür.

4.6 Tiobarbitirikasit değeri (TBARS)

Lipid oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksit gibi ara ürünler bitiş aşamasında daha kısa zincirli ve kararlı aldehit, keton, organik asit gibi son ürünlere dönüşerek, üründe ransid tat oluşumuna neden olmaktadır. Et ürünlerinde lipid oksidasyonu son ürünlerini belirlemek için TBARS analizi uygulanmaktadır.

-18°C 'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait TBARS değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8: Pişmiş dondurulmuş köftelerde TBA değerleri (mg malonaldehit/kg et)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	0,36±0,02 ^{aD}	0,39±0,02 ^{aD}	0,42±0,03 ^{aD}	0,47±0,03 ^{aCD}	0,56±0,03 ^{aBC}	0,67±0,04 ^{aB}	0,88±0,06 ^{aA}
1	0,23±0,00 ^{bF}	0,25±0,00 ^{bEF}	0,28±0,00 ^{bDE}	0,31±0,00 ^{bD}	0,37±0,03 ^{bC}	0,44±0,01 ^{bB}	0,58±0,01 ^{bA}
2	0,31±0,00 ^{aD}	0,34±0,01 ^{aD}	0,37±0,00 ^{aD}	0,40±0,00 ^{aCD}	0,49±0,01 ^{aC}	0,59±0,01 ^{aB}	0,76±0,01 ^{aA}
3	0,20±0,02 ^{bC}	0,22±0,02 ^{bC}	0,24±0,02 ^{bC}	0,26±0,03 ^{bC}	0,31±0,03 ^{bBC}	0,38±0,04 ^{bB}	0,49±0,05 ^{bA}

^{a, b}, Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A, B, C, D, E, F, G} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin TBARS değerleri 0,20 ile 0,88 mgMA/kg arasında değişiklik göstermektedir. Depolama süresine bağlı olarak örneklerin TBARS değerinde artış görülmektedir. Her bir depolama süresinde 3 numaralı örneğin en düşük TBARS değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8). Ayrıca kontrol grubu her depolama süresinde daha yüksek TBARS değerine sahiptir.

Özdemir ve diğ. (2015), köfte örneklerine farklı oranlarda (%0,1, %0,2 ve %0,3) nar kabuğu ekstraktı (NKE) ilave etmişlerdir. Depolama boyunca (4°C'de 6 gün) örneklerin TBARS değerinde artış görülmesine rağmen en yüksek artış kontrol grubunda tespit edilmiştir. Nar kabuğu örnekleri lipid oksidasyonunu önlemede oldukça başarılı bulunmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada ise, sosis üretimine farklı konsantrasyonlarda kuşburnu (%0.5) ve yeşilçay ekstraktı (%1) ilave edilmiş ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında lipid oksidasyonunu (TBA) önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir (Jongberg ve diğ., 2013).

Keçi etinden yapılan köfteye mandalina kabuğu tozu (%1), nar kabuğu tozu (%0.5) ve nar çekirdeği tozu (%0.5) eklenerek 80°C'de pişirilmesinden sonra 4°C'de 12 gün bekletilmiş ve oksidasyon ile ilgili analizler yapılmıştır. Bu doğal antioksidanların TBARS değerini %67 oranında azalttığı görülmüştür (Davetkal ve diğ., 2010)

Yine liyofilize kızılıçık suyu tozlarının pişirilmiş ve 5 ay donmuş muhafaza edilmiş sığır eti köftelerinde kullanıldığı bir çalışmada bizim çalışmamıza benzer şekilde kızılıçık suyu tozlarının lipid oksidasyonunu engellemede etkili olduğu ortaya konmuştur (Salejda ve diğ., 2018).

4.7 Peroksit değeri

Hidroperoksitler birincil oksidasyon ürünlerindedir. Oksidasyonun başlangıç aşamasında oluşmaya başlayan hidrojen peroksitler ilerleyen aşamalarda ikincil oksidasyon ürünlerine (malonaldehitler) dönüşmektedir. Genel olarak yağlı gıdalarda peroksit sayısının 25 meq O₂/kg değerinin altında olması gerektiği bildirilmiştir (Narasimhan ve diğ., 1986; Evranuz, 1993).

-18°C’de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait peroksit değerleri Çizelge 4.9’ da verilmiştir.



Çizelge 4.9: Pişmiş dondurulmuş köftelerde peroksit değerleri (meqO₂/kg)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	5,77±0,52 ^{aE}	7,51±0,68 ^{Ade}	10,51±0,95 ^{aBC}	13,67±1,24 ^{aA}	12,30±1,11 ^{aAB}	9,84± 0,89 ^{aBCD}	8,85±0,80 ^{aCD}
1	3,56±0,15 ^{bF}	4,63±0,20 ^{Be}	6,48± 0,29 ^{bC}	8,43± 0,37 ^{bA}	7,58±0,34 ^{bB}	6,07± 0,27 ^{bCD}	5,46±0,24 ^{bD}
2	3,50±0,16 ^{bE}	4,55±0,21 ^{Bd}	6,37±0,30 ^{bB}	8,28±0,39 ^{bA}	7,46±0,35 ^{bA}	5,97± 0,28 ^{bBC}	5,37±0,25 ^{bCD}
3	4,20±0,18 ^{bF}	5,46±0,23 ^{Be}	7,64±0,33 ^{bC}	9,94±0,43 ^{bA}	8,94±0,38 ^{bB}	7,15± 0,31 ^{bCD}	6,44±0,28 ^{bD}

^{a, b,} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A, B, C, D, E, F, G} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin peroksit değerleri 3,50 ile 13,67 meqO₂/kg arasında değişmektedir. Çizelge 4.9 incelendiğinde 3. aya kadar tüm örneklerin peroksit değerlerinde artış gözlenmesine rağmen, 3. aydan sonra ise azalma eğilimine geçmiştir. Tüm aylarda en yüksek peroksit değeri kontrol grubunda, en düşük peroksit değeri ise 2 numaralı örnekte tespit edilmiştir.

Bilindiği üzere lipid oksidasyonunun başlangıç aşamasında artma eğilimi gösteren hidroperoksitler yayılma aşamasında oluşum hızları bozunma hızlarından düşük olduğu için azalma eğilimi gösterirler (Georgantelis ve diğ., 2007). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre kontrol ve BHT ilaveli gruplarda peroksit sayısının 5.ayda düşmeye başlaması artık lipid oksidasyonunda yayılma aşamasının başladığına bir işaret olarak gösterilebilir. Ancak EE ilaveli grupta ise 6.ay sonunda dahi peroksit sayısının yükseliyor olması hala oksidasyonun başlangıç aşamasında bulunduğu bir göstergesi olabilir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre de 3. aydan sonra peroksit sayısının düşmeye başlaması, lipid oksidasyonunun yayılma aşamasının başladığına bir işaret gösterilebilir

Fan ve diğ. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada domuz sosislerinde çay polifenollerini kullanılmış olup, peroksit gelişimi incelenmiştir ve depolama boyunca (28 gün) örneklerin peroksit değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. 6 meqO₂/kg örnek olarak bulunan başlangıç peroksit sayısının çay polifenollerini kullanılarak 4 meqO₂/kg örnek değerinin altına düşürülebileceğini belirtilmiştir.

4.8 Konjuge dien değeri

Doymamış yağ asitlerinde bulunan çift bağlar doğal olarak konjuge olmayan pozisyonda (C=C-C-C=C) bulunurlar ancak yağlar okside olmaya başladıklarında yağ asitleri pozisyon değiştirerek konjuge (C=C-C=C) hal alırlar ve bu durum spektrofotometrik olarak kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

-18°C'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait konjuge dien değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10: Pişmiş dondurulmuş köftelerde konjugedien değerleri(mmol/g)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	17,83±0,25 ^{aC}	19,61±0,28 ^{aB}	21,57± 0,31 ^{aA}	19,42±0,28 ^{aB}	17,47±0,25 ^{aC}	14,85±0,21 ^{aD}	13,36±0,19 ^{aE}
1	14,59±0,37 ^{bC}	16,05±0,40 ^{bB}	17,66± 0,45 ^{bA}	15,89±0,40 ^{bB}	14,30±0,36 ^{bC}	12,16±0,30 ^{bD}	10,94±0,27 ^{bE}
2	12,02±0,12 ^{cC}	13,23±0,13 ^{cB}	14,55± 0,15 ^{cA}	13,10±0,13 ^{cB}	11,78±0,12 ^{cC}	10,01±0,10 ^{cD}	9,01±0,09 ^{cE}
3	11,49±0,19 ^{cC}	12,64±0,21 ^{cB}	13,90± 0,23 ^{cA}	12,51±0,21 ^{cB}	11,26±0,19 ^{cC}	9,57±0,16 ^{cD}	8,61±0,14 ^{cE}

^{a, b, c} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A, B, C} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin konjugedien sayıları 8,61 ile 21,57 mmol/g arasında değişmektedir. Tüm aylarda gruplar arasında ne depolama boyunca ne de aylar arasında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Değerler tüm gruplarda 3. aya kadar artmış olup daha sonra azalmıştır. Tüm gruplarda en düşük konjugedien değerleri 6. aya aittir. Eklenen antioksidan miktarına bağlı olarak tüm aylarda konjugedien değerinin kontrol grubuna göre düşük kaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmaya benzer bir çalışmada adaçayı (%1), kekik (%1) ve bal (%0.5) kombinasyonu 4°C'de 96 saat boyunca depolanan pişirilmiş tavuk but ve göğüs etlerinde kullanılmıştır. Konjugedien değerlerinde dalgalanma tespit edilmiştir. (Sampaio ve diğ., 2012).

Konjugedien değeri peroksit değerine benzer şekilde birincil oksidasyon ürünlerinin tespitine yönelik bir analizdir. Bu yönüyle sonuçlar peroksit değerine benzerlik göstermekte ve 3. aydan sonra konjugedien değerinde belirgin bir azalış gözlemlenmiştir.

4.9 Karbonil değerleri

Lipid oksidasyonu son ürünleri ile bazı aminoasitler arasındaki etkileşim sonucu protein oksidasyonu gerçekleşmekte ve pek çok karbonil türevi oluşmaktadır. Karbonil bileşiklerin saptanması protein oksidasyonun belirlenmesi amacıyla kullanılan analizlerden birisidir. Karbonil bileşiklerin miktarı spektrofotometrik olarak 2,4-DNPH indikatörlüğünde kolayca belirlenebilmektedir (Nollet ve Toldra, 2009).

-18°C'de 6 ay boyunca depolanan pişmiş köfte örneklerine ait karbonil değerleri Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.11: Pişmiş dondurulmuş köftelerde karbonil değerleri (nmol karbonil/mg protein)

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay
Kontrol	0,59±0,01 ^{aC}	0,65±0,01 ^{aB}	0,78±0,01 ^{aA}	0,86±0,02 ^{aB}	1,03±0,02 ^{aC}	1,39±0,03 ^{aD}	1,67±0,03 ^{aE}
1	0,52±0,00 ^{bC}	0,58±0,01 ^{bB}	0,69±0,01 ^{bA}	0,76±0,01 ^{bB}	0,92±0,01 ^{bC}	1,24±0,01 ^{bD}	1,49±0,02 ^{bE}
2	0,45±0,01 ^{cC}	0,49±0,01 ^{cB}	0,59±0,02 ^{cA}	0,65±0,02 ^{cB}	0,78±0,02 ^{cC}	1,06±0,03 ^{cD}	1,27±0,04 ^{cE}
3	0,42±0,00 ^{cC}	0,46±0,00 ^{cB}	0,55±0,01 ^{cA}	0,61±0,01 ^{cB}	0,73±0,01 ^{cC}	0,99±0,01 ^{cD}	1,19±0,02 ^{cE}

^{a, b, c} Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

^{A,B,C,D,E} Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)

1 numara; 200 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 2 numara; 300 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneğini ifade etmektedir. 3 numara; 500 ppm kızılçık ekstresi ilave edilmiş köfte örneklerini ifade etmektedir.

Örneklerin karbonil miktarları 0,42 ile 1,67 nmol karbonil/ mg protein arasında değişkenlik göstermektedir. Depolama boyunca tüm örneklerin karbonil miktarında artış görölmüş ve bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük değer 0. ayda 3 numaralı örneğe ait iken en yüksek değer ise 6. ayda kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Domuz köftelerinde farklı miktarlarda (5, 10 ve 20 g/kg) siyah üzüm çekirdeğinin kullanıldığı bir çalışmada; kontrol grubuyla karşılaştırıldığında siyah üzüm çekirdeği içeren örneklerin protein oksidasyonunu önemli oranda engellediği tespit edilmiştir (Falowo ve diğ., 2014).

Gümüş sazan balığı filetosunda üzüm çekirdeği (%0,5) ve karanfil tohumu (%1) kullanımının kontrol grubuna göre lipid ve protein oksidasyonu önemli ölçüde geciktirdiği belirtilmiştir (Shi ve diğ., 2014).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, et ve ürünlerinin tüketiciye en doğal halde ulaştırılması amaç edinmiştir. Bu kapsamda et ürünlerinde kullanılan katkı maddeleri antioksidan özellikteki doğal maddelerden seçilmiştir.

Bazı bitkiler içermiş oldukları yüksek orandaki fenolik bileşenler nedeniyle potansiyel doğal antioksidan kaynaklarındandır. Bu sebeple bu çalışmada da 200 ppm, 300 ppm ve 500 ppm oranlarında kızılçık ekstresi köftelere eklenmiştir. Fırında standart pişirme işlemi gerçekleştirildikten sonra -18° C'de 6 ay boyunca depolanmıştır. Her ay renk, pH, TFMM, antiradikal aktivite, peroksit, konjugedien, TBARS ve karbonil değerleri incelenmiştir.

Köfte örneklerinde toplam fenolik madde miktarı ve antiradikal aktivite değerleri kızılçık ekstresinin artan konsantrasyonlarına bağlı olarak artış göstermiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda köfte örneklerinde en düşük TBARS değerleri tüm aylarda 500 ppm kızılçık ekstraktı ilaveli köftelerde belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kızılçığın lipid oksidasyonunu önemli oranda engellediği gözlemlenmiştir. Konjugedien değerinin de en düşük 500 ppm ilaveli köftelerde olduğu gözlemlenmiştir. Peroksit değerlerinde ise en düşük gruba 300 ppm ilaveli köfte örnekleri oluşturmaktadır.

Analiz sonuçlarında tüm aylarda L* değerinin kontrol grubunda daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Kırmızılık değerleri ise (a*) 0. ayda tüm gruplar benzerlik göstermiştir. 6. ayda ise kontrol ve 500 ppm ilaveli örnekler benzerlik göstermiştir. Sarılık değerleri (b*) ise tüm gruplarda en yüksek 0. ayda gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda pH değerleri tüm aylarda en yüksek kontrol, en düşük ise 500 ppm ilaveli örneklerde olduğu gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre karbonil değerleri en yüksek kontrol grubunda, en düşük ise 500 ppm ilaveli köfte örneklerindedir. Ayrıca, depolamaya bağlı olarak her grupta karbonil değerleri artış göstermiştir.

Sonuç olarak kızılıcık ekstresinin et ürünlerinde lipid ve protein oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği tespit edilmiştir.



6. KAYNAKLAR

Acar, G., ‘‘Sığır eti köftelerinin depolama stabilitesi üzerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ilavesinin etkisi’’, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, (2018).

Anonymous, 1976, Commission Internationale de l’Eclairage, 18th Session, London, UK. September 1976, CIE publication 36 pp.

AOAC, Official methods of analysis (16th ed.), Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists (1995).

AOAC, Official methods of analysis, Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), (2005) Current Through Revision 1. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Ateş, G., ‘‘Köftelerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Öğütülmüş Çörekotunun Etkisinin Belirlenmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi* (2014).

Banerjee, R. , Verma, A.K. , Das, A.K. , Rajkumar, V. , Shewalkar, A.A. and Narkhede. H.P. ‘‘Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets’’. *Meat Science*, 91(2), 179–184, (2012).

Banon, S., Diaz, P., Rodriguez, M., Garrido, M.D. and Price, A. ‘‘Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties’’. *Meat Science*, 77, 626–633 (2007)

Baykal, G. ‘‘Kızılcığın (*Cornus mas* L.) toplam antioksidan aktivitesine ve toplam fenolik madde miktarına abiyotik elisitörlerin etkisi’’. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı* (2013).

Cisowska, K.J. , Flaczyk, E. , Rudzińska, M. and Kmiecik, D. ‘‘Antioxidant properties of extracts from Ginkgo biloba leaves in meatballs’’. *Meat Science*, 97(2), 174–180, (2014).

Coma, V., ‘‘Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products’’, *Meat Science*, 78:90-103 (2008).

Deng S., West B.J. and Jensen C.J. ‘‘UPLC-TOF-MS characterization and identification of bioactive iridoids in *Cornus mas* fruit’’, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, vol.2013 Article ID 710972, 7 pages, 2013.

Devatkal, S.K , Kamboj, R. and Paul, D. ‘‘Comparative antioxidant effect of BHT and water extracts of banana and sapodilla peels in raw poultry meat’’. *Food Science Technology*, 51(2):387–391, (2014).

Ekici, L., Öztürk, İ. ve Sağdıç, O., ‘Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanımı’, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30 (1), 67-70 (2014).

El-Gharably, A. M. A. and Ashoush, I. S., ‘Utilization impact of adding pomegranate rind powder and red beet powder as natural antioxidant on quality characteristics of beef sausage’, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 6 (1): 86-97 (2011).

Ergezer, H. ve Serdaroğlu, M., ‘Et ve Et Ürünlerinde Oksidasyon Mekanizması ve Antioksidanların Kullanımı’. *Gıda Teknolojisi*. 13:60-64 (2009).

Escarpa, A. and Gonzalez, M.C., ‘An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods’, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 31:57-139 (2001a).

Escarpa, A., and Gonzalez, M.C., ‘Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods’, *Analytica Chimica Acta*, 427:119–127 (2001b).

Eser, Z., ‘Kızılcık meyvesi ve marmelatının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi ve antosiyanin profilinin belirlenmesi’. Yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı* (2011).

Estévez, M., ‘Protein carbonyls in meat systems: a review’. *Meat Science*, 89, 259–279 (2011).

Evranoz, O. E., ‘The effects of temperature and moisture content on lipid peroxidation during storage of unblanched salted roasted peanuts: shelf life studies of unblanched salted roasted peanuts’, *International Journal of Food Science and Technology*, 28:193–199 (1993).

Fan, W., Yi, Y., Zhang, Y., and Diao, P., ‘Effect of an Antioxidant from Bamboo Leaves Combined with Tea Polyphenol on Biogenic Amine Accumulation and Lipid Oxidation in Pork Sausages’, *Food Science and Biotechnology* 24(2): 421–26 (2015).

Fasseas, M.K., Mountzouris, K.C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. and Zervas, G., ‘Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils’, *Food Chemistry*, 106:1188-1194 (2007).

Flynn, A.W. and Bramblett, V.D., ‘Effects of frozen storage cooking method and muscle quality and attributes of pork loins’, *Journal of Food Science*, 40:631–633 (1975).

Fратиanni, F., De Martino, L., Melone, A., De Feo, V., Coppola, R. and Nazzaro, F., "Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils", *Journal of Food Science*, 75(8):528-535. Fruit Species in Czechoslovakia. Acta Hort. 224. 83-87 (2010).

Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou P., Ambrosiadis, I. and Fletouris, D.J., 2007, Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers, *Meat Science*, 75:256–264.

Giese, J., "Antioxidants: Tools for preventing lipid oxidation", *Food Technology*, 50:73-80 (1996).

Hassanpour, H., Hamidoghli, Y., Hajilo, J. and Adlipour, M. "Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran." *Scientia Horticulturae*. Vol. 129; pp. 459-463 (2011).

IUPAC, Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives (7th ed.). IUPAC Standard Method 2.505: Evidence of Purity and Deterioration From Ultraviolet Spectrophotometry. International Union of Pure and Applied Chemistry, Oxford: Pergamon Press (1992).

Jongberg, S., Tørngren, M.A., Gunvig, A., Skibsted, L.H. & Lund, M.A. "Effect of green tea or rosemary extract on protein oxidation in Bologna type sausages prepared from oxidatively stressed pork". *Meat Science*, 93, 538-546 (2013).

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. and Bauer, F., "The oxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork", *Meat Science*, 72:446-456 (2006).

Karre, L.K. and Getty, K.J.K. "Natural antioxidants in meat and poultry products". *Meat Science*, 94(2), 220–227, (2013).

Kurt, A., "Fermente sucuk üretiminde kuru incir ve taze siyah incir kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-10 (2012).

Lambooij, E., Potgieter, C. M., Britz, C. M., Nortje, G. L., Pieterse, C., "Effects of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in Ostriches". *Meat Sci.*, 52, 331-337 (1999).

Lee, C.H. , Reed, J.D. and Richards, M.P. "Ability of various polyphenolic classes from cranberry to inhibit lipid oxidation in mechanically separated turkey and cooked ground pork". *Journal of Muscle Foods*, 17, 248–266, (2006).

Li, L., Lipid composition and oxidation in dry-cured sausage during processing, Resources, Environment and Engineering - Proceedings of the 2014

Technical Congress on Resources, Environment and Engineering, CREE , 2015, Pages 367-371 (2014).

McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B., Buckley, D.J., ‘‘Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties’’. *Meat Sci.* 57, 45-52 (2001).

Mitsumoto, M., O’Grady, M.N., Kerry, J.P. and Buckley, D.J., ‘‘Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties’’, *Meat Science*, 69:773-779 (2005).

Narasimhan, S., Raghuver, K.G., Arumngam, C., Bhat, K.K. and Sen, D.P., ‘Oxidative rancidity of groundnut oil evaluation by sensory and chemical indices and their correlation’, *Journal of Food Science and Technology*, 23:273–277 (1986).

Oliver, C.N., Ahn, B.W., Moerman, E.J., Goldstein, S. and Stadtman, E.R., Aged-related changes in oxidized proteins, *Journal of Biological Chemistry*, 262:5488–5491 (1987).

Özdemir, H., Soyer, A., Tağı, Ő. ve Turan, M., ‘Nar Kabuğu Ekstraktının Antimikrobiyel ve Antioksidan Aktivitesinin Köfte Kalitesine Etkisi’’, *GIDA*, 39 (6), 355-362 (2015).

Popovic’, B.M., Őtajner, D., Slavko, K. and Sandra, B. ‘‘Antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) – Comparison between permanganate reducing antioxidant capacity and other antioxidant methods’’. *Food Chemistry*. 134: 734-741 (2012).

Riazi, F., Zeynali, F., Hoseini, E., Behmadi, H., Savadkoohi, S., ‘‘Oxidation Phenomena and Color Properties of Grape Pomace on Nitrite-reduced Meat Emulsion Systems’’. *Meat Science*, 121, 350-358 (2016).

Salejda A.M., Kucharska A.Z. and Krasnowska G., ‘‘Effect of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) juice on selected quality properties of beef burgers’’, *Journal of food quality*, vol 2018, article ID 1563651, 8 pages, (2018).

Sampaio, G. R., Saldanha, T., Soares, R. A. M. and Torres, E. A. F. S., ‘‘ Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage’’, *Food Chemistry* 135, 1383–1390 (2012).

Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torresco, G., Beltran, J.A. and Roncales, P., ‘‘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 (2001)

Sang Keun J., 'The assesment of red beet as a natural colorant and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet'' *Journal of Food Science* 472-481. (2014).

Savell, J. W. and Cross, H.R., 'The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb''. In: *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*. National Academy Press, Washington, D.C (1988).

Serdaroğlu, M. and Yıldız-Turp, G., 'The effects of ascorbic acid, rosemary extract and α -tocopherol/ascorbic acid on some quality characteristics of frozen chicken patties'', *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series: Food Science and Technology*, 7p (2004).

Sertdemirci, Ö., 'Isıl işlem görmüş sucukların bazı kalite özellikleri üzerine kırmızı pancar tozunun etkisi'', Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*, (2016).

Shacter, E.' Quantification and significance of protein oxidation in biological samples''. *Drug Metabolism Reviews*, 32(3-4), 307-326 (2000).

Shah, M. A , Bosco,S.J.D and Mir,S.A "Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products''. *Meat Science*, 98(1), 21-33, (2014).

Shi, C., Cui, J., Yin, X., Luo, Y., and Zhou, Z., 'Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation''. *Food Control*, 40, 134-139 (2014).

SPSS, SPSS Statistical package for windows, ver. 15.0, Chicago,IL: SPSS Inc (2006).

Teye, G.A., Bawah, J., Adzitey F. and Nathaniel L.N., Effect of sweet basil (*Ocimum basilicum*) leaf extract as a spice in hamburger. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 2(2), 92-96 (2014).

Topdaş, E. F., Çakmakçı, S., Çakıroğlu, K.,. The antioxidant activity, vitamin C contents, physical, chemical and sensory properties of ice cream supplemented with cornelian cherry (*Cornus mas L.*) Paste. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23 (5), 691-697 (2017).

Trill U., Salejda A.M. and Krasnowska G., 'Proba podwyższenia stabilności oksydacyjnej modelowych przetworów mięsnych poprzez zastosowanie soku z aronii. (Attempt to increase oxidative stability of model meat products by applying

chokeberry juice)”. *ZYWNOSC-Nauka Technologia Jakosc*, vol. 6, no. 79, pp. 55-66,2011, ISSN: 1425-6959, in Polish.

Turp GY., Kazan H., Ünübol H., ‘’ Sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı’’ *Celal Bayar Üniversitesi F Bil. Dergi.*, Cilt 12, 303-311. (2016).

Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V. and Solminen, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86, 196-213 (2010).

Witte, V.C., Krauze, G.F. and Bailey, M.E., ‘‘A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage’’, *Journal of Food Science*, 35:582–585 (1970).

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R., ‘‘Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs’’, *Food Chemistry*, 105:940–949 (2007).

Xiong, Y.L., ‘‘Protein oxidation and implications for muscle foods quality, in Antioxidants in Muscle Foods’’, Decker, E.A., Faustman, C. and Lopez-Bote, C.J. (Eds.), Wiley, New York (2000).

Zhang, L. , Lin, Y.H. , Leng, X.J. , Huang, M. and Zhou, G.H. ‘‘Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage’’. *Meat Science*, 95(2), 145–150, (2013).

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J. and Ahn, D.U. Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86, 15-31 (2010).

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şeyma ELGİN

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli 09.08.1991

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : seyma_hozer@hotmail.com

İletişim Adresi : Karahasanlı Mah. 2029 Sokak No:6
Denizli



