

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**DOĞAL ANTIOKSİDAN KATKILI YENİLEBİLİR  
FİLMLERİN KÖFTE TİPİ ET ÜRÜNLERİNDE  
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

**Tolga AKCAN**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 614.01.00**

**Sunuş Tarihi : 05.08.2013**

**Bornova-İZMİR**

**2013**



Tolga AKCAN tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Doğal Antioksidan Katkılı Yenilebilir Filmlerin Köfte Tipi Et Ürünlerinde Kullanımının Araştırılması**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.08.2013 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**Jüri Başkanı : Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU**

**Raportör Üye : Doç. Dr. Figen KOREL**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Gülen YILDIZ TURP**

**İmza**





**ÖZET****DOĞAL ANTİOKSİDAN KATKILI YENİLEBİLİR  
FİMLERİN KÖFTE TİPİ ET ÜRÜNLERİNDE  
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

AKCAN, Tolga

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU

Ağustos 2013, 80 sayfa

Bu çalışmada peynir suyu proteininden hazırlanan defne ve adaçayı ekstraktı katkılı yenilebilir film uygulanan köfte tipi et ürünlerin oksidasyon stabilitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 2 farklı konsantrasyonda (%2 ve %4) defne veya adaçayı ekstraktı içeren peynir altı suyu proteininden elde edilen yenilebilir filmler, fırında merkez sıcaklığı 72°C'ye ulaşana dek pişirilmiş köftelere sarılarak uygulanmıştır. Çalışmada ayrıca ekstrakt ilave edilmeyen yenilebilir film grubu ve film uygulanmayan köfte örnekleri kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Örnekler soğuk depolama da 2°C'de 7 gün ve dondurarak depolamada -18°C'de 60 gün süreyle depolanmış, depolama boyunca soğuk depolamada 1., 4., 7. günlerinde dondurarak depolamada ise 15 günlük dönemlerle köfte örneklerinin birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri belirlenmiştir. Defne veya adaçayı ekstraktı katkılı yenilebilir filmlerin köftelerde yağ oksidasyonu üzerine yavaşlatıcı etkisi olduğu gözlenmiştir. Adaçayı ekstraktı katkılı yenilebilir filmlerle sarılan köftelerin TBA değerinin, ekstraksız yenilebilir film uygulanmış köftelere göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Defne ekstraktlı yenilebilir filmlerle sarılan köftelerin antiradikal aktivite değerinin adaçayı ekstraktı katkılı gruplar ve kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekstrakt eklenen filmlerle muamele edilen grupların toplam fenolik madde içeriği, ekstraksız gruplara göre daha yüksek bulunmuştur.

Bu tez çalışmasının bulguları, oksidasyonunun geciktirilmesinde doğal antioksidan katkılı yenilebilir filmlerin kullanılabilme potansiyelini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Adaçayı, defne, lipid oksidasyonu, antioksidan, köfte, fenolik bileşikler.



**ABSTRACT****RESEARCH of NATURAL ANTIOXIDANT BLENDED EDIBLE FILMS on MEATBALLS TYPE of MEAT PRODUCTS**

AKCAN, Tolga

MSc. in Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU

August 2013, 80 pages

In this study, the effects of edible films obtained from whey protein containing laurel and sage extract of oxidation stability in meatballs were investigated. For this purpose, the edible films made by whey protein, that includes two different concentrations of laurel or sage extract (2% or 4%) were rolled onto the meatballs and oven-cooked until the central temperature reached to 72°C. Additional to these groups, an edible film group without extracts and a meatball group without containing any edible films were prepared as control groups. The samples were stored at 2°C for 7 days for cold storage, and at -18°C for 60 days for frozen storage. During the storage period, the primary and secondary oxidation products were determined at 1st, 4th and 7th days in cold storage and every 15 days at frozen storage. It was observed that, the edible films with laurel and sage extracts had delaying effect on lipid oxidation. TBA values of the meatballs with sage extract containing edible films were lower than the TBA values of the meatballs with no extract added films. It was determined that the meatballs with laurel extract containing edible films have higher antiradical activity compared with the meatballs with sage extract containing edible films and control groups. Total phenolic compound content were higher in extract added edible film treatment groups than no extract added edible film treatment groups.

The results of this thesis showed the potential application of edible films containing natural antioxidants in delaying oxidation in meat products.

**Keywords:** Sage, laurel, lipid oxidation, antioxidant, meatball, phenolic compounds.





## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince anlayış ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen, sabrı, tecrübesi ve desteğiyle her zaman yanımda olan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU'na, kader birliği yaptığım Sayın Dr. Haluk ERGEZER'e, moral ve motivasyonu için Sayın Yrd. Doç. Dr. Gülen YILDIZ TURP' çalışmamın ilk aşamalarından itibaren yanımda olan ve her türlü yardımda bulunan sevgili arkadaşlarım Ar. Gör. Burcu ÖZTÜRK, Ar. Gör. Onur ÖZDİKİCİERLER, Ar. Gör. Zafer ERBAY, Ar. Gör. Hilal İŞLEROĞLU, Dr. Perihan KENDİRCİ ve Dr. Burak ALTINEL'e, üretim ve analizlerde destek sağlayan arkadaşlarım Gıda Müh. Ayşe KARA, Pınar UZUN, Eisa DOOSTIFARD, Müge URGU, Berker NACAĞ ve Pelin BARIŞ'a, ve haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.



**İÇİNDEKİLER**Sayfa

ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vii
TEŞEKKÜR .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	4
2.1 Etin Yağ Bileşimi .....	4
2.2 Oksidasyon ve Antioksidanlar.....	4
2.3 Yenilebilir Filmler ve Antioksidan Ambalajlama .....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 Materyal.....	22
3.1.1 Et ve yağ .....	22
3.1.2 Adaçayı ve defne ekstraktı eldesi .....	22
3.1.3 Yenilebilir film materyali .....	23
3.2 Yöntem .....	23

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
3.2.1 Yenilebilir film üretimi .....	<b>23</b>
3.2.2 Köfte üretimi ve yenilebilir film uygulaması.....	<b>25</b>
3.2.3. Köfte analizleri.....	<b>26</b>
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	<b>32</b>
4.1 Adaçayı ve Defne Ekstraktına Ait Bulgular .....	<b>32</b>
4.1.1 Adaçayı ve defne ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı .....	<b>32</b>
4.2 Ham Maddenin ve Köftenin Kimyasal Bileşimi.....	<b>32</b>
4.2.1 I. Deneme: Soğukta (2°C) depolanan köftelere ait bulgular .....	<b>34</b>
4.2.2 II. Deneme: Donmuş olarak (-18°C) depolanan köftelere ait bulgular.....	<b>49</b>
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	<b>62</b>
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	<b>64</b>
ÖZGEÇMİŞ .....	<b>80</b>

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Adaçayı ve defne ekstraktı eldesi.....	23
3.2 Yenilebilir film üretimi ve ekstraktların biraraya getirilmesi .....	24
3.3 Yenilebilir film kaplı köfte üretimine ait deneme deseni.....	25
3.4 Gallik asit konsantrasyonu eğrisi .....	28
4.1 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları(1.gün).....	48
4.2 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları(4.gün).....	48
4.3 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları (15.gün).....	59
4.4 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları(30.gün).....	59
4.5 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları (45.gün).....	60
4.6 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları (60.gün).....	60



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Ham madde olarak kullanılan kıymanın kimyasal bileşimi (%).....	33
4.2 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE L* (parlaklık) değerleri* .....	35
4.3 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE a* (kırmızılık) değerleri* .....	36
4.4 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE b* (sarılık) değerleri* .....	37
4.5 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin %ARA değerleri* .....	38
4.6 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin köftelerin TFMM (mg gallik asit/100g) değerleri* .....	39
4.7 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin köftelerin Konjuge Dien (µmol/g) değerleri* .....	41
4.8 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin Peroksit Sayısı (meq O <sub>2</sub> /kg) değerleri* .....	43
4.9 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TBA Sayısı (mg malonaldehit/ kget) değerleri* ...	44
4.10 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişmiş köftelere ait para anisidin sayısı* .....	46

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE L* (parlaklık) değerleri* .....	49
4.12 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE a* (kırmızılık) değerleri* .....	50
4.13 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE b* (sarılık) değerleri* .....	51
4.14 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin %ARA değerleri* .....	52
4.15 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TFMM (mg gallik asit/100g) değerleri* .....	53
4.16 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin konjuge dien (µmol/g) değerleri* .....	54
4.17 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin peroksit değerleri (meq O <sub>2</sub> /kg)* .....	55
4.18 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TBA (mg malonaldehit/ kg et) değerleri* .....	56
4.19 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişmiş köftelere ait para anisidin değerleri* .....	58



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat derece
L*	Renk parlaklık değeri
a*	Renk kırmızılık değeri
b*	Renk sarılık değeri
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
BA	Birincil antioksidanlar
BHT	Bütillenmiş hidroksi toluen
OH	Hidroksil grubu
BHA	Bütillenmiş hidroksi anisol
TBA	Tiyobarbutirik asit
MA	Malonaldehit
GAE	Gallik asit eşdeğeri
TFMM	Toplam fenolik madde miktarı
ARA	Anti radikal aktivite
HPLC	Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
dk	dakika
s	saat
cm	santimetre
mm	milimetre
nm	nanometre
µm	mikrometre
µL	mikrolitre
g	gram
mg	miligram
rpm	round per minute (devir/dakika)
ppm	parts per million (milyonda bir)

## 1. GİRİŞ

Sağlıklı yaşamın temelini oluşturan yeterli ve dengeli beslenme, vücudun gereksinimi olan çeşitli öğeleri içeren gıdaların belirli ilkeler çerçevesinde tüketilmesi ile mümkündür (Açkurt ve Wetherilt, 1989). Yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanmasında değişik türden yeterli miktarlarda gıda alınması kadar, üretilen gıdaları besleyici değerlerini yitirmeden, sağlığa zararlı hale getirmeden ve kalitesini düşürmeden tüketmek de önem taşır (Baysal, 1986). Yeterli ve dengeli beslenme anlayışı içerisinde et ve et ürünlerinin yeri vazgeçilmezdir. Et ve et ürünleri yapısındaki elzem amino grup asitler nedeniyle biyolojik değeri yüksek protein içeriğine ek olarak, beslenme açısından büyük önem taşıyan demir, çinko gibi mineraller ile B grubu vitaminlerin, ayrıca elzem yağ asitlerini içermesi nedeniyle de sağlıklı beslenmede önemli gıdalardır (Moloney 2002). Özellikle son yıllarda yağ miktarının yüksek olması nedeniyle kalp, damar hastalıklarını ve bazı kanser türlerini tetiklediği konusunda bilimsel verilerin etkisiyle imajı zedelenen et ve et ürünleri tam tersine yeterli miktarda tüketilmediğinde insanlarda kanser, obeziteye ve metabolik bozukluklara yol açmaktadır.

Son yıllarda et ve et ürünlerinin kalitesini güvence altına alabilmek amacıyla farklı stratejiler geliştirilmekte ve değişik yöntemlerle et ürünleri formülasyonları modifiye edilmektedir. 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). Özellikle ülkemizde sevilerek tüketilen köfte tipi et ürünlerinin formülasyonlarına değişik tip ve özellikteki katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bu amaçla doğal kaynaklı çeşitli dolgu ve bağlayıcı fonksiyonel katkıları, diyet lifi, yağ ikameleri ile antioksidan ve antimikrobiyal katkıların kullanımı konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. Köfte tipi et ürünlerinin üretiminde hammadde olarak kıyma haline getirilmiş et ve yağın haricinde kültürel mirasımıza bağlı olarak çok değişik katkı maddeleri ilave edilmektedir. Endüstriyel tipte üretim göz önüne alındığında köfte tipi ürünler piyasaya çiğ veya ön pişirme işlemine tabi tutularak sunulmaktadır. Bu ürünler

pek çok nedenden ötürü (mikroorganizmalar için uygun bir besiyeri, uygun pH, yüksek su aktivitesi, doymamış yağ asidi varlığı v.b) sınırlı raf ömrüne sahiptir.

Etin boyutu küçüldükçe yüzey alanı artmakta, hücresel yapı zarara uğramakta ve oksidasyona karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Bunun yanı sıra ısıl işleme tabi tutulan ette de hem olmayan demir oranının artması ve doymamış yağ asidi miktarı çok yüksek olan fosfolipidlerin yapısının bozulması nedeniyle oksidasyon hızla ilerlemekte ve depo lezzeti ortaya çıkmaktadır. Okside lezzet pişmiş ve buzdolabı koşullarında depolanan ürünlerin tekrar ısıtılmasıyla çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve üründe istenmeyen tat ve kokulara (karton, yağlıboya, ransid vb) neden olmaktadır (Pegg, 2004).

Et ve et ürünlerinde oksidatif bozulmanın engellenmesinde en etkili uygulama antioksidan özellikteki bileşiklerin kullanılmasıdır. Oksidatif değişimler sonucu üründe meydana gelen istenemeyen değişikliklerin engellenmesi amacıyla antioksidan maddelerin ürüne ilave edilmesi kalitenin sürekliliğinde, raf ömrünün uzatılmasında ve ekonomik kayıpların önlenmesinde önemli yararlar sağlar (Hur et al. 2004, Johnson et al. 2005).

Tüketicilerin et ve et ürünlerinde oksidatif bozulmaları geciktirmek amacıyla kullanılan bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) gibi sentetik antioksidanların güvenilirlikleriyle ilgili kaygıları ve doğal maddelere olan ilginin artmasına bağlı olarak son yıllarda bazı aromatik bitkilerin doğal antioksidan olarak kullanılması gündeme gelmiştir (Sallam *et al.* 2004). Biberiye, adaçayı, zencefil, karanfil, kekik, kimyon ve karabiber gibi birçok baharat antioksidan etkileri nedeniyle doğrudan et ve et ürünlerine ilave edilebildiği gibi, ekstrakt ya da uçucu yağ olarak kullanımları da giderek yaygınlaşmaktadır (Abd El-Alim *et al.* 1999).

Geleneksel uygulamalar ile antioksidan maddelerin ürüne ilave edilmesi durumunda zamanla, antioksidan maddenin etkinliğinin azalması söz konusudur (Sallam *et al.* 2004). Antioksidan ajanları içeren ambalaj filmlerinin kullanımı ile aktif maddelerin ambalaj materyalinden ürün yüzeyine yavaş salınımı sağlanır, böylece gerekli olan etkili konsantrasyon elde edilmiş olur. Böylece, antioksidan

maddeler ürün depolanması ve taşınması esnasında daha uzun süreli aktivite gösterir bu nedenle, antioksidan eklenen ambalaj materyallerinin kullanımı ileri aktif paketlenme uygulamaları içinde dikkat çeken ve geleceği olan bir uygulama olarak görülmektedir (Vermeiren *et al.* 1999, Quintavalla and Vicini 2002).

Gıda ambalaj materyalleri genellikle sentetik bazlı iken son yıllarda çevre bilincinin de gelişmesiyle biyobozunur ve yenilebilir film ve kaplamaların bu amaçla kullanımı yaygınlaşmıştır. Genellikle protein, karbonhidrat ve lipidlerden hazırlanan yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların raf ömürlerini uzatıcı etkiye sahiptir (Gennadios and Weller 1991). Yenilebilir ambalaj materyallerine doğal antioksidan özellikteki baharat ve çeşitli bitki ekstraktlarının dahil edilmesi yeni ve gündemde olan yaklaşımlardandır (Oussalah *et al.* 2004).

Bu tez çalışmada, antioksidan özellikte olmak üzere iki farklı baharat ekstraktı (defne- Bay- *Laurus nobilis L.* ve adaçayı- Sage- *Salvia officinalis*) ilave edilerek hazırlanmış peynir altı suyu proteininden üretilmiş yenilebilir filmlerin, soğukta (4°C) ve donmuş olarak (-18°C) depolanan dana eti köftelerinin oksidatif stabilitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Etin Yağ Bileşimi

Kıyma haline getirilmiş et yaklaşık %20-30 oranındaki yüksek yağ içeriği nedeniyle oksidatif bozulmalara oldukça hassas bir üründür (Hur et al.2004, Johnston et al.2005). 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. Genel olarak etin yağ miktarı arttıkça lezzeti de artmaktadır, %3'ün altındaki yağ oranı etin lezzetsiz olarak algılanmasına, %7.3'ten fazla yağ içermesi ise görsel olarak da yağın algılanması nedeniyle aşırı yağlı ve sağlıklı olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. 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. Bu metabolitler etin lezzeti, rengi, besleyici değerini değiştirmenin yanı sıra proteinlerin fonksiyonel özelliklerinde kayıplara ve toksik bazı bileşenlerin oluşumuna neden olabilmektedirler (Savell and Cross, 1988).

### 2.2 Oksidasyon ve Antioksidanlar

Gıdalarda kalite kayıplarına ve bunun sonucu olarak da bozulmaya neden olan lipid oksidasyonu bilim insanlarının üzerinde yoğun olarak çalıştığı konulardan biridir. Et ve et ürünlerinde ortaya çıkan lipid oksidasyonu üç değişik aşamada incelenebilir. İlk aşamada canlı hayvanda ortaya çıkan reaktif oksijen türleri ve buna karşı oluşturulan antioksidan mekanizma, ikinci aşamada kesimden hemen sonra ortaya çıkan oksidatif değişim, üçüncü aşamada ise etin, işlenmesi, depolanması ve pişirilmesi sırasında meydana gelen oksidasyon sözkonusudur (Morrisey et al., 1998). Lipid oksidasyonu için gerekli substratlar, etin bileşiminde de bol miktarda bulunan oksijen, doymamış yağ asitleri ve oksidasyonu tetikleyen

demir gibi prooksidanlardır (Faustman et al., 2010). Ayrıca bu reaksiyon ışığa, ısıya, metal iyonlarına ve oksijene maruz kalan lipidten serbest radikal oluşumu ile başlar ve otokatalitik olarak devam eder (Fennema 1996).

Lipid oksidasyonu reaksiyonlarında ilk oksidasyon ürünleri gelişme aşamasında oluşanhidroperoksitlerdir. 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 değerinin azalması görülmektedir (Fennema 1996).

Et ürünlerinde istenmeyen tat ve koku oluşumunun yanı sıra okside olan lipid bileşenlerinin, ette mevcut proteinler, karbonhidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle ürün kalitesi de düşmektedir (Tomaino et al. 2005). Perokside olmuş lipidlerle proteinlerin reaksiyona girmesi ile protein-protein ve protein-lipid yapıları arasında çapraz bağlar oluşur. Proteinlerin çapraz bağlanması sonucu polimerizasyon meydana gelir ve çözünürlük azalır, kısmi denatürasyon meydana gelir ve enzimlerde inhibisyon görülür (Karel et al. 1975, Kanner and Karel 1976, Kanner 1994).

Et ve et ürünlerinde oluşan oksidatif değişmelerden bir diğeri olan proteinlerin oksidasyonu sonucu çoğu enzim aktivitesini kaybetmekte veya fonksiyonel özelliklerinde değişmeler olmaktadır. Ayrıca toksik olan peptitler de oluşabilmektedir (Davies 1986, Tian et al. 1998). Protein oksidasyonu sonucunda oluşan çapraz disülfid bağları polimer yapıların oluşumuna neden olmakta ve bunun sonucunda proteinlerin ısıl stabilitesinde ve çözünürlüklerinde azalmalar meydana gelmektedir (Liu et al. 1995).

Gıda ürünlerinde bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütillenmiş hidroksikinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar oksidatif ransiditeyi kontrol altına almak amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak, son zamanlarda sentetik antioksidan maddelerin sağlık üzerine etkileri konusunda ciddi endişeler oluşmuş ve bazı ülkelerde kullanımları sınırlanmış veya yasaklanmıştır. Gıda güvenliğine duyulan ilginin giderek artmasıyla tüketiciler işlenmiş gıdaların üretiminde sentetik katkıların kullanımına kuşkuyla yaklaşmaktadırlar. Etkinlik ve stabilitelelerinin yüksek ve maliyetlerinin düşük olmasına rağmen muhtemel toksik etkileri nedeniyle sentetik antioksidanlar yerlerini doğal antioksidanlara bırakmaktadırlar (Fasseas et al., 2007; Wojdylo et al., 2007; Coma et al., 2008).

Bitkiler doğal antioksidan içeren önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu antioksidanların önemli bir kısmı polifenol karakterdedir. Bitkisel fenoller antioksidan olarak değişik fonksiyonlara sahiptirler. Fonksiyonları arasında indirgen maddeler olarak serbest radikalleri bağlama, metal şelatörü olma ve singlet oksijen tutabilme yeteneği yer almaktadır.

Et ve et ürünlerinde doğal antioksidanların kullanımı çok da yeni bir araştırma alanı değildir. Doğal antioksidanların kullanımı II. Dünya savaşı yıllarına kadar uzanmaktadır. Ancak bu konudaki yoğun çalışmalar 1980'li yıllarda başlamıştır. Canlı hayvanda oksidatif strese karşı pek çok antioksidan görev almaktadır. Ancak kesimle birlikte kaslarda bulunan antioksidanlar kısa sürede tükenerek et oksidasyona karşı savunmasız kalmaktadır. Bu sebeple pek çok araştırmacı gerek yem rasyonlarını takviye etmek gerekse kesim sonrası ete ilave etmek suretiyle antioksidanları kullanarak oksidasyon gelişimine karşı etkin önlem alma yollarını tartışmaktadır (Georgantelis et al., 2007a).

Hayvan yemlerine ilave edilen antioksidanlar canlı hayvanda kas dokuya homojen şekilde dağılım gösterebildiklerinden başarıyla kullanılabilme şansı bulmuşlardır. E vitamini ya da diğer adıyla tokoferoller hayvan yemlerine eklenen antioksidanların başında gelir (Phillips et al., 2001). Tokoferoller içerisinde en etkili alfa ( $\alpha$ ) tokoferoldür.  $\alpha$  tokoferol yağda çözünen birincil antioksidandır,  $H^+$  vericisi olarak etki gösterir ve peroksit radikali oluşumunu engeller (Georgantelis



et al., 2007 a). Tokoferollerle ilgili araştırmalar daha çok yem rasyonlarına ilave edilme yöntemi üzerine yoğunlaşmıştır. Yeme eklenen tokoferol ete ilave edilenden daha etkili bulunmuştur. Tokoferol ette ancak yüksek konsantrasyonlarda beklenen etkiyi göstermektedir (Faustman et al., 1989; Buckley et al., 1995; Liu et al., 1995). Baharat ve baharat ekstraktlarının tokoferoller ile birlikte kullanıldığı hayvan yemi çalışmalarında lipid oksidasyonunun önemli derecede engellendiği, arzulanan rengin korunduğu ve duyuusal özelliklerin iyileştiği tespit edilmiştir (Govaris et al., 2004; Florou-Paneri et al., 2005).

Doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanların et ve et ürünlerinde kullanımı sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğunun düşünülmesi nedeniyle tüketiciler tarafından, fonksiyonel özellikleri nedeniyle de üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Bitkisel fenolikler ve diğer doğal antioksidanların kullanımıyla lipid oksidasyonuna karşı sağlanan başarının yanı sıra ürünlerin kalitesinin ve besleyici değerinin de arttırılabildiği yadsınamayacak bir gerçektir (Soong and Barlow, 2004; Wu et al., 2004). Meyveler (De Oliveira et al., 2009; Ganhao et al., 2010a), baharatlar (Wojdylo et al., 2007; Yoo et al., 2008), sebzeler (Ismail et al., 2004), tahıllar (Ragae, 2006), bitkisel yan ürünler (Moure et al., 2001) ve diğer fenolik madde miktarı yüksek bitkisel kaynaklar et ve ürünlerinin üretiminde potansiyel antioksidanlar olarak araştırmalara konu olmaktadır.

Meyve ve sebzelerin antioksidan olarak kullanımı önceki çalışmalarda kurutulmuş olarak, püre haline getirilerek ya da doğrudan ürüne eklenmesi şeklinde gerçekleşmiştir. Bu alanda yapılan ilk çalışmalardan birinde Rhee (1987), patates püresi, mantar, kereviz sapı, maydanoz, taze soğan ve yeşilbiber ile hazırlanan karışım ile kaplanan dana etinde yağ oksidasyonunun depolama süresince kontrol örneklerine oranla %50 oranında yavaşladığını saptamıştır. Başka bir çalışmada dondurulmuş sığır kıymasında bezelye lifinin antioksidatif etkisi, tekstrüze edilmiş soya proteininin antioksidatif etkisi ile karşılaştırılmıştır. Bezelye lifi ve soya proteininin, yüzey lipid oksidasyonuna karşı etkili bir koruma sağladığını, soya proteininin oksimiyoglobin oksidasyonuna karşı önemli koruyucu etki göstermesine karşın, bezelye lifinin kıyılmış sığır eti ürünlerinde daha iyi bir renk kararlılığı gösterdiği edilmiştir Bertelsen et al. (1991).

Ramanathan and Das (1992) kıyılmış balık etlerine ilave ettikleri fenolik karakterdeki doğal antioksidanların lipid oksidasyonu üzerindeki etkilerini araştırdıkları bir çalışmada kuersetin (200 ppm), miristin (200 ppm), tannik asit (30 ve 200 ppm) ve ellajik asidin önemli birer antioksidan olabileceğini buna karşın rutin ve  $\alpha$ -tokoferolün balık etlerinde antioksidan etki göstermediğini, askorbik asidin ise prooksidan etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Aromatik ve tıbbi bitkilerin, şifalı otların ve değişik baharatların sağlık üzerine bilinen olumlu etkilerinin yanı sıra bunların ekstraktlarından antioksidan özellik gösteren pek çok bileşen izole edilmiştir. Son on yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde spesifik etkileri ve düşük dozlarda daha etkili olmaları nedeniyle bitkisel fenolikleri içeren katkıların et ürünlerine doğrudan değil de ekstraktları şeklinde ilave edildiği görülmektedir.

Çiğ ve pişirilmiş domuz eti köftelerinde doğal gıda ve bitki ekstraktlarının antioksidatif etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, doğal antioksidan olarak aloevera (%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 peynir suyu protein konsantresi (%4) kullanılmıştır. Bu antioksidanların etkisi BHA/BHT (%0.01) karışımı (1/1) ile yapılan köftelerle ve 1000 mg  $\alpha$ -tokoferol asetat/kg yemle beslenen hayvanlardan elde edilen etle yapılan köftelerle karşılaştırılmıştır. Pişirilmemiş köftelerde 9 günlük depolama sonunda antioksidanların etkinlik sıralaması BHA/BHT > çay kateşini > biberiye >  $\alpha$ -tokoferol > adaçayı > peynir suyu konsantresi > hardal > aloevera > çemen otu > soya proteini > ginseng > kontrol şeklinde bulunmuştur. Pişirilmiş köftelerde ise antioksidanların etkinlik sıralaması çay kateşini > peynir suyu konsantresi > biberiye > BHA/BHT > ada çayı > kontrol > aloevera >  $\alpha$ - tokoferol > çemen otu > ginseng > soya proteini > hardal şeklinde belirlenmiştir. Çiğ köftelerin kırmızılık (Hunter a) değeri üzerine en iyi etkiyi BHA/BHT ilavesinin gösterdiği tespit edilmiştir. Hunter L ve b değerlerinin depolama sürecinde hem çiğ hem de pişirilmiş köftelerde önemli bir değişim göstermediği tespit edilmiştir (McCarthy et al., 2001).

Sanchez-Escalante et al., (2001), biberiye tozu, askorbik asit, karnosin ve taurin, ilave ettikleri sığır köftelerini modifiye atmosferde paketleyip  $2\pm 1$  °C'de 20 gün süreyle depolamışlar, renk ve lipid stabilitesi yönünden incelemişlerdir. Biberiyenin tek başına ve askorbik asit ile birlikte kullanıldığında metmyoglobin oluşumu ve lipid oksidasyonu inhibisyonunda etkili olduğunu saptamışlardır. Karnosin ve karnosin + askorbik asit karışımının lipid oksidasyonu inhibisyonunda etkili olurken, askorbik asit, askorbik asit + taurin ve askorbik asit + karnosin uygulamasının metmyoglobin oksidasyonuna sınırlı bir inhibitör etki gösterdiği ve taurinin tek başına herhangi bir antioksidan etki göstermediği ortaya koymuştur.

Tang et al. (2001), kırmızı et (sığır ve domuz), kanatlı (tavuk, ördek ve deve kuşu) eti ve balık (mezgıt ve uskumru) eti kıymalarının lipid oksidasyonu üzerine çay kateşinleri ve  $\alpha$ - tokoferol ilavesinin antioksidan etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, kıyma örneklerini 4°C'de 10 gün süreyle depolayarak oksidatif stabiliteyi incelemişlerdir. Çay kateşini eklenen kıyma örneklerinin kontrolden daha düşük TBA (tiyobarbutirik asit) değeri gösterdiğini ve çay kateşininin lipid oksidasyonunu önemli düzeyde engellediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı konsantrasyonda çay kateşini ilavesinin,  $\alpha$ -tokoferolden 2-4 kat daha fazla antioksidan etki gösterdiğini ve  $\alpha$ -tokoferolün, domuz, tavuk, ördek ve mezgıt eti örneklerinin lipid oksidasyonunu engellemede sınırlı kapasiteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Sanchez-Escalante et al., (2003), köftelerde domates ile acı ve tatlı kırmızı biber püresi kullanımının 20 gün 2° C da depolama sırasında yağ oksidasyonunu önemli oranda yavaşlattığını belirtmiş ve ayrıca kapsaisinoid içeren acı biber püresinin tatlı bibere oranla daha etkili bir antioksidan olduğunu saptamışlardır.

Nassu et al. (2003), farklı oranlarda doğal antioksidan içeren fermente keçi eti sosislerinin oksidatif stabilitesini inceledikleri araştırmalarında, toz formunda biberiye ekstraktı kullanarak üretilen fermente sosisleri 90 gün süreyle oda sıcaklığında depolayarak TBA, genel kabul ve duyu özellikler yönünden incelemişlerdir. İnceleme sonucunda lipid oksidasyonuna karşı en etkin korumayı %0,05 düzeyinde biberiye ekstrakt kullanımının gösterdiğini belirlemişlerdir.

Modifiye atmosferde paketlenmiş çipura (*Sparus aurata*) filetolarının kalite özellikleri üzerine aydınlatma koşulları ve doğal antioksidanların etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, biberiye ekstraktı ve askorbik asit uygulanmış balık filetoları  $1\pm 1$  °C'de depolanmışlardır. Depolama sonunda düşük ultraviyole lambalarla aydınlatma işlemi floresan lambalarla aydınlatmaya göre raf ömrünü uzatmıştır. Modifiye atmosferde paketlenmiş filetoların yüzeyine antioksidan uygulanması duyusal kaliteyi geliştirmiş ve lipid oksidasyonunu geciktirmiştir. Her iki aydınlatma yönteminde lipid oksidasyonunu geciktirmede biberiye ekstraktı, askorbik asitten daha etkili bulunmuştur (Gimenez et al., 2004).

O'Sullivan et al. (2004), taze, dondurulmuş ve pişirilmiş tavuk köftelerine aleovera, çemen otu, ginseng, hardal, biberiye, adaçayı, soya proteini, çay kateşini ve peynir altı suyu konsantresi ilave ederek, örnekleri TBARS ve renk değerleri yönünden BHA/BHT karışımından oluşan kontrol grupları ile karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucunda en etkili antioksidanların taze ette, BHA/BHT karışımı ve biberiye, dondurulmuş ette, çay kateşini, adaçayı, BHA/BHT ve biberiye, pişirilmiş tavuk köftelerinde ise, çay kateşini ve BHA/BHT karışımının olduğunu belirlemişlerdir.

Dondurulmuş tavuk eti köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerine askorbik asit, biberiye ekstraktı ve  $\alpha$ -tokoferol + askorbik asit karışımının etkilerini araştıran Serdaroğlu and Yıldız-Turp (2004), köfteleri -20 °C' de 6 ay süreyle depolamışlardır. Depolama sonunda lipid oksidasyonuna karşı en etkili uygulamanın  $\alpha$ -tokoferol + askorbik asit karışımı olduğunu saptamışlardır.

Aksu and Kaya (2005), kavurmada renk ve lipid oksidasyonuna  $\alpha$ - tokoferol ve BHA'nın etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kavurmayı vakum paketleyerek 4 °C'de 300 gün süreyle depolamışlar ve örnekleri 0 ve 300. günlerde lipid oksidasyonu ve renk değişimi açısından değerlendirmişlerdir. Lipid oksidasyonunun engellenmesi üzerine BHA kullanımının tokoferol kullanımından daha etkili olduğu belirlenmiş, antioksidan ilaveli gruplarda parlaklık ve kırmızılık değeri kontrol grubuna göre daha iyi korunmuştur.

Serdaroğlu and Felekoğlu (2005) sardalya (*Sardina pilchardus*) kıymasının oksidatif stabilitesi üzerine biberiye ekstraktı ve soğan suyu kullanımının etkisini araştırdıkları bir çalışmada örnekleri 5 ay süreyle -20 C'de depolamışlar, ve biberiye ekstraktının donmuş depolama süresince sardalye kıyması üzerine antioksidatif etki gösterdiğini ve soğan suyunun oksidasyonu 3 ay geciktirdiğini saptamışlardır.

Oksidasyonun doğal antioksidanlarla engellenmesine yönelik olarak farklı hayvan türlerinden elde edilen et ve et ürünleri üzerine de çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bufalo bifteklerinin kullanıldığı bir çalışmada, biftekler kontrol grubu olarak distile su (1) ve antioksidan olarak ise laktik asit (2), laktik asit + karanfil yağı (3) ve laktik asit + karanfil yağı + C vitamini (4) karışımı kullanılarak elde edilen çözeltilere daldırılmış ve örnekler 4C'de 12 gün süreyle depolanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre depolama boyunca TBA değeri tüm antioksidan ilaveli gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Tüm gruplar içerisinde en etkili antioksidan grup laktik asit + karanfil yağı olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca en iyi renk ( $a^*$  ve  $b^*$ ) ve duyuusal özelliğe sahip olan grup ise 4. grup olarak belirlenmiştir (Naveena et al., 2006).

Et taze olarak tketelebildiği gibi değişik ürünlere işlenerek de tketelebilmektedir. Taze et boyutu ktlp değişik katkılar ilave edildikten sonra şekil verilerek ısıl işleme tabi tutularak veya tutulmaksızın katma değerli ürünlere dönüştürülür (emülsiye, fermente, burger v.b). Etin boyutu kldke yüzey alanı artmakta, hücre yapısı tahrip olarak oksidasyona karşı daha hassas duruma gelmektedir. Bu nedenle antioksidanların kullanımına ilişkin çalışmalar daha çok köfte tipi et ürünleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. n pişirilmış ve 8C'de 12 gün süreyle depolanan İsve tipi köftelerde biberiye ve narenciye kabuğu ekstraktlarının antioksidatif ve antimikrobiyal kapasitesinin belirlendiği bir çalışmada narenciye ekstraktlarının depolama boyunca gelişen oksidasyonu %50 oranında giderebildiği, biberiye ekstraktlarının ise 12 gün boyunca oksidasyonu tamamen kontrol etmede etkili olduğu ortaya konmuştur (Fernandez-Lopez et al., 2005).

Devekuşu bifteklerinin askorbik asit (AA),  $\alpha$ - tokoferol (Tok) ve biberiye (B) ekstraktlarından biri veya bunların karışımlarından elde edilen çözeltilerle muamele edildiği bir çalışmada AA+B, Tok+B ve AA+Tok karışımlarının antioksidan ilave edilmeyen kontrol gruplarına göre daha düşük TBA ve peroksit sayısı değerlerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu karışımların devekuşu bifteklerinin renk stabilitesine olumlu katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Abou-Arab and Abu-Salem, 2010).

Doğal antioksidan olarak çoğunlukla bitkisel kaynaklardan faydalanılmasının yanı sıra hayvansal kaynaklar da doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir. Georgantelis et al. (2007 a) biberiye ekstraktı, kitosan ve  $\alpha$ -tokoferolu tek başına veya karışım olarak domuz sosislerinde kullandıkları bir çalışmada lipid oksidasyonunun gelişimini incelemişler ve 4°C'de 20 günlük depolama boyunca kitosanın biberiye ile kombine edildiğinde potansiyel bir antioksidan olabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada ayrıca  $\alpha$ -tokoferolün tek başına antioksidan etkisinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Benzer bir çalışmada ise (Georgantelis et al. 2007 b) sığır etinden üretilen burgerlerde -18°C'de 180 gün boyunca kitosanın tek başına veya biberiye ve  $\alpha$ -tokoferol ile kombine edilmesi lipid oksidasyonuna önemli oranda etkili bulunmuştur. En etkili sonuç ise kitosan ve biberiye kombinasyonunda elde edilmiştir.

Meyveler ve meyvelerin farklı sektörlerde kullanımından arta kalan yan ürünleri önemli ölçüde antioksidan bileşikler içermekte ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun engellenmesinde potansiyel katkılar olarak kullanılma şansı bulabilmektedir. Taze erik konsantresi veya erik tozundan hazırlanan karışımların dana rostolarına enjekte edildiği bir çalışmada %2.5 düzeyine kadar ilavenin rostoların rengi, gevrekliği ve duyuşal özellikleri üzerine herhangi olumsuz bir etkisinin olmadığı ve depolama boyunca lipid oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği ortaya konmuştur. %5 düzeyinde erik püresi kullanımının lipid oksidasyonunu engellemede başarılı olduğu ancak duyuşal olarak meyvemsi tadın algılanması nedeniyle kabul görmediği ve renk kayıplarına neden olduğu belirlenmiştir (Nunez de Gonzalez et al., 2008).

Naveena et al. (2008), pişirilmiş tavuk köftelerinde depolama boyunca nar suyu ve nar kabuğu ekstraktının antioksidatif etkilerini BHT ile kıyaslamışlardır. Nar suyu ve nar kabuğu ekstraktı tavuk köftelerinin duyuusal özellikleri üzerine olumsuz etkide bulunmazken oksidasyonun engellenmesinde BHT'nin eşit oranda (100mg/kg et) kullanımından daha etkili bulunmuştur. Benzer şekilde nar kabuğu ve çekirdeği ekstraktının tavuk ürünlerinde kullanıldığı bir çalışmada kabuktan elde edilen ekstraktın ön pişirilmiş ürünlerde raf ömrünü 2-3 hafta uzattığı tespit edilmiş ancak aynı etkinin çekirdekten elde edilen ekstrakttan sağlanmadığı belirtilmiştir (Kanatt et al., 2010). Başka bir çalışmada Devatkal et al. (2010) mandalin kabuğu, nar kabuğu ve nar çekirdeği tozunun anti oksidatif etkilerini ön pişirilmiş keçi eti köftelerinde belirlemeye çalışmışlar ve elde edilen sonuçlara göre anti oksidatif etki nar kabuğu > nar çekirdeği > mandalin kabuğu şeklinde sıralanmıştır.

Keçiboynuzundan ekstrakte edilen taninlerin pişirilmiş domuz kıymalarında antioksidan etkinliğinin araştırıldığı başka bir çalışmada 6 ay süreyle donmuş olarak depolanan etlerde kontrol grubuna göre daha düşük ve kabul edilebilir TBA değerleri ve polar madde konsantrasyonu tespit edilmiştir (Bastida et al., 2009).

Jongberg et al. (2011) beyaz üzümünden elde edilen ekstraktları dana köftelerine ilave etmişler ve köfteleri modifiye atmosferde ambalajlayarak 4°C'de 9 gün süreyle depolamışlardır. Depolama boyunca köftelerde lipid (TBA sayısı ile) ve protein (karbonil sayısı ile) oksidasyonunun gelişimi izlenmiştir. Depolama boyunca ekstrakt ilave edilmiş gruplarda TBA ve karbonil sayıları kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. TBA sayısı modifiye atmosfer uygulaması ile oksijen konsantrasyonunun değişimine paralel olarak değişiklik gösterirken modifiye atmosfer uygulamasının karbonil sayısı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir.

Yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının (3000 ve 6000 ppm) çiğ ve pişirilmiş keçi etlerinde doğal antioksidan olarak kullanıldığı bir çalışmada lipid oksidasyonunun 9 günlük depolama periyodu boyunca kontrol grubu ile kıyaslandığında yavaşladığı ve antioksidatif etkinin artan konsantrasyon ile arttığı

ayrıca üzüm çekirdeği ekstraktının kırmızı rengin korunmasında oldukça etkili olduğu, yeşil çayın ise etin kırmızılık değerini azalttığı saptanmıştır (Rababah et al., 2011).

İzole edilen bu bileşikler et bilimi ve teknolojisi konusunda çalışmalar yapan araştırmacıların da ilgisini çekmeyi başarmış ve bu türden bileşiklerin et ve ürünlerindeki antioksidatif etkileri değişik araştırmalara konu olmuştur. Bu konu ile ilgili olarak mercanköşk, frenk kimyonu, karanfil, nane, muskat, köri, tarçın, fesleğen, kekik ve zencefilin et ürünlerinde kullanıldığı bir çalışmada mercanköşk ve frenk kimyonu donmuş olarak depolanan çiğ tavuk köftelerinde en etkili katkılar olarak tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan domuz eti köftelerinde ise oksidasyonun engellenmesinde en etkili baharatlar sırasıyla adaçayı, fesleğen, kekik ve zencefil olmuştur. Ayrıca mikrodalga ile ön pişirilmiş tavuk ve domuz köftelerinde de TBA ve peroksit sayısının kontrol altına alınmasında zencefil oldukça etkili bulunmuştur (Abd El-Alim et al., 1999).

Mansour and Khalil (2000), zencefil, çemen otu ve patates kabuğundan elde edilen ekstraktların dana etinden üretilen köftelerde antioksidatif etkilerini incelemişler ve en iyi sonuçların zencefil ekstraktından elde edildiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında patates kabuğu ve çemen otunun zencefile oranla sıcaklığa karşı daha dirençli olduğu ve köftelerde çemen otu ve zencefilin oksidasyonun yavaşlamasında etkili olduğu ortaya konmuştur.

Çin ve Japonya'da fonksiyonel gıda katkısı ve içecek olarak yoğun şekilde tüketilen Du-zhong adlı bitkiden elde edilen bir ekstrakt domuz etinde kullanılmıştır. Aynı çalışmada karşılaştırma amacıyla BHT kullanılmış ve 4°C'de 8 günlük depolama sonunda Du-zhong ekstraktı köftelerde lipid oksidasyonunun engellenmesinde oldukça etkin bulunmuştur. Buna ilaveten kullanılan ekstrakt üründe kırmızılık değerinin korunmasında ve metmyoglobin oluşumunun azaltılmasında önemli düzeyde etkili bulunmuştur (Xu et al., 2010).

Benzer şekilde Himalaya bölgesinde bol miktarda yetişen ve bölge ülkelerinde tedavi amaçlı olarak kullanılan ve aynı zamanda da gıda olarak tüketilebilen yabani kırmızı turp ekstraktı pişirilmiş keçi eti köftelerinde



antioksidan olarak denenmiştir. Bu bitkiden elde edilen ekstraktta fenolik madde miktarı ve anti radikal aktivite değeri yüksek bulunmuş ve %0.1 oranında ilave edilen ekstrakt soğukta depolama sırasında TBA değerini kontrol grubuna göre oldukça düşük seviyede tutmuştur. Oksidasyonun engellenmesinde etkili kullanım dozu 100mg/kg olarak tespit edilmiş ve bu katkının BHT yerine kullanılabilceği bildirilmiştir (Das et al., 2012).

Fratianni et al. (2010), tavuk göğüs etlerini içerisinde oğulotu veya kekik ekstraktı bulunan bir çözeltiye daldırarak 4°C'de 21 gün süreyle depolamışlardır. Depolama boyunca kullanılan ekstraktların etler üzerindeki antiradikal aktivite değeri yüksek kalmakla birlikte kekiğin içerdiği karvakrol nedeniyle oğulotuna göre daha iyi koruma sağladığı saptanmıştır. Kullanılan ekstraktlar etkinliğini depolama sonuna kadar koruyarak ve peroksidasyon reaksiyonlarını engellemede başarılı olmuştur.

Farklı konsantrasyonlarda (%0.05, 0.1 ve 0.2) hardal ve kimchi ekstraktı çiğ domuz kıymalarında antioksidan olarak denenmiş ve 4°C'de depolama boyunca kontrol grubuna göre kıymaların  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra ekstrakt oranının artmasıyla oksidasyon daha etkin şekilde kontrol altına alınabilmiştir. %0.2 oranında hardal ekstraktı içeren örneklerde en düşük TBA ve konjuge dien değerleri elde edilmiş, tüm gruplar değerlendirildiğinde 7. güne kadar peroksit sayısı artış gösterirken 7. günden sonra peroksit değeri azalma göstermiştir (Lee et al., 2010).

Et ürünlerinde doğal antioksidanların kullanımı ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalarda genel olarak lipid oksidasyonunun seyri takip edilmesine rağmen, protein oksidasyonunun da eş zamanlı olarak incelendiği çalışmaların da sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak domuz karaciğerinden hazırlanan ezme tipi üründe Estevez et al. (2006) BHT, biberiye ve adaçayı ekstraktlarını kullanmışlar ve ezmeleri 4°C'de 90 gün süreyle depolamışlardır. Depolama boyunca ezmelerde protein oksidasyonu, oksidasyonu tetiklediği düşünülen hem ve hem olmayan demir miktarının değişimi ile renk ve tekstür değerleri değerlendirilmiştir. Depolama boyunca protein oksidasyonunun indikatörü olan karbonil miktarında kontrol gruplarına göre önemli düzeyde artış

tespit edilmiştir. Kullanılan antioksidanlar hem demirin hem olmayan demire dönüşümünü engellemede başarılı olmuş ve ürünün tekstürü üzerine herhangi bir olumsuz etkisi göstermemiştir. Adaçayı ve biberiye ekstraktlarının BHT'ye benzer antioksidan özellikler gösterdiği ve BHT kullanımına alternatif olabilecekleri araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Benzer şekilde biberiye ekstraktı ve askorbat/sitrat karışımı dana eti köftelerine ilave edilmiş ve köfteler modifiye atmosferde depolanmıştır. Modifiye atmosfer ortamında oksijenin artması lipid ve protein oksidasyonu riskini arttırmakla birlikte, kullanılan antioksidanlardan biberiye ekstraktı lipid ve protein oksidasyonunu engellemede etkili olurken askorbat/sitrat karışımı protein oksidasyonunu teşvik etmiştir. Ortamda oksijenin artması ile kırmızı renk daha iyi korunmuş rengin korunmasında askorbat/sitrat kullanımı etkili bulunurken, biberiye ekstraktının renk üzerine etkisi gözlenmemiştir (Lund et al., 2007).

Avokado kabukları ve çekirdeğinden elde edilen ekstraktın domuz eti köftelerinde doğal antioksidan olarak kullanıldığı bir çalışmada kullanılan ekstraktın köftelerin kırmızılık değerindeki kayıpları azalttığı, parlaklık değerini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca depolama boyunca avokadonun protein oksidasyonunun göstergesi olan karbonil miktarını da azalttığı belirtilmiştir (Rodriguez-Carpena et al., 2011 a).

Başka bir çalışmada Farvin et al. (2012) patates kabuğundan su veya etil alkol kullanılarak elde edilen ekstraktları 2.4 ve 4.8 g/kg olacak şekilde iki farklı konsantrasyonda istavrit balıkları üzerinde denemişlerdir. 5°C'de depolama boyunca etanolik ekstraktların protein oksidasyonunu engellemede daha başarılı olduğunu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak bu etkinin daha güçlü olduğunu belirlemişlerdir. Ancak aynı etki su ile elde edilen ekstraktlarla sağlanamamıştır.

Kolay bozulma eğiliminde olan et ve et ürünleri, tüketici talebinin artışıyla yüksek kalitede, modern, doğal ve güvenilir bir ambalaja gereksinim duymaktadır (Brody 2005). Son yıllarda, kolay bozulan diğer gıdalar gibi et ve et ürünleri için de geleneksel olarak bir ambalaj materyalinden beklenen korumanın yanında ek avantajlar sağlayan ambalaj materyalleri ve teknolojileri konusunda yeni

yaklaşımlar üzerinde çalışılmaktadır (Krochta and De Mulder-Johnston 1997, Devlighere et al.2004). Aktif ambalajlama gibi yeni ambalaj sistemleri bu teknolojiler içinde araştırmaların yoğunlaştığıuygulamalardan biridir. Aktif ambalajlama gıdayı sadece dışetkilere karşı korumakla kalmayıp, bünyesine katılan aktif ajanlarla raf ömründe uzama sağlayan bir teknolojidir. Aktif ambalajlama uygulamalarından biri olan antioksidan özellikteki film ve kaplamalarla ambalajlama, özellikle taze et ve et ürünlerinde gelecek vaat eden bir gıda koruma tekniğidir (Vermeiren et al.1999).

Yeni ambalaj sistemlerinden aktif ambalajlama, ambalaj materyaline uçucu veya uçucu olmayan çeşitli maddelerin ilavesiyle, gıda ile ambalaj materyali veya ambalaj atmosferi arasındaki etkileşim sağlayarak, ambalaj iç atmosferinde değişim yaratmaktadır. Böylece ürün, dış çevreden kaynaklanan olumsuz etkilerden aktif bir şekilde korunmakta, tüketiciye kaliteli ve güvenli gıdaların sunulmasını sağlamaktadır. Amaç, gıda güvenliğinin yanında, ürünün beslenme ve duysal kalitesinin sürekliliğinin de sağlanması ve raf ömrünün uzatılmasıdır (Rooney 1995, Kerry et al. 2006).

Aktif ambalajlama uygulamalarında amaca bağlı olarak oksijen tutucular, etilen tutucular, karbondioksit düzenleyiciler, antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki maddeler ambalaj materyallerine ilave edilmektedir (Appendini and Hotchkiss 2002).

### **2.3 Yenilebilir Filmler ve Antioksidan Ambalajlama**

Gıda endüstrisinde ambalajlama; koruma, taşıma, kolaylık ve bilgilendirmeyi amaçlar. Gıdanın içinde bulunduğu ambalaj materyali fiziksel koruma ve yeterli raf ömrü sağlamak için ürün etrafında gerekli olan fiziko kimyasal koşulları sağlamaktadır (Sarıküş, 2006).

Ambalaj, çeşitli şekillerde yüzyıllardır kullanılmakta olup, taşıdığı ürünü çevresindeki olumsuz etmenlere karşı korur. Son yıllarda gıda ambalajları teknolojisindeki gelişmelerle özellikle ürünün gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarına karşı korunması ve raf ömrünün uzatılması etkin bir şekilde

sağlanmıştır (Brody, 2001). Gıdaların taşınması ve depolanmasında kullanılan ambalaj teknolojisinde amaç, üretimden tüketime kadar gıda tedarik zincirinin tüm aşamalarında, ürünü sağlık açısından olumsuz etkilere, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaya karşı korumak ve böylece kalitenin sürekliliğini sağlamaktır (Cutter 2006). Ürünü dış faktörlerden korumada bariyer olarak kullanılan ambalaj materyaline ekstra özellikler kazandırılması veya ambalaj materyali ile birlikte bazı koruyucuların kullanılması aktif ambalajlama olarak tanımlanmaktadır (Brody, 2002). Bu ilave özellikler ambalajlanmış ürüne daha uzun süre dayanma gücü, daha iyi koruma koşulları, daha kaliteli ürün sağlama gibi özellikler kazandırır (Kester ve Fennema, 1986; Han, 2000).

Ambalajlama endüstrisinde görülen hızlı gelişimlere paralel olarak, son yıllarda, sadece bariyer özelliğinden dolayı sınırlı etki gösteren klasik ambalajlama tekniklerinden beklenen korumanın yanında ek avantajlar sağlayan yeni ambalaj materyalleri ve teknolojileri geliştirilmektedir (Rooney 1995, Kerry et al. 2006).

Yenilebilir film ve kaplamaların aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Tüketicilerin yüksek kalite ve uzun raf ömrü olan gıdalara olan taleplerindeki artış ve çevredeki geri dönüşümlü ambalajlara olan ihtiyaç yenilebilir film ve kaplamalarla yapılan araştırmalara olan ilgiyi artırmıştır. Son yıllarda yenilebilir film kaplama ve/veya biyolojik olarak parçalanabilen film geliştirilmesi ve antimikrobialların bunlara katılması ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Yenilebilir film sistemlerinde antimikrobiyal madde yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçmektedir. Böylelikle film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyal madde kalmakta ve mikroorganizmalara karşı daha uzun süre etki göstermektedir. Yenilebilir film ve kaplama materyali ürün üzerine sürülerek, püskürtülerek veya daldırmak suretiyle ürün üzerinde ince bir tabaka oluşması sağlanır. Son yıllarda geri dönüşümlü ambalaj yapımında doğrudan da kullanılmaktadır. Üretimi pahalı olmayan çevreyle dost çözünebilir yenilebilir ambalaj materyalleri sentetik maddelerin kullanımını önemli şekilde azaltma avantajına sahiptirler (Campos ve et al. 2011).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda, yağlar (katı yağlar, balmumlarıyla da sıvı yağlar), polisakkaritler (nişasta, alginat, selüloz eteri, kitozan, karragenan ya da pektin) ya da proteinlerden (kazein, peyniraltısuyu proteini, jelatin, fibrinojen, soya proteini, buğday gluteni, mısır zeini ya da yumurta albumini) yapılan yenilebilir film ve kaplamaların et ve ürünlerinde teknolojik kaliteyi iyileştirmesinin yanısıra gıdaların tazelik ve güvenliğini artırdığı, ileri işlem görmüş et ürünlerinde nem kaybını ve yağ oksidasyonunu azalttığı renk kaybını önlediği ve patojen mikroorganizmaları kontrol altına aldığı görülmüştür. Bunlar içerisinde gıda teknolojisinde en yaygın olarak kullanılanlar polisakkarit ve protein kaynaklı film ve kaplamalardır (Gennadios et al. 1997).

Yenilebilir film ve kaplamaların aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Tüketicilerin yüksek kalite ve uzun raf ömrü olan gıdalara olan taleplerindeki artış ve çevredeki geri dönüşümlü ambalajlara olan ihtiyaç yenilebilir film ve kaplamalarla yapılan araştırmalara olan ilgiyi artırmıştır. Son yıllarda yenilebilir film kaplama ve/veya biyolojik olarak parçalanabilen film geliştirilmesi ve antimikrobiyal katkıların filmlere eklenmesi ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır.

Yenilebilir filmler hammadde kaynağına göre polisakkarit, yağ ve protein filmler olmak üzere 3 ana grupta sınıflandırılabilir (Kester ve Fennema, 1986). Yenilebilir filmlerin potansiyel uygulamaları ve özellikleri pek çok bilimsel çalışmada incelenmiştir. Yenilebilir filmler genel olarak iyi oksijen bariyerleridir. Böylece aerobik mikroorganizmalardan kaynaklanan mikrobiyal bozulmaları ve yağların oksidasyonu gibi biyokimyasal bozulmaları engelleyebilirler (Aymerich et al. 2008). Yenilebilir filmler gıda sistemlerindeki oksijen, karbondioksit transferini kontrol edebildikleri gibi su buharı ve yağ transferini düzenleyerek bu konuda potansiyel çözümler sunmaktadırlar. Yenilebilir filmler ayrıca gıda sistemlerinin fiziksel özelliklerini geliştirir, uçucu tat ve aroma kaybını kontrol altında tutar (Kester ve Fennema, 1986; Mc Hugh ve Krochta, 1994). Yenilebilir film ve kaplamalar çok bileşenli gıdalar da farklı bileşenleri ayırmak için de kullanılabilir, böylece gıdanın kalitesini artırırlar. Hidrofilik yapılarından dolayı protein ve polisakkarit kökenli filmler etkin oksijen ve karbondioksit bariyerleridir; fakat bu özelliklerinden dolayı su buharı geçişine dayanıklılıkları

daha sınırlıdır. Yağ kökenli ambalaj materyalleri nem geçişine dayanıklı fakat protein ve polisakkarit kökenli materyallere göre mekanik olarak daha zayıftırlar (Coma, 2008).

Yenilebilir film ve kaplamalar, tüketim sırasında olumsuz etki yaratmamak için mümkün olduğunca kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak olmalı, gıda maddesi ile uyum göstermelidirler (Kester ve Fennema, 1986; Zhou et al. 2010).

Çevre bilincinin gelişmesiyle, tüketicinin doğal, dönüşümlü ve biyobozunur ambalaj materyallerine olan talebi, ambalaj endüstrisini doğal ve dönüşümlü ambalaj materyalleri geliştirmeye yöneltmiştir. Biyobozunur ambalaj materyalleri içinde, genel olarak oksidatif ve fiziksel strese karşı da iyi bir bariyer oluşturmaları nedeniyle antimikrobiyal ve antioksidan ambalajlamada kullanım potansiyeline sahip biyopolimerlerden üretilen yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımı son yıllarda oldukça ilgi görmektedir (Cutter 2006).

Son yıllarda doğal bitkiler ile bunlardan elde edilen aktif maddelere gösterilen ilginin artması, antioksidan ambalajlama uygulamalarında yenilebilir ambalaj materyallerine daha çok doğal antioksidan özellikteki maddelerin dahil edilmesini yaygınlaştırmıştır. Bu amaçla antioksidan özellikteki baharat, çeşitli bitkilerin ekstraktları ve doğal renk pigmentlerinin kullanımı önem taşımaktadır (Oussalah et al. 2004).

Wu et al. (2004) ön pişirilmiş sığır köftelerine uyguladıkları çeşitli bileşenlerden elde edilen yenilebilir filmlerin daldırılarak ve sarılarak uyguladığında daldırma yönteminde lipid oksidasyonunun engellenmesinde etkili film bileşeni olarak buğday gluteni olduğunu belirtmişlerdir. Sarma yönteminde ise karragennanın en etklili olduğunu belirtmişlerdir.

Wu et al. (2001) nişasta-aljinat kompozit filmlere ekledikleri stearik asit ve tokoferollerin ön pişirilmiş sığır köftelerinde yağ oksidasyonuna ve nem kaybına etkilerini incelediklerinde, nem kaybının engellenmesinde stearik asit eklenen filmin yağ oksidasyonunun engellenmesinde ise tokoferol eklenen filmin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ouattara et al. (2002) %23 yağlı sığır köftelerinde, gama ışınlama uygulaması, %0,5 askorbik asit ilavesi ile kekik, adaçayı ve biberiye içeren süt proteini bazlı yenilebilir filmlerin ayrı ayrı ve kombine uygulanmasının etkilerini belirledikleri bir çalışmada, askorbik asit ile beraber baharat karışımını içeren yenilebilir filmlerin uygulandığı örneklerde, ışınlama uygulanan örneklerin aksine TBA değeri olarak belirlenen lipid oksidasyonu ve -SH grupları olarak belirlenen protein oksidasyonunun engellendiğini, bunun da örneklere ilave edilen askorbik asitin ve antioksidan ambalaj içinde yer alan baharatın aktif maddelerinin etkilerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Mikrobiyolojik değerlendirmede ise ışınlama ile antioksidan yenilebilir filmlerin birlikte kullanıldığı örneklerde en yüksek inhibisyon etkisi gözlenmiştir.

Lee et al. (2004) alfa-tokoferol ve nisin içeren antimikrobiyal ve antioksidan kaplamaların etkilerinin emülsiyon model çalışmada, 10°C'da 12 gün boyunca incelemişler, nisin ve alfa-tokoferolün emülsiyona sırasıyla %9 ve %6 düzeyinde geçiş gösterdiklerini, bu düzeylerde nisin antibakteriyel etkisinin ve alfa-tokoferolün lipid oksidasyonunu geciktirici etkisinin önemli düzeyde olduğunu saptamışlardır.

Kodal (2008). antioksidan özellikteki iki farklı çeşit kekik uçucu yağı mercanköşk (*Oregano- Oreganum heracleoticum L.*) ve bahçe kekiği (*Thyme- Thymus vulgaris L.*) ilave edilerek hazırlanmış soya proteini kaynaklı yenilebilir filmlerin, soğuk muhafaza (4°C) boyunca taze sığır kıymasının oksidatif ve renk stabilitesi üzerine etkilerini belirlediği çalışmada, kekik yağı uygulanmış kıymalarda TBA değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu saptamıştır. Kekik uçucu yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış örnek gruplarında daha yüksek a\* değeri gözlenmiştir. Yapılan duyu analizi sonucunda görünüş, renk ve yapı özellikleri açısından gruplar arası fark gözlenmemiş, ancak, kekik uçucu yağı içeren gruplarda koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerine ait puanların diğer gruplara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

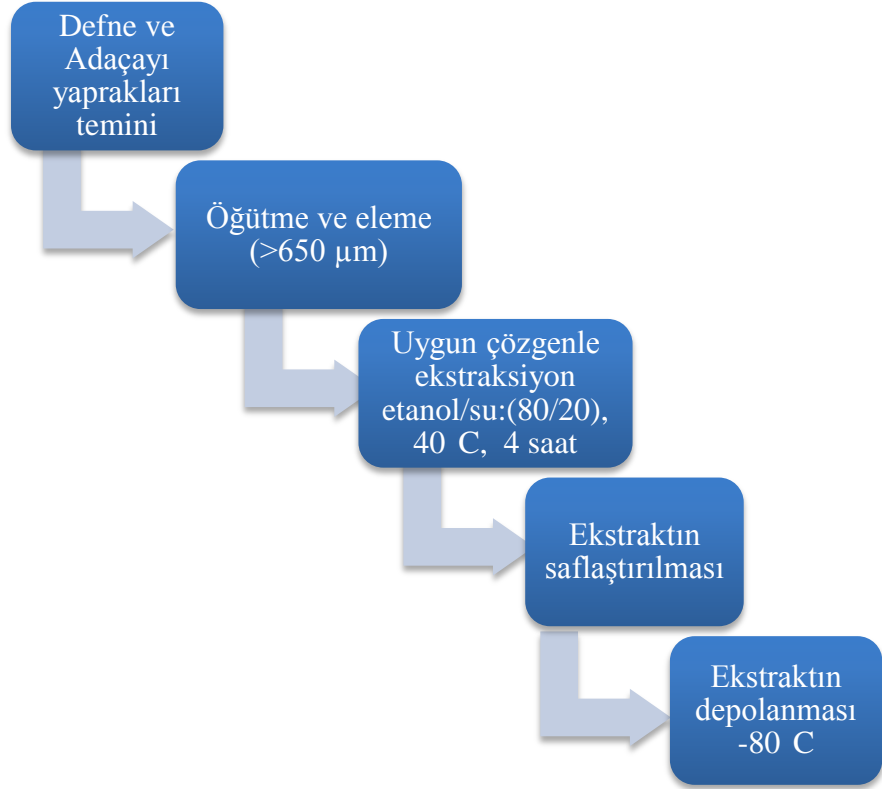
##### **3.1.1 Et ve yağ**

Köfte üretiminde İzmir piyasasından sağlanan ölüm sertliği evresini tamamlamış sığır karkaslarının but bölgesinden alınan etler ve sert kıvamlı, okside olmamış sığır örtü yağları kullanılmıştır. Et, görünen yağ ve bağ dokularından ayrıldıktan sonra kıyma makinesinin 3 mm'lik aynası kullanılarak kıyma haline getirilmiştir. Formülasyonda yağ oranını ayarlamak için kullanılan örtü yağları da kıyma makinesinin 3 mm'lik aynasından geçirilerek kıyılmıştır.

##### **3.1.2 Adaçayı ve defne ekstraktı eldesi**

Ekstrakt elde edilmesi amacıyla kullanılan adaçayı ve defne yaprakları Kemalpaşa İzmir'de bulunan Defne Dış Ticaret Ve Tarım Ürünleri A.Ş. den temin edilen bitkiler aynı gün içerisinde Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Et Ürünleri İşleme Pilot Tesisine getirilmiştir. Getirilen adaçayı ve defne yaprakları çekiçli değirmende (Brook Crompton) öğütüldükten sonra standart eleklerden (Prüfsieb Jel 200) geçirilmiş ve ekstrakt eldesinde 650µm üzerindeki partiküller kullanılmıştır. Elenmiş adaçayı ve defne yapraklarından 15'er g'ı filtre kağıdı üzerine tartılmış ve filtre kağıdı sıkıca katlanarak bir kavanoz içerisinde 100 ml etanol/su:(80/20) karışımı ile 40°C'de 4 saat süreyle çalkalamalı su banyosunda muamele edilip fenolik bileşenler ekstrakte edilmiştir. Çözgen ekstrakt karışımı Whatman No. 40 filtre kağıdı üzerinden süzölmüş ve ardından süzöntü vakum altında rotary evaporatörde (IKA) alkolik kısım uzaklaştırılana dek muamele edilmiş ve geriye kalan sulu kısım kullanılıncaya dek -80°C'de depolanmıştır.





Şekil 3.1 Adaçayı ve defne ekstraktı eldesi.

### 3.1.3 Yenilebilir film materyali

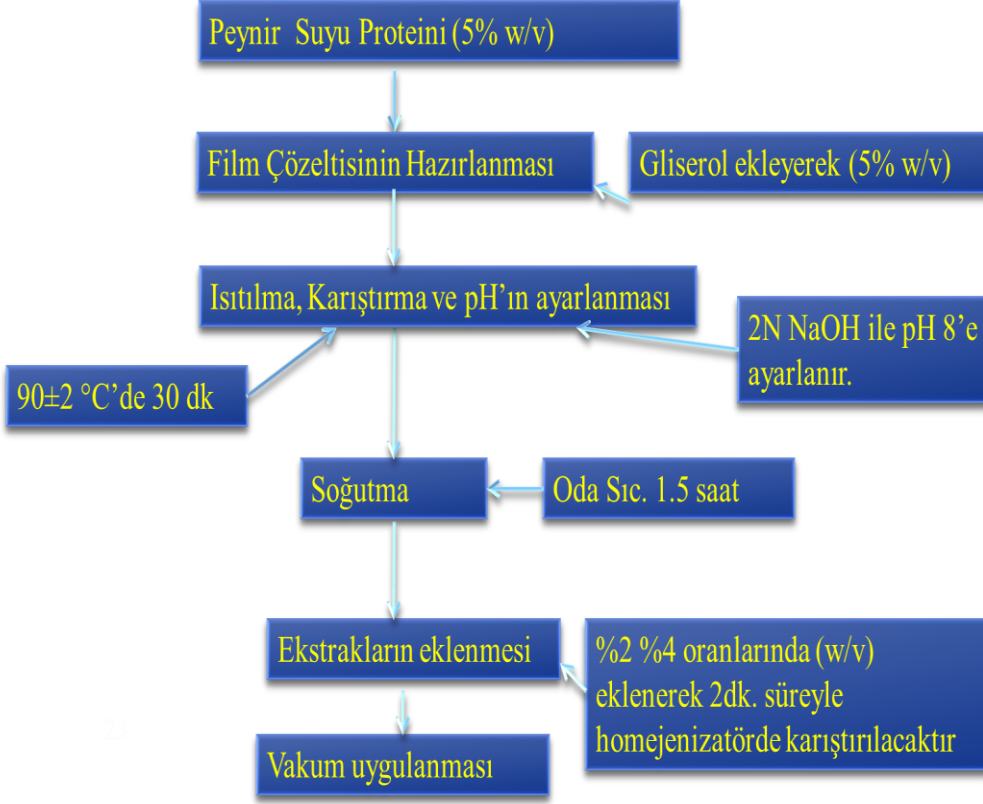
Yapılan çalışmada yenilebilir film materyali üretmek amacıyla “BiPRO, Le Sueur, MN, USA”dan temin edilen peynir altı suyu protein izolatu (>95 protein içeriği) kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Yenilebilir film üretimi

Peynir altı suyu proteininden yenilebilir film hazırlanmasında, Seydim and Sarikus (2006) tarafından önerilen yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Protein izolatu olarak peynir altı suyu proteininden yararlanılmıştır. Peynir altı suyu proteinini (5% w/v) saf suda, plastikleştirici olarak gliserol ekleyerek (5% w/v) çözülüp,  $90 \pm 2$  °C’de 30 dk. süreyle pH’sı 8 olacak şekilde karıştırılmıştır. pH 2N NaOH ile ayarlanmıştır. Isıtma işleminden sonra hızlı bir şekilde oda sıcaklığına soğutmuştur. Ekstrakt eklenmeyen, 4 kat peynir bezi ile süzölmüş

film çözeltisinden plastik Petri kaplarına  $15 \pm 0,1$  g tartılmış ve  $30^{\circ}\text{C}$  deki kurutma dolabında 72 saat kurutulmuştur.

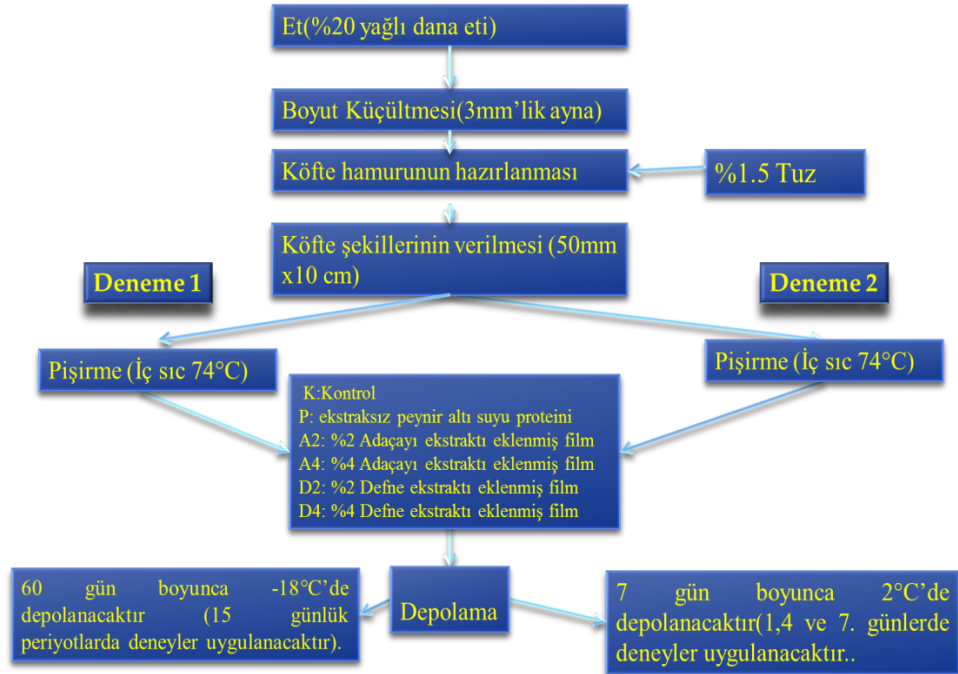


Şekil 3.2 Yenilebilir film üretimi ve ekstraktların biraraya getirilmesi.

Adaçayı ve defne ekstraktı içeren film üretiminde ise ekstaktlar yukarıda belirtilen peynir altı suyu proteini çözeltisi hazırlama aşamalarıyla aynı şekilde hazırlanan film çözeltisine eklenmiştir. Bu amaçla, %2 ve %4 (w/v) oranlarında defne ve adaçayı ekstraktlarından eklenerek 2 dk İka Marka Ultra-Turrax T25 model homojenizatörü ile 13.500 g'de 1 dk süreyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra oluşan hava kabarcıkları 4 katlı peynir bezinden vakum pompası kullanılarak süzölmüş ve elde edilen film çözeltisinden plastik petri kaplarına  $15 \pm 0,1$  g tartılarak  $30^{\circ}\text{C}$ 'deki kurutma dolabında 72 saat kurutulmuştur.

### 3.2.2 Köfte üretimi ve yenilebilir film uygulaması

Köfte üretiminde  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de et ve yağ kullanılmış ve kıyma makinesinin 3 mm'lik aynası kullanılarak kıyma haline getirilen etin yağ oranı, sığır et yağı ile %20'ye ayarlanmış % 1,5 tuz eklenmiştir. Kıyma karışımları yaklaşık 20 dk el ile yoğurulmuş ardından 7 cm çapında ve 1 cm yüksekliğindeki şekil vericilerle şekillendirilmiştir. Şekil verilen her bir grup merkez nokta sıcaklığı  $72^{\circ}\text{C}$ 'ye gelene dek elektrikli fırında (Arçelik) pişirildikten sonra 6 gruba ayrılmıştır. Kontrol (K) grubuna film uygulanmamıştır. 2. gruba (P) ekstrakt eklenmemiş peynir altı suyu proteini filmi köftenin alt ve üst yüzeyine yerleştirilmiştir. 3. (A2) ve 4. (A4) gruplara %2 ve %4'lük adaçayı ekstraktı ilave edilmiş P grubunda olduğu gibi filmler köftelerin altına ve üstüne yerleştirilmiştir. Aynı şekilde 5. (D2) ve 6. (D4) gruplara da %2 ve %4 oranında defne ekstraktı eklenip diğer film uygulanmış gruplar gibi köftelerin altına ve üstüne film yerleştirilip  $2^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün (1. 4. ve 7. günlerde deneyler uygulanmıştır.) ve  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de 2 ay (15 günlük periyotlarla deneyler uygulanmıştır.) olmak üzere 6 farklı deneme grubu şeklinde kapaklı polietilen kaplar içerisinde depolanmıştır.



Şekil 3.3 Yenilebilir film kaplı köfte üretimine ait deneme deseni.

### 3.2.3 Köfte analizleri

#### 3.2.3.1 Nem analizi

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

#### 3.2.3.2 Yağ analizi

Örneklerde yağ miktarı Flynn and Bramblett (1975)’e göre saptanmıştır. 10 g örnek blenderda 100 ml metanol:kloroform(1:2) karışımıyla parçalanmıştır. Karışım ayırma hunisine filtre kâğıdından huni yardımıyla süzölmüştür. Filtre kâğıdında kalan örnek 2. kez 100 ml metanol:kloroform çözeltisiyle parçalanıp ve ayırma hunisi içerisine süzölmüştür. Ayırma hunisine 20 ml %0,5’lik CaCl<sub>2</sub> ilave edilerek etkin bir şekilde çalkalanmıştır. Ayırma hunisini 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.

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

#### 3.2.3.3 Protein analizi

Kjeltec azot tayin düzeneğinde örneklerin % azot miktarları belirlenmiş ve bu değerin 6.25 faktörüyle çarpılmasıyla protein miktarları % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

#### 3.2.3.4 Kül analizi

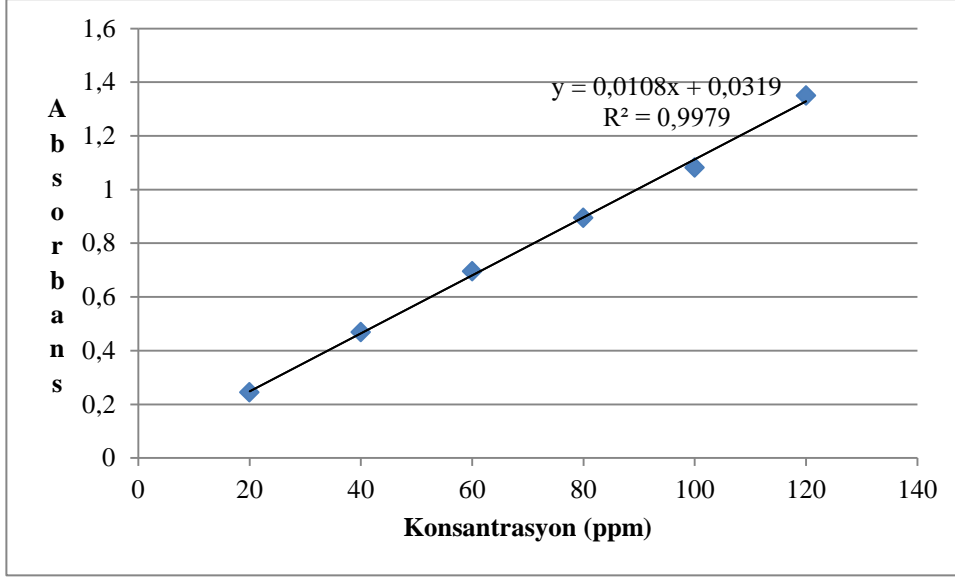
Örneklerin kül miktarları, 3-5 g örneğin 550 °C’ye ayarlanmış kül fırınlarında esmer lekeler kalmayıncaya kadar yakılmasıyla meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

### **3.2.3.5 Renk ölçümü**

Köfte örneklerinin renk analizi Hunter lab (Miniscan XE Plus, ABD) renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. CIE L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) renk değerleri aletin konumu değiştirilerek 4 ayrı okuma ile kuartz örnek kabı içerisinde yapılmıştır (Anonymous, 1976).

### **3.2.3.6 Fenolik madde miktarının belirlenmesi**

Köftelerde fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu (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 aktararak, 0,5 mL seyreltilen ekstrakt üzerine 0.2 N 2.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Bu karışım üzerine 2 ml %7,5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi eklenerek fenolik hidroksil gruplarının hidrojenlerini suya vermeleri sağlanmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen karışımların maviye dönen renginin absorbansı 760 nm de ölçülmüştür. Kör çözelti için 05 mL ekstrakt yerine aynı miktarda saf su, kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması, içinde 0,5 mL ilgili standart çözeltiden ilave edilmiştir. Örneklerin toplam fenol miktarı standart gallik asit çözeltisinin 6 farklı konsantrasyonun absorbansının ölçülmesi ile doğrusal bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (Şekil 3.4) Sonuçlar elde edilen eğrinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.4 Gallik asit konsantrasyonu eğrisi.

### 3.2.3.7 Antiradikal aktivitenin belirlenmesi

Köfte örneklerinde antiradikal aktivite DPPH yöntemi ile Fratianni et al. (2010)'a göre belirlenmiştir. 1 g örnek 10 ml metanol ile homojenize edilmiş ardından 10 dk boyunca 1500x g'de santrifüj (Nüve, Türkiye) edilmiş ve süpernatanttan 0,1 mL alınarak vialler içerisine eklenmiştir. Her bir vial 5 ml 0,1 mM konsantrasyonlu DPPH çözeltisi eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve 27 °C' de inkübe edilmiştir. 20 dk sonunda absorbanslar 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör çözelti olarak saf metanol, kontrol çözeltisi olarak 0,1 mL ekstrakt yerine 0,1 mL su eklenmiştir. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin bir ölçüsü olan %ARA değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

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

A<sub>k</sub>: Kontrolün absorbansı

A<sub>ö</sub>: Örneğin absorbansı

### **3.2.3.8 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 dak. karanlıkta bekletilmiştir. Ardından erlen içerisine 30 ml saf su ve 1ml %1'lik çözünebilir nişasta çözeltisinden ilave edilerek 0.01 N sodyum tiyosülfat çözelti ile titre edilerek ve sonuç aşığıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuç meqO<sub>2</sub>/kg örnek olarak ifade edilmiştir ( AOAC, 1995).

$$\text{peroksit sayısı} = \frac{[(S-B) \times N \times 1000]}{W}$$

S: Titrasyonda harcanan tiyosülfat (ml)

B: Kör için harcanan tiyosülfat (ml)

N: Tiyosülfat Normalitesi (ml)

W: Örnek Ağırlığı

### **3.2.3.9 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 içerisine tartılmış ve balon joje iso oktan ile hacme tamamlanmıştır (Burada örneğin iso oktanla yavaşça çözüldürülmesine dikkat edilmelidir.). Kör numune olarak iso oktan kullanılmıştır. Ardından örneğin absorbans değeri 233 nm'de spektrofotometre ile ölçülmüş ve aşığıdaki eşitlik kullanılarak konjuge dien sayısı hesaplanmıştır (IUPAC, 1992).

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

$$\varepsilon = \text{Molar Absorbance Extinction Coefficient} = 2.525 \times 10^4$$

L= Küvet Yol Uzunluğu=1 cm.  $A_{233}$ = 233 nm'deki absorbans değeri.

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

### **3.2.3.10 TBA analizi**

Lipid oksidasyonu son ürünlerini saptamak amacıyla TBA analizi Witte et al. (1970)'e göre yapılmıştır. 5g örnek erlene tartılmış ve üzerine 50 ml %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde 2dak süreyle parçalanmıştır. Karışım üzerine 50 ml su konularak 1 dak daha parçalanmış ve karışım 100 ml'lik balon jojeye bir huniden filtre kâğıdı yardımıyla süzümüştür. Balon joje 100 ml'ye 1:1 TCA/Su çözeltisi ile tamamlanmıştır. 5 ml süzüntü 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 ölçümüştür. Absorbans değerleri 5.2 faktörü ile çarpılarak kg üründeki oluşan mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır.

### **3.2.3.11 Para anisidin değeri analizi**

Lipid oksidasyonu son ürünlerini belirlemek amacıyla para anisidin değeri analizi IUPAC (1987)'e göre yapılmıştır. 0,5 g yağ örneği 25 ml'lik balon jojede hekzan ile çözüdüürülmüş ve absorbansı ( $A_1$ ) kör olarak hekzana karşı 350 nm'de okunmuştur. Bu çözüdüütiden 5 ml alınarak üzerine 1ml %0.25'lik para anisidin çözeltisi ilave edilmiş ve 10 dakika sonra yine 350 nm'de absorbans( $A_2$ ) para anisidin içeren hekzana karşı (kör) okunmuştur. Para anisidin değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.



$$P - a. v. = \frac{25 \times (1,2_{A2} - A_1)}{\text{yağ ağırlığı}}$$

### **3.2.3.12 Duyusal değerlendirme**

Köfte örnekleri 8 kişiden oluşan eğitimli panelistler tarafından puanlama ve lezzet profili testi kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Panelistler iki kez tekrarlanan eğitim paneli ile eğitilmişlerdir. Eğitimlerde panelistlere pişmiş dana köftelerinin görünüş, sululuk, gevreklik gibi genel özelliklerini puanlama testi kullanarak değerlendirmesi hakkında bilgi verilmiştir.

Pişirilmiş köfte örnekleri panel öncesi mikrodalga (1 dk, 900W) fırında (Beko, Türkiye) ısıtılarak ve panelistlere ılık olarak servis edilmiştir. 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(Nadarajah et al.2005).

Panel günde iki kez olmak üzere toplam 6 örnekte gerçekleştirilmiş ve örnekler 3 haneli rastgele kodlama sistemine göre sunulmuştur. Örnekler arasında ağızdaki tadı nötrlemek için panelistlere su ve tuzsuz ekmek servis edilmiştir (AMSA, 1995).

### **3.2.3.13 İstatistiksel Analiz**

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 15.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir (SPSS, 2006).

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1 Adaçayı ve Defne Ekstraktına Ait Bulgular**

#### **4.1.1 Adaçayı ve defne ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı**

Adaçayı ve defneyapraklarından elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan adaçayı ve defne ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı kuru madde üzerinden adaçayı ekstraktında  $63,49 \pm 0.95$  g gallik asit eşdeğeri/100g, defne ekstraktında ise  $81,68 \pm 0.56$  g gallik asit eşdeğeri/100g olarak belirlenmiştir. Adaçayı ve defnenin toplam fenolik madde miktarlarına ait değerler literatürde farklılık göstermektedir. Farklılığın kaynağı olarak kullanılan bitkilerin çeşidi, ekstraksiyon yöntemi (çözgen tipi, süre sıcaklık) ve fenolik asit eşdeğeri (gallik asit, tannik asit, kafeik asit v.b) gösterilmektedir (Pizzale et al. 2002, Hinneburg et al. 2006). Hinneburg et al. (2006) defne de  $92$  g/100g toplam fenolik madde tespit etmişlerdir. Matkowski et al. (2008) adaçayın da  $62,2$  g/100g olarak bulmuşlardır.

### **4.2 Ham Maddenin ve Köftenin Kimyasal Bileşimi**

Köfte üretiminde kullanılan dana kıyması % 61,4nem, %16,7 yağ, % 20,1 protein ve %1,6 kül içermektedir. Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonu Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Ham madde olarak kullanılan kıymanın kimyasal bileşimi (%).

Örnek	Nem(%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)
<b>K</b>	55.84 <sup>a</sup> ±1.12	19.39±1.60	22.32±0.91	2.15±0.19
<b>P</b>	54.60 <sup>b</sup> ±0.98	19.96±0.95	22.82±0.85	2.42±0.15
<b>A2</b>	55.12 <sup>ab</sup> ±0.76	19.63±0.86	22.70±0.88	2.35±0.22
<b>A4</b>	54.92 <sup>b</sup> ±0.65	19.83±0.92	22.66±0.78	2.37±0.32
<b>D2</b>	55.06 <sup>ab</sup> ±0.85	19.93±0.78	22.48±0.76	2.31±0.09
<b>D4</b>	54.72 <sup>b</sup> ±0.77	19.18±0.87	22.54±0.82	2.40±0.15

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örneklerin nem miktarları %54.6 - %55.8, yağ miktarları %19.1 - %19.9, protein miktarları %16.4 - %17.6 ve kül miktarları %2.1 - %2.4 arasında değerler almıştır. Köfte örneklerinin nem değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.05). Özellikle P, A4 ve D4 grupları önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Filmle kaplanmış gruplarda belirlenen düşük nem içeriği, örnek yüzeyine uygulanan yenilebilir filmlerin örnek içindeki nemi bir miktar absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca örneklerin nem miktarı artan yağ miktarına bağlı olarak kıymadan daha düşük bulunmuştur. Örneklerin nem miktarları TSE Çiğ Köfte Standardında izin verilen maksimum %65 nem miktarı değerinden düşük bulunmuştur (Anonim, 1992). Benzer sonuçlar Anderson ve Berry (2001) tarafından bezelye lifi ilaveli sığır eti köftelerinde, Yılmaz and Dağlıoğlu (2003) tarafından yulaf kepeği ilaveli köftelerde ve Turhan et al. (2005) tarafından fındık zarı ile hazırlanan sığır eti hamburgerlerinde belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem bölümünde belirtildiği gibi, sığır eti köftelerinin yağ miktarı %20' ye ayarlanmış ve bu ayarlamada TS 10580 Köfte Standardı' ndaki toplam yağ miktarının en çok %25 olabileceği hükmü dikkate alınmıştır (Anonim, 1992). Çizelgede de görüldüğü gibi köftelerin yağ miktarları hedeflenen değere yakın bulunmuş ve bu nedenle örneklerin yağ miktarları arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır (p>0.05).

Köftelerin protein miktarları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). TS 10580 Köfte Standardı' nda köftelerde en az %12 protein bulunması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 1992). Bu değer dikkate alındığında köftelerin protein miktarlarının standarda uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Benzer protein miktarları Akarpat (2006) tarafından bitkisel ekstrakt ilaveli sığır eti köftelerinde de belirlenmiştir.

Tuz ve diğer mineral maddelerin toplamından oluşan kül miktarı örnekler arasında farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ). Bu durum kullanılan ekstrakt miktarının çok az olması ve diğer bileşenlerin oransal olarak değişiklik göstermesine bağlanabilmektedir.

#### **4.2.1 I. Deneme: Soğukta (2°C) depolanan köftelere ait bulgular**

##### **4.2.1.1 Renk değerleri**

Et rengi, tüketici kabulü için en önemli kriterlerden biri olup, etin tazeliği ve kalitesiyle yakından ilişkilendirilmektedir. Etin renk pigmentlerinden olan myoglobin ve hemoglobinin etteki konsantrasyonu, ışık, sıcaklık, etin depolama süresi ve ambalajlama yöntemi gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Çoğu kez bu faktörlerin kombinasyonu et rengini belirlemektedir (Hettiarachchy et al., 1996). Günümüzde rengin belirlenmesinde objektif kriterler olan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (2°C) boyunca 1., 4. ve 7. günlerdeki CIE  $L^*$  (parlaklık) değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE L\* (parlaklık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	32,30±1,11 <sup>abB</sup>	33,15±2,22 <sup>abAB</sup>	35,42±1,35 <sup>aA</sup>
<b>P</b>	35,65±1,71 <sup>aA</sup>	36,25±2,09 <sup>aA</sup>	36,24±1,69 <sup>aA</sup>
<b>A2</b>	33,82±2,39 <sup>abA</sup>	31,99±4,66 <sup>abA</sup>	33,24±2,82 <sup>abA</sup>
<b>A4</b>	31,37±2,51 <sup>abA</sup>	28,52±4,21 <sup>bA</sup>	30,3±2,60 <sup>bA</sup>
<b>D2</b>	30,89±3,46 <sup>bA</sup>	30,65±1,45 <sup>bA</sup>	31,15±2,48 <sup>bA</sup>
<b>D4</b>	31,68±4,49 <sup>abA</sup>	32,86±2,39 <sup>abA</sup>	31,25±3,67 <sup>bA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte  
A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte  
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Köfte örneklerinin L\* değerleri 28.52 ile 36.25 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2). 1. günde D2 grubunun diğer gruplardan istatistiki açıdan farklılık gösterdiği görülmüştür. Genel olarak gruplar kendi aralarında kıyaslandığında, A4 grubunun 7 günlük depolama süresince en düşük (p<0,05) L\* değerleri gösterdiği saptanmıştır.

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (2°C) boyunca 1., 4. ve 7. günlerdeki CIE a\* (kırmızılık) değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Örneklerin kırmızılık değeri 6.08 ile 14.95 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). P grubunun depolama süresince a\* değerinin arttığı görülmüş fakat istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. A4 ve D4 gruplarının düşük a\* değerleri adaçayı ve defne ekstraktının yoğunluğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3 2°C'de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE a\* (kırmızılık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	12.03±2.49 <sup>abAB</sup>	13.98±1.28 <sup>aA</sup>	9.29±2.63 <sup>bcB</sup>
<b>P</b>	13.19±2.03 <sup>aA</sup>	14.23±1.13 <sup>aA</sup>	14.95±1.37 <sup>aA</sup>
<b>A2</b>	13.24±2.23 <sup>aA</sup>	12.20±0.61 <sup>aA</sup>	8.83±1.89 <sup>bcB</sup>
<b>A4</b>	7.44±0.62 <sup>cA</sup>	6.91±0.64 <sup>bAB</sup>	6.08±0.62 <sup>cB</sup>
<b>D2</b>	9.89±0.64 <sup>bcA</sup>	8.76±1.79 <sup>bAB</sup>	7.72±0.99 <sup>bcB</sup>
<b>D4</b>	7.28±1.31 <sup>cA</sup>	7.33±2.10 <sup>bA</sup>	7.43±2.34 <sup>bcA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (2°C) boyunca 1., 4. ve 7. günlerdeki CIE b\* (sarılık) değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Örneklerin sarılık değeri 11.71 ile 16.22 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). Adaçayı ve defne ekstraktı katılmış gruplar kontrol ve P grubuna daha yüksek sarılık değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Adaçayı ekstraktının sarılık değerlerinin en yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE b\* (sarılık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	12.07±0.86 <sup>bA</sup>	12.01±2.07 <sup>aA</sup>	11.92±0.31 <sup>cA</sup>
<b>P</b>	11.71±3.09 <sup>bA</sup>	12.11±2.76 <sup>aA</sup>	12.73±2.12 <sup>bcA</sup>
<b>A2</b>	13.52±0.41 <sup>abA</sup>	13.16±1.78 <sup>aA</sup>	11.74±0.67 <sup>bcA</sup>
<b>A4</b>	15.59±2.28 <sup>aA</sup>	14.18±1.36 <sup>aA</sup>	14.97±1.04 <sup>aA</sup>
<b>D2</b>	16.22±3.14 <sup>aA</sup>	14.64±2.20 <sup>aA</sup>	13.94±0.84 <sup>abA</sup>
<b>D4</b>	14.23±1.69 <sup>abA</sup>	14.36±1.74 <sup>aA</sup>	13.87±1.26 <sup>abA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Piştirilerek depolanan et ürünlerine doğal antioksidan maddelerin ilave edilmesiyle ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde renk değişimine ilişkin değişik sonuçlara ulaşılmıştır. Tavuk köftelerine ilave edilen nar suyu ekstraktının konsantrasyon artışına bağlı olarak L\* değerlerini azalttığı, a\*değerlerini arttırdığı ve b\* değerlerini etkilemediği (Naveena et al., 2010 ), dana etlerine ilave edilen yerfıstığı kabuğu ekstraktının L\*, a\* ve b\* değerleri üzerine etki göstermediği (O’Keefe and Wang, 2006) tespit edilmiştir.

Fenolik maddeler açısından oldukça zengin (klorejenik asit, kafeik asit, antosiyaninler) değişik üzüksü meyvelerin ve kuşburnu ekstraktının pişmiş köftelerde kullanıldığı bir çalışmada 2°C’de 12 gün depolama sonucu L\* ve a\* değerinde antioksidan kullanımına bağlı olarak azalma, b\* değerinde ise değişiklik gözlenmemiştir (Ganhao et al., 2010 b ).

Et ve et ürünlerinde ısı işlemin temel amaçları arzu edilen duyuşal özellikleri sağlamanın yanı sıra zehirlenme ve hastalıklara neden olabilecek mikroroganizmalarında yok edilmesidir. Köfte tipi et ürünlerinin pişirilmesi sırasında merkez nokta sıcaklığının 68.3 ile 72°C arasında olması istenir. Bu sıcaklıkların üzerine çıkılmasıyla ürünün lezzeti, tekstürü ve besleyici değerinde azalma meydana gelmektedir (Oroszvari et al., 2005). Pişirme sırasında et proteinleri denatüre olmakta, su ve yağda kayıplar meydana gelmektedir.

#### **4.2.1.2 Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) ve antiradikal aktivite değeri (%ARA)**

TFMM analizi ile köfte örneklerinin içermiş oldukları fenolik madde miktarı belirlenebilmektedir. Bu yöntem ile esas olarak bitkisel materyallerin fenolik madde miktarı belirlenmesine rağmen bazı modifikasyonlar ile bu yöntem et ürünleri içinde kullanılabilir (Devatkal et al., 2010). Çizelge 4.5 ve 4.6'da 2°C'de 7 gün süreyle depolanan köftelerin TFMM ve ARA değerlerine ait istatistiksel analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde gruplar arasında ve depolama süresi boyunca TFMM ve ARA bakımından farklılığın meydana geldiği ( $p<0.05$ ) görülmüştür.

Örneklerin %ARA değeri 45.55 ile 92.02 arasında bulunmuştur. Depolama süresince yenilebilir filmlerle kaplanmış köftelerin anti radikal aktivite değerlerinin kontrol grubuna göre yüksekliği istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Özellikle defne ekstraktlarının yüksek anti radikal aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5 2°C'de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin %ARA değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	64.35±2.09 <sup>eA</sup>	51.99±1.75 <sup>cB</sup>	49.29±0.7 <sup>eC</sup>
<b>P</b>	70.71±2.96 <sup>dA</sup>	55.02±3.53 <sup>cB</sup>	45.55±1.82 <sup>dC</sup>
<b>A2</b>	75.81±3.34 <sup>cA</sup>	65.59±4.05 <sup>bB</sup>	57.3±2.09 <sup>cC</sup>
<b>A4</b>	82.23±2.26 <sup>bA</sup>	65.43±2.97 <sup>bB</sup>	65.22±3.94 <sup>bB</sup>
<b>D2</b>	89.35±2.1 <sup>aA</sup>	75.76±2.99 <sup>aB</sup>	68.04±1.74 <sup>bC</sup>
<b>D4</b>	92.02±1.45 <sup>aA</sup>	80.4±4.69 <sup>aB</sup>	73.75±1.54 <sup>aC</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte



Bu çalışmada köftelerin fenolik madde miktarı 22.13 ile 264.70 mg/100g arasında değerler almıştır. 1. gün sonunda TFMM kontrol, P, A2, A4, D2 ve D4 gruplarında sırasıyla 120.53, 122.99, 155.99, 173.41, 229.21 ve 264.70 mg/100 g olarak belirlenmiş ve kontrol ve P grublarıyla diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). D2 ve D4 grupları 1. ve 4. günlerin sonunda fenolik madde miktarının diğer gruplara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

K ve P gruplarının 1. günden 4. güne azalma çok hızlı gerçekleşmiştir. Bu değerler ekstrakt ilaveli yenilebilir filmlerin depolama da önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6 2°C'de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin köftelerin TFMM (mg gallik asit/100g) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	120.53±2.89 <sup>eA</sup>	44.90±1.95 <sup>eB</sup>	22.13±3.69 <sup>dC</sup>
<b>P</b>	122.99±9.64 <sup>eA</sup>	48.68±3.87 <sup>eB</sup>	29.37±3.09 <sup>cC</sup>
<b>A2</b>	155.99±4.35 <sup>dA</sup>	124.60±7.44 <sup>dB</sup>	60.05±2.01 <sup>bC</sup>
<b>A4</b>	173.41±5.94 <sup>cA</sup>	156.34±4.31 <sup>cB</sup>	84.60±5.02 <sup>aC</sup>
<b>D2</b>	229.21±8.79 <sup>bA</sup>	196.96±5.77 <sup>bB</sup>	82.26±2.19 <sup>aC</sup>
<b>D4</b>	264.70±12.97 <sup>aA</sup>	210.02±4.41 <sup>aB</sup>	80.36±2.02 <sup>aC</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Fenolik bileşiklerin antioksidan olarak kullanımına ilişkin çalışmalarda, fenolik madde miktarı yüksek bitkisel kökenli katkıların et ürünlerinde kullanımı sonucu antioksidan aktivitenin raf ömrü boyunca en yüksek seviyede korunduğu tespit edilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak köri ve nane yaprağı ekstraktı domuz eti köftelerinde (Biswas et al., 2012), ekinazya ekstraktı tavuk etlerinde (Gallo et al., 2012 ), avokado ekstraktı domuz eti köftelerinde (Rodriguez-Carpena et al.,

2011 b) kullanılmış ve depolama süresi boyunca bu ekstraktların antioksidan aktivitesinin korunduğu belirlenmiştir.

Literatürde %ARA değerinin et ürünlerinde ölçümüne ilişkin çalışmalar az olmasına karşın benzer bir çalışmada Fratianni et al. (2010), tavuk göğüs etlerini içerisinde oğulotu veya kekik ekstraktı (% 0.5) bulunan bir çözeltiliye daldırılmışlar ve etleri 4°C'de 21 gün süreyle depolamışlardır. Depolama sonunda kekik içeren grupta en yüksek antioksidan aktivite değerleri tespit edilmiştir. Aynı çalışmada oğulotunun da %ARA değeri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur.

Koşar et al. (2005) adaçayı ve defne ekstraktlarının yüksek TFFM ve %ARA değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada kıyılmış hindi etlerine farklı oranlarda ilave edilen kafeik asit içeriği oldukça yüksek olan üzüm çekirdeği ekstraktlarının pişirilmiş etlerde soğukta depolama boyunca kontrol grubu ile kıyaslandığında etkinliğini yitirmediği ve konsantrasyon artışına bağlı olarak antioksidan etkisini daha güçlü gösterdiği belirtilmiştir (Mielnik et al., 2006).

Başka bir çalışmada domuz ve sığır etlerinde %3 oranında kullanılan güveyotu ve adaçayı esansiyel yağlarının 4°C'de 12 günlük depolama boyunca %ARA değeri bakımından kontrol grubuna göre daha etkili olduğu saptanmış ayrıca antioksidan etkinlik bakımından güveyotunun adaçayından daha etkili olduğu ve adaçayının antioksidan etkinliğinin domuz etlerinde yetersiz kaldığı belirlenmiştir (Fasseas et al., 2007 ).

Koyun etlerinin kullanıldığı başka bir çalışmada doğal antioksidan olarak ginseng, zencefil, jajoba ve jatropa bitkilerinden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Koyun etlerinden hazırlanan köfteler çiğ olarak 4°C'de 13 gün süreyle depo edilmiş ve depolama boyunca tüm gruplarda TBA sayısı kontrol gruplarından düşük bulunmuş ve en etkili antioksidan bileşiğinden de ginseng olduğu belirtilmiştir (İbrahim et al., 2011).

### 4.2.1.3 Birincil oksidasyon ürünleri (konjuge dien ve peroksit sayısı)

Lipid oksidasyonunun başlangıç ve yayılma aşamalarında pek çok ara ürün ortaya çıkmaktadır. Ancak bu ürünler kararlı olmayıp hızla yapısal değişime uğrayarak oksidasyonun bitiş aşamasında kararlı son ürünlere dönüşmektedirler. Yayılma aşamasında bazı kimyasal analizlerle tespit edilebilen hidroperoksit ve konjuge dien gibi bazı ara ürünler oksidasyonun seyri hakkında fikir vermeleri açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında da köftelerin depolanması sırasında peroksit ve konjuge dien sayıları belirlenmiş ve istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Konjuge dien sayıları açısından gruplar arasında ve depolama süresi boyunca istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş ( $p<0.05$ ), ayrıca gruplar ve depolama süresi arasındaki etkileşimin de önemli olduğu ortaya konmuştur ( $p<0.05$ ).

1. gün sonunda konjuge dien miktarları K, P, A2, A4, D2 ve D4 gruplarında sırasıyla 12.59, 11.63, 14.14, 11.79, 11.84 ve 11.29  $\mu\text{mol/g}$  olarak ölçülmüş ve adaçayı ekstraktı katkılı yenilebilir film kaplanmış köfteler ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolama boyunca uygulama gruplarındaki değişim istatistiksel olarak farklılık ( $p<0.05$ ) göstermiştir. Örneklerin depolama boyunca konjuge dien sayılarının 4. günde artış gösterip, 7. günde düşmüştür.

Çizelge 4.7 2°C’de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin köftelerin Konjuge Dien ( $\mu\text{mol/g}$ ) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	12.59±0.98 <sup>bc</sup>	28.19±1.28 <sup>aA</sup>	15.41±0.56 <sup>aB</sup>
<b>P</b>	11.63±0.46 <sup>bc</sup>	22.41±1.47 <sup>bA</sup>	14.42±1.11 <sup>aB</sup>
<b>A2</b>	14.14±1.78 <sup>aB</sup>	19.75±1.82 <sup>cA</sup>	8.37±0.68 <sup>bc</sup>
<b>A4</b>	11.79±0.77 <sup>bA</sup>	13.82±2.12 <sup>dA</sup>	7.03±0.77 <sup>cd</sup>
<b>D2</b>	11.84±0.20 <sup>bb</sup>	20.78±1.00 <sup>bcA</sup>	7.37±0.45 <sup>bc</sup>
<b>D4</b>	11.29±0.93 <sup>bb</sup>	14.89±1.68 <sup>dA</sup>	6.13±0.78 <sup>dC</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte  
A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte  
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Konjuge dien sayısı değişimine ilişkin bir çalışmada farklı dozlarda (10, 20 ve 30 kGy) ışınlanmış tavuk kıymalarına antioksidan olarak %0.5 oranında badem iç kabuğu ilave edilmiş ve şekil verilen köfteler 12 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. Çalışmada depolama boyunca badem kabuğu ilave edilen gruplarda konjuge dien sayısının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu saptanmış ancak ışın dozunun artmasıyla antioksidatif etki azalmıştır (Teets and Were, 2008). Benzer sonuçlar Georgantelis et al. (2007a) tarafından da elde edilmiştir.

Bu çalışmaya benzer şekilde doğal antioksidan olarak kafeik asit ve türevlerini içeren hardal ve kimchi ekstraktlarının 4°C’de 14 gün süreyle depolanan çiğ domuz etlerinde kullanıldığı bir çalışmada konjuge dien sayıları depolama boyunca tüm gruplarda kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Çalışmada konjuge dien sayısı 4. gün sonuna kadar artış göstermiş ve ardından azalmaya başlamıştır (Lee et al. 2010) . Konjuge dien oluşumu lipid oksidasyonunun başlangıç aşamasında gerçekleşmektedir, kararsız bir yapıya sahip bu bileşikler hızla bozunarak daha kararlı bileşiklere dönüşmekte sonuç olarak da depolama sırasında konsantrasyonları azalmaktadır. Konjuge dien konsantrasyonunun depolama boyunca önce artışı ardından azalması ile ilgili benzer çalışmalara domuz eti köftelerinde fesleğen ve havlıcan kullanımı (Juntachote et al., 2006 ) ile peynir suyu ve soya protein izolatları (Pena-Ramos and Xiong, 2003) kullanımında rastlanılmıştır.

Hidroperoksitler birincil oksidasyon ürünlerindedir. Oksidasyonun başlangıç aşamasında oluşmaya başlayarak ilerleyen aşamalarda ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşerek azalır. Genel olarak yağlı gıdalarda peroksit sayısının 25 meq O<sub>2</sub>/kg değerinin altında olması gerektiği bildirilmiştir (Evranoz, 1993; Narasimhan et al., 1986).

Türk Standartları Enstitüsü’nün TS 10580 numaralı “Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş” standardında peroksit sayısının en fazla 3 meq d/kg olabileceği belirtilmiştir.

Depolama süresince peroksit sayısı değerlerinin istatistiki açıdan önemli derecede farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ekstrakt katkılarının peroksit sayısı değerlerinde de etkili olduğu görülmüştür. Özellikle yoğunluk arttıkça peroksit sayısı değerinin düştüğü görülmüş ve depolama süresince artışının diğer gruplara göre daha az olduğu gözlemlenmiştir. Depolama süresince değerler de gözlemlenen 4. gün de ki artıştan sonra düşüşün neden birincil oksidasyon ürünlerinin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmeye başlamasından kaynaklanmaktadır.

Adaçayının peroksit sayısı değerinde istatistiki açıdan diğer gruplardan daha düşük olduğu görülmüştür. Özellikle A4 grubu peroksit sayısı değerinde en etkili grup olduğu bulunmuştur.

Dang et al. (2001), biberiye, zencefil, tarçının antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla domuz iç yağlarına sırasıyla %1,5, %0,5 ve %1,0 oranında uçucu yağlarını ve %0,1 oranında ekstraktlarını katmışlardır. İç yağlarında peroksit değerlerinin değişimini incelediklerinde biberiye eklenen yağlarda peroksit değerinin daha düşük çıktığını ve ekstraktların esansiyel yağlara göre daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.8 2°C'de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin Peroksit Sayısı (meq O<sub>2</sub>/kg) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	12,55±0,93 <sup>aC</sup>	33,10±1,83 <sup>aA</sup>	24,83±2,95 <sup>aB</sup>
<b>P</b>	10,39±0,73 <sup>bC</sup>	20,75±0,80 <sup>bA</sup>	17,24±1,76 <sup>bB</sup>
<b>A2</b>	3,72±0,21 <sup>cC</sup>	12,12±1,12 <sup>cA</sup>	7,63±0,73 <sup>cB</sup>
<b>A4</b>	1,70±0,17 <sup>cC</sup>	8,93±0,64 <sup>dA</sup>	6,56±0,87 <sup>cB</sup>
<b>D2</b>	3,65±0,30 <sup>cdB</sup>	8,22±0,40 <sup>dA</sup>	8,32±0,22 <sup>cA</sup>
<b>D4</b>	2,90±0,26 <sup>dc</sup>	4,60±0,32 <sup>dB</sup>	8,33±0,18 <sup>cA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte  
A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte  
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

#### 4.2.1.4 İkincil oksidasyon ürünleri (TBA ve para anisidin sayısı)

Lipid oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksit gibi ara ürünler bitiş aşamasında daha kısa zincirli ve kararlı aldehit, keton, organik asit gibi son ürünlere dönüşürler ve üründe ransid tat oluşumuna neden olurlar. Et ürünlerinde lipid oksidasyonu son ürünlerini objektif olarak belirleyebilecek analizler TBA ve para anisidin sayısıdır (Gray and Monahan, 1992).

Bu çalışma kapsamında köftelerin depolanması sırasında TBA ve para anisidin sayıları belirlenmiş ve bu analizlere ilişkin istatistiksel analizi sonuçları Çizelge 4.9 ve 4.10 'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 2°C'de 7 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TBA Sayısı (mg malonaldehit/ kget) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	0.32±0.13 <sup>ab</sup>	0.79±0.05 <sup>aA</sup>	0.96±0.13 <sup>aA</sup>
<b>P</b>	0.17±0.02 <sup>bc</sup>	0.63±0.06 <sup>bB</sup>	0.88±0.08 <sup>abA</sup>
<b>A2</b>	0.15±0.01 <sup>bc</sup>	0.38±0.05 <sup>dB</sup>	0.65±0.10 <sup>cA</sup>
<b>A4</b>	0.14±0.04 <sup>bc</sup>	0.40±0.03 <sup>dB</sup>	0.65±0.04 <sup>cA</sup>
<b>D2</b>	0.13±0.02 <sup>bc</sup>	0.54±0.06 <sup>cB</sup>	0.76b±0.06 <sup>cA</sup>
<b>D4</b>	0.16±0.02 <sup>Bc</sup>	0.56±0.05 <sup>cB</sup>	0.79±0.02 <sup>bA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örneklerin TBA değerleri 0.13 ile 0.96 mg malonaldehit/kg arasında değişiklik göstermiştir. 1. 4. ve 7. günlerde TBA sayısı tüm gruplarda farklılık göstermiştir(p<0.05). 1. gün film uygulamalı köftelerle kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark bulunmuştur(p<0.05). Adaçayı ekstrakt katkılı film uygulanmış köftelerin TBA değeri diğer gruplara göre daha düşük oranda artış göstermiştir. Depolama boyunca tüm gruplarda TBA sayısı artış göstermiştir. 7. gün sonunda kontrol grubunun TBA sayısı başlangıç değerinin üç

katına çıkarken P grubu hariç diğer grupların artışı daha düşük düzeyde kalmıştır. Depolama sonunda en yüksek TBA değeri kontrol grubunda 0.96 mg malonaldehit/kg ile en düşük TBA değeri ise 0.65 mg malonaldehit/kg ile A2 ve A4 grubunda tespit edilmiştir.

Et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun önlenmesine yönelik olarak kullanılan doğal antioksidanların etkinliğine yönelik kullanılan en yaygın analiz TBA sayısı analizi olup bu konuya ilişkin çok yaygın bir literatür bilgisi mevcuttur.

Tanabe et al. (2002) 22 çeşit bitki ve baharatlar üzerine yaptığı çalışmada adaçayı ekstraktının domuz etinin lipid oksidasyonunun engellenmesinde %82 oranında etkili olduğunu göstermiştir. Yine aynı çalışmada defne ekstraktında lipid oksidasyonunun engellenmesinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Oussallah et al. (2004) %1 oregano uçucu yağı ilave ettikleri peyniraltısuyu proteini bazlı yenilebilir filmlerin dilimlenmiş sığır etleri üzerine uygulanması sonucu 4°C'de depolama süresince lipid oksidasyonunu tiyobarbütirikasit reaktiflerini (TBARS) tespit ederek gözlemişler ve oregano içeren filmlerin lipid oksidasyonunu geciktirici etkisi olduğunu saptamışlardır. Ancak, bu çalışmada ve Oussallah et al. (2004) tarafından yapılan çalışmada kullanılan ham madde farklılık göstermektedir. Kıymanın dilimlenmiş ete göre daha karmaşık bir sistem olduğu açıktır.

Ünalın et al. (2011) zein proteininden üretilmiş yenilebilir filmlere lizozim ve Na<sub>2</sub>EDTA ekledikleri çalışmalarında katkılı yenilebilir filmlerin TBA değerlerini düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise Fasseas et al. (2008) domuz ve sığır eti örneklerine oregano ve adaçayı yağları ilave ettikten sonra homojenize etmişler ve 4°C'de 12 gün depolamışlar. Sonuçta, her iki uçucu yağ ile muamele edilmiş etlerin TBA değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu, ayrıca, oregano uçucu yağının lipid oksidasyonunu kontrol altına almada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Üzüm diyet liflerinin tavuk burgerlerinde farklı konsantrasyonlarda kullanıldığı bir çalışmada 4°C’de 13 gün boyunca TBA sayısının kontrol grubuna göre düşük bulunduğu belirlenmiştir (Sayago-Ayerdi et al., 2009).

Sinarin, klorejnik asit, kafeik asit gibi fenolik maddeleri içeren ekinezya ekstraktının pişirilmiş tavuk köftelerinin depolanması sırasında lipid ve protein oksidasyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada tüm depolama periyotlarında TBA ve karbonil sayısı kontrol grubunda ekinezya ekstraktına göre düşük bulunmuş ve TBA sayısı depolama boyunca artış göstermiştir (Gallo et al., 2012 ).

Zhang et al. (2013) çin sosislerine çeşitli oranlarda eklediği adaçayı ekstraktının 4°C’de 20 gün süreli depolamada lipid oksidasyonunun engellemesinde önemli ölçüde etkili olduğu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.10 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişmiş köftelere ait para anisidin sayısı\*

Örnek	Depolama Süresi		
	1.gün	4.gün	7.gün
<b>K</b>	4.04±0.54 <sup>aC</sup>	9.51±0.26 <sup>aB</sup>	19.76±1.26 <sup>aA</sup>
<b>P</b>	2.86±0.37 <sup>bC</sup>	6.59±0.61 <sup>bB</sup>	17.37±0.45 <sup>bA</sup>
<b>A2</b>	2.46±0.03 <sup>bC</sup>	4.17±0.10 <sup>cB</sup>	14.64±0.56 <sup>cA</sup>
<b>A4</b>	2.00±0.14 <sup>bC</sup>	2.63±0.44 <sup>eB</sup>	11.10±0.48 <sup>dA</sup>
<b>D2</b>	1.78±0.14 <sup>cC</sup>	2.75±0.09 <sup>eB</sup>	14.70±0.44 <sup>cA</sup>
<b>D4</b>	1.61±0.21 <sup>cC</sup>	3.29±0.05 <sup>dB</sup>	16.65±0.57 <sup>bA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

1. günde P, A2 ve A4 gruplarının para anisidin sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmazken (p>0.05), D2 ve D4 gruplarının diğer gruplardan önemli düzeyde düşük para anisidin sayısına sahip olduğu belirlenmiştir(p<0.05). Defne ekstraktının etkili olduğu görülmüştür.



4. günde örneklerin para anisidin sayısı 2.63 ile 9.51 arasında değişiklik göstermiştir. A4 grubunun etkili olduğu gözlemlenmiştir.

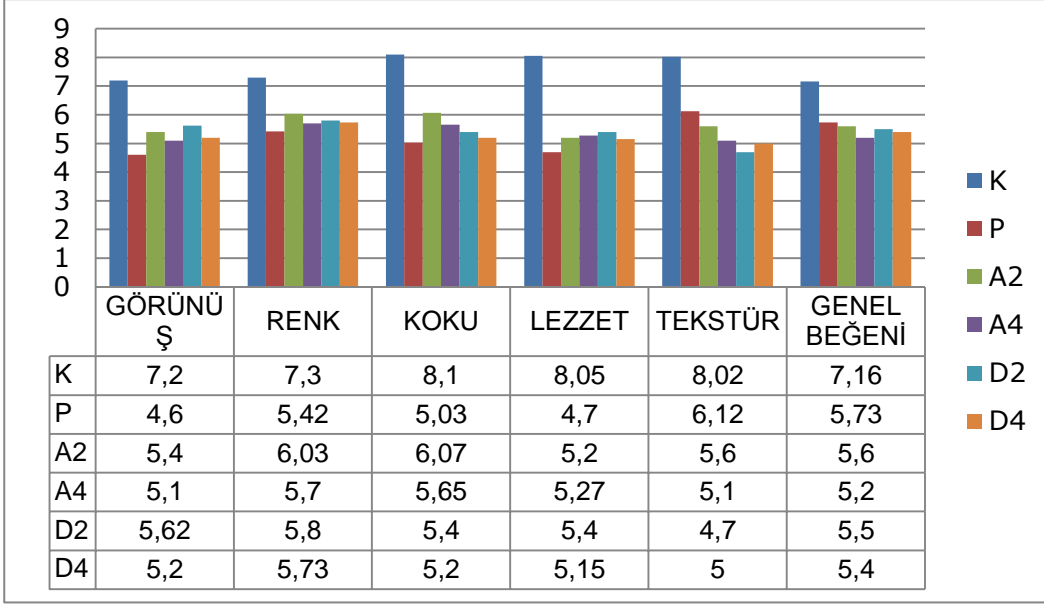
7. günde kullanılan filmlere antioksidan ilavesinin örneklerin para anisidin sayısı üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.( $p<0.05$ ) değiştirmişlerdir. Depolama süresinde en düşük para anisidin değeri D4 (1.61), en yüksek para anisidin değeri ise K grubunda (19.76) olarak belirlenmiştir.

Depolama süresince para anisidin sayısı artış göstermiş ve günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

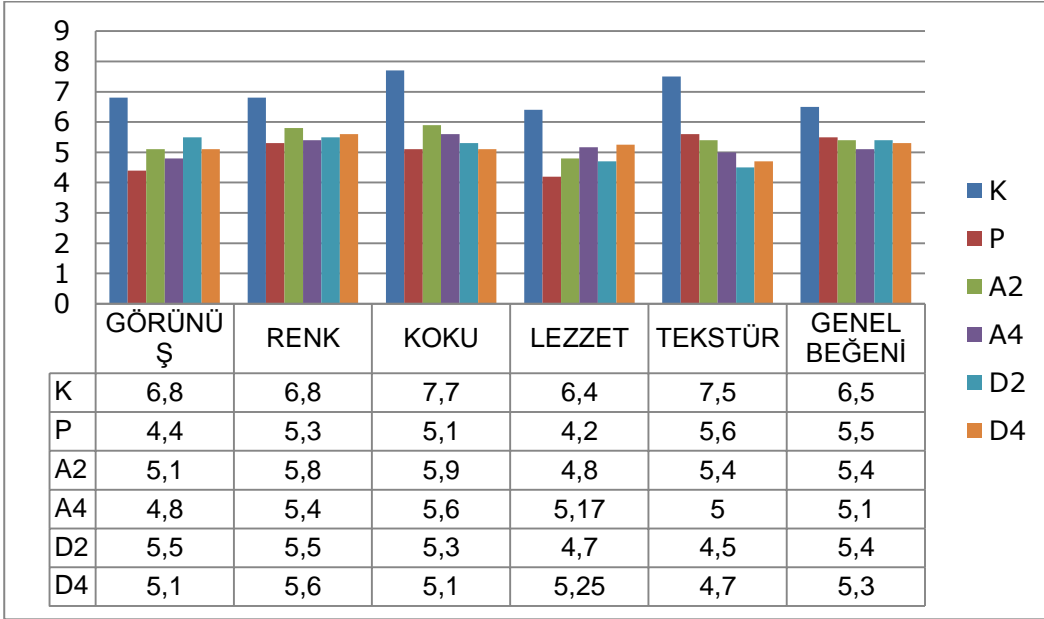
Palamut filetolarının yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktı içeren çözeltilere daldırılıp depolandığı bir çalışmada para anisidin sayısı, ekstaklara daldırılan örneklerde kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur (Lin and Lin, 2005).

#### **4.2.1.5 Duyusal analiz**

Soğukta depolanan pişirilmiş köftelerde 1 ve 4. günlerde gerçekleştirilen duyuşsal analiz sonuçları Şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Duyusal değerlendirme amacıyla puanlamaya tabi tutulan örneklerde görünüş, renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri incelenmiştir.



Şekil 4.1 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyu analizi sonuçları(1.gün).



Şekil 4.2 2°C’de 7 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyu analizi sonuçları(4.gün)

## 4.2.2 II. Deneme: Donmuş olarak (-18°C) depolanan köftelere ait bulgular

### 4.2.2.1 Renk değerleri

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki CIE L\* (parlaklık) değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE L\* (parlaklık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	39,19±1,95 <sup>abA</sup>	39,58±2,10 <sup>aAB</sup>	39,84±1,17 <sup>aA</sup>	39,52±1,76 <sup>aA</sup>
<b>P</b>	41,08±3,12 <sup>aA</sup>	42,53±0,97 <sup>aA</sup>	41,15±1,27 <sup>aA</sup>	41,04±2,78 <sup>aA</sup>
<b>A2</b>	33,80±2,28 <sup>cA</sup>	34,23±1,39 <sup>cA</sup>	35,68±2,88 <sup>bA</sup>	35,49±1,14 <sup>bcA</sup>
<b>A4</b>	29,41±2,55 <sup>dB</sup>	36,87±3,06 <sup>bcA</sup>	31,08±1,71 <sup>cB</sup>	31,04±3,01 <sup>dB</sup>
<b>D2</b>	37,37±1,83 <sup>bb</sup>	41,59±1,59 <sup>aA</sup>	36,94±1,95 <sup>bb</sup>	38,26±2,19 <sup>abB</sup>
<b>D4</b>	31,09±2,27 <sup>cdB</sup>	35,56±1,75 <sup>cA</sup>	30,26±1,34 <sup>cB</sup>	33,29±2,09 <sup>cdAB</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte  
A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte  
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Köfte örneklerinin L\* değerleri depolama boyunca 29.41 ile 42.53 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.11). 15. gün analiz sonuçlarına göre, gruplar arasında en yüksek L\* değerlerinin P grubunda olduğu gözlenmiştir (p<0,05). Kontrol grubu ile kıyaslandığında, hem A hem de D gruplarında L\* değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Adaçayı ve defne ekstraktı ilave edilen gruplarda, ekstrakt oranı yükseldikçe L\* değerlerinin azaldığı görülmüştür (p<0,05). Depolama süresince, genel olarak L\* değerlerinde önemli düzeyde değişiklik gözlenmemiştir (p>0,05). Bu durumda, kontrol grubuna göre yenilebilir filmlerde antioksidan kullanımının depolama süresince ürünlerde parlaklık değerlerini yüksek düzeyde etkilemediği söylenebilir.

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15, 30, 45 ve 60. günlerdeki CIE a\* (kırmızılık) değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE a\* (kırmızılık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	7,06±0,83 <sup>bA</sup>	6,82±0,71 <sup>bA</sup>	7,09±0,73 <sup>bA</sup>	7,04±0,26 <sup>bA</sup>
<b>P</b>	4,95±0,56 <sup>cAB</sup>	4,71±0,24 <sup>cA</sup>	5,15±0,26 <sup>cAB</sup>	5,41±0,50 <sup>cA</sup>
<b>A2</b>	6,87±0,33 <sup>bA</sup>	7,07±0,89 <sup>bA</sup>	6,76±0,58 <sup>bA</sup>	7,19±1,59 <sup>bA</sup>
<b>A4</b>	7,69±0,97 <sup>bA</sup>	6,81±0,67 <sup>bA</sup>	7,39±0,15 <sup>bA</sup>	7,53±0,52 <sup>bA</sup>
<b>D2</b>	7,68±0,53 <sup>bA</sup>	7,46±1,04 <sup>bA</sup>	7,23±0,54 <sup>bA</sup>	6,92±0,85 <sup>bA</sup>
<b>D4</b>	10,64±1,16 <sup>aA</sup>	9,10±1,14 <sup>aB</sup>	11,35±0,98 <sup>aA</sup>	11,23±0,41 <sup>aA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Köfte örneklerinde kırmızılık (a) değerlerinin 4,71 ile 11,35 arasında değiştiği gözlenmiştir. Genel olarak, örnek gruplarında kırmızılık değerleri arasında önemli düzeyde fark olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Depolama süresince kırmızılık değerleri genel olarak önemli düzeyde değişmemiştir (p>0,05).

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki CIE b\* (sarılık) değerleri Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Mansour and Khalil (2000) zencefil, çemen otu ve patates kabuğundan elde edilen ekstraktların dana etinden üretilen köftelerde antioksidatif etkilerini inceledikleri bir çalışmada kullanılan ekstraktların kırmızılık ve sarılık değeri üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çiğ ve pişirilmiş domuz eti köftelerinde değişik bitki ekstraktlarının (aloevera, çemenotu, ginseng, hardal, biberiye, adaçayı) antioksidatif etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada depolama boyunca a\* değerinin azaldığı, L\* ve b\* değerlerinin ise önemli bir değişim göstermediği tespit edilmiştir (McCarthy et al., 2001).

Çizelge 4.13 -18°C'de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin CIE b\* (sarılık) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	12,95±0,46 <sup>dAB</sup>	14,09±1,12 <sup>bA</sup>	13,61±1,18 <sup>cAB</sup>	12,52±0,79 <sup>dB</sup>
<b>P</b>	11,30±1,04 <sup>eAB</sup>	10,70±1,19 <sup>cB</sup>	12,20±0,69 <sup>dA</sup>	11,83±0,49 <sup>dAB</sup>
<b>A2</b>	17,90±0,22 <sup>abA</sup>	18,57±1,40 <sup>aA</sup>	18,45±0,86 <sup>aA</sup>	16,72±1,97 <sup>bA</sup>
<b>A4</b>	16,45±1,72 <sup>bcB</sup>	17,71±0,69 <sup>aB</sup>	19,82±0,98 <sup>aA</sup>	20,19±0,26 <sup>aA</sup>
<b>D2</b>	15,66±0,61 <sup>cA</sup>	15,74±1,22 <sup>bA</sup>	15,34±1,13 <sup>bA</sup>	14,97±1,19 <sup>cA</sup>
<b>D4</b>	18,81±1,48 <sup>aA</sup>	18,64±1,06 <sup>aA</sup>	19,66±0,23 <sup>aA</sup>	19,69±0,71 <sup>aA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Köfte örneklerinde sarılık (b) değerlerinin 10,70 ile 20,19 arasında değiştiği gözlenmiştir. 15. gün analiz sonuçları incelendiğinde, P grubunda sarılık değerinin K grubuna kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir (p<0,05). Ekstrakt kullanılan örnek gruplarında sarılık değerlerinin K ve P gruplarına kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). D grubunda, ekstrakt yüzdesi arttıkça sarılık değerinin önemli düzeyde yükseldiği görülmektedir (p<0,05). Depolama süresince, K grubunda sarılık değerlerinin önemli düzeyde değiştiği gözlenmektedir (p<0,05). A4 ve D4 gruplarında, depolamanın 30. gününden itibaren sarılık değerlerinin önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir (p>0,05). Bu nedenle, %4 oranında antioksidan katkılı yenilebilir filmlerin ürünlerde depolama esnasında sarılık değerlerinin sabit düzeylerde kalmasını sağladığı sonucuna varılabilir.

#### 4.2.2.2 Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) ve antiradikal aktivite değeri (%ARA)

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki antiradikal aktivite (%ARA) değerleri Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin %ARA değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	62,04±1,31 <sup>dA</sup>	56,55±1,05 <sup>eB</sup>	50,25±1,93 <sup>fC</sup>	45,78±2,04 <sup>eD</sup>
<b>P</b>	62,28±0,92 <sup>dA</sup>	57,64±0,70 <sup>eB</sup>	54,31±0,97 <sup>eB</sup>	46,93±4,74 <sup>eC</sup>
<b>A2</b>	71,67±0,90 <sup>cA</sup>	66,29±0,76 <sup>dB</sup>	60,76±0,94 <sup>dC</sup>	54,96±3,30 <sup>dD</sup>
<b>A4</b>	79,96±0,91 <sup>bA</sup>	71,82±2,04 <sup>cB</sup>	66,79±1,79 <sup>cC</sup>	63,30±3,19 <sup>cD</sup>
<b>D2</b>	89,60±1,03 <sup>aA</sup>	84,16±0,95 <sup>bB</sup>	77,02±1,34 <sup>bC</sup>	70,43±3,02 <sup>bD</sup>
<b>D4</b>	90,47±0,23 <sup>aA</sup>	87,16±1,32 <sup>aA</sup>	81,87±1,18 <sup>aB</sup>	81,32±5,94 <sup>aB</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örnek gruplarında 15. güne ait %ARA değerleri incelendiğinde, K ve P grupları arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı gözlenmiştir (p>0,05). Ekstrakt ilavesi yapılan gruplarda, %ARA değerlerinin önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir (p<0,05). A ve D grupları kıyaslandığında, D gruplarında %ARA değerlerinin A gruplarına göre önemli ölçüde yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0,05). A grubunda ilave edilen ekstrakt oranı arttıkça %ARA değerinin önemli düzeyde yükseldiği belirlenmiştir (p<0,05). D grubunda ise ilave edilen ekstrakt düzeyi %ARA değerini önemli düzeyde yükseltmiştir (p>0,05). Depolama süresince K, P, A2, A4 ve D2 gruplarında %ARA değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir (p<0,05). D4 grubunda ise 15. günden itibaren önemli düzeyde değişiklik göstermiştir (p>0,05). Bu durumda, yenilebilir filmlerde kullanılan defne ekstraktlarının adaçayı ekstraktlarına kıyasla antiradikal

aktivitesinin daha yüksek olduğu ve depolama boyunca daha sabit düzeylerde kaldığı söylenebilmektedir.

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki toplam fenolik madde miktarı (TFMM) Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 -18°C'de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TFMM (mg gallik asit/100g) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	86,13±1,66 <sup>fA</sup>	75,67±0,99 <sup>fB</sup>	55,36±2,63 <sup>fC</sup>	46,04±2,22 <sup>dD</sup>
<b>P</b>	131,49±2,68 <sup>eA</sup>	117,96±6,29 <sup>eB</sup>	87,84±2,71 <sup>eC</sup>	74,48±1,81 <sup>cD</sup>
<b>A2</b>	144,45±2,19 <sup>dA</sup>	127,63±2,81 <sup>dB</sup>	101,30±4,23 <sup>dC</sup>	78,58±4,74 <sup>cD</sup>
<b>A4</b>	156,57±3,30 <sup>cA</sup>	139,39±3,21 <sup>cB</sup>	119,80±3,44 <sup>cC</sup>	93,99±3,38 <sup>bD</sup>
<b>D2</b>	212,90±2,00 <sup>bA</sup>	186,25±4,24 <sup>bB</sup>	152,54±8,61 <sup>bC</sup>	103,88±6,34 <sup>bD</sup>
<b>D4</b>	236,54±4,92 <sup>aA</sup>	210,20±6,31 <sup>aB</sup>	192,10±3,48 <sup>aC</sup>	153,39±17,48 <sup>aD</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örnek gruplarında 15. gün analiz sonuçları incelendiğinde, beklenildiği üzere K grubunda TFMM değeri diğer tüm gruplara kıyasla düşük bulunmuştur (p<0,05). Gruplar arasında en yüksek TFMM değeri ise D4 grubunda tespit edilmiştir (p<0,05). A ve D gruplarında ilave edilen ekstrakt miktarı arttıkça TFMM değerleri artış göstermiştir (p<0,05). A ve D grupları birbiri ile kıyaslandığında, D gruplarında TFMM değerlerinin A gruplarına göre önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir (p<0,05). Bu durumda defne ekstraktı kullanılan yenilebilir filmlerde, adaçayı ekstraktı kullanılan yenilebilir filmlere göre fenolik madde içeriğinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Depolama esnasında tüm gruplarda TFMM değerlerinde önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir (p<0,05).

Nar kabuğu, çekirdeği ve suyunun doğal antioksidan olarak fırında pişirilmiş dana eti köftelerinde kullanıldığı bir çalışmada depolama boyunca antioksidan aktivite büyükten küçüğe sırasıyla nar kabuğu, nar çekirdeği ve nar suyunda gözlenmiş ve toplam fenolik madde miktarı da antioksidan aktiviteye benzer şekilde nar kabuğu, nar çekirdeği ve nar suyunda tespit edilmiştir (İbrahim et al., 2012 ).

Pek çok meyve (erik, üzüm, nar, yaban mersini) ve sebze (patates, brokoli, biber, soğan, sarımsak) ekstraktı, çam kabuğu, biberiye ve kekik gibi bitkisel ekstraktlar, değişik baharatlar (adaçayı, köri, tarçın, karanfil, zerdeçal, v.b) pişirilmiş olarak depolanan et ürünlerinde kullanılmış ve depolama boyunca lipid oksidasyonunun geciktirici etkilerini göstermişlerdir (Karre et al., 2013) .

#### **4.2.2.3 Birincil oksidasyon ürünleri (konjuge dien ve peroksit sayısı)**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki konjuge dien değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin konjuge dien ( $\mu\text{mol/g}$ ) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	17,82±0,48 <sup>aA</sup>	18,51±0,21 <sup>aA</sup>	13,75±0,94 <sup>aC</sup>	15,71±0,41 <sup>aB</sup>
<b>P</b>	17,45±1,42 <sup>aA</sup>	16,69±0,15 <sup>abA</sup>	13,17±0,78 <sup>aC</sup>	14,83±0,54 <sup>bB</sup>
<b>A2</b>	14,54±0,32 <sup>bA</sup>	14,78±0,89 <sup>bA</sup>	12,80±0,64 <sup>abB</sup>	11,54±0,43 <sup>cC</sup>
<b>A4</b>	10,15±1,51 <sup>bcB</sup>	12,00±2,10 <sup>cAB</sup>	12,87±0,76 <sup>abA</sup>	10,93±0,17 <sup>cAB</sup>
<b>D2</b>	9,57±0,80 <sup>bcB</sup>	8,59±2,03 <sup>dB</sup>	11,65±0,36 <sup>bA</sup>	10,06±0,39 <sup>dAB</sup>
<b>D4</b>	8,49±2,29 <sup>cAB</sup>	7,01±1,58 <sup>dB</sup>	10,32±1,20 <sup>cA</sup>	7,81±0,53 <sup>eB</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte



Analiz gruplarına ait 15. gün konjuge dien değerleri incelendiğinde, en yüksek değerlerin K ve P grubuna ait olduğu gözlenmektedir ( $p<0,05$ ). A ve D gruplarında K ve P grubuna kıyasla konjuge dien miktarının önemli düzeyde düşük olduğu gözlenmektedir ( $p<0,05$ ), bu durumda ekstrakt ilavesi yapılan gruplarda oksidasyon düzeyinin önemli oranda düştüğü söylenebilmektedir. A ve D gruplarında ekstrakt oranlarındaki artışın konjuge dien düzeylerini önemli düzeyde düşürmediği görülmektedir ( $p>0,05$ ). Depolama boyunca analiz gruplarında konjuge dien düzeylerinde hem artma hem de azalma gözlenmektedir. Bu nedenle depolamanın gruplarda konjuge dien miktarı üzerindeki etkisi hakkında kesin bir yargıya varılamamaktadır.

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki peroksit değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17  $-18^{\circ}\text{C}$ ’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin peroksit değerleri (meq O<sub>2</sub>/kg)\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	5,78±0,97 <sup>ab</sup>	7,14±1,59 <sup>aAB</sup>	7,84±1,37 <sup>aA</sup>	7,41±0,53 <sup>aAB</sup>
<b>P</b>	5,28±0,52 <sup>abA</sup>	6,41±1,87 <sup>abA</sup>	8,29±2,58 <sup>aA</sup>	7,07±1,98 <sup>aA</sup>
<b>A2</b>	4,53±0,52 <sup>abA</sup>	5,76±2,14 <sup>abA</sup>	6,19±2,00 <sup>abA</sup>	6,02±1,50 <sup>aA</sup>
<b>A4</b>	4,00±1,11 <sup>abA</sup>	4,16±1,56 <sup>bcA</sup>	4,20±1,03 <sup>bcA</sup>	3,65±0,97 <sup>ba</sup>
<b>D2</b>	4,59±1,71 <sup>abA</sup>	2,86±1,38 <sup>cA</sup>	3,37±1,78 <sup>bcA</sup>	2,93±1,15 <sup>ba</sup>
<b>D4</b>	3,77±1,24 <sup>ba</sup>	1,89±1,32 <sup>cA</sup>	2,58±1,73 <sup>cA</sup>	2,54±1,35 <sup>ba</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0,05$ ).

<sup>A,B</sup>Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0,05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte  
A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte  
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Analiz gruplarında 15. gün peroksit değerleri incelendiğinde, sayısal olarak en yüksek değerlerin K grubuna ait olduğu tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). P, A2, A4 ve D2 gruplarında peroksit değerleri arasında önemli 15. günde farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). D4 grubunda peroksit değeri K grubuna kıyasla önemli düzeyde düşüktür ( $p<0,05$ ). Bu durumda 15 günlük depolamada %4 oranında defne ekstraktı kullanılan yenilebilir film kaplı köftelerde peroksit değerlerinde

yüksek oranda azalma sağlandığı gözlenmiştir. Depolama süresince K grubu hariç diğer tüm analiz gruplarında peroksit değerlerinde önemli oranda değişiklik gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Abd El-Alim et al. (1999) domuz köftelerine çeşitli baharatın (adaçayı, kekik, fesleğen ve zencefil) etanol ekstraktlarını eklemişler ve buzdolabı koşullarında ( $4^{\circ}\text{C}$ ) 7 gün depolamışlardır. Baharat içeren grupların tümünde peroksit sayısındağerlerinde bir düşme sağlanmıştır.

#### 4.2.2.4 İkincil oksidasyon ürünleri (TBA ve para anisidin sayısı)

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki TBA değerleri Çizelge 4.18’te verilmiştir.

Çizelge 4.18  $-18^{\circ}\text{C}$ ’de 60 gün süreyle depolanan yenilebilir filmle kaplanmış ve kontrol grubu köftelerin TBA (mg malonaldehit/ kg et) değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
K	0,38±0,03 <sup>aD</sup>	0,70±0,04 <sup>aC</sup>	0,81±0,02 <sup>aB</sup>	0,90±0,04 <sup>aA</sup>
P	0,33±0,05 <sup>bD</sup>	0,44±0,06 <sup>bC</sup>	0,59±0,10 <sup>bB</sup>	0,76±0,04 <sup>bA</sup>
A2	0,27±0,03 <sup>cB</sup>	0,34±0,03 <sup>cAB</sup>	0,36±0,10 <sup>cAB</sup>	0,41±0,07 <sup>cA</sup>
A4	0,21±0,02 <sup>dB</sup>	0,26±0,06 <sup>cdAB</sup>	0,34±0,17 <sup>cAB</sup>	0,41±0,16 <sup>cA</sup>
D2	0,21±0,02 <sup>dD</sup>	0,28±0,03 <sup>cdC</sup>	0,33±0,04 <sup>cB</sup>	0,42±0,02 <sup>cA</sup>
D4	0,15±0,02 <sup>eB</sup>	0,23±0,03 <sup>dB</sup>	0,36±0,09 <sup>cA</sup>	0,42±0,10 <sup>cA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0,05$ ).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0,05$ ).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örnek gruplarında 15. gün TBA değerleri incelendiğinde, K grubunda en yüksek, D4 grubunda ise en düşük olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). P grubunda TBA değerinin A ve D gruplarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Bu nedenle, ekstrakt ilavesi yapılan gruplarda hem kontrol, hem de ekstrakt içermeyen film gruplarına göre TBA değerlerinin önemli ölçüde düştüğü

bulunmuştur ( $p<0,05$ ). A ve D grupları kendi arasında incelendiğinde, her iki analiz grubunda da ekstrakt ilavesindeki artış ile TBA değerleri önemli düzeyde azalmıştır ( $p<0,05$ ). Depolama boyunca K ve P gruplarında TBA değerlerinde önemli düzeyde artış olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 60 günlük depolama periyodu sonunda gruplar arasında en yüksek değer yine K grubunda tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). A ve D gruplarında 60. günde TBA değerleri arasında önemli düzeyde farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Analiz sonuçlarına göre, yenilebilir film kaplı köftelerin donmuş depolama esnasında kontrol gruplarına göre TBA değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Ekstrakt ilave edilen film kaplı köftelerde ise ekstrakt ilave edilmeyen film kaplı köftelere göre TBA değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Bu durumda ekstrakt içeren yenilebilir film kaplı köftelerde depolama boyunca yağ oksidasyonu ürünlerinin oluşumunun yavaşlatıldığı söylenebilmektedir.

Özoğul 2012. Yaptığı çalışmada vakum paketlenen yılan balığı (*Anguilla anguilla*) filetolarının 4°C'de depolanması süresince defne ekstraktının TBA değerini arttırdığını gözlemlemiştir.

Yaban mersini ekstraktı hindi eti kıymalarında -4°C'de 55 gün depolama süresince farklı konsantrasyonlarda denenmiştir. TBA sayısı konsantrasyona da bağlı olarak antioksidan kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur (Kathirvel et al., 2009).

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan köftelerin ve kontrol grubunun dondurarak depolama (-18°C) boyunca 15., 30., 45. ve 60. günlerdeki para anisidin değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19 -18°C'de 60 gün süreyle depolanan pişmiş köftelere ait para anisidin değerleri\*

Örnek	Depolama Süresi			
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
<b>K</b>	3,68±0,06 <sup>aD</sup>	10,89±0,60 <sup>aC</sup>	14,13±0,40 <sup>aB</sup>	19,32±1,29 <sup>aA</sup>
<b>P</b>	3,55±0,29 <sup>aD</sup>	9,71±0,51 <sup>bC</sup>	13,68±0,32 <sup>aB</sup>	17,65±0,79 <sup>bA</sup>
<b>A2</b>	3,37±0,19 <sup>aD</sup>	7,10±0,59 <sup>cC</sup>	10,27±0,17 <sup>bB</sup>	14,52±0,46 <sup>cA</sup>
<b>A4</b>	2,65±0,21 <sup>bD</sup>	5,65±0,87 <sup>dC</sup>	7,87±0,19 <sup>cB</sup>	10,77±0,66 <sup>dA</sup>
<b>D2</b>	2,38±0,32 <sup>bcD</sup>	5,11±0,72 <sup>dC</sup>	6,61±0,57 <sup>dB</sup>	11,00±0,25 <sup>dA</sup>
<b>D4</b>	2,16±0,41 <sup>cD</sup>	4,94±0,85 <sup>dC</sup>	6,77±0,86 <sup>dB</sup>	9,69±0,30 <sup>eA</sup>

\* 2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

K= Kontrol P=Ekstraksız film kaplı köfte A2= %2 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte

A4= %4 Adaçayı ekstraktı ekli film kaplı köfte D2= %2 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

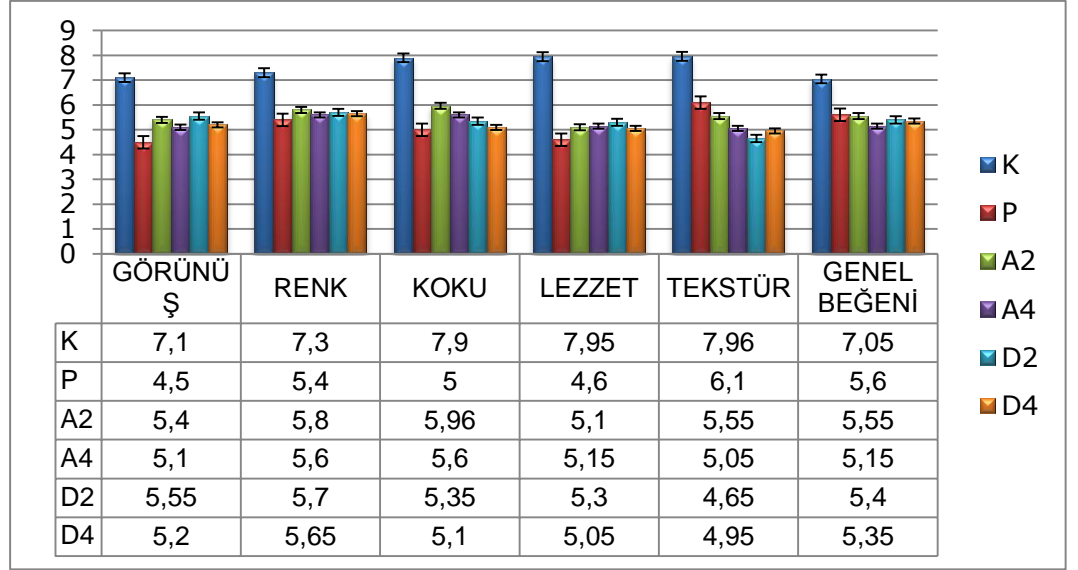
D4= %4 Defne ekstraktı ekli film kaplı köfte

Örnek gruplarında 15. gün analiz sonuçlarına göre, K, P ve A2 gruplarında para anisidin değerleri arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Gruplar arasında en düşük para anisidin değeri D4 grubunda tespit edilmiştir (p<0,05). A gruplarında ekstrakt miktarı artışının para anisidin değerini düşürdüğü gözlenmiştir (p<0,05). 60 günlük depolama periyodu boyunca tüm analiz gruplarında para anisidin değerlerinin önemli düzeyde yükseldiği gözlenmiştir (p<0,05). 60. gün analiz sonuçlarına göre, en yüksek para anisidin değeri K grubunda, en düşük para anisidin değeri ise D4 grubunda ölçülmüştür (p<0,05). Bu durumda %4 oranında defne ekstraktı ilave edilen yenilebilir film kaplı köftelerin para anisidin değerinin azaltılması ve depolama boyunca yükselmesinin engellenmesi bakımından en etkili grup olduğu söylenebilir.

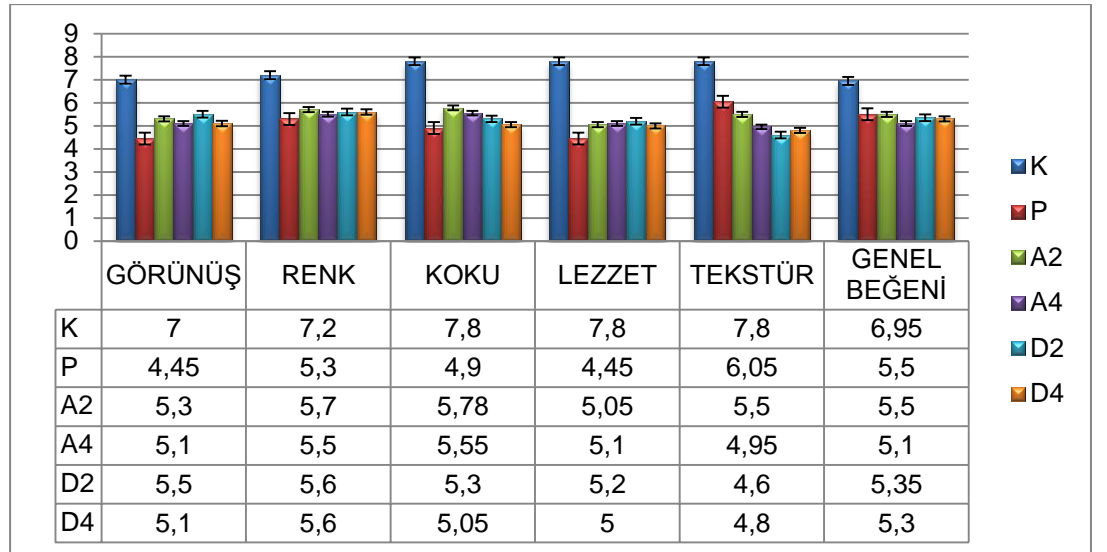
Hamsi marinatlarında nar sosu ve ayçiçek yağının kullanıldığı bir çalışmada 3 aylık depolama boyunca para anisidin sayısı artış gösterirken depolama sonunda içerdiği fenolik bileşenlerin antioksidatif etkisi nedeniyle nar sosu kullanılan örneklerde para anisidin sayısı daha düşük bulunmuştur (Gökoğlu et al., 2009).

#### 4.2.2.5 Duyusal analiz

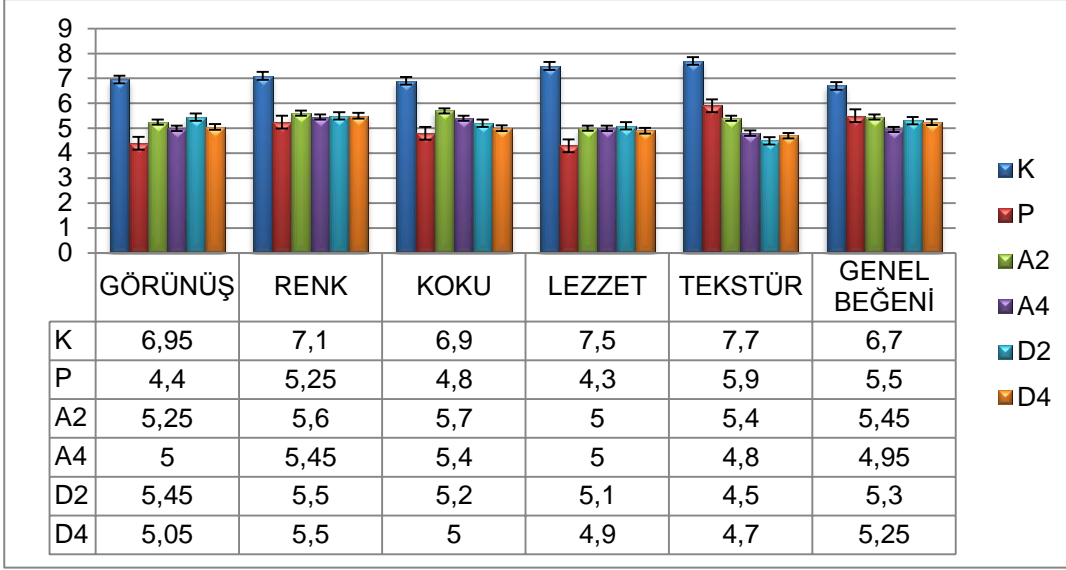
Dondurarak depolanan pişirilmiş köftelerde 15., 30., 45. ve 60. günlerde gerçekleştirilen duyusal ve lezzet profili analiz sonuçları Şekil 4.3-4.6 arasında verilmiştir. Duyusal değerlendirme amacıyla puanlamaya tabi tutulan örneklerde görünüş, renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri incelenmiştir.



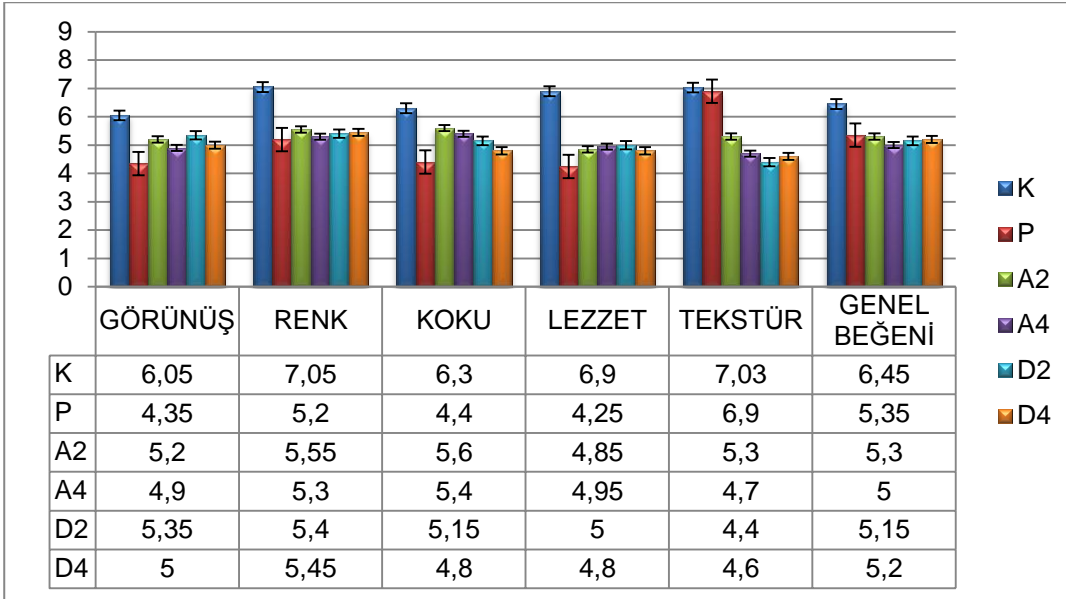
Şekil 4.3 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları (15.gün).



Şekil 4.4 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyusal analiz sonuçları(30.gün).



Şekil 4. 5 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyu analizi sonuçları (45.gün).



Şekil 4. 6 -18°C’de 60 gün süreyle depolanan pişirilmiş köftelere ait duyu analizi sonuçları (60.gün).

Analiz gruplarına ait duyu değerlendirme sonuçları incelendiğinde, depolama periyodu boyunca tüm duyu değerlendirme puanlarının K grubunda en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. P grubunda tüm analiz periyotlarında görünüş, renk ve lezzet puanlarının diğer gruplara kıyasla en düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, ekstrakt kullanılan yenilebilir film kaplı köfte gruplarında görünüş, renk

ve lezzet parametrelerinin ekstrakt ilavesi yapılmayan film kaplı köfte gruplarına göre geliştiği söylenebilmektedir. Ancak ekstrakt kullanılan gruplarda, ilave edilen ekstrakt miktarı arttırıldıkça birçok duyusal değerlendirme parametresinde panelist puanlarının azaldığı gözlenmektedir. Bu nedenle, ürünlerin duyusal olarak kabul edilebilirliği bakımından yüksek oranlarda ekstrakt kullanımının olumsuz yönde etkisinin olduğu düşünülmektedir. Genel olarak, beklenildiği üzere depolama süresi uzadıkça analiz gruplarında duyusal analiz puanları düşmüştür. Depolama süresi sonunda en düşük genel beğeni puanı A4, en yüksek genel beğeni puanı ise K grubuna aittir.

Analiz gruplarında kullanılan yenilebilir filmlerin hem ekstrakt ilave edilen hem de ekstrakt ilave edilmeyen gruplar da genel anlamda duyusal parametre puanlarında düşüş gözlenmesi, tüketicilerde yenilebilir film kaplı ürünlerin henüz kullanım alanlarının sınırlı olması ve damak zevkine hitap etmemesi ile ilişkilendirilebilir. Bu nedenle ürünlerde duyusal parametreleri olumsuz yönde etkilemeyecek özellikte yenilebilir film kullanımı ile ilgili araştırmaların arttırılması gerekmektedir.

Rojas and Brewer (2008,) üzüm çekirdeği, biberiye ve kekik ekstraktını kullandıkları bir çalışmada 4 aylık depolama boyunca kontrol gruplarında pişmiş et tadında azalma meydana geldiğini, okside lezzetin arttığı belirlerken benzer özellikler antioksidan kullanımıyla da daha düşük seviyede gözlenmiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Genel bir değerlendirme yapıldığında yenilebilir filmlere eklenen adaçayı ve defne ekstraktlarının, ekstrakt oranı yükseldikçe L\* değerlerinin 2°C ve -18 °C' de depolama süresince azaldığı görülmüştür. Ekstraksız yenilebilir film uygulanmış köftelerin ise daha parlak olduğu gözlemlenmiştir.

2°C'deki depolamada ekstrakt oranlarının yoğunluğu arttıkça a\* (kırmızılık) değeri azalmıştır. Uzun dönem depolama da ise istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır.

2°C ve -18 °C'de depolamada ekstraktların b\* (sarılık) değeri üzerine istatistiki açıdan önemli derece de etkisi olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak da klorofillerin ısı işleminden etkilenmesi sonucu oluşabileceği düşünülmektedir.

Defne ekstraktının %ARA değerinin diğer gruplarda önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Adaçayı ekstraktının yoğunluğu arttıkça anti radikal aktivite değerinin artış gösterdiği görülmüştür. Ekstraksız filmle kontrol grubu arasında istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır.

Defne ekstraktı kullanılan yenilebilir filmlerde, adaçayı ekstraktı kullanılan yenilebilir filmlere göre fenolik madde içeriğinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Depolama esnasında tüm gruplarda TFMM değerlerinde önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir

TBA değerlerinin tüm periyotlar boyunca A2, A4, D2 ve D4 gruplarında, K ve P gruplarına nazaran istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve düşük olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ). Lipid oksidasyonun diğer bir göstergesi olan peroksit sayısı ise genellikle ekstrakt içeren film gruplarında istatistiki açıdan önemli derecede düşük bulunmuştur.



Birincil ve ikincil oksidasyon analizlerinde beklenildiği gibi ekstrakt katkı kaplı köftelerin stabiliteleri istatistiki açıdan önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Yapılan duyusal analiz sonucunda panelistlerce tekstür özelliği dışında, ekstrakt ilave edilmiş yenilebilir film kaplı köfteler ekstraksız yenilebilir film kaplı köftelerden daha çok beğenilmiştir.

Köfte tipi et ürünlerinde raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan yenilebilir filmler tüketiciye yönelik avantajlarının yanı sıra çevre dostu olmaları nedeniyle de önem kazanmaktadır. Filmlerin doğal katkılarla desteklenmesi işlevselliğin artırılması açısından önemlidir. Bu konuda yapılacak olan çalışmalar kaplama materyalinin ürüne uygulanma teknikleri konusunda geliştirilmelidir. Yenilebilir film üretiminde potansiyel protein kaynaklarının kullanılması üretimin ekonomik olması açısından avantaj getirecektir. Gıda sanayinde atık olarak uzaklaştırılan çeşitli protein kaynaklarının film üretiminde kullanılması konusunda çalışmaların sürdürülmesi gereklidir.

Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, model sistemde önemli ölçüde antioksidan aktivite gösteren adaçayı ve defne ekstraktlarının, yenilebilir filmle formüle edilerek uygulanmasının, oksidatif stabilite üzerine yüksek aktivite göstermiştir.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Abd El-Alim, S.S.L., Lugas, A., Hovari, J., and Dworschak, E.**, 1999, Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage, *Journal of Science of Food and Agriculture*, 79:277-285.
- Abou-Arab, E.A. and Abu-Salem, F.M.**, 2010, Effect of natural antioxidants on the stability of ostrich meat during storage, *Grasas y Aceites*, 61:102-108.
- Açkurt, F. ve Wetherilt, H.**, 1989, Sağlıklı pişirme yöntemleri, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Araştırma Bölümü, MBEAE Matbaası, Yayın No: 120, Gebze
- Akarpat, A.**, 2006, Dondurularak muhafaza edilen sığır eti köftelerinin lipid oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine bazı bitkisel ekstraktların etkisi, Yüksek Lisans Tezi, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 56s.
- Aksu, M.İ. and Kaya, M.**, 2005, The effect of  $\alpha$ -tocopherol and butyated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, a cooked meat product, *Meat Science*, 71:277-283.
- American Meat Science Association, AMSA**, 1995, Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat., in cooperation with the Natl. Live Stock and Meat Board.
- Anderson, E.T. and Berry, B.W.**, 2001, Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef, *Food Research International*, 34:689–694.
- Anonim**, 1992, Pişmemiş Köfte Standardı (Turkish Uncooked Meatball Standard, TS 10581), Ankara: Türk Standartlar Enstitüsü.
- Anonymous**, 1976, Commission Internationale de l'Eclairage, 18th Session, London, UK. September 1975, CIE publication 36 pp.
- Appendini, P. and Hotckiss, J.H.**, 2002, Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 3, 113-126.
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC**, 1995, Official methods of analysis (16th ed.), Washington, DC, USA.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Association of Official Analytical Chemists, AOAC**, 2006, Official methods of analysis, Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), 2005 Current Through Revision 1. 18th ed. Gaithersburg, MD, USA.
- Aymerich, T., Picouet, P.A., Monfort, J.M.**, 2008, Decontamination Technologies For Meat Products. *Meat Science*, 78, 114–129.
- Bastida, S., Sánchez-Muniz, F.J., Olivero, R., Pérez-Olleros, L., Ruiz-Roso, B. and Jiménez-Colmenero, F.**, 2009, Antioxidant activity of Carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage, *Food Chemistry*, 116(3):748-754.
- Baysal, A.**, 1986, Ev Koşullarında Besinlerin Hazırlanması, Pişirilmesi ve Saklanması Sırasında Oluşan Vitamin Kayıpları-Vitaminlerin Sağlığımızdaki Önemi (Ed: Aytan Egemen), Rosche Müstahzarları Sanayi Anonim Şirketi, Apo Ofset Basımevi, İstanbul, 84-93s.
- Bertelsen, G., Ohlen, A. and Skibsted, L.H.**, 1991, Pea fibre as a source of natural antioxidants in frozen minced beef, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 192:319-322.
- Biswas, A.K., Chatli, M.K. and Sahoo, J.**, 2012, Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii L.*) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage, *Food Chemistry*, 133; 467–472.
- Brody, A.L.**, 2005, Active packaging becomes more active. *Food Technol.*, 59 (12); 82- 84.
- Buckley, D.J., Morrissey, P.A. and Gray, J.I.**, 1995, Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat, *Journal of Animal Science*, 73:3122–3130.
- Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K.**, 2011, Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 849 – 875.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Coma, V.**, 2008, Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products, *Meat Science*, 78:90-103.
- Cutter N.C.**, 2006, Opportunities for bio-based packaging Technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science* 74, 131-142
- Dang, M.N., Takacsova, M., Nguyen, D.V. and Kristianova, K.** 2001, Antioxidant activity of essential oils from various spices. *Nahrung/Food*, 45 (1); 64-66.
- Das, A.K., Rajkumar, V., Verma, A.K. and Swarup, D.**, 2012, Moringa oleifera leaves extract: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties, *International Journal of Food Science and Technology*, 47:585–591.
- Davies, K.J.A.**, 1986. Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defenses: An hypothesis. *Free Radical BiologyMedicine*, 2; 155-173.
- De Oliveira, A.C., Valentim, I.B., Silva, C.A., Henriques, B.E.J., De Barros, M.P. and Mano, C.M.**, 2009, Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues, *Food Chemistry*, 115:469-475.
- Devatkal, K.S., Narsaiah, K. and Borah, A.**, 2010, Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties, *Meat Science*, 85:155–159.
- Devlighere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J.**, 2004, New preservation Technologies: possibilities and limitations. *Int. Dairy Journal*, 14; 273-285.
- Ergezer, H. ve Serdaroglu, M.**, 2009, Et ve Et Ürünlerinde Oksidasyon Mekanizması ve Antioksidanların Kullanımı. *Gıda Teknolojisi*. 13:60-64.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Escarpa, A., and Gonzalez, M.C.**, 2001b, 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.
- Estevez, M., Ventanas, S. and Cava, R.**, 2006, Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver pate, *Meat Science*, 74:396–403.
- Evranuz, O. E.**, 1993, 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.
- Farvin, K.H.S., Grejsen, H.D. and Jacobsen, C.**, 2012, Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation, *Food Chemistry*, 131:843-851.
- Fasseas, M.K., Mountzouris, K.C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. and Zervas, G.**, 2007, Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils, *Food Chemistry*, 106:1188-1194.
- Fasseas, M.K., Mountzouris, K.C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. and Zervas, G.**, 2008, Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*. 106; 1188–1194.
- Faustman, C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Buege, D.R., Williams, S.N. and Scheller, K.K.**, 1989, Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E, *Journal of Food Science*, 54:858–862.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R. and Suman, S.P.**, 2010, Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control, *Meat Science*, 86:86–94.
- Fennema, O.R.**, 1996, *Food Chemistry*. 6, 225-231.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- 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.
- Florou-Paneri, P., Sevilla, L., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Marin, F. and Pérez-Alvarez, I.**, 2005, Oregano herb versus oregano essential oil as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat, *International Journal of Poultry Science*, 4:866–871.
- Flynn, A.W. and Bramblett, V.D.**, 1975, Effects of frozen storage cooking method and muscle quality and attributes of pork loins, *Journal of Food Science*, 40:631–633.
- Fратиanni, F., De Martino, L., Melone, A., De Feo, V., Coppola, R. and Nazzaro, F.**, 2010, Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils, *Journal of Food Science*, 75(8):528-535.
- Gallo, M., Ferracane, R. and Naviglio, D.**, 2012, Antioxidant addition to prevent lipid and protein oxidation in chicken meat mixed with supercritical extracts of *Echinacea angustifolia*, *Journal of Supercritical Fluids* 72; 198–204.
- Ganhão, R., Estévez, M., Kylli, P., Heinonen, M. and Morcuende, D.**, 2010 a, Characterization of selected wild Mediterranean fruits and comparative efficacy as inhibitors of oxidative reactions in emulsified raw pork burger patties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:8854–8861.
- Ganhão, R., Morcuende, D. and Estevez, M.**, 2010 b, Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage, *Meat Science*, 85 : 402–409.
- Gennadios, A. and Weller, C.L.**, 1991, Edible films and coatings from soymilk and soyprotein. *Cereal Foods World*, 36 (12); 1004.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Gennadios, A., Hanna, M.A. and Kurth, L.B.,** 1997, Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30 (4); 337-350.
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou P., Ambrosiadis, I. and Fletouris, D.J.,** 2007 a, Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers, *Meat Science*, 75:256–264.
- Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G. and Georgakis, S.A.,** 2007 b, Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4<sup>0</sup>C, *Meat Science*, 76:172–181.
- Gimenez, B., Roncales, P. and Beltran, J.A.,** 2004, The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilthead sea bream fillets (*Sparus aurata*) packaged in a modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1053-1060.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P. and Topuz, O.K.,** 2012, Effects of tomato and garlic extracts on oxidative stability in marinated anchovy, *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 191–197.
- Govaris, A., Botsoglou, N., Papageorgiou, G., Botsoglou, E. and Ambrosiadis, I.,** 2004, Dietary versus post-mortem use of oregano oil and/or alpha-tocopherol in turkeys to inhibit development of lipid oxidation in meat during refrigerated storage, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55:115–123.
- Gray, J.L. and Monahan, F.J.,** 1992, Measurement of lipid oxidation in meat and meat products, *Trends in Food Science & Technology*, 3:315-319.
- Hettiarachchy, N.S., Glenn, K.C., Gnanasambandam, R. and Johnson, M.G.,** 1996, Natural antioxidant extract from fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) for ground beef patties, *Journal of Food Science*, 61:516-519.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Hinneburg, I., Damien., D.H.J. and Hiltunen R.,** 2006, Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem* 97: 122-129.
- Han, J.** 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technol.* 54,56-65.
- Hur, S.J., Ye, B.W., Lee, J. L., Ha, Y. L., Park, G. B. and Joo, S. T.,** 2004, Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Science*, 66 (4); 771-775.
- Ibrahim, H.M., Abou-Arab, A.A and Abu Salem, F.M,** 2011, Antioxidant and antimicrobial effects of some natural plant extracts added to lamb patties during storage, *Grasas y Aceites*, 62 (2): 139-148.
- Ibrahim, H. M., Moawad, R. K. and Emam, W.H.,** 2012, Antioxidant effect of pomegranate rind, seed extracts and pomegranate juice on lipid oxidation and some quality properties of cooked beef patties, *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8): 4023-4032.
- Ismail, A., Marjan, Z.M. and Foong, C.W.,** 2004, Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables, *Food Chemistry*, 87:581–586.
- International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC,** 1987,.Method number 2.504. Determination of the p-anisidine value (P-Av). In Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivates (C. PAQUET and A. HAUTFENNE, eds.) pp. 143–144, *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, U.K.
- International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC,** 1992, 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. Oxford: Pergamon Press.
- Johnston, J.E., Sepe, H.A., Miano, C.L., Brannan R.G. and Alderton A.L.,** 2005, Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties. *Meat Science*, 70 (4);627-663.



## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jongberg, S., Skov, S.H., Tørngren, M.A., Skibsted, L.H. and Lund, M.N.**, 2011, Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties, *Food Chemistry*, 128:276-283.
- Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. and Bauer, F.**, 2006, The oxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork, *Meat Science*, 72:446-456.
- Kanatt, S.R., Chander, R. and Sharma, A.**, 2010, Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products, *International Journal of Food Science and Technology*, 45:216–222.
- Kanner, J.**, 1994, Oxidative processes in meat and meat products. *Meat Science*, 36; 169-189.
- Kanner, J. and Karel, M.**, 1976, Changes in lysozyme due to reactions with peroxidizing methyl linoleate in a dehydrated model system. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 24; 468-472.
- Karel, M., Schaich, K. and Roy, R.**, 1975, Interactions of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 23 (2); 159-163.
- Karre, L., Lopez, K. and Getty, K. J. K.**, 2013, Natural antioxidants in meat and poultry products, *Meat Science*, In press.
- Kathirvel, P., Gong, Y. and Richards, M. P.**, 2009, Identification of the compound in a potent cranberry juice extract that inhibits lipid oxidation in comminuted muscle, *Food Chemistry*, 115: 924-932.
- Kerry, J.P., O’Grady, M. N and Hogan, S.A.**, 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science.*, 74, 113-130.
- Kester, J.J. and Fennema, O.**, 1986, Edible Films and Coatings: A Review. *Food Technology*, 40 (12); 47-52.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Koşar, M., Dorman, H.J.D. and Hiltunen, R.,** 2005, Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected Lamiaceae species. *Food Chem* 91: 525-533.
- Kodal, B.,** 2008. Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Krochta, J.M. and De Mulder-Johnston, C.,** 1997, Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. *Food Technology*, 51(2); 61-74.
- Lee, M.A., Choi, J.H., Choi, Y.S., Han, D.J., Kim, H.Y., Shim, S.Y., Chung, H.K. and Kim, C.J.,** 2010, The antioxidative properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi extracts on refrigerated raw ground pork meat against lipid oxidation, *Meat Science*, 84:498–504.
- Lee, C.H., An, D.S., Lee, S.C., Park, H.J. and Lee, D.S.** 2004. A coating for use as an antimicrobial and antioxidative packaging material incorporating nisin and  $\alpha$ -tocopherol. *Journal of Food Engineering*, 62 (4); 323-329.
- Lin, C. C. and Lin, C. S.,** 2005, Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts, *Food Control*, 16: 169-175.
- Liu, Q., Lanari, M.C., and Schaefer, D.M.** 1995, A review of dietary vitamin E Supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73; 3131-3150.
- Lund, M.N., Hviid, M.S. and Skibsted, L.H.,** 2007, The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage, *Meat Science*, 76:226–233.
- Mansour, E.H. and Khalil, A.H.,** 2000, Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application to ground beef patties, *Food Chemistry*, 69:135-141.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Matkowski, A., Zielinska, S., Oszmianski, J. and Lamer-Zarawska E.** 2008, Antioxidant activity of extracts from leaves and roots of *Salvia miltiorrhiza* Bunge, *S. przewalskii* Maxim., and *S. verticillata* L. *Bioresour Technol* 99: 7892-7896.
- McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B. and Buckley, D.J.,** 2001, 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 Science*, 57:45-52.
- McHugh, T.H. ve Krochta, J.M.,** 1994, Permeability Properties of Edible Films. In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. J.M. Krochta, E. Baldwin and M.Nisperos-Carriedo (Ed.), P.139-187. Technomic Publishing Co., Lancaster.
- Mielnik, M.B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D. and Skrede, G.,** 2006, Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat, *LWT*, 39:191–198.
- Moloney, .A.P.,** 2002, *Meat Processing Improving Quality* edited by Kerry, J., Kerry, J.
- Morrissey, P.A. , Sheehy, P.J.A., Galvin, K., Kerry, J.P. and Buckley, D.J.,** 1998, Lipid stability in meat and meat products, *Meat Science*, 49:73-86.
- Moure, Â., Cruz, J.M., Franco, D., Domôânguez, J.M., Sineiro, J., Domôânguez, H., Jose, M. and Parajo, J.C.,** 2001, Review: Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry*, 72:145–171.
- Nadarajah, D., Han, J.H. and Holley, R.A.,** 2005, Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. *International Journal of Food Microbiology*. 99; 257-267.
- Narasimhan, S., Raghuver, K.G., Arumngam, C., Bhat, K.K. and Sen, D.P.,** 1986, Oxidative rancidity of groundnut oil evaluation by sensory and chemical indices and their correlation, *Journal of Food Science and Technology*, 23:273–277.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Nassu, R.T., Goncalves, L.A.G., Silva, M.A.A.P. and Beserra, F.J.,** 2003, Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant, *Meat Science*, 63:43-49.
- Naveena, B.M., Muthukumar, M., Sen, A.R., Babji, Y. and Murthy, T.R.K.,** 2006, Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display, *Meat Science*, 74:409–415.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Vaithyanathan, S., Babji, Y. and Kondaiah, N.,** 2008, Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties, *Meat Science*, 80:1304-1308.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Vaithyanathan, S., Patil, G. and Kondaiah, N.,** 2010, Antioxidant potential of pomegranate juice in cooked chicken patties. *Journal of Muscle Foods*, 21, 557–569.
- Núñez de Gonzalez, M.T., Hafley, B.S., Boleman, R.M., Miller, R.K., Rhee, K.S. and Keeton, J.T.,** 2008, Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation, *Meat Science*, 80:997–1004.
- O’Keefe, S.F. and Wang, H.,** 2006, Effects of peanut skin extract on quality and storage stability of beef products, *Meat Science* 73, 278–286.
- Oroszvári, B.K., Sjöholm, I. and Tornberg, E.** 2005, The mechanisms controlling heat and mass transfer on frying of beefburgers. Part I. The influence of the composition and comminution of raw meat material, *Journal of Food Engineering*, 67: 499–506.
- Ouattara, B, Giroux, M., Yefsah, R., Smoragiewicz, W., Sauciere, L., Borsaf, J. And Lacroix, M.,** 2002, Microbiological and biochemical characteristics of ground beef as affected by gamma irradiation, food additives and edible coating film. *Radiation Physics and Chemistry* 63: 299–304.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L. and Lacroix, M.** 2004,. Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 52 (18);5598-5605.
- O’Sullivan, C.M., Lynch, A.M., Lynch, P.B., Buckley, D.J. and Kerry, J.P.,** 2004, Assessment of the antioxidant potential of food ingredients in fresh, previously frozen and cooked chicken patties, *International Journal of Poultry Science*, 3:337-344.
- Özoğul, İ.**, 2012, Mersin bitkisi (*Myrtus communis L.*) ve defne (*Laurus nobilis L.*)' den elde edilen ekstraktların yılan balığı (*Anguilla anguilla L., 1758*) filetolarının soğuk depolama (4°C) süresince duyuşal, kimyasalve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Pegg, R.B.,** 2004, Heat Effects On Meat/ Warmed-Over Flavour, Jensen, W.K., Devine, C. and Dikeman, M. (Ed.), In Encyclopedia of Meat Sciences, 592-599p.
- Pena-Ramos, E. A. and Xiong, Y. L.,** 2003, Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties, *Meat Science*, 64(3), 259–263.
- Phillips, A.L., Faustman, C., Lynch, M.P., Govoni, K.E., Hoagland, T.A. and Zinn, S.A.,** 2001, Effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol supplementation on color and lipid stability in pork, *Meat Science*, 58:389–393.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E. and Conte, L.S.,** 2002, Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. onites*) extracts related to their phenolic compound content. *J Sci Food Agric* 82: 1645-1651.
- Quintavalla, S and Vicini, L.** 2002, Antimicrobial food packing in meat industry. *Meat Science.*, 62, 373-380

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rababah, T.M., Ereifej, K.I., Alhamad, M.N., Al-Qudah, K.M., Rousan, L.M., Al-Mahasneh, M.A., Al-u'datt1, M.H. and Yang, W.**, 2011, Effects of green tea and grape seed and TBHQ on physicochemical properties of baladi goat meats, *International Journal of Food Properties*, 14:1208–1216.
- Ragaei, S., Abde-Aal, E.S. and Noaman, M.**, 2006, Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use, *Food Chemistry*, 98:32–38.
- Ramanathan, L. and Das, N.P.**, 1992, Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 40:17-21.
- Rhee, K.S., Yolanda, A.Z. and Ordonez, G.**, 1987, Catalysis of lipid oxidation in raw and cooked beef by metmyoglobin-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, nonheme iron, and enzyme systems, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 35:1013–1017.
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D. and Estévez, M.**, 2011a, Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage, *Meat Science*, 89:166-173p.
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Andrade, M.J., Kylli, P. and Estevez, M.**, 2011b, Avocado (*Persea americana* Mill.) Phenolics, In Vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Inhibition of Lipid and Protein Oxidation in Porcine Patties, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 59: 5625–5635.
- Rooney, M.L.**, 1995, In: Rooney, M.L., Ed. Active food packaging. Blackie Academic and Professional, New York, pp. 74-110.
- Rojas, M.C. and Brewer, M.S.**, 2008, Effect of natural antioxidants on oxidative stability of vacuum packaged, frozen beef and pork patties, *Journal of Food Quality* 31, 178-188.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Sallam, K.I. and Samejima, K.**, 2004, Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37; 865–871.
- Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, 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.
- Sanchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltran, J. A. and Roncales, P.**, 2003, Stabilisation of colour and odour of beef patties by using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83:187-194.
- Sarıküş G.**, 2006, Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirlerinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyon etkisi. Yüksek lisans tezi.
- Savell, J. W. and Cross, H.R.**, 1988, ‘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.
- Sayago-Ayerdi, S.G., Brenes A. and Goni, I.**, 2009, Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers, *LWT - Food Science and Technology*, 42:971–976.
- Serdaroğlu, M. and Felekoğlu, E.**, 2005, Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince, *Journal of Food Quality*, 28:109-120.
- Serdaroğlu, M. and Yıldız-Turp, G.**, 2004, The effects of ascorbic acid, rosemary extract and  $\alpha$ -tocopherol/ascorbic acid on some quality characteristics of frozen chicken patties, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series: Food Science and Technology*, 7-14.
- Soong, Y.Y. and Barlow, P.J.**, 2004, Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds, *Food Chemistry*, 88:411–417p.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- SPSS, 2006, SPSS Statistical package for windows, ver. 15.0, Chicago,IL: SPSS Inc.
- Tanabe, H., Yoshida, M., and Tomita, N.,** 2002, Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*, 73, 389–393.
- Tang, S., Sheehan, D., Buckley, D.J., Morrissey, P.A. and Kerry, J.P.,** 2001, Anti-oxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry and fish muscle, *International Journal of Food Science and Technology*, 36:685-692.
- Teets, A. S. and Lilian M.,** 2008, Were Inhibition of lipid oxidation in refrigerated and frozen salted raw minced chicken breasts with electron beam irradiated almond skin powder, *Meat Science*, 80:1326–1332.
- Tian, L., Cal, Q. and Wei, H.,** 1998, Alterations of antioxidant enzymes and oxidative damage to macromolecules in different organs of rats during aging. *Free Radical Biology Medicine*, 24 (9); 1477-1484.
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A.,** 2005, Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89 (4); 549-554.
- Turhan, S., Sagir, I. and Ustun, N.S.,** 2005, Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers, *Meat Science*, 71:312–316.
- Ünalın, İ.U., Korel, F. and Yemenicioğlu, A.,** 2011, Active packaging of ground beef patties by edible zein films incorporated with partially purified lysozyme and Na<sub>2</sub>EDTA. *Int J Food Sci Tech* 46: 1289-1295.
- Vermeiren, L., Devlighere, F., Van Beest, M., de Kruijf, N. and Debevere, J.,** 1999, Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Sci. and Techn.*, 10;77-86.



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Witte, V.C., Krauze, G.F. and Bailey, M.E.**, 1970, A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage, *Journal of Food Science*, 35:582–585.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R.**, 2007, Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, *Food Chemistry*, 105:940–949.
- Wu, X., Gu, L., Holden, J., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E. and Beecher, G.**, 2004, Development of a database for total antioxidant capacity in foods: A preliminary study, *Journal of Food Composition and Analysis*, 17:407–422.
- Xu, Z., Tang, M., Li, Y., Liu, F., Li, X. and Dai, R.**, 2010, Antioxidant Properties of Du-zhong (*Eucommia ulmoides Oliv.*) Extracts and Their Effects on Color Stability and Lipid Oxidation of Raw Pork Patties, *J. Agric. Food Chem.*, 58:7289–7296.
- Yilmaz, İ. and Daglioglu, O.**, 2003, The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs, *Meat Science*, 65:819–823.
- Yoo, K.M., Lee, C.H., Lee, H., Moon, B. and Lee, C.Y.**, 2008, Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs, *Food Chemistry*, 106:929–936.
- Zhang L., Lin Y.H., Leng X.J., Huang M. and Zhou G.H.**, 2013. Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage. *Meat science* 95: 145-150.
- Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y.**, 2010, Preservation Technologies for Fresh Meat – A review. *Meat Science*, 86, 119-128.

## ÖZGEÇMİŞ

Tolga AKCAN, 13.07.1986 tarihinde Aydın'ın Nazilli ilçesinde doğmuştur. İlköğrenimini Özel Aydınlık İlkokulu, orta öğrenimini Özel Fatih Sultan Koleji ile Ahmet Yesevi İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini ise Nazilli Lisesi'nde tamamlamıştır. 2005 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başlayarak 2009 yılında Gıda Mühendisi olarak mezun olmuştur. 2009 yılında başladığı Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD'da yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.