ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAMBURGERLERİN OKSİDATİF STABİLİTESİNE YERFISTIĞI EKSTRAKTININ ETKİSİ

Arife Gamze ÖZTÜRK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HAMBURGERLERİN OKSİDATİF STABİLİTESİNE YERFISTIĞI EKSTRAKTININ ETKİSİ

Arife Gamze ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

Çalışmada yer fıstığı ekstraktının hamburgerlerin oksidatif stabilitesine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla katkı ilave edilmeyen kontrol grubu, %0.3 oranında sodyum laktat (SL) içeren grup ile %0.5, %1 ve %1.5 oranında yer fıstığı ekstratı (YFE) içeren 5 grup karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kimyasal bileşim, pH, tiyobarbütirik asit (TBARM) değeri, karbonil değeri, toplam antioksidan kapasite, radikal süpürme kapasitesi, açıklık-koyuluk (*L**), kırmızılık (*a**), sarılık (*b**) renk değerleri ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

Yer fıstığı ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 5.15±0.01 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt olarak tespit edilmiştir. Ekstraktın EC_{50} değeri 250.98 µg/mL'dir. Hamburger köftelerin pH değeri 4°C'de 10 günlük depolama periyodu boyunca tüm gruplarda azalmıştır. Yer fıstığı ekstraktı ilavesi lipit oksidasyonunu önemli düzeyde geciktirmiş ve depolama sonunda YFE 1.5 grubu en düşük TBARM değerine sahip olmuştur ($p<0.01$). Yer fıstığı ekstraktı içeren gruplarda protein oksidasyonunun yavaşladığı gözlenmiştir ($p<0.01$). Yer fıstığı ekstraktının protein oksidasyonunu baskılama düzeyini yağ oksidasyonunu baskılama düzeyine kıyasla daha yüksektir. Depolama süresi boyunca antioksidan kapasite değerlerinin tüm gruplarda azaldığı görülmüştür ($p<0.01$). Depolama sonunda en yüksek antioksidan kapasite değerine YFE 1 grubu sahiptir.

Duyusal analizde görünüş, renk, koku, genel beğeni, lezzet ve tekstür değerlendirilmiştir. Bu kriterler bakımından en yüksek puanları SL ve YFE 0.5 grupları almıştır. Genel olarak depolama süresi boyunca bütün gruplarda duyusal analiz puanlarının düştüğü görülmüştür ($p<0.01$).

Şubat 2021, 81 sayfa

Anahtar Kelimeler: Stilben, yer fıstığı ekstraktı, fitoaleksin, köfte, hamburger, et ürünleri, oksidatif stabilite, antioksidanlar

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF PEANUT EXTRACT ON THE OXIDATIVE STABILITY OF BURGERS

Arife Gamze ÖZTÜRK

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

Supervisor: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

In this study, effect of peanut extract on oxidative stability of burgers was investigated. The control group without added additives, the group containing 0.3% sodium lactate (SL) and other three groups containing 0.5%, 1% and 1.5% peanut extract (PE) were analyzed. Within this scope, pH values, proximate composition, thiobarbituric acid (TBARS) values, carbonyl values, total antioxidant capacity, radical scavenging capacity, lightness (*L**), redness (*a**), yellowness (*b**) colour and sensory properties were evaluated.

Total phenolic content of peanut extract was determined as 5.15±0.01 mg GAE/g extract. The EC_{50} value of peanut extract was found to be 250.98 µg/mL. The pH values of burger patties decreased during 10-day storage period at 4°C in all groups ($p<0.01$). The addition of peanut extract significantly decelerated lipid oxidation and PE 1.5 group had the lowest TBARS value at the end of storage ($p<0.01$). The groups which contain peanut extract slowed down protein oxidation ($p<0.01$). Peanut extract's suppression level of protein oxidation is higher than its suppression level of lipid oxidation. It was determined that the antioxidant capacity values decreased in all groups during the storage period ($p<0.01$). PE 1 group has the highest antioxidant capacity value at the end of storage.

Appearance, colour, odour, overall desirability, taste and texture were evaluated in sensory analysis. In terms of these criteria, SL and PE 0.5 groups got the highest scores. In general, it was observed that the sensory analysis scores decreased in all groups during the storage period ($p<0.01$).

February 2021, 81 pages

Keywords: Stilbene, peanut extract, phytoalexin, meat ball, hamburger, meat products, oxidative stability, antioxidants

TEŞEKKÜR

Hem yüksek lisans eğitimim hem tez çalışmam boyunca deneyimi ve bilgisi ile bana yol gösteren, tecrübelerini esirgemeyen, destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Nuray KOLSARICI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezimin bütün aşamalarında yardımını, bilgisini ve desteğini gösteren sevgili Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), analizleri gerçekleştirirken laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a, yer fıstığı ekstraktının temininde destek veren Sayın Prof. Dr. Aslı BARLA DEMİRKOZ'a (Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü) ve AROMSA Besin Aroma ve Katkı Maddeleri Sanayi ve Tic. A. Ş'ye, analizlerim sırasında bilgisini esirgemeyen Dr. Aysu TOLUN (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Araş. Gör. Betül ARSLAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), proje kapsamındaki tüm aşamalarda her türlü yardımı ve desteği gösteren sevgili meslektaşım Elif Beyza SAĞLAM'a, yüksek lisans eğitimim boyunca beni her zaman destekleyen, bana inanan, ilgisini ve desteğini her zaman hissettiren sevgili eşim Sercan ÖZTÜRK, canım annem Nevruz ÇOKPARLAMIŞ ve kardeşim Merve GÜRBÜZ'e teşekkür ederim.

Bu yüksek lisans tezi Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 19L0443007 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Arife Gamze ÖZTÜRK

Ankara, Şubat 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK…… i

ÖZET…..…. ii

ABSTRACT iii

TEŞEKKÜR iv

SİMGELER DİZİNİ viii

KISALTMALAR DİZİNİ ix

ŞEKİLLER DİZİNİ x

ÇİZELGELER DİZİNİ xii

1. GİRİŞ 1

2. KAYNAK ÖZETLERİ 5

2.1 Et ve Et Ürünlerinde Görülen Oksidatif Değişmeler 5

2.2 Stilbenler 10

2.2.1 Stilbenlerin yapısal olarak sınıflandırılması 10

2.2.2 Biyoaktif stilbenler 12

2.2.3 Stilbenlerin biyolojik aktiviteleri 15

2.3 Et ve Et Ürünlerinde Yer Fıstığı Ürünleri Kullanımıyla İlgili Çalışmalar 17

3. MATERYAL VE YÖNTEM 25

3.1 Materyal 25

3.1.1 Hamburger üretimi 25

3.1.2 Yer fıstığı ekstraktının elde edilmesi 26

3.2 Analiz Yöntemleri 27

3.2.1 Toplam fenolik madde analizi 27

3.2.2 Antioksidan madde analizleri 27

3.2.3 Nem miktarı 28

3.2.4 Yağ miktarı 29

3.2.5 Protein miktarı 29

3.2.6 Kül miktarı 29

3.2.7 pH analizi... 29

3.2.8 Tiyobarbütirik asit reaktif madde (TBARM) analizi 30

3.2.9 Toplam karbonil analizi..... 30

3.2.10 Renk analizi – *L, *a**, *b** renk değerleri..... 31**

3.2.11 Duyusal analiz..... 31

3.2.12 İstatistik analiz..... 32

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 33

4.1 Üretimde Kullanılan Etin Bileşimi, pH, TBARM,Karbonil ve Renk Değerleri 33

4.2 Yer Fıstığı Ekstraktına Ait Analiz Sonuçları 33

4.2.1 Toplam fenolik madde içeriği..... 33

4.2.2 Radikal süpürme kapasitesi 34

4.2.3 Toplam antioksidan kapasite değeri..... 35

4.3 Soğukta Depolanan Hamburger Köftelerine Ait Analiz Sonuçları 36

4.3.1 Hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi 36

4.3.2 pH değeri 37

4.3.3 TBARM değeri 40

4.3.4 Toplam karbonil değeri 44

4.3.5 Toplam antioksidan kapasite değeri..... 46

4.3.6 *L, *a**, *b** renk değerleri 48**

4.3.7 Duyusal analiz..... 56

5. SONUÇ 66

6. KAYNAKLAR..... 69

EKLER **77**

EK 1 Köfte Presleme Aparatı ve Hamburger Köftelerinin Fotoğrafları **78**

EK 2 Köftelerin Duyusal Değerlendirme Fotoğrafları **79**

EK 3 YFE 1.5 Grubunun Pişirme Sonrası Fotoğrafları **80**

ÖZGEÇMİŞ **81**

SİMGELER DİZİNİ

ºC	Santigrat
cm	Santimetre
dk	Dakika
Eq.	Equivalant
EC_{50}	Yarım maksimal etkili konsantrasyon
g	Gram
µg	Mikrogram
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidroklorik Asit
$K_2S_2O_8$	Potasyum Peroksidisülfat
Kg	Kilogram
L	Litre
MA	Malondialdehid
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
M	Molar
mM	Milimolar
N	Normal
NO	Azot Monoksit
NaOH	Sodyum Hidroksit
ppm	Milyonda Bir birim
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
UV/VIS	Ultraviyole/Görünür
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	2,2'-Azino-bis (3-Etilbenzotiazolin -6- Sülfonik Asit)
ALT	Alanin Transaminaz
AST	Aspartat Transaminaz
BHA	Bütil Hidroksi Anisol
BHT	Bütil Hidroksi Toluen
CE	Kateşin Eşdeğeri
DHA	Dokosa Heksaenoik Asit
DNPH	2,4-Dinitro Fenil Hidrazin
DPPH	1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil
EPA	Eikosa Pentaenoik Asit
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
K	Kontrol Grubu
KM	Kuru Madde
KBF	Kanserle Bağlantılı Fibroblast
KKH	Kanser Kök Hücre
PG	Propil Gallat
QR	Kinon Redüktaz
SC-CO_2	Süperkritik Karbondioksit
SH	Standart Hata
SL	Sodyum Laktat
TAK	Toplam Antioksidan Kapasite
TBA	Tiyobarbitürik Asit
TBARM	Tiyobarbitürik Asit Reaktif Madde
TCA	Triklor Asetik Asit
TEP	1,1,3,3-Tetra Etoksi Propan
TEAC	Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite
TROLOX	6 Hidroksi – 2,5,7,8-Tetrametilkroman-2-Karboksilik asit
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Ziraat Dairesi
YFE	Yer Fıstığı Ekstraktı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Ette bulunan oksidasyon kaynakları 7
Şekil 2.2 Doymamış yağ asitlerinin lipit oksidasyon aşamaları 8
Şekil 2.3 Stilbenin izomerik formları 10
Şekil 2.4 Yaygın stilbenleri ana yapıları 11
Şekil 2.5 Stilbenin A ve B halkaları 11
Şekil 2.6 Resveratrol tarafından meme tümör mikroçevresinde hücre-hücre iletişimi mekanizması 16
Şekil 3.1 Hamburger köfteleri üretim basamakları 26
Şekil 4.1 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince pH değerinde oluşan değişiklikler 38
Şekil 4.2 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince TBARM değerinde oluşan değişimler 41
Şekil 4.3 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince karbonil miktarında oluşan değişimler 45
Şekil 4.4 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince belirlenen toplam antioksidan kapasite değerleri 48
Şekil 4.5 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince L^* değerinde oluşan değişiklikler 50
Şekil 4.6 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince a^* değerinde oluşan değişiklikler 53
Şekil 4.7 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresi boyunca b^* değerinde meydana gelen değişiklikler 55
Şekil 4.8 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince görünüş değerlendirmesinde oluşan değişimler 58
Şekil 4.9 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince renk değerlendirmesinde oluşan değişimler 59
Şekil 4.10 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince koku değerlendirmesinde oluşan değişimler 60
Şekil 4.11 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince genel beğeni değerlendirmesinde oluşan değişimler 61

Şekil 4.12 Hamburger köftelerinin 8 günlük depolama süresince lezzet değerlerinde oluşan değişiklikler 63
Şekil 4.13 Hamburger köftelerinin 8 günlük depolama süresince yapı (tekstür) değerlerinde oluşan değişiklikler 64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Bazı stilbenleri oluşturan fenolik asitler 12
Çizelge 4.1 Etin bileşimi, pH, TBARM, karbonil ve renk değerleri 33
Çizelge 4.2 Hamburger köftelerine ait nem, yağ, kül ve protein miktarları (%) 36
Çizelge 4.3 Hamburger köftelerinin pH değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 37
Çizelge 4.4 Hamburger köftelerinin TBARM değerine (mg MA/kg) yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 40
Çizelge 4.5 Hamburger köftelerinin karbonil miktarına yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (nmol/mg protein) 44
Çizelge 4.6 Hamburger köftelerinin toplam antioksidan kapasite değerlerine (mmol/100 g burger) yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 47
Çizelge 4.7 Hamburger köftelerinin *L** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 49
Çizelge 4.8 Hamburger köftelerinin *a** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 52
Çizelge 4.9 Hamburger köftelerinin *b** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 55
Çizelge 4.10 Hamburger köftelerinin görünüş, renk, koku ve genel beğeni değerlendirmesine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 57
Çizelge 4.11 Hamburger köftelerinin lezzet ve yapı (tekstür) beğeni değerlerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi 62

1. GİRİŞ

Modern dünyanın gerektirdiği hızlı olma zorunluluğu insanları zamanı iyi yönetebilmeye zorlamaktadır. Hızlı düşünen, çalışan ve hareket eden modern insan, çoğu zaman hızlı yemek durumundadır. Bu nedenle çoğunlukla fast food gibi kolay ulaşılabilir yiyecekleri tercih etmektedir. Bu yiyeceklerin başında hem protein ihtiyacını karşılayabileceği hem de ayaküstü tüketebileceği hamburger, döner, pizza gibi et içeren ürünler yer almaktadır (Soncu 2014). Hamburger özellikle gençler tarafından çok sevilen ve en sık tüketilen fast food ürünlerinden biridir. Hamburger köfte hamuru; kemik, kıkırdak, sinir ve tendonlarından ayrılmış kasaplık hayvan etlerine böbrek, iç, kuyruk yağları gibi hayvansal yağların; galeta, patates, buğday unu, baharatlar, lezzet arttırıcılar ve kullanımına izin verilen katkı maddelerinin eklenerek kıyma haline getirilmesiyle hazırlanan homojen bir karışımdır (TSE 2010).

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et, biyolojik değeri yüksek bir protein kaynağıdır ve insan için elzem olan aminoasitleri içerir (Pereira ve Vincente 2013). Protein haricinde esansiyel yağ asitleri, kobalamin (B12) gibi B grubu vitaminler açısından zengindir. Özellikle yağ, etin duyusal özellikleri, lezzeti ve besin değeri üzerinde oldukça etkilidir. Et ve et ürünlerinde önemli bir kalite belirleyicisi olan yağ, aynı zamanda et ürünlerinde lipit oksidasyonunda substrattır (Ribeiro vd. 2019).

Lipit oksidasyonu gıdaların kalite özellikleri bakımından önemli bir kriterdir. Son zamanlarda et ürünlerinde lipit oksidasyonunun yanı sıra protein oksidasyonu üzerine yapılan araştırmalar artmıştır. Protein oksidasyonu, lipit oksidasyonu gibi serbest radikal zincir reaksiyonları ile oluşur fakat oksidasyon yolu ve oksidasyon sonucunda meydana gelen ürünler açısından farklılık gösterir. Protein oksidasyonu sonucunda karbonil bileşiklerinin üretilir ve proteinlerin ikincil yapısında değişikliklere sebep olur. Her iki oksidasyon da et ve et ürünlerinin kalitesinde azalmaya neden olmakla birlikte ürünün biyoyararlılığı üzerinde de değişimlere yol açmaktadır (Bastıoğlu 2019).

Gıdalardaki bileşiklerin oksijenle reaksiyona girmesi sonucu en az bir elektron kaybetmesiyle oksidasyon meydana gelir. Ette işleme sırasında meydana gelen kalite kayıplarının mikrobiyel olmayan nedeni lipit ve protein fraksiyonlarındaki oksidasyondur (Falowo vd. 2014). Lipitlerin oksidasyonu, serbest radikal zincir reaksiyonu ile başlar ve ilerler. İşlenmiş et ürünleri gibi yüksek oranda yağ içeren ürünler oksidatif zincir reaksiyonlarına karşı daha hassastır. Bu durum istenmeyen koku ve tat gelişimine ek olarak besin kaybıyla sonuçlanabilir. Et ürünlerinde lipit oksidasyonunun duyusal özellikler ve besin ögelerinin sindirilebilirliği üzerine de olumsuz etkileri vardır (Oswell vd. 2018). Bu olumsuz etkileri önlemek için antioksidanlar kullanılır.

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya serbest radikallerin çoğalmasını birkaç mekanizmadan biriyle önleyerek, otooksidasyonun geciktirilmesinde veya önlenmesinde önemli rol oynayan birleşiklerdir (Aziz ve Karbourne 2018). Genellikle radikallerle, proteinler/yağ asidi yan zincirleri arasında bir reaksiyon üreten mekanizma ile etki ederek, lipit peroksidasyonu zincirini bozarak inhibe ederler (Murcia ve Martinez-Tome 2001). Antioksidanlar yapay yollardan veya bitkilerden doğal yollarla elde edilebilirler. Günümüzde daha çok sentetik antioksidanlar yaygındır. BHA (bütil hidroksi anisol) , BHT (bütil hidroksi toluen), PG (propil gallat) gibi sentetik antioksidanlar oksidasyonu önlemek için gıdalarda etkin olarak kullanılmaktadır. BHA ve BHT gibi sentetik antioksidanların suda çözünürlüğü ve büyük parça etlere nüfuz etme yeteneği düşük olduğundan sınırlı uygulamalara sahiptir (Bekhit vd. 2003). Bununla birlikte son çalışmalarda, BHA ve BHT gibi sentetik antioksidanların yüksek seviyelerde kanserojen etki gösterebildiği de bildirilmiştir (Shahidi ve Zhong, 2010; Brewer 2011, Suh vd. 2018).

Günümüzde et ve et ürünlerinde kullanılan antioksidanların büyük çoğunluğu kimyasal yollardan elde edilmektedir. Gerek kullanılan katkı maddeleri, gerekse et ve et ürünlerinin güvenliği konusunda halk arasında kafa karışıklığı ve endişe bulunmaktadır. Tüketicilerin artan bilgi seviyesi ve gıda endüstrisine duydukları güvensizlik, tüketicileri temiz etiketli ve doğal içerikler bulunduran gıdalara

yönlendirmiştir. Bu nedenle sentetik antioksidanların yerine geçebilecek bitki ekstraktları üzerinde çalışılmaktadır (Oswell vd. 2018).

Bitki ekstraktları; antioksidan özelliği olan çeşitli fitokimyasal bileşikler içerir ve insan sağlığı üzerine olumlu nedeniyle son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir (Kuršvietienė vd. 2016, Elshaer vd. 2018). Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan alternatif antioksidan kaynakları arasında tokoferol izomerleri, biberiye, adaçayı, yeşil çay gibi yüksek oranda fenolik madde içeren bitki ve bitki özleri bulunmaktadır. Bunlara ek olarak stilben gibi fenolik maddeler açısından zengin; nar, kırmızı meyveler ve yer fıstığı üzerinde de çalışılmaktadır (Lorenzo vd. 2018b).

Stilbenler; çeşitli bitki türlerinde bulunan fenolik yapılı fitoaleksinlerdir. En yoğun olarak bulunduğu bitki türleri *Vitaceae* (üzüm), *Pinaceae* (çam), *Fabaceae* (fıstık) ve kırmızı meyvelerdir (Kisilev vd. 2017, Lorenzo vd. 2018a). Ancak *Dipterocarpaceae*, *Cyperaceae* (papirüs), *Gnetaceae*, *Leguminosae* (baklagiller), *Liliaceae* (zambakgiller) gibi bitki familyalarının yaprak, kök ve gövdelerinde de görülmektedir (Cassidy vd. 2000). Stilbenlere, üzümden dolayı şarapta ve bitter çikolatada da rastlanmaktadır (Matos vd. 2018).

Genel olarak stilbenler (1,2-difenil etilen) ; çeşitli bitki türlerinde bulunan, karmaşık yapılı fenolik maddelerdir (Chong vd. 2009, Akinwumi vd. 2018). Tamamı bitkiler aleminde görülen stilbenlerin bilinen tek istisnası, bir antimikrobiyel ve bağırsak paraziti önleyici stilben türevi madde üreten Gram negatif bakteri *Photorhabdus luminescens*'dir (Mori vd. 2016). Bitkilerin hastalık direncine katkısı nedeniyle çok yoğun araştırmalara konu olan stilbenlerin insan sağlığı üzerine birçok olumlu terapötik etkisi vardır (Dubrovina ve Kisilev 2017). Bunlar arasında antioksidan ve antienflamatuar olması, antibakteriyel özellikleri, kalp rahatsızlıklarına olumlu katkıları, kanser önlemede yardımcı olması gibi etkileri bulunmaktadır (Baydar vd. 2004, Singh vd. 2015, Dvorakova ve Landa 2017). Ayrıca antifungal ve antimutajenik özellikler de sergilemektedir (Chakrapani vd. 2010).

Stilbenlerin doğal olarak göstermiş oldukları farmakolojik özellikler tıbbi kimya alanında büyük ilgi görmesine yol açmış ve bu durum kanseri önlemeye ilişkin klinik çalışmalarda stilben yapısına sahip onaylı ilaçların ortaya çıkmasına ön ayak olmuştur (Giacomini vd. 2016). Stilbenler sadece insanlar üzerinde değil, gıdalar üzerinde de olumlu özelliklerini gösterir. Araştırmalar; stilbenlerin gıdaların raf ömrünün uzamasına olumlu katkıda bulunduğunu, yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve serbest radikalleri bağladığını göstermiştir (Baydar vd. 2004).

Yer fıstığı ve yer fıstığı yan ürünleri değerli besin kaynaklarıdır. Doğal olarak bulundurdukları stilben gibi fenolik bileşenler sayesinde doğal antioksidan ve antimikrobiyel maddeler olarak kabul edilirler (Lorenzo vd. 2018b). Anavatanı Amerika kıtası olan *Arachis hypogaea L.* (*Fabaceae*), ülkemizde daha çok yer fıstığı ya da Amerikan fıstığı olarak bilinmektedir ve pek çok ülkede yaygın olarak yetiştirilen bir türdür. Yer fıstığının olgunlaşan meyveleri kavrularak çerez olarak tüketilmekte veya yağ üretmek amacıyla kullanılmaktadır (Sütlüoğlu 2009).

Bu çalışmada doğal bir antioksidan olan ve önemli miktarda stilben içeren yer fıstığı ekstraktının hamburgerlerin oksidatif stabilitesine etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Et ve Et Ürünlerinde Görülen Oksidatif Değişmeler

Günümüzde insanlar hızlı düşünmek, çalışmak ve zamanı iyi yönetebilmek zorundadır. Bu durum beslenme ve tüketim alışkanlıklarını doğrudan etkiler ve insanları kısa sürede tüketilebilen hamburger gibi fast food ürünlere yöneltir. Hamburger köfteleri; kasaplık hayvanlardan elde edilen et ve yağ ile soğan, çeşitli baharatlar ve katkıların hamur haline getirilmesiyle üretilir.

Et, beslenmemizde önemli yer tutan bir gıda maddesidir ve kasaplık hayvanların iskelet kaslarından elde edilir. Et, sahip olduğu kimyasal ve fiziksel özellikleri sebebiyle bozulmaya karşı oldukça hassastır (Özdemir 2013). Et ve et ürünleri kısa süreli depolama için soğukta muhafaza edilebilir veya dondurularak daha uzun süre depolanabilir. Soğukta muhafaza edilen et ve et ürünleri mikrobiyel bozulma ve oksidatif bozulma olmak üzere iki ana sebeple bozulmaktadır (Kim vd. 2013).

Bozulma sonucunda et ve et ürünleri insan tüketimi için uygun olmayan hale gelir. Kıyma haline getirilmiş et ürünleri oksidatif değişimlere bütün haldeki kaslardan daha duyarlıdır. Etin parçalanarak kıyma haline getirilmesi sırasında kas yüzeyi mikrobiyel kontaminasyona ve havaya daha fazla maruz kalır. Etin hücre bütünlüğü bozulur, hücre suyu dışar çıkar ve mikroorganizmaların gelişmesi için uygun besi ortamı oluşturur. Etin parçalanması sırasında etin yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar ürünün her tarafına dağılır. Diğer yandan kasların bütünlüğü bozulur, miyoglobin oksidasyona uğrar, doymamış yağ asitleri metal iyonları ile etkileşime girerek lipit oksidasyonunu destekler (Turan 2017). Kıymaların bozulmasının ilk belirtisi kokuşma hissidir. Sonrasında mikrobiyel yük artar ve yapışkan, sümüksü bir yapı görülür. Ortaya çıkan sümüksü yapıyla birlikte et yüzeyi yumuşar, sünme meydana gelir. Bu durum yüzeyde bakteriyel hücre sayısının arttığının ve et proteinlerinnin yapısının bozulmaya başladığının göstergesidir. Etteki mikrobiyel gelişme yüzeyde kolonilerin görülmesine ve renk değişikliklerine yol

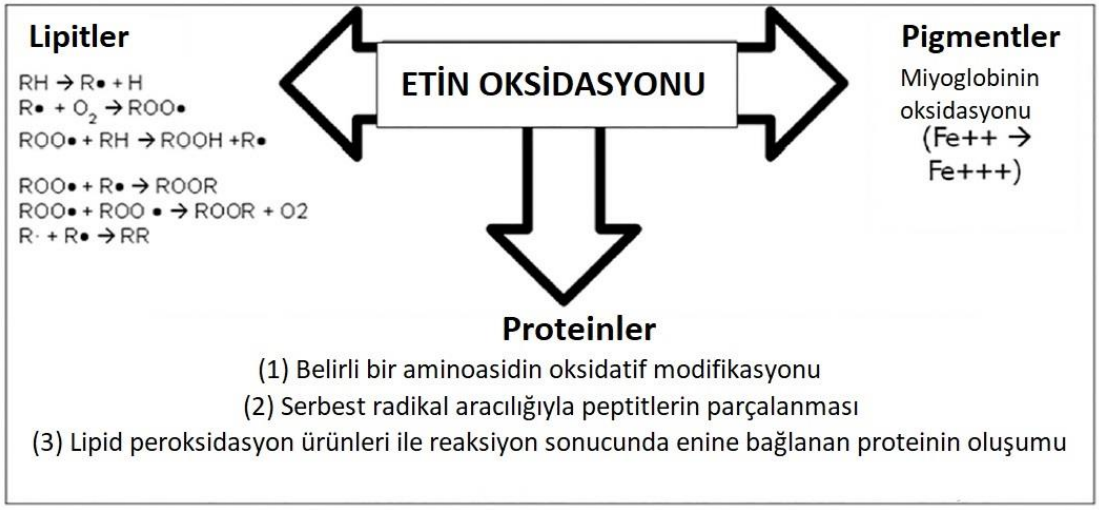
açar. Bununla birlikte mikrobiyel gelişme sonucunda istenmeyen tat ve koku gelişimi meydana gelir, mikrobiyel metabolizma sonucu gaz üretilir (Kim vd. 2013).

Her geçen gün tüketicinin gıda bileşimi ve sağlık arasındaki ilişki hakkındaki bilgisi artmakta, genel kalite ve gıda güvenliği beklenen özellikler haline gelirken kimyasal katkı maddeleri potansiyel zararlı etkileri nedeniyle tüketicinin ürünü tercih etmesinde önemli bir kriter oluşturmaktadır (Lorenzo vd. 2018b). Diğer bir deyişle tüketiciler, sentetik antimikrobiyel/antioksidan ajanların kullanımı nedeniyle sağlık açısından endişe duymaktadır. Ayrıca tüketiciler daha uzun raf ömrüne sahip, olabildiğince düşük düzeyde işlenmiş, koruyucu içermeyen ya da doğal koruyucu içeren gıdaları talep etmektedir (Aziz ve Karbourne 2018). Son yıllarda gıda sanayi, doğal kaynaklardan elde edilen antimikrobiyel ve antioksidan maddeler üzerine yoğunlaşmıştır. Fenolik bileşik içeriğinin fazla olması nedeniyle yer fıstığı ve diğer bitkisel materyaller iyi bir doğal antioksidan kaynağıdır (Oswell vd. 2018).

Yer fıstığı fenolik maddeler bakımından zengindir. Yer fıstığı kabuğundaki fenolik bileşiklerin birden fazla mekanizma aracılığıyla patojenlerin ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini engellediği ve oksidatif gelişmeleri sınırlandırdığı bilinmektedir. Bu fenolik bileşikler, *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli* ve *Salmonella Typhimurium* gibi patojenik gram-pozitif ve gram-negatif bakterilere karşı antimikrobiyel özellik sergilemektedir. Bakterilerin yanı sıra maya ve küflere karşı da koruyucu özellik gösterir (Turan 2017).

Gıdaların depolanması, işlenmesi ve ısıl işlem uygulanması sırasında ortaya çıkan lipit oksidasyonu, gıdaların kalitesinin bozulmasının ana nedenlerinden biridir. Oksidasyon, et ve et ürünlerinin kalitesinde ve kabul edilebilirliğinde sınırlayıcı bir faktördür. Ortamda bulunan serbest radikaller oksidasyonu olumsuz yönde etkiler ve oksidasyonla birlikte gıdanın tadı, rengi, tekstürü, besin değeri olumsuz etkilenir (Lorenzo vd. 2018a, Lorenzo vd. 2018b).

Farklı bileşiklerle reaksiyona giren ve oldukça kararsız haldeki serbest radikaller oksijen, azot ve sülfür olmak üzere üç farklı elementten türemiştir. Bu serbest radikaller reaktif oksijen türleri, reaktif azot türleri ve reaktif sülfür türleri olarak bilinmektedir. Et ve et ürünlerinde bulunan bu serbest radikallerin ana hedefleri şekil 2.1'de gösterildiği üzere lipitler, proteinler ve pigmentlerdir (Ribeiro vd. 2019).

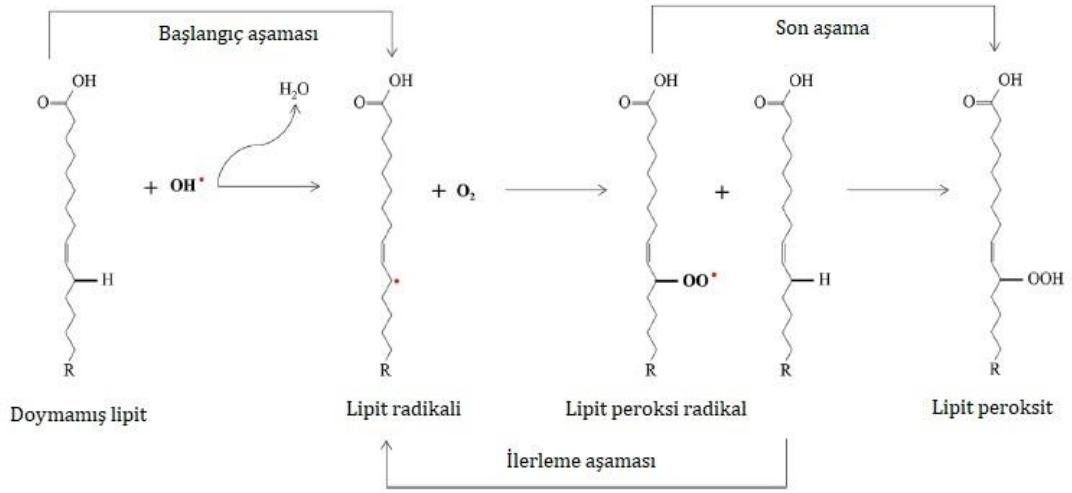


Şekil 2.1 Ette bulunan oksidasyon kaynakları (Ribeiro vd. 2019)

Etin lipit ve protein fraksiyonlarında oksidasyon işleme sırasında kalite kaybının mikrobiyel olmayan nedeni olarak gösterilmektedir (Falowo vd. 2014). Et ve ürünlerinde görülen önemli sorunlardan biri etteki lipidlerin oksidasyonudur. Lipit oksidasyonundan kaynaklanan kimyasal değişimler raf ömrünün kısalmasına, aroma, renk, tekstür gibi özelliklerin değişmesine ve buna bağlı olarak genel kabul edilebilirliğin azalmasına neden olur (Munekata vd. 2016). Bunun yanı sıra lipit oksidasyon istenmeyen tat oluşumu, renk değişimi, malonaldehit ve kolestrol oksitleri gibi toksik maddelerin gelişimine ve esansiyel yağ asitlerinin parçalanması nedeniyle besin kayıplarına yol açar (Ribeiro vd. 2019).

Lipit oksidasyonu otooksidatif bir reaksiyondur ve üç aşamadan oluşur. Şekil 2.2'de lipit oksidasyonu aşamaları görülmektedir. İlk aşamada doymamış yağ asitleri ortamda bulunan geçiş metalleri ile katalizlenir ve bir oksijen atomu uzaklaştırılır.

Bu aşamada alkil serbest radikalleri oluşur. İlerme aşamasında alkil serbest radikalleri üçlü oksijenle reaksiyona girerek hidroperoksit ve yeni alkil radikalleri olmak üzere farklı radikaller oluşturur. Son aşamada ise aldehit ve keton gibi daha stabil son ürünler meydana gelir (Lorenzo vd. 2018b). Stilbenlerin antioksidan özelliği 3 farklı mekanizma ile açıklanmaktadır. Birinci mekanizmada resveratrol mitokontride oluşan süperoksit radikalini yakalar. İkinci mekanizmada koenzim Q ile yarışır ve reaktif oksijen türleri oluşum yerinde oksidatif zincir kompleksini azaltır. Üçüncü mekanizmada ise lipit peroksidasyonunu inhibe eder (Sayın vd. 2008).



Şekil 2.2 Doymamış yağ asitlerinin lipit oksidasyon aşamaları (Lorenzo vd. 2018b)

Yakın bir döneme kadar gıdalarda kalite kayıplarına yalnızca lipit oksidasyonunun neden olduğu düşünülmekteydi ve bu sebeple lipit oksidasyonu üzerine yoğunlaşılmıştı. Ancak proteinlerin de okside olabileceği anlaşıldıktan sonra protein oksidasyonu ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. Miyofibriler proteinler (aktin ve miyozin) ette en fazla miktarda bulunan proteinlerdir. Miyofibriler proteinlerin oksidasyonu etin lezzet ve tekstür gibi duyusal özellikleri ile besin değerinin azalmasına neden olur. Ayrıca emülsiye ürünlerde su tutma kapasitesi üzerine olumsuz etki eder. Protein oksidasyonu sırasında çapraz bağlı oksidasyon ürünleri, oksitlenmiş aminoasit türevleri ile karboniller oluşur ve esansiyel aminoasit miktarı azalır. Protein oksidasyonu mekanizması ile lipit oksidasyonu arasındaki etkileşim

henüz tam olarak anlaşılamamıştır ancak et ürünlerindeki yağ miktarı artışının lipit oksidasyonunda artışa neden olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte protein oksidasyonu doymamış yağlar gibi oksitlenebilen bileşiklerin varlığında gerçekleşmektedir (Estévez vd. 2008). Karbonil oluşumu protein oksidasyonu varlığına ilişkin bir göstergedir. Ortamda bulunan reaktif oksijen türlerinin proteinlerle reaksiyona girmesiyle aminoasit yapısı parçalanarak protein karbonil bileşiklerinin ortaya çıkmasına neden olur (Bastıoğlu 2019). Protein oksidasyonu üç yolla gerçekleşmektedir. İlki spesifik bir aminoasidin oksidasyona uğraması, ikincisi serbest radikal aracılığıyla peptitlerin parçalanması ve üçüncü olarak lipit peroksidasyon ürünleri ile reaksiyon sonucunda enine bağlı protein oluşumu şeklindedir (Ribeiro vd. 2019). Karboniller protein oksidasyonu yanı sıra farklı yollarla da oluşabilmektedir. Karbonil oluşumu; aminoasitlerin yan zincirinin oksidasyonu, peroksinitrit radikalinde meydana gelen protein oksidasyonu, peptit bağlarının kırılması ve protein yapısında meydana gelen reaksiyonlar, sülfür içeren aminoasitlerin tiyol gruplarının oksidasyonu ve protein karbonil türevlerinin oluşumu ile meydana gelebilir.

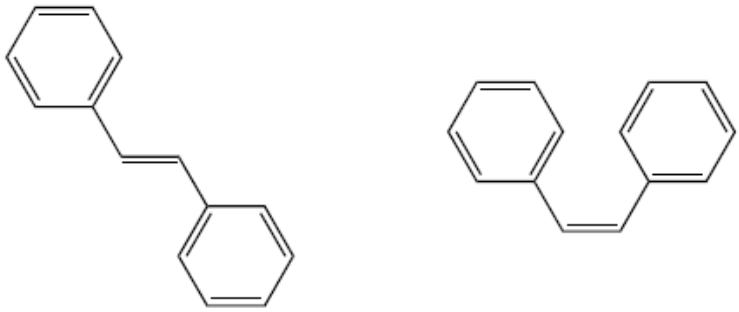
Protein ve lipit oksidasyonu arasındaki ilişki henüz tam olarak açıklanamasa da bu ilişkinin proteinlerin lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri ile reaksiyona girmesi, radikal reaksiyon meydana getiren kovalent bağ oluşumu ve okside lipitler ile proteinlerin kovalent olmayan bileşikler oluşturması şekilde olduğu düşünülmektedir (Bastıoğlu 2019).

Ette bulunan son oksidasyon kaynağı pigmentlerdir Miyoglobin ete rengini veren ve kas pigmenti olarak da bilinen bir pigmenttir. Oksimiyoglobin ve metmiyoglobin formlarına dönüşebilen miyoglobinin yapısında bir adet demir içeren “heme” grubu bulunur, oksijen affinitesi yüksektir. Pigmentlerin oksidasyon mekanizması miyoglobin molekülündeki demir iyonunun oksidasyonu ile gerçekleşir (Ribeiro vd. 2019).

2.2 Stilbenler

Stilbenler (1,2-difeniletilen); bitkilerde bulunan, fenilpropanoid ve asetat-malonat yollarından türetilen fenolik bileşiklerdir (Ko vd. 2018). Bitkilerde fitoaleksin olarak görev yaparlar. Fitoaleksin Yunanca bitki anlamına gelen "*phyton*" ve koruyucu anlamındaki "*alexin*" kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur (İnal 2011). Bitkilerin bakteriler veya mantarlar gibi patojenler tarafından saldırıya uğradığında ürettikleri bileşiklerdir (Silva vd. 2015).

Stilben kelimesi Yunanca parlayan anlamına gelen "*stilbos*"tan türemiştir ve *trans*-stilben (E) ve *cis*-stilben (Z) olmak üzere iki izomerik şekli bulunmaktadır (Likhtenshtein 2010, Dubrovina ve Kiselev 2017). Şekil 2.3'te her iki izomerik form gösterilmiştir.

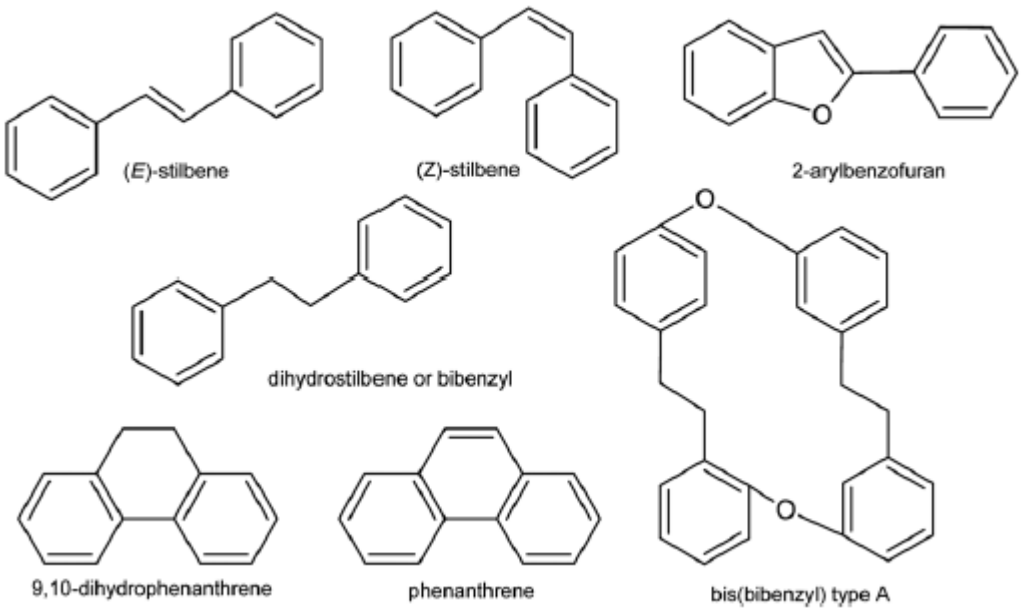


Şekil 2.3Stilbenin izomerik formları (Likhtenshtein 2010)

2.2.1 Stilbenlerin yapısal olarak sınıflandırılması

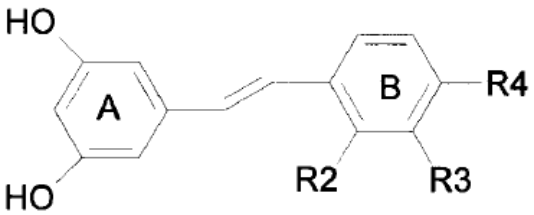
Stilbenlerin yapısında karakteristik olarak 1,2-difeniletil çekirdeği bulunmaktadır (Chong vd. 2009). Stilbenler, monomerik ve oligomerik olmak iki kategoriye ayrılır. Monomerik stilbenin ana yapısı görece daha basittir. Bir etilen köprüsüyle birleştirilmiş iki aromatik halka bulundurur. *Trans* izomeri (E) en yaygın

konfigürasyonudur (Riviere vd. 2012). Şekil 2.4'te yaygın stilbenlerin ana yapıları görülmektedir.



Şekil 2.4 Yaygın stilbenleri ana yapıları (Riviere vd. 2012)

A halkası genellikle m-pozisyonunda iki hidroksil grubu taşır (Şekil 2.5). B halkasında ise hidroksi ve metoksi grupları yer alır. Bunlar sinnamik asit türevlerinden sentezlenmektedir ve sinnamik asidin yerine konulan yapı stilbenin B halkasında bulunur (Cassidy vd. 2000).



Şekil 2.5 Stilbenin A ve B halkaları (Cassidy vd. 2000)

Çizelge 2.1'de bazı stilbenleri oluşturan fenolik asit ve gruplar verilmiştir Oligomerik stilbenler ise homojen ve heterojen monomerik stilbenlerin bir araya gelmesiyle oluşur. Dizilimlerinin karmaşıklığı ve temel yapılarının çeşitliliği ile birkaç gruba ayrılabilirler (Shen vd. 2009). Önceki yapılan araştırmaları geliştirerek yola çıkan Shen vd. (2009) oligomerleri; resveratrol, izoharpontigenin, piceatannol, oxyresveratrol içeren oligomerler olarak dört ana sınıfa ayırmıştır. En yaygın görülen stilbenoidler piceatannol, pinosylvin, piceid, mulberroside, combretastatindir.

Çizelge 2.1 Bazı stilbenleri oluşturan fenolik asitler (Cassidy vd. 2000)

R2'	R3'	R4'	FenolikAsit	Stilben
H	H	H	Sinamik Asit	Pinosilvin
H	H	OH	p-Kumarik Asit	Resveratrol
OH	H	OH	2',4'-dihidroksisinamik asit	Hidroksiresveratrol
H	OH	OH	Kafeik Asit	Piceatannol
H	OH	OCH3	Izoferulik Asit	Rhapontigenin

2.2.2 Biyoaktif stilbenler

Üzerinde en çok çalışma yapılan stilben, resveratroldür. Resveratroller (*trans*-3,4′,5-trihydroxystilbene) özellikle üzüm ve yaban mersini, turna yemişi gibi kırmızı meyvelerde bol miktarda bulunan ve en yaygın olarak bilinen fitoaleksinlerdir (Simopoulos 2001, Bae vd. 2018). Kırmızı renkli meyvelerin yanı sıra yer fıstığında da bol miktarda bulunmaktadır (Kuršvietienė vd. 2016).

Stilbenlerin bilinen en önemli alt gruplarından biri olan resveratrol, Fransız Paradoksu teriminin temelini oluşturur (Sayın vd. 2008, Keskin vd. 2009). Fransız Paradoksu; Güney Fransa'da ortaya çıkmıştır ve Fransa'da orta derecede şarap tüketiminin koroner kalp rahatsızlığı üzerine olumlu etkisi resveratrole dayandırılmaktadır (Pinero vd. 2017, Akinwumi vd. 2018). Yüksek oranda yağ içeren beslenme şekline rağmen Fransa'da şarap tüketimi nedeniyle daha az kalp

rahatsızlığı görülmesi yani kalp rahatsızlığı ve şarap tüketimi arasında ters orantı bulunması buna "Fransız Paradoksu" adı verilmesine neden olmuştur (Goswami ve Das, 2009, Keskin vd. 2009). Aynı durum Akdeniz diyetiyle beslenen insanlarda da görülmüştür (Simopoulos 2001, Vries vd. 2018).

Trans ve *cis* olmak üzere iki geometrik izomeri bulunan resveratrol iki fenol halkasının stiren çift bağ ile bağlanması sonucu oluşmuştur (Riviere vd. 2012, Gülcü 2016). İlk olarak 1940 yılında Michio Takaoka tarafından Veratrum album'da bulunmuştur ve 1963 yılında Nonomura vd. Japon madımak bitkisinde tanımlanmıştır (Likhtenshtein 2010). Ağızdan alındığında düşük biyoyararlınım gösterir. Resveratrol, siklodekstrinlere bileşik oluşturmaları suda çözünürlüğünü arttırmasına rağmen biyoyararlınımı üzerinde etkisi yoktur. Ancak stilbenlerin biyoyararlınımını arttırmak için safra asitleri ile kompleks oluşturma, lipozomlara katılma ve nanopartikül dağıtım sistemlerine formülasyon gibi yöntemler bulunmaktadır (Akinwumi vd. 2018). Resveratrolün kimyasal sentezi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş olsa da maliyeti oldukça yüksektir ve çevre dostu değildir (Li vd. 2016).

Piceatannoller (*trans*-3',4',3,5-tetrahydroxystilben), resveratrolün hidroksillenmiş türevleridir (Les vd. 2016). Genellikle yer fıstığı, kırmızı meyveler, üzüm, ravent bitkisi (rhubarb), çarkıfelek meyvesi, beyaz çay ve arı ürünlerinde bulunur (Akinwumi vd. 2018, Zheng vd. 2018). Resveratrole göre daha az sayıda çalışılmış olmasına rağmen oldukça geniş bir spektrumda biyolojik aktivite gösterirler (Piotrowska vd. 2012). Antiviral, antikarsinojenik, nöro-koruyucu, antienflamatuar, antioksidan ve östrojenik aktiviteye sahip olan piceatannol, resveratrole göre bitkilerde az miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle piceatannol ile yapılan çalışmalar kısıtlıdır (Furuya vd. 2018, Zheng vd. 2018).

Pterostilbenler (3,5-dimethoxy-4-hydroxy-*trans*-stilbene), kimyasal olarak resveraltolle bağlantılı stilbenoidlerdir ve genellikle yaban mersini, *Pterocarpus marsupium* gövdesi ve üzümde bulunur (Akinwumi vd. 2018). Pterostilbenler diğer bir deyişle resvetratrolün dimetil eter türevdir (Likhtenshtein 2010, Tsai vd. 2017).

Ancak resveratrolden daha güçlü antioksidan ve antikanser aktivite gösterir (Filippis vd. 2017). Bunun nedeni pterostilbenin dimetileter yapısının lipofiliklik ve membran geçirgenliği sağlamasıdır (Nagao vd. 2017). Bunun yanı sıra Alzheimer hastalığı üzerinde de resveratrole göre daha etkindirler ve daha belirgin iyileşme görülmesini sağlarlar (Chang vd. 2012).

Oxyresveratrol (*trans*-2,4,3',5'-tetrahydroxystilben), hidroksillenmiş resveratrolün bir izomeridir. Genellikle beyaz dutta (*Morus alba*) ve maymun meyvesinde (*Artocarpus lakoocha*) bulunur (Akinwumi vd. 2018). Sulu çözeltilerde yüksek çözünürlüğe ve düşük toksisiteye sahip olması nedeniyle resveratrole göre daha üstündür. Güçlü bir serbest radikal bağlayıcıdır, oksidatif stresin ortada kaldırılmasında etkilidir. Doğal olarak meydana gelen bu polihidroksistilben H_2O_2, NO ve yapay serbest radikal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH)'yi etkin şekilde bağlamaktadır (Andrabi vd. 2004). Hu vd. (2015) melanogeneze karşı oxyresveratrolün etkinliğini araştırdıkları bir çalışmada, ciltte pigmentasyona neden olan tirozinaz enzimine baskı oluşturduğunu ifade etmiştir. Oxyresveratrolün gıdayla veya doğrudan oral uygulama yoluyla alınması için çalışmaların yetersiz olduğunu belirten araştırmacılar bununla birlikte fonksiyonel gıda olarak potansiyelinin bulunduğunu vurgulamıştır.

Piceid (3,4,5-trihydroxystilben-3-beta-monoglucoside), resveratrol glikozitidir. Resveratrole göre biyolojik etkileri daha zayıftır ve biyoyararlınımı çok daha düşüktür. Bu da hidrolize edilmesine yönelik güçlü bir gereksinim yaratmaktadır. Resveratrol üretimi için piceidin hidrolizi enzimatik yolla, mikrobiyel dönüşümle ve asit katalizli hidrolizle gerçekleşebilir (Li vd. 2016). Resveratrol ile benzer antioksidan kapasite ve anti kanser özellikler gösterir (Fabris vd. 2008, Benova vd. 2010). Lipit oksidasyonunda resveratrol ile birlikte BHT ve E vitaminine göre daha yavaş ancak daha uzun süre koruyucu etkiye sahiptir (Fabris vd. 2008).

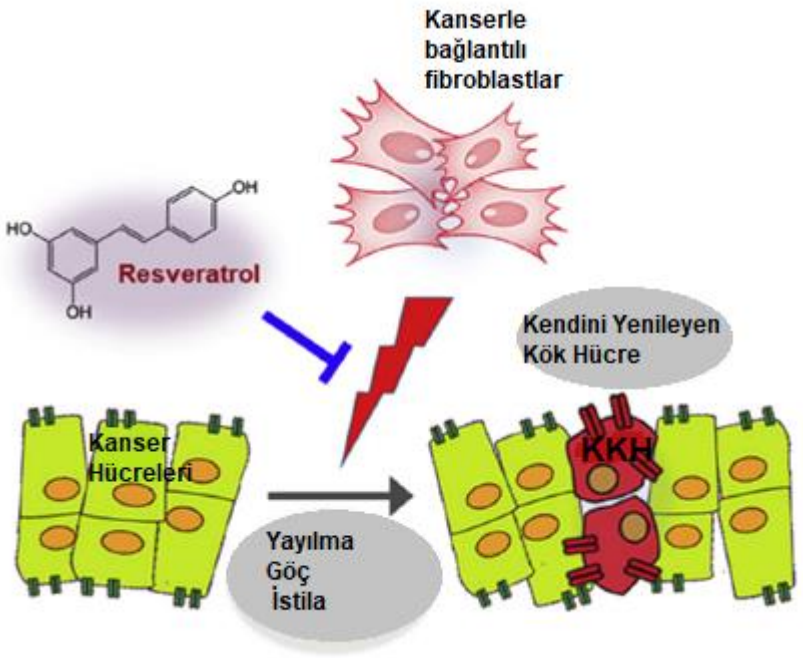
2.2.3 Stilbenlerin biyolojik aktiviteleri

Pterostilbenin Alzheimer hastalığı üzerine etkisinin araştıran Chang vd. (2012) diyet yoluyla alınan pterostilbenin, resveratrole göre daha etkin olduğu ifade etmiştir. Araştırmacılar, fareler üzerinde pterostilbenin daha belirgin iyileşme gösterdiğini bildirilmiştir.

Dut dallarından elde edilen oxyresveratrolün Parkinson hastalığı üzerine etkisini araştıran Chao vd. (2008), oxyresveratrolün resveratrole göre daha geniş bir konsantrasyon aralığında etkili olduğunu ve nöro-koruyucu etki gösterdiğini bildirmiştir. Oxyresveratrolün doğal olarak dutta bulunması ve tüketilmesi nedeniyle alternatif bir koruyucu ajan olarak potansiyeli olduğunu da eklemiştir.

Günümüzün en sık görülen hastalıklarından biri olan kanser aynı zamanda en çok araştırılan alanlardan biridir. Kanser oluşumuna neden olan pek çok mekanizma bulunduğundan farklı bakış açıları ve yaklaşımlar gereklidir. Son yıllarda kanser tedavisi için doğal ajanlar üzerine yoğunlaşılmıştır. Stilbenler de bunlardan biridir (Filippis vd. 2017).

Hayvanlar üzerine ve in-vitro yapılan çalışmalara göre stilbenler, özellikle resveratrol, antikanser özellik gösterir. Serbest radikal oluşumu tümörün başlamasını tetikler. Tümörün başlatılması, ilerlemesi ve bunun sonucunda oluşan bir dizi hücresel olayları stilbenler engeller (Cassidy vd. 2000). Kanserle bağlantılı fibroblastlar (KBF), tümör mikroçevresinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. KBF'ler çeşitli büyüme faktörler, sitkonler ve hücre dışı matris proteinleri üreterek tümör oluşumunu destekler. Meme kanseri hücrelerinde resveratrolün etkisinin araştırıldığı bir çalışmada resveratrolün kendini yenileyen kök hücrelerin (KKH) kendini yenileme aktivitesini baskıladığı görülmüştür (Şekil 2.6). Resveratrol, KBF koşullu ortamla muamele edilen meme kanseri hücrelerinin üremesini, göçünü ve istilasını inhibe etmiştir (Suh vd. 2018).



Şekil 2.6 Resveratrol tarafından meme tümör mikroçevresinde hücre-hücre iletişimi mekanizması (Suh vd. 2018)

Oksijen; 18. yüzyılın başlarında keşfinden bu yana, özellikle gıdaların işlenmesi, paketlenmesi, dağıtımı sırasında gıdalarda bozulma üzerine etkilerinden dolayı kontrol edilmesi zorunlu önemli bir sorun olmuştur. Lipit oksidasyonu gıdalarda bozulmanın nedenlerinden biridir. Lipit oksidasyonuyla gıdalarda istenmeyen tat-koku oluşumu, besin değerinin azalması ve potansiyel olarak zehirli bileşikler meydana gelir (Oh ve Shahidi 2018). Antioksidanlar genellikle serbest radikallere bir hidrojen atomu veya bir elektron vererek serbest radikal zincir reaksiyonuna müdahale eden bileşiklerdir (Falowo vd. 2014).

Resveratrol ester türevlerinin gıdalarda antioksidan aktivitesi üzerine yapılan bir çalışmada resveratrol türevlerinin resveratrolden daha iyi hidrojen peroksit temizleme aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Oh ve Shahidi 2018).

Yaşlanma dönemindeki kalp kası (kardiyomiyositler) üzerinde oksidatif stresin (nitrik oksit konsantrasyonu ve ana bileşenlerde total peroksidasyon) değerlendirilmesini araştıran Aguilar-Alonso vd. (2018), laboratuar fareleri üzerinde çalışmıştır. Farelere hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu, olumsuz etki beklenen %10 etanollü fizyolojik solüsyon uygulanan negatif grup, E vitamini ve resveratrol uygulanan pozitif gruplar olmak üzere 4'e ayrılmıştır. Resveratrol uygulanan grup oksidatif stres belirtileri açısından anlamlı bir düşüş göstermiştir. Araştırma sonucunda yaşlanma sürecinde resveratrol, oksidatif stres seviyelerinin azaltılmasında yardımcı olabileceği görülmüştür (Aguilar-Alonso vd. 2018).

2.3 Et ve Et Ürünlerinde Yer Fıstığı Ürünleri Kullanımıyla İlgili Çalışmalar

Botanik biliminde *Arachis hypogaea* Linn. olarak bilinen yer fıstığı Latince baklagil anlamına gelen *Arachis* ve toprak altında yetişmesine ithafen verilmiş, yer altı anlamına gelen *hypogaea* kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Tek yıllık bir bitkidir ve genelde tropik ya da tropikal/ılıman bölgelerde yetişmektedir. Güney Amerika'nın Kızılderili kabileleri üzerine yapılan çalışmalarda yer fıstığının İspanyolların bölgeyi fethinden önce de yaygın bir şekilde ekildiği görülmüştür. İspanyol tüccarlar Avrupa'ya dönerken yanlarına bu yeni keşfettikleri ürünü de almıştır. Bu sayede günümüzde 40° Kuzey ve 40° Güney enlemleri arasında yaygın bir şekilde yetiştirilmesine öncü olmuşlardır. Amerika Birleşik Devletleri Ziraat Dairesi (USDA) Eylül 2019 verilerine göre yer fıstığı üretiminde Çin lider ülke konumdadır. Çin'i; Hindistan, Nijerya, Sudan ve Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir (USDA 2019). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) resmi verilerine göre Türkiye'de 2010 yılında 97.310 ton kabuklu yer fıstığı üretilirken bu miktar 2019 yılında 169.328 ton olarak kaydedilmiştir. Son on yılın verileri Türkiye'nin yer fıstığı üretim miktarının neredeyse iki katına yakın arttığını ve dolayısıyla yer fıstığının oldukça önem kazandığını göstermektedir (FAO 2020).

Yer fıstığı eşsiz tadı ve işleme bakımından sergilediği çok yönlülük bakımından tüm dünyada tüketilmektedir. Yer fıstığının genel yapısı; tane, tanenin dışında bulunan

kırmızı renkli kabuk ve dış kabuktan oluşur. Tane kabuğu ve dış kabuk; kabuksuz fıstık üretimi sırasında atık ürün olarak önemli miktarda üretilmektedir (Tsujita vd. 2014). Tane kabuğu, yer fıstığını kaplayan, toksik olmayan pembe-kırmızı katmandır ve yer fıstığının ağırlığının yaklaşık %3'ünü oluşturur. Yer fıstığı işleme sanayinin birincil yan ürünüdür ve düşük ticari değeri nedeniyle endüstride sınırlı uygulamalara sahiptir (Lorenzo vd. 2018b). Fenolik maddeler; yer fıstığı tanesi, tane kabuğu ve dış kabukta yer alır. Bu fenolik maddelerin büyük çoğunluğu tane kabuğu ve dış kabukta bulunmaktadır (Yen vd. 2005, Tsujita vd. 2014). Fenolik maddeler; kardiyovasküler hastalıkların, diyabetin ve obezitenin önlenmesine yardımcı olarak sağlık bakımından faydalı olabilmektedir. Ayrıca başta antioksidan özellikleri olmak üzere antikanser, antimikrobiyel, antienflamatuar etkileri de bildirilmiştir (Camargo vd. 2017). Fenolik bileşikler insan sağlığına olumlu katkılarının yanı sıra antimikrobiyel ve antioksidan özellikleri nedeniyle gıdalarda da kalite özelliklerini korumak amacıyla kullanılır. Bu bakımdan yer fıstığı ve yan ürünleri önem taşımaktadır (Tsujita vd. 2014).

Yer fıstığı ve yan ürünlerinden ekstrakt üretimi son yıllarda hız kazanmıştır. Genel olarak ekstraksiyon işleminde termal ekstraksiyon prosesleri güvenilir kabul edilmekle birlikte, yüksek enerji ihtiyacı duyulmaktadır. Vitaminler, polifenoller, uçucu bileşikler, stilbenler, yağ asitleri gibi ısıya duyarlı bileşiklerin ekstraksiyonu için uygun değildir. Bu nedenle fenolik maddelerce zengin yer fıstığı ve yer fıstığı kabuğu ekstraktlarının eldesinde mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon, darbeli elektrik alan ekstraksiyonu, enzim destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu ve süper kritik akışkan ekstraksiyonu gibi yeni teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu yenilikçi ekstraksiyon yaklaşımları ile proses sıcaklığı geleneksel yönteme göre daha düşüktür, ekstraksiyon süresi daha kısadır ve solvent tüketimi daha azdır (Lorenzo vd. 2018b).

Yer fıstığı yan ürünlerinin fenolik asitleri ve flavonoidlerinin antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyel etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yer fıstığı kabuğu ve kuru haşlanmış yer fıstığı unu ekstraktları karşılaştırılmıştır. Her iki ekstraktın da gram pozitif (*Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Geobacillus stearothermophilus*) ve gram negatif bakterilerin (*Pseudomonas*

aeruginosa, Pseudomonas fluorescens, Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium) büyümesini inhibe ettiği görülmüştür. Toplam fenolik madde içeriği 150 mg CE/g kuru ağırlık olan yer fıstığı kabuğu ekstraktı, 3.61 mg CE/g kuru ağırlığa sahip yer fıstığı unu ekstraktına göre daha yüksek toplam fenolik madde içermektedir. Ayrıca yer fıstığı kabuğu ekstraktının DPPH ve hidroksil radikallerine karşı daha yüksek antioksidan kapasite ve indirgeme gücü gösterdiği bildirilmiştir (Camargo vd. 2017).

Yer fıstığı kabuğu ekstraktı ile ilgili yapılan çalışmalarda yer fıstığı kabuğunun fenolik bileşimi büyük ölçüde kateşin ve epikateşinin oluşturduğu polimerik yapılar olan proantosiyanidinlerden oluştuğu bildirilmiştir. Proantosiyanidinler özellikle yer fıstığı, şarap ve çikolatada bulunmaktadır. Bunun yanı sıra resveratrol, piceatannol gibi stilbenler ile ferulik asit, kumarik asit gibi fenolik bileşikler de yer alır (Munekata vd. 2017).

Et ve et ürünlerinde bakteri gelişimini önlemek, renk stabilitesini sağlamak, yağın acılaşmasını engellemek amacıyla nitritler, sorbik asit gibi antiseptikler ve sentetik antioksidanlar (BHT ve BHA gibi) kullanılmaktadır (Ko vd. 2018). Her ne kadar sentetik fenolik antioksidanların kullanımı bazı ülkelerde yasal olsa da tüketicilerin doğala yönelme eğilimleri, üreticileri doğal fenolik antioksidanlara yönlendirmiştir. Bu nedenle stilbenler önem taşımaktadır ve resveratrol bu grubun oldukça bilinen bir üyesidir (Chang vd. 2018). Resveratrolün ester türevlerinin gıdalarda antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada farklı zincir uzunluğuna sahip 12 farklı asil klorür kullanılmıştır. Araştırma göre, resveratrol türevleri, resveratrolün kendisinden daha fazla antioksidan aktivite göstermiştir. 7 günlük depolama sonucunda en yüksek aktiviteyi gösteren türev eikosa pentaenoik asit (EPA) ve dokosa heksaenoik asit (DHA) türevleri olmuştur. Elde edilen bulgular resveratrol türevlerinin hastalık risklerini azaltabileceğini ve gıdalarda potansiyel antioksidan olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Oh ve Shahidi 2018).

Et ürünlerinin kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine yapılan bir araştırmada yer fıstığı kabuğundan ekstrate edilen ve stilben içeren fenolik bileşiklerin et ürünlerinin

oksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı ve depolama süresini uzattığı bildirilmiştir (O'Keefe ve Wang 2006). Çalışmada 0, 200, 400, 600 ve 800 ppm fenolik bileşik içeren yer fıstığı kabuğu ekstraktı kürlenmiş ve kürlenmemiş dana kıymasına ilave edilerek 14 gün boyunca depolanmıştır. Araştırmacılar, ekstratta bulunan doğal antioksidanların kıymaya hafif kırmızımsı renk verdiğini ancak kürlenmiş kıymaya renk açısından etki göstermediğini belirtmiştir. Çalışma aynı zamanda eklenen fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitenin lineer olarak artmadığını göstermiştir. Yer fıstığı kabuğundan elde edilen ekstrakt için optimum miktar 200-400 ppm olarak tespit edilmiştir. Daha fazla eklenen örneklerin daha iyi sonuç vermediği görülmüştür. Bunun nedeni fenolik bileşiklerin oldukça düşük konsantrasyonlarda etkili olması ve bazılarının etkinliklerini yüksek konsantrasyonlarda kaybetmesidir. Yüksek konsantrasyonların otooksidasyona neden olabileceği düşünülmektedir.

Stilbenlerce zengin yer fıstığı kabuğu ekstraktının koyun eti köftelerindeki depolama sırasındaki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada köfteler modifiye atmosferde paketlenmiştir (Munekata vd. 2016). 2°C'de 20 gün boyunca depolanmış ve beş günlük aralıklarla analiz edilmiştir. Köftelerde toplam aerob mezofil bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp. ve laktik asit bakteri sayısı ile fiziko-kimyasal analizler, lipit oksidasyonu ve duyusal özellikler araştırılmıştır. Depolama süresi boyunca ekstrakt ve BHT eklenmesinin mikrobiyel yükü azalttığı görülmüş, kırmızılık kaybını ve duyusal özelliklerdeki kaybı azaltmaya neden olduğu bildirilmiştir. Depolama süresince en yüksek TBARM değerinin herhang bir ilave olmayan kontrol grubunda olduğu ifade edilmiştir. Lipit ve protein oksidasyonun ise etkin olarak inhibe edildiği ifade edilmiş ve bu durum yer fıstığı kabuğu ekstraktına bulunan fenolik bileşiklerin aktivitesine dayandırılmıştır. Fenolik bileşikler ve flavonoidler 190-380 nm arasındaki absorbans değerlerinde karakteristik özelliklerini göstermektedir. UV-görünür diyot dedektörle yer fıstığı kabuğu ekstraktında hidroksibenzoik asitler (255 nm), flavanoller ve polimerler (280 nm), trans-sinamik asitler (320 nm) ve diğer flavonoidler (360 nm) olduğu belirlenmiş ve toplam fenolik madde miktarının 32.06 mg GAE/g olduğu ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite değerlendirmesi için birden fazla yöntem gerekmektedir. Çalışmada toplam radikal

süpürme (DPPH) yöntemi ve demir indirgeme/antioksidan gücü (FRAP) araştırılmıştır. Yer fıstığı kabuğu ekstraktının DPPH analizi sonucunda EC_{50} değeri 46.50 mg/mL olarak belirlenmiştir. FRAP analizi sonucunda demir iyonlarını indirgeme gücünün 26.56 Trolox equivalent/g yer fıstığı kabuğu olduğu görülmüş ve bu değerin mango, çarkıfelek meyvesi, ve guavadan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Kuru kürlenmiş salamlarda yer fıstığı kabuğu ekstraktının kimyasal stabilite ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini araştıran Larrauri vd. (2013) salamları 15°C'de %65 nem içeren ortamda 42 gün boyunca depolamıştır. Çalışmada herhangi bir ilave içermeyen kontrol grubu, %0.02 BHT, %0.02 ve %0.1 yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren kürlenmiş salamlar karşılaştırılmıştır. Depolamanın ilk 14 gününde doğal kuruma prosesi gerçeklemiş, tüm gruplarda nem içerikleri üazalmıştır ve 14. günden itibaren peroksit değeri, konjuge dienler ve serbest yağ asitleri miktarında önemli değişiklikler görülmüştür. Peroksitler ve konjuge dienler lipit oksidasyonu ürünleridir. Her iki parametrenin de depolama süresince BHT uygulanan grup hariç diğer gruplarda arttığı tespit edilmiştir. En yüksek artışın kontrol grubunda olduğu bildirilmiştir. Kürlenmiş salamlara ilave edilen %0.1 oranındaki yer fıstığı kabuğu ekstraktının lipit oksidasyonunu geciktirdiği ve salamın duyusal özelliklerini koruyarak raf ömrünü uzattığını tespit edilmiştir. Panelistler tarafından kuru kürlenmiş salamlarda salam aroması, kokusu, tuzluluğu gibi değerlendirme kriterlerinde olumlu sonuçlar aldığı görülmüştür. Araştırma sonucuna göre yer fıstığı kabuğu ekstraktı raf ömrünün uzatılması ve iyi bir duyusal profil için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yer fıstığı kabuğundan elde edilen ekstraktın pişmiş tavuk köftelerindeki antioksidan kapasitesinin araştırıldığı bir çalışmada 15 günlük depolama süresince köftelerdeki renk ve lipit oksidasyonu gözlenmiştir (Munekata vd. 2015). Tavuk but eti, derisi ve tuz kullanılarak homojen hale getirilen köfteler iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir antioksidan ilave edilmemiştir, diğer gruba ise köfte başına 70 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg köfte olacak şekilde yer fıstığı kabuğu ekstraktı ilave edilmiştir. Yer fıstığı kabuğu ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 32.6 mg

GAE/g kuru yer fıstığı kabuğu olarak belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde kontrol gubununun TBARM değeri 4.23 mg MA/kg iken 8. günde bu değer 19.03 mg MA/kg'a yükselmiş ve depolamanın 15. gününde 18.35 mg MA/kg'a düşmüştür. Yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupta ise TBARM değeri depolama başlangıcında 0.85 mg MA/kg olarak belirlenmiş ve 8. günde 0.97 mg MA/kg, 15. Günde 0.76 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda yer fıstığı kabuğu ekstraktının lipit oksidasyonunu minimuma indirdiği görülmüştür. Tavuk köftelerine ilave edilen yer fıstığı kabuğu ekstraktının depolama süresince hafif bir koyu renge neden olduğu ve bunun sonucunda açıklık-koyuluk (L^*) değerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir. 15 günlük depolama süresince yer fıstığı kabuğu ekstraktı ilave edilen grubun L^* değerlerinde değişiklik gözlenmemiştir. L^* değeri depolama başlangıcında 57.18, 8. günde 57.88 ve 15. günde ise 57.15 olarak bildirilmiştir. Kontrol grubunda ise depolama süresince L^* değeri artmıştır. Depolamanın ilk gününde 61.73 olarak belirlenen L^* değeri, 8.günde 61.18'e ve 15. günde ise 68.66'ya yükselmiştir. Ekstrakt, depolama sonunda kırmızılık kaybını önlemiştir ancak L^* değerinde önemli bir azalma tespit edilmiştir. Araştırmacılar, yer fıstığı kabuğu ekstraktının pişmiş tavuk köftelerinde renkte çok az değişime neden olmasına rağmen depolama süresince üründeki lipit oksidasyonunu etkin şekilde önlediği için doğal antioksidan olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Yer fıstığı kabuğu ekstraktının hem çiğ dana kıymasında hem de pişmiş ve soğuk depolanmış kıymalarda lipit oksidasyonu ve antimikrobiyel etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yu vd. 2010). Çalışmada herhangi bir ilave yapılmayan negatif kontrol grubu, %0.02, 0.04, 0.06, 0.08 ve %0.1 oranında yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren gruplar ile %0.02 oranında BHA/BHT içeren pozitif kontrol grubu olmak üzere yedi grup incelenmiştir. Çiğ kıyma örnekleri üç gün aralıklarla 12 gün boyunca, pişmiş kıyma örnekleri ise yedi günlük periyotlarda 4 hafta boyunca $^{\circ}$C'de depolanmış ve analiz edilmiştir. Depolama süresince çiğ kıymaların L^* değerinde en fazla değişim negatif kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Başlangıç L^* değeri 44.88 iken 12. günde 52.51'e yükselmiştir. %0.02 BHA/BHT içeren pozitif kontrol grubu diğer gruplara kıyasla depolamanın ilk

gününde 45.04 iken son günde 47.00'a yükselerek L^* değerinde en az değişimi göstermiştir. İkinci olarak %0.1 oranında yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grup olduğu görülmüştür. a^* ve b^* değerleri, L^* değerinin aksine tüm gruplarda düşmüştür. Pişmiş kıymaların TBARM değerinin antioksidan ilave edilmeyen kontrol grubunda hızlı bir şekilde arttığı görülmüştür. TBARM değeri ve peroksit değeri pozitif kontrol grubu da dahil olmak üzere 4 haftalık depolama süresince tüm gruplarda artmıştır. En düşük değerler %0.2 BHA/BHT içeren grupta görülmüştür. Tüm yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupların TBARM değerindeki artış negatif kontrol grubuna göre daha düşüktür. Bununla birlikte % 0.06–0.1 oranında ekstrakt içeren gruplar, pozitif kontrol grubuna en yakın sonuçları vermiştir. Ekstraktın pişmiş kıyma örneklerinde peroksit değeri ile TBARM değerini önemli ölçüde azalttığı ve pişmiş etin depolanması boyunca lipit oksidasyonunu yavaşlattığı ifade edilmiştir. Nispeten zayıf olmasına rağmen, yer fıstığı kabuğu ekstraktı toplam aerobik bakteri ve patojenlere karşı antibakteriyel aktivite sergilemiştir. Araştırmacılar yer fıstığı kabuğu ekstraktının ette etkin bir antioksidan olarak kullanılabileceğini ve aynı zamanda mikrobiyel açıdan ürünün raf ömrünün uzamasına katkıda bulunabileceğini ifade etmiştir.

Yer fıstığı kabuğu stilbenler bakımından oldukça zengindir. Yer fıstığı kabuğuna uygulanan prosesler, elde edilen ekstraktın antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir (Yu vd. 2006). Bu konuda yapılan bir çalışmada direkt soyma, haşlama ve kavurma işlemlerinin toplam fenolik madde içerikleri ve toplam antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Toplam fenolik madde içeriği direkt soyma, kavurma ve haşlama işlemleri için sırasıyla 130, 124 ve 14.4 mg/ g kuru yer fıstığı kabuğu olarak belirlenmiştir. Kavurma işleminin toplam fenolik konsantrasyonu üzerinde çok az miktarda düşüşe neden olduğu görülmüş, haşlama prosesinin ise toplam fenolik madde kaybına neden olduğu bildirilmiştir. Direkt soyma işlemi uygulanan ekstrakt diğer gruplardan daha yüksek serbest radikal süpürme aktivitesi göstermiştir yani daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir.

Ko vd. (2018) sosislerde potansiyel koruyucu olarak yer fıstığından elde edilen stilbenlerin etkisini araştırmıştır. Çalışmada katkı bulunmayan negatif kontrol grubu,

%0.015 sodyum nitrit ve %0.05 eritorbik asit içeren pozitif kontrol grubu ile farklı oranlarda stilben ve sodyum nitrit/eritorbik asit kombinasyonları içeren gruplar karşılaştırılmıştır. Yer fıstığı ekstraktı için fıstık toz haline getirildikten sonra %60 etanol kullanılarak ekstrakte edilmiş ve bu ekstrakt 70°C'de 30 dakika boyunca ısıtılmıştır. Santrifüjleme işleminden sonra sıvı kısım filtreden geçirilip, vakumla konstantre hale getirilmiş ve dondurularak kurutulmuştur. Stilben içeren yer fıstığı ekstraktı -20°C'de depolanmıştır. Araştırmada %60 etanol kullanılarak elde edilen yer fıstığı ekstraktının yaklaşık %14.72'sinin stilben olduğu ifade edilmiştir. Yer fıstığında bulunan stilbenler resveratrol, piceatannol, araşidin-1, araşidin-2, araşidin-3, arahipin-6 ve arahipin-7'dir. Çalışma kapsamında farklı stilbenlerin tanımlanması için yer fırstığı ekstraktı, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak analiz edilmiştir. HPLC analizi sonucunda resveratrol, t-araşidin-1, t-araşidin-3 ve t-izopentadienil resveratrol bulunduğu saptanmış ve sırasıyla miktarları 0.016, 2.842, 51.742 ve 87.602 mg/g olarak belirtilmiştir. Ekstraktın Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi 0.60 µmol Trolox/mg'dır. Ayrıca stilbenlerin mikroorganizma gelişimini engellediğini bildirmiştir. Mikrobiyel aktiviteyi gözlemlemek için oyuk difüzyon testiyle oyukların etrafındaki inhibisyon bölgesinin çapı ölçülmüştür. Gram negatif (*E. coli* ve *S. tryphimurium*) ve gram pozitif (*B. subtilis*, *S. aureus*) bakterilere karşı etkili olduğu belirten araştırmacılar stilbenlerin, gıda endüstrisinde doğal koruyucu olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir. Sosisler, 0–8 gün süreyle 25°C'de saklandıktan sonra, stilbenlerin sosislerdeki lipit oksidasyonu üzerindeki inhibitör etkisi TBA ölçülerek değerlendirilmiştir. Depolama süreisnce sosislerin TBARM değerlerinde tüm gruplarda 2. ve 4. günde artış, 6. günde azalma ve depolamanın son gününde artış görülmüştür. Sonuçlar stilbenlerin antioksidan özelliklerinin, sodyum nitrit ve eritorbik asit ile birlikte kullanıldığında etkisini arttığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, sosisler stilbenlerle ayrı ayrı muamele edildiğinde bu etki gözlenmediği belirtilmiştir. Benzer sonuçlar 40 gün boyunca 4 °C'de depolanan sosislerde de görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

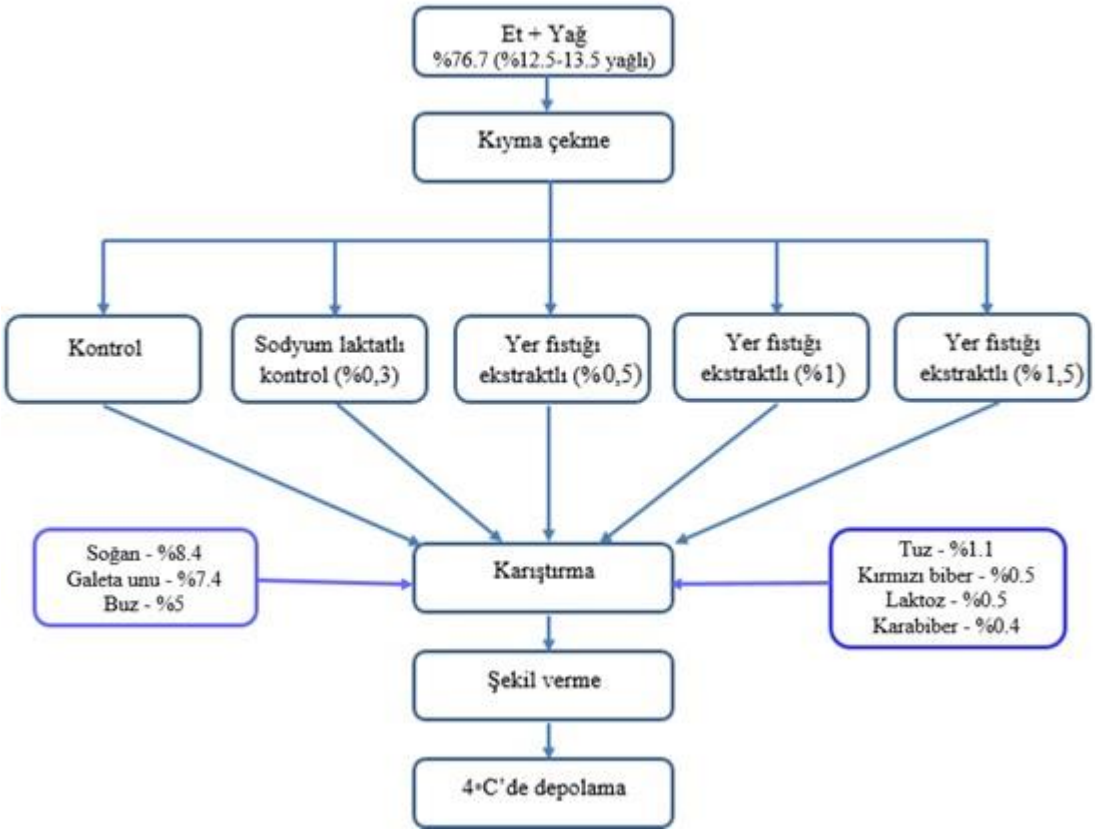
Bu çalışmanın amacı, giriş bölümünde de belirtildiği üzere hamburgerlerin oksidatif stabilitesine yer fıstığı ekstraktının etkisini araştırmaktır. Bu kapsamda hamburgerlerin üretiminde kullanılan sığır eti Et ve Süt Kurumu Ankara Sincan Et Kombinası'ndan, soğan ise Ankara piyasasından satın alınmıştır. Tuz, karabiber, kırmızı toz biber, galeta unu, laktoz ve sodyum laktat Et ve Süt Kurumunun katkılarıyla temin edilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan yer fıstığı ekstraktı AROMSA Besin Aroma ve Katkı Maddeleri Sanayi ve Tic. A. Ş'nin destekleri ile sağlanmıştır.

3.1.1 Hamburger üretimi

Hamburgerlerin üretimi Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Hamburgerlerin üretimi için kaba yağ ve bağ dokularından arındırılan et, iki kez çekilerek kıyma haline getirilmiştir. %76.7 oranında dana kıyma (%12.5-13.5 yağlı), %8.4 soğan, %7.4 galeta unu, %5 buz, %1.1 tuz, %0.4 karabiber, %0.5 kırmızı tatlı biber ve %0.5 şeker kullanılarak hamburger hamuru hazırlanmıştır.

Hazırlanan hamur 5 gruba ayrılmıştır. Gruplardan birine hiçbir katkı ilave edilmemiştir. Bir diğer gruba ise %0.3 oranında (w/w) sodyum laktat eklenmiştir. Kalan gruplara ise % 0.5 (w/w), % 1 (w/w) ve % 1.5 (w/w) oranında yer fıstığı ekstraktı ilave edilerek hamburgerler hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Hamburger köfteleri her biri 50 gr olacak şekilde tartılmış ve hamburger köfte presi şekillendirme aparatı kullanılarak şekillendirilmiştir. Kullanılan presleme aparatı ve porsiyonlanmış hamburger köftelerine ait fotoğraf EK 1'de verilmiştir. Karıştırma ve şekil verme işlemlerinin ardından hamburger köfteleri 4 ºC'de 10 gün boyunca depolanmıştır. 0,

2, 4, 6, 8 ve 10. günlerde analizler yapılmıştır. Araştırma 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1 Hamburger köfteleri üretim basamakları

3.1.2 Yer fıstığı ekstraktının elde edilmesi

Yer fıstığı ekstraktı SC-CO_2 (süperkritik karbondioksit) ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak AROMSA Besin Aroma ve Katkı Maddeleri Sanayi ve Tic. A. Ş. tarafından üretilmiştir. Yer fıstığı kavrulduktan sonra öğütücü (Arzum Elektrikli Ev Aletleri San. ve Tic. A.Ş., Türkiye) yardımıyla küçük partiküllere ayrılmıştır. Parçalanan yer fıstığı manuel olarak test eleklerinde (Retsch, Haan, Almanya) partikül boyutuna göre sınıflandırılmıştır. Ekstraksiyon için partikül büyüklüğü 3-5

mm arasında değişen yer fıstığı parçacıkları kullanılmıştır. SC-CO_2 ekstraksiyonu, Waters SFE 1000 süperkritik akışkan ekstraksiyon sistemi (Waters Corp., USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Demirkoz vd. 2018).

3.2 Analiz Yöntemleri

3.2.1 Toplam fenolik madde analizi

1/10 oranında seyreltilmiş 300 µL yer fıstığı ekstraktı 1500 µL Folin-Ciocalteau ayıracı ile karıştırılıp 2 dakika bekletilmiştir. Sonrasında test tüpüne 1.200 µL %7.5'lik sodyum karbonat çözeltisi ilave edilip 15 dakika 50 ºC'deki su banyosuna bırakılmıştır. Reaksiyon musluk suyu ile soğutulduktan sonra 760 nm'de okunmuştur. Ölçümler iki paralelli yapılmıştır ve sonuç gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir (Munekata vd. 2015).

3.2.2 Antioksidan madde analizleri

3.2.2.1 Radikal süpürme kapasitesi analizi

Yer fıstığı ekstraktının radikal süpürme kapasitesi için 3150 µL metanolik DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) çözeltisine (72 µmol/L) son hacim 3500 µL olacak şekilde farklı hacimlerde (0-350 µL) yer fıstığı ekstraktı eklenmiştir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için örnekler 30 dk karanlıkta bekletilmiş ve 515 nm'de okunmuştur. Farklı oranlarda DPPH kullanılarak elde edilen kurveden yararlanılarak EC_{50} (Yarım maksimal etkili konsantrasyon) değeri µg/mL cinsinden hesaplanmıştır (Munekata vd. 2015).

3.2.2.2 Toplam antioksidan kapasite analizi

Örnekler homojen hale getirildikten sonra 0.5 g örnek 60 ml'lik santrifüj kaplarına tartılmış, üzerine 5 ml aseton (%70) ve 5 ml metanol (%1 HCl içeren) ilave edilmiştir. Antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu için -20ºC'de bir gece bekletildikten sonra 7000 g'de 10 dk santrifüjlenmiştir ve süpernatant başka bir santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Pelet üzerine 5 ml aseton (%70) ve 5 ml metanol (%1 HCl içeren) ilave edilip örnekler 1 dk boyunca vortekslenmiştir. Sonrasında tekrar 7000 g'de 10 dk santrifüjlenip süpernatantlar birleştirilmiştir. Bu işlem bir kez daha tekrarlanmış yani 0.5 g örnek toplam 30 ml çözgen ile ekstrakte edilmiştir. ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)) çözeltisi 8 mM ABTS ve 3 Mm potasyum peroksidisülfat'ın ($K_2S_2O_8$) destile su içerisinde çözündürülerek hazırlanmış ve 16 saat boyunca karanlık ortamda bekletilerek aktif hale getirilmiştir. Stok ABTS, absorbansı 1500 olacak şekilde etanol ile seyreltilmiştir. 100 µL süpernatant spektro küvetine aktarılıp ve üzerine 2900 µl seyreltik ABTS çözeltisi ilave edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra oda sıcaklığında ağzı kapalı olarak ve ışık geçirmeyecek şekilde 30 dakika boyunca bekletilmiş ve süre sonunda havaya karşı sıfırlanan spektrofotometrede (Perkin Elmer UV/VIS Spectrophotometer Lambda 35, ABD) örnek absorbansı 730 nm'de okunmuştur. Troloks kullanılarak elde edilen kurveden yararlanılarak sonuçlar mmol Trolox Eq./100 g köfte cinsinden ifade edilmiştir. (Awika vd. 2004).

3.2.3 Nem miktarı

Darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g civarında örnek tartılmıştır. Örnekler 105 ºC'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve kuru örnek ile yaş örnek arasındaki tartım farkından yararlanılarak örnekteki %nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2000).

3.2.4 Yağ miktarı

Sıcak ekstraksiyon metodu ile Soxhelet düzeneği kullanılarak örneklerin %yağ miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir (AOAC 2000).

3.2.5 Protein miktarı

Kjeldahl yöntemine göre yaklaşık 1 g ağırlığındaki örnek ilk aşamada yakılmış daha sonra destile edilerek destilattaki azot miktarı titrasyon ile belirlenmiştir. Hesaplanan % azot miktarı 6.25 faktörü ile çarpılarak örneklerdeki %protein miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2000).

3.2.6 Kül miktarı

Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış kül krozesine yaklaşık 3 g civarında örnek tartılmıştır. Örnekler 105ºC'de kurutma dolabında 10-12 saat süreyle kurutulmuş ve ardından 550ºC'de kül fırınında sıcaklık kademeli bir şekilde artırılarak gri-beyaz kül rengi elde edilinceye kadar yakılmıştır. Krozeler desikatörde tartım sıcaklığına soğutulduktan sonra ağırlıkları belirlenmiş ve yaş örnek ağırlığı ile yanmış örnek ağırlığı arasındaki tartım farkı kullanılarak örnekteki %kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2000).

3.2.7 pH analizi

Hamburger köfte örneklerinden 10 g tartıldıktan sonra 10 ml saf su ilave edilmiştir. Ultraturrax (Miccra D9, Germany) kullanılarak 1 dk süreyle homojenize edilen örnekler, pH değeri 4.0, 7.0 ve 10.0 tampon çözeltileri kullanılarak kalibre edilen pH-metre (Hanna HI 221, Ann Arbor, Michigan, ABD) ile oda sıcaklığında okunmuştur (Vural ve Öztan 1996).

3.2.8 Tiyobarbütirik asit reaktif madde (TBARM) analizi

Mielnik vd. (2006) tarafından bildirilen yönteme göre 10 g hamburger örneği tartıldıktan sonra 30 mL triklor asetik asit (TCA-%7.5) içerisinde Ultraturrax (Miccra D9, Germany) kullanılarak homojenize edilmiştir. Süzme işlemini kolaylaştırmak için 1000 rpm'de 5dk boyunca santrifüjlendikten (Hermle Z326K, Germany) sonra Whatman No:40 filtre kağıdından geçirilmiştir. Vidalı kapaklı cam tüplere alınan 5 mL süzüntü üzerine 5 mL 0.02 mol/L TBA çözeltisinden (0.1 N HCl çözeltisinde hazırlanmış) ilave edilmiştir. Kör örnek olarak 5 ml saf su ve 5 ml TBA çözeltisi kullanılmıştır. Karışım vortekslendikten sonra 100ºC'deki su banyosunda 35 dk süre ile bekletildi. 35 dk sonunda tüpler soğuk su banyosunda soğutuldu ve Perkin Elmer UV/VIS Spectrophotometer (Lambda 35, USA) ile 532 nm'de okunmuştur. Sonuç 1,1,3,3-tetra etoksi propan (TEP) ayıracı kullanılarak çizilen kurve yardımı ile mg malondialdehit (MA)/kg hamburger olarak hesaplanmıştır.

3.2.9 Toplam karbonil analizi

Karbonil analizi için 1 g homojen örnek santrifüj tüplerine tartılarak üzerine 10 mL KCl (0.15 M) buffer eklenerek turrax'tan geçirilmiştir. Her bir homojenattan 2'si karbonil analizi 2'si referans olmak üzere toplam 4 adet ependorf tüpüne 100 µL aktarılmıştır. Ependorflara proteinleri çöktürmek için 1 ml %10'luk (w/v) TCA eklenerek 5000 xg'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatant pastör pipetiyle pelet bozulmadan uzaklaştırıldıktan sonra karbonil için hazırlanan iki ependorftaki pelet üzerine 1 ml DNPH (2,4-Dinitrofenilhidrazin) çözeltisi (2M HCl'de hazırlanmış) eklenmiştir. Protein konsantrasyonu için hazırlanan ependorflardaki pelet üzerine 1 ml HCl çözeltisi (2 M) eklendikten sonra örnekler 20 dkda bir vortekslenerek 1 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Sonrasında ependorflara 1 ml %10'luk (w/v) TCA eklenmiş, 30 sn vortekslenmiş ve tekrar 5000 xg'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatant pastör pipetiyle pelet bozulmadan ayrıldıktan sonra pelet üzerine 1 ml etil asetat:etanol karışımı eklenmiş ve örnek vortekslenmiştir. Bu işlem DNPH içeren örnek için 3 kez, DNPH içermeyen örnek için bir kez yapılmıştır. Etil asetat:etanol

karışımını uzaklaştırmak için pelet azot gazı altında kurutulmuştur. Tüm ependorflardaki kurutulmuş peletler üzerine 1.5 ml 6 M guanidin hidroklorür çözeltisi (20 mM potasyum fosfat bufferda hazırlanmış) eklenmiş ve 5000 xg'de 2 dk santrifüjlenmiştir. Karbonil miktarı için süpernatant kuvars mikro küvetlerde 370 nm'de, protein konsantrasyonu için 280 nm'de okunmuştur. Şahit olarak 1,.5 ml potasyum fosfat bufferda hazırlanan 6 M guanidin hidroklorür çözeltisi kullanılmıştır (Vuorela vd. 2005).

3.2.10 Renk analizi – *L*, a*,b** renk değerleri

Yapılan renk analizinde *L** açıklık (+) / koyuluk (-), *a** kırmızı (+) /yeşil (-), *b** ise sarı (+) / mavi (-) değerlerini ifade etmektedir. Renk ölçümü için Minolta Colorimeter (CR300, Osaka, Japonya) kullanılmıştır. Hamburger köftelerinin ön ve arka yüzlerinden 6'şar farklı ölçüm yapılmıştır (Pedreschi vd. 2005).

3.2.11 Duyusal analiz

Hamburgerlerin duyusal analizi, laboratuvar ortamında pişirme aşaması sonrasında Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Duyusal Analiz Laboratuvarı' da gerçekleştirilmiştir. Her tekerrür için duyusal analiz oturumu farklı günlerde yapılmıştır. Duyusal değerlendirme konusunda deneyimli lisansüstü öğrenciler ve araştırma görevlilerinden oluşan 8 panelistin yer aldığı analizde, her oturumda örnekler rastgele 3 haneli sayılarla kodlanmıştır. Örnekler sunum kaplarına konulmuş ve pişirme sonrası sıcaklık yaklaşık 40 ºC olacak şekilde değerlendirmeye sunulmuştur. Örnekler arasında geçişte ağızda kalan tadı yok etmek için su ve yağsız tuzsuz kraker temin edilmiştir. Hamburgerlerin değerlendirilmesinde 9'lu hedonik skala (9=Mükemmel, 8=Çok iyi, 7=İyi, 6=Ortanın üstü, 5=Orta, 4=Ortanın altı, 3=Kötü, 2=Çok kötü, 1=Son derece kötü) kullanılarak renk, koku, görünüş, tekstür, lezzet ve genel beğeni parametreleri için puanlama yapılmıştır (Soncu 2014).

3.2.12 İstatistik analiz

Bu çalışma ANOVA - Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre kurulmuştur. Beş farklı hamburger grubu ve altı farklı depolama periyodu değerlendirilmiştir. Çalışmada depolama günü ve grup interaksiyonları incelenmiş olup interaksiyonun önemsiz olduğu durumlarda "grup" ve "gün"lerin tekli etkilerine bakılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 15 programından yararlanılmış ve tekrarlı ölçüm (repeated measure) seçeneği kullanılmıştır. Önemlilik düzeyi $\alpha=0.01$ olarak kabul edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için Tukey testi kullanılmıştır. Grupların ortalaması Minitab ® programında alınmıştır ve MSTAT paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Üretimde Kullanılan Etin Bileşimi, pH, TBARM, Karbonil ve Renk Değerleri

Çalışmanın üç tekerrüründe kullanılan kıymada ait nem, yağ, kül, protein, pH, TBARM, karbonl ve renk analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.1). Kıymanın nem miktarı %67.13±0.12, yağ miktarı %13.16±0.20, kül miktarı %0.99 ±0.01 ve protein miktarı %18.83 ±0.24 olarak belirlenmiştir. pH değeri 5.89 ±0.05, TBARM değeri 1.46±0.09 mg MA/kg et ve karbonil miktarı 0.64±0.11 nmol/mg protein bulunmuştur. Renk analizi sonuçlarından L* değeri 47.49±0.10, a* değeri 22.93±0.09 ve b* değeri ise 12.90±0.07 gelmiştir. Sonuçlar ortalama±standart hata olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1 Etin bileşimi, pH, TBARM, karbonil ve renk değerleri

NEM (%)	YAĞ (%)	KÜL (%)	PROTEİN (%)	pH
67.13±0.12	13.16±0.20	0.99 ±0.01	17.83 ±0.24	5.89 ±0.05

TBARM Değeri (mg MA/kg et)	Karbonil Değeri (nmol/mg protein)	L* Değeri	a* Değeri	b* Değeri
1.46±0.09	0.64±0.11	47.49±0.10	22.93±0.09	12.90±0.07

*Ortalama±Standart Hata

4.2 Yer Fıstığı Ekstraktına Ait Analiz Sonuçları

4.2.1 Toplam fenolik madde içeriği

Yer fıstığı ekstraktının toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt olarak ifade edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yer fıstığı ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 5.15±0.01 mg GAE/g ekstrakt olarak bulunmuştur.

Kullanılan yöntem, sıcaklık, basınç ve akış hızı gibi parametreler elde edilen ekstraktın toplam fenolik madde içeriğini etkilemektedir. Su-etanol kullanarak fıstık kabuğundan ekstraksiyon gerçekleştiren Bodira vd. (2017) ekstraksiyon sırasında farklı ekstraksiyon süresi, basınç ve sıcaklık kombinasyonları denemişlerdir. Elde ettikleri verilere göre yer fıstığı kabuğu ekstraktının toplam fenolik madde içeriği, kullanılan kombinasyona göre 1.75-110.96 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g yer fıstığı kabuğu değerleri arasında değişmiştir. İşleme yönteminin yer fıstığı kabuğu prosiyanidinlerinin kompozisyonu ve antioksidan etkisi üzerine etkilerini araştıran Yu vd. (2006), blanching (haşlama) yöntemi ve %80 etanol ile muamele edilen yer fıstığı kabuğu ekstraktının fenolik madde içeriğini 15.1 mg GAE/g yer fıstığı kabuğu olarak bildirmiştir.

Pişmiş tavuk köftelerinde yer fıstığı kabuğu ekstraktının lipit oksidasyonu üzerine etkilerini araştıran Munekata vd. (2015) ise yer fıstığı kabuğu ekstraktının toplam fenolik madde içeriğini 32.6 mg GAE/g kabuk olduğunu ifade etmiştir. Camargo vd. (2017), yer fıstığı ürünlerinin fenolik asitleri ve flavonoidleri üzerine yaptıkları bir çalışmada yer fıstığı kabuğu ve yer fıstığı unundan elde edilen ekstraktları karşılaştırmıştır. Yer fıstığı kabuğu ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 150 mg kateşin eşdeğeri (CE)/g kabuk iken yer fıstığı unundan elde edilen ekstraktın değeri 3.61 mg CE/g yer fıstığı unu olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar bu durumu yer fıstığı kabuğunda daha fazla miktarda fenolik bileşikler bulunmasına dayandırmıştır.

4.2.2 Radikal süpürme kapasitesi

Radikal süpürme kapasitesi analizi, antioksidan bileşiklerin 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) bileşiğini indirgeme prensibine dayanır. Bu yöntemde en önemli parametrelerden biri EC_{50} (Yarım maksimal etkili konsantrasyon) değeridir. EC_{50} değeri ortamda bulunan DPPH radikalinin %50'sini inhibe eden antioksidan madde konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır (Cemeroğlu 2018). Çalışmada kullanılan yer fıstığı ekstraktının EC_{50} değeri 250.98±0.06 µg/mL olarak hesaplanmıştır.

Yer fıstığı kabuğu ekstraktının koyun etinden üretilen köftelerin raf ömrü üzerine etkisini araştıran Munakata vd. (2016) ekstraktın EC_{50} değerininin 46.50 µg/mL olduğunu bildirmiştir. Çalışmada kullanılan ekstrakt yer fıstığının kabuğundan edilmiştir. Camargo vd. (2017), yer fıstığı ürünleri üzerine yaptıkları bir çalışmada yer fıstığı kabuğu ve yer fıstığı unundan elde edilen ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyel özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmada yer fıstığı kabuğu ekstraktının radikal süpürme kapasitesi 2442 µmol CE/g kabuk iken yer fıstığı unundan elde edilen ekstraktın ise 14.56 µmol CE/g yer fıstığı unu olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada radikal süpürme kapasitesi kateşin eşdeğeri (CE) cinsinden verilmiştir.

Ekstraktın elde edilmesinde farklı parametreler toplam fenolik madde içeriğini etkilemektedir. Toplam fenolik madde içeriği radikal süpürme kapasitesini etkileyen temel öğedir. Bu neden kullanılan ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak radikal süpürme kapasitesi de değişmektedir. Yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında su-etanol kullanılarak fıstık kabuğundan ekstraksiyon gerçekleştiren Bodira vd. (2017), yer fıstığı kabuğunun radikal süpürme kapasitesi değerinin farklı ekstraksiyon süresi, akış hızı ve kullanılan etanol yüzdesine bağlı olarak 9.33-69.03 µg yer fıstığı kabuğu/mL arasında değiştiğini bildirmiştir.

4.2.3 Toplam antioksidan kapasite değeri

Çalışmada kullanılan yer fıstığı ekstraktının toplam antioksidan kapasitesi 436.28±0.08 nmol Trolox Eq./g ekstrakt olarak belirlenmiştir.

Nar kabuğu ekstraktının köfte kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada antimikrobiyel ve antioksidan aktivite araştırılmıştır (Özdemir 2013). Antioksidan aktivite değeri nar kabuğu ekstraktında 5800.6 mM/g ekstrakt ve BHT'de ise 4193.8 mM/g ekstrakt olarak belirtilmiştir.

4.3 Soğukta Depolanan Hamburger Köftelerine Ait Analiz Sonuçları

4.3.1 Hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi

Farklı oranda yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftelerine ait kimyasal bileşim Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda hamburger köftelerinin nem miktarını %66.15-67.17 ve yağ oranı %8.54-10.23 arasındadır. Hamburger köftelerinde yer fıstığı ekstraktı kullanımı nem oranında azalmaya ve yağ oranında artışa neden olmuştur ($p<0.05$). En yüksek yağ oranına %10.23 ile YFE 1.5 grubu sahiptir. Hamburger köftelerinin kül miktarının %2-2.08 arasında değişmiştir ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$). Protein oranları %16.75-16.21 değerleri arasındadır ve gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.2 Hamburger köftelerine ait nem, yağ, kül ve protein miktarları (%) (n=3)

GRUP	NEM (%)	YAĞ(%)	KÜL (%)	PROTEİN (%)
K	67.17 ± 0.43^{A}	8.54 ± 0.34^{B}	2.00 ± 0.03	17.21 ± 0.77^{A}
SL	66.15 ± 0.11^{AB}	8.57 ± 0.41^{B}	2.06 ± 0.00	16.84 ± 0.78^{AB}
YFE 0.5	66.57 ± 0.42^{A}	9.12 ± 0.40^{A}	2.04 ± 0.03	16.89 ± 0.71^{A}
YFE 1	66.41 ± 0.89^{A}	9.72 ± 0.87^{A}	2.08 ± 0.03	16.90 ± 0.79^{A}
YFE 1.5	65.43 ± 0.60^{B}	10.23 ± 0.66^{A}	2.00 ± 0.05	16.75 ± 0.65^{B}

*Ortalama±Standart Hata
K: Katkı içermeyen kontrol grubu SL: Sodyum laktat içeren hamburger köftesi
YFE 0.5: %0.5 oranında yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftesi
YFE 1: %1 oranında yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftesi
YFE 1.5: %1.5 oranında yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftesi
$^{A-B}$ Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

4.3.2 pH değeri

Farklı oranlarda yer fıstığı ekstraktı içeren ve 10 gün süreyle 4°C'de depolanan hamburger köftelerinin pH değerinde meydana gelen değişiklikler çizelge 4.3 ve şekil 4.1'de görülmektedir. Köftelerin pH değeri depolama boyunca 5.90-4.61 arasında değişmiştir.

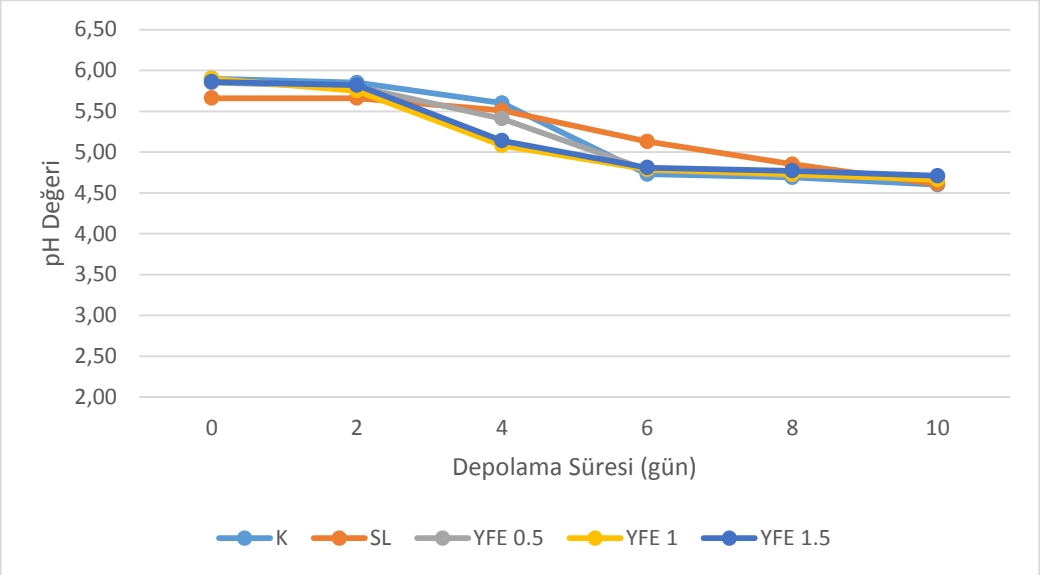
Çizelge 4.3 Hamburger köftelerinin pH değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	5.90±0.10^{Aa}	5.66±0.02^{Aa}	5.85±0.04^{Aa}	5.90±0.10^{Aa}	5.86±0.07^{Aa}
2	5.85±0.12^{Aab}	5.62±0.02^{Aa}	5.80±0.04^{Aa}	5.75±0.01^{Aab}	5.82±0.08^{Aa}
4	5.60±0.18^{Ab}	5.51±0.07^{ABa}	5.41±0.05^{ABb}	5.08±0.32^{Bb}	5.14±0.11^{ABb}
6	4.73±0.10^{Bc}	5.13±0.17^{Ab}	4.78±0.03^{Bc}	4.79±0.03^{Bbc}	4.81±0.06^{Bc}
8	4.69±0.07^{Cc}	4.85±0.08^{Ac}	4.72±0.08^{Bc}	4.73±0.10^{Bc}	4.77±0.07^{Bc}
10	4.66±0.05^{Ac}	4.61±0.03^{Ac}	4.63±0.06^{Ac}	4.65±0.06^{Ac}	4.65±0.07^{Ac}

*Ortalama±Standart Hata
[a-c] Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).
[A-B] Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

En yüksek pH değerinin 0.günde kontrol grubu ve YFE 1 grubunda olduğu belirlenmiştir. En düşük pH değeri ise 10.günde görülmüştür. Depolama başlangıcında K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarının pH değerleri sırasıyla 5.90, 5.66, 5.85, 5.90 ve 5.86'dır. Depolamanın ilk gününde pH değerleri arasındaki fark önemli düzeyde değildir (p>0.01). En yüksek pH değerine K ve YFE 1 grupları sahiptir. Depolamanın 2. gününde tüm gruplarda düşüş eğilimi gözlenmiştir. En yüksek pH değeri 5.85 ile K grubuna, en düşük pH değeri ise 5.62 ile SL grubuna

aittir. 4. günde tüm gruplarda pH değerinde azalma görülmüştür ($p<0.01$). En yüksek pH değerine K grubu, en düşük değere ise YFE 1 grubu sahiptir. Depolamanın 6. gününde pH değeri K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 grupları için sırasıyla 4.73, 5.13, 4.78, 4.79 ve 4.81 olarak belirlenmiştir. 10. günde değerler birbirine yakın gelmiştir. En düşük pH değerine 4.61 ile SL grubu, en yüksek pH değerine ise 4.66 ile K grubu sahiptir.



Şekil 4.1 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince pH değerinde oluşan değişiklikler

Başlangıç ve 10. gün değerleri kontrol grubunda 5.90'dan 4.60'a, SL grubunda 5.66'dan 4.61'e, YFE 0.5 grubunda 5.85'ten 4.68'e, YFE 1 grubunda 5.90'dan 4.66'ya ve YFE 1.5 grubunda ise 5.86'dan 4.71'e düşmüştür. Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemlidir ($p<0.01$). Günler arasındaki fark incelendiğinde depolama süresince tüm gruplardaki pH değeri düşmüştür ve özellikle bu düşüş 4.gün ve sonrasında dikkat çekici düzeye ulaşmıştır.

Yer fıstığından elde edilen stilbenlerin sosislerin antimikrobiyel ve antioksidan özellikleri üzerine etkisini araştıran Ko vd. 2018, sosisleri 25°C'de 8 gün boyunca

depolamıştır. Kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm grupların başlangıç pH değeri 6.00-6.10 arasında gelmiştir. 8. Günde grupların pH değerleri 4.55-5.84 arasında değişmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda pH değerinde azalma gözlenmiştir. Araştırmacılar, depolama süresi arttıkça pH değerindeki azalmayı sosislerde bulunan laktik asit bakterilerini neden olabileceğini bildirmiştir Laktik asit bakterilerinin gelişimi nedeniyle ortaya çıkan laktik asit pH değerini düşürmüştür. Çalışmamızda da yakın pH değerleri gözlenmiş ve depolama süresince düşüş görülmüştür.

Et ürünlerinin kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine yer fıstığı kabuğunun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada pH değerleri sadece depolama başlangıcında ölçülmüştür. Herhangi bir katkı içermeyen kontrol grubunun pH değeri 5.83, 200 ppm fenolik madde içeren yer fıstığı kabuğu ekstraktının pH değeri 5.86 gelmiştir Başlangıç pH değerleri birbirine yakındır. (O'Keefe ve Wang 2006).

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye uçucu yağı ile formüle edilmiş hamburger köftelerinin depolama stabilitesi üzerine yapılan bir çalışmada hamburger köfteleri -18^{o}C'de 180 gün boyunca depolanmıştır. Donmuş depolama süresince hamburger köftelerinin pH değerleri 6.11-4.71 arasında değişmiş ve tüm grupların pH değerinde azalma gözlemlenmiştir (İlhan 2010).

Mersin, biberiye, ısırgan ve oğulotu ekstraktı kullanılarak üretilen sığır eti köftelerin lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine yapılan bir çalışmada köfteler 4 ay boyunca dondurularak depolanmıştır (Akarpat 2006). Köftelerin pH değerleri en yüksek 6.45 ve en düşük 5.72 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda pH değerinin düştüğü görülmüştür. Lavanta esansiyel yağının köftenin kalite özelliklerine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada köfteler 10 gün boyunca 4°C'de depolanmıştır (Çalışkan 2019). Depolama başlangıcında gruplarda 5.80-5.89 arasında değişen pH değerleri depolamanın sonunda 5.12-5.27'ye düşmüştür. Çalışmamız ve bitki ekstraktları kullanılarak yapılan bu çalışmalar depolama süresinin pH değerini düşürdüğünü göstermektedir.

4.3.3 TBARM değeri

Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresi boyunca TBARM değerinde meydana gelen değişiklikler çizelge 4.4 ve şekil 4.2'de görülmektedir. Köftelerin TBARM değeri 1.35-1.68 mg MA/kg arasında değişmektedir. Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$).

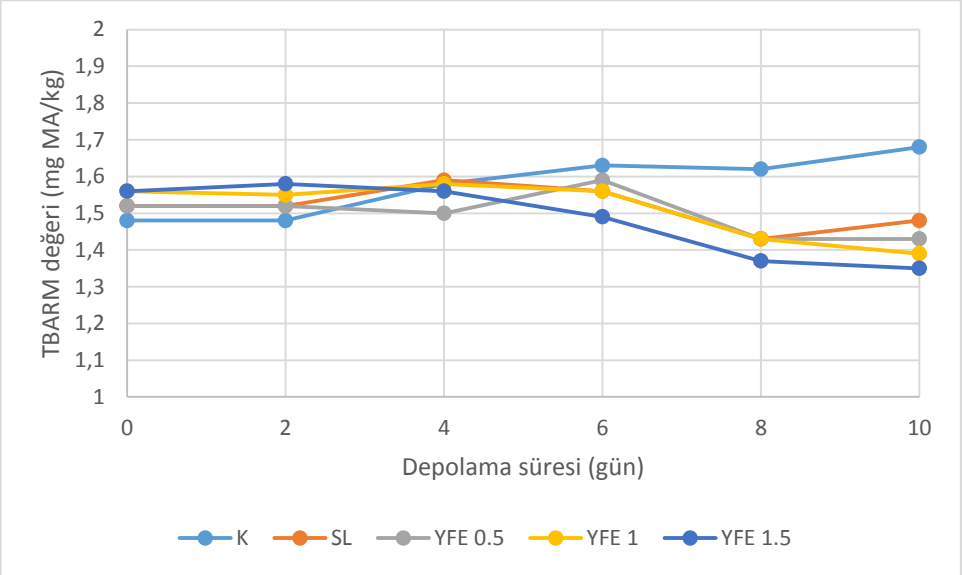
Çizelge 4.4 Hamburger köftelerinin TBARM değerine (mg MA/kg) yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	1.48 ± 0.06^{Bc}	1.52 ± 0.04^{ABb}	1.52 ± 0.07^{ABb}	1.56 ± 0.04^{Aa}	1.56 ± 0.03^{Aa}
2	1.48 ± 0.12^{Bc}	1.52 ± 0.10^{ABb}	1.52 ± 0.09^{ABb}	1.55 ± 0.05^{Aa}	1.58 ± 0.11^{Aa}
4	1.58 ± 0.04^{Ab}	1.59 ± 0.02^{Aa}	1.50 ± 0.13^{ABb}	1.58 ± 0.07^{Aa}	1.56 ± 0.04^{Aa}
6	1.63 ± 0.10^{Aa}	1.56 ± 0.04^{Aa}	1.59 ± 0.05^{Aa}	1.56 ± 0.17^{Aa}	1.49 ± 0.03^{Bb}
8	1.62 ± 0.06^{Aa}	1.61 ± 0.19^{Aa}	1.43 ± 0.06^{Bc}	1.43 ± 0.05^{Bb}	1.37 ± 0.08^{Cc}
10	1.68 ± 0.03^{Aa}	1.48 ± 0.04^{Bc}	1.43 ± 0.08^{Cc}	1.39 ± 0.09^{Dc}	1.35 ± 0.04^{Dc}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-c}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).
$^{A-D}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

Depolamanın başlangıcında K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarına ait TBARM değerli sırasıyla 1.48, 1.52, 1.52, 1.56 ve 1.56 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. En düşük değer 1.48 mg MA/kg ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise 1.56 mg MA/kg ile YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarına aittir. 2 günde TBARM değerlerinde belirgin bir değişiklik olmamıştır. K, SL ve YFE 0.5 grupları aynı değerde kalmıştır. YFE 1 grubu 1.55 mg MA/kg'a düşmüş olup YFE 1.5 grubu 1.58 mg MA/kg'a yükselmiştir ($p<0.01$). 4. günde K grubu %6.76 artarak 1.58 mg MA/kg'a, SL grubu %4.6 artarak 1.59 mg MA/kg'a, YFE 1 grubu %1.94 artarak 1.58 mg MA/kg'a yükselmiştir. YFE 0.5 grubu ve YFE 1.5 grubunda düşüş

görülmüştür. Depolamanın 6. gününde en yüksek TBARM değeri 1.63 mg MA/kg ile kontrol grubuna, en düşük değer ise 1.49 ile YFE 1.5 grubuna aittir. 8. gün değerleri K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 grupları için sırasıyla.1.62, 1.61, 1.43, 1.43 ve 1.37 mg MA/kg'dır. En yüksek TBARM değeri kontrol grubunda, en düşük değeri se YFE 1.5 grubunda görülmüştür. Son depolama periyodunda kontrol grubu 1.68 mg MA/kg'a yükselmiştir, diğer bütün gruplarda TBARM değeri azalmıştır ($p<0.01$). 10. günde en düşük değerler yer fıstığı ekstraktı içeren gruplara aittir.



Şekil 4.2 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince TBARM değerinde oluşan değişimler

Pişmiş tavuk köftelerinde yer fıstığı kabuğu ekstraktının lipit oksidasyonu üzerine etkisini araştıran Munekata vd. (2015) tavuk köftelerini 15 gün süresince 1°C'de depolamıştır. Depolamanın ilk gününde kontrol grubununun 4.23 mg MA/kg olan TBARM değeri 8. günde 19.03 mg MA/kg'a yükselmiş ve depolamanın 15. gününde 18.35 mg MA/kg'a düşmüştür. Yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupta ise TBARM değeri depolama başlangıcında 0.85 mg MA/kg olarak belirlenmiş ve 8. günde 0.97 mg MA/kg, 15. Günde 0.76 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar, yer fıstığı kabuğu ekstraktının TBARM değerini düşürdüğünü bildirmiştir.

Yapılan farklı bir çalışmada ise yer fıstığı kabuğu ekstraktının modifiye atmosferde paketlenmiş koyun eti köftelerindeki depolama sırasındaki etkileri araştırılmıştır. 2°C'de 20 gün boyunca depolanan köftelerin TBA değerinin arttığı görülmüştür. Katkı içermeyen kontrol grubu 20 günlük depolama süresince tüm periyotlarda artış gösterirken, BHT içeren pozitif kontrol grubu ve yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupta TBA değeri depolamanın 5. günü artmış, 10. günü azalmış ve son iki periyotta çok az miktarda artış göstermiştir. Kontrol grubunun artış miktarı diğer gruplara kıyasla daha fazla olmuştur (Munekata vd. 2016).

Frankfurter sosislerde yer fıstığından elde edilen stilbenlerin potansiyel korucuyu olarak kullanımının araştırıldığı bir çalışmada sosisler 4°C'de 40 gün ve 25°C'de 8 gün depolanmıştır. Çalışmada katkı ilave edilmeyen kontrol grubu, yer fıstığı stilbenleri içeren gruplar ve stilbenle birlikte koruyucu madde kombinasyonları içeren gruplar karşılaştırılmıştır. 25°C'de depolanan tüm gruplarda 0, 2 ve 4. günlerinde TBA değeri artmış, 6. günde azalmış ve 8. günde tekrar artış göstermiştir. 4°C'deki depolamada ise bütün gruplarda 0, 10 ve 20. günlerde artış gösteren TBA değeri, 30. günde azalmış ve 40. günde çok az artış göstermiştir (Ko vd. 2018).

Farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye ekstraktı kullanılarak üretilen hamburger köftelerinin depolama stabilitesi üzerine yapılan bir çalışmada hamburger köfteleri 180 gün boyunca dondurularak depolanmıştır. Depolama süresince TBARM değeri artmıştır. Başlangıç TBARM değeri 0.77-0.86 mg MA/kg arasında değişmekte iken depolama sonunda bu değer 1.33-2.31 mg MA/kg arasında değişmiştir. Biberiye uçucu yağının lipit oksidasyonunu önemli ölçüde azaltıcı etkisi olduğu bildirilmiştir (İlhan 2010).

Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyel ve antioksidan özelliklerinin köfte kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada %0.1, %0.2 ve %0.3 oranında liyofilize nar kabuğu köfte formülasyonuna ilave edilmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda TBA değeri artmıştır. TBA değerindeki en fazla artışın kontrol grubunda, en az artışın ise %0.3 oranında nar kabuğu ilave edilen grupta olduğu bildirilmiştir.

Köfteye ilave edilen nar kabuğu lipit oksidasyonunu önemli düzeyde geciktirmiştir (Özdemir 2013).

Maviyemiş ekstraktının soğukta ve dondurularak depolanan köftelerin kalite özelliklerini araştıran Işıkcı (2014) herhangi bir ilave olmayan kontrol grubu, BHT ve %0.5 ile %1 olmak üzere iki farklı oranda maviyemiş ekstraktının etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmada depolama süresince maviyemiş ekstraktının TBARM değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Depolamanın 8. gününde kontrol grubunun TBARM değeri 1.19 mg MA/kg iken, BHT ve iki farklı oranda maviyemiş ekstraktı içeren köftelerin TBARM değerlerinin sırasıyla 0.60, 0.71 ve 0.83 mg MA/kg olduğu görülmüştür.

Mercanköşk ve kekik esansiyel yağları içeren soya bazlı yenilebilir filmler ile aktif paketlenmiş dana eti köftelerinin oksidatif stabilitesinin araştırıldığı bir çalışmada köfteler 4°C'de 12 gün boyunca depolanmıştır. Köftelerin başlangıç TBARM değeri 0.60-1.19 mg MDA/kg arasında değişmiş ve depolama sonunda tüm köftelerin TBARM değerinin artmıştır. Esansiyel yağ içeren yenilebilir film ile muamale edilmiş köftelerin daha düşük TBARM değeri gösterdiği ifade edilmiş ancak istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$) (Coşkun vd. 2014).

Köfte formülasyonunda farklı tohum unlarının depolama süresince bazı özelliklere etkisinin araştırıldığı bir çalışmada köfteler 90 gün -20°C'de depolanmıştır. Depolama süresince TBARM değerinde hem artış hem azalış görülmüştür. Hardal ve kişniş tohumlarının depolamanın son periyodunda kontrol grubuna göre daha düşük TBARM değeri içerdiğini ancak çörek otu tohumunun yüksek fenol içeriği nedeniyle prooksidan gibi davrandığı ve diğer gruplardan daha yüksek değere sahip olduğu bildirilmiştir (Turp vd. 2016).

Dondurularak depolanan sığır eti köftelerine ilave edilen farklı bitki ekstraktlarının lipit oksidasyonu üzerine etkilerinin araştıran Akarpat (2006), çalışmasında mersin, biberiye, oğulotu ve ısırgan ekstraktlarını kullanmıştır. Kullanılan bütün bitki ekstraktlarının antioksidan özellik gösterdiğini belirtilmiş ve dondurularak muhafaza

süresince en yüksek antioksidan aktiviteyi mersin ve biberiye ekstraktlarının gösterdiğini bildirmiştir.

Fernandez-Lopez vd. (2005) biberiye, limon, sarımsak ve portakal ekstraktlarının sığır köftelerinin antioksidan özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Araştırmacılar en düşük TBARM değerinin biberiye ekstraktı içeren örneklere ait olduğunu belirtmiştir. Bu durumun bitki ekstraktlarında bulunan ve stilben içeren fenolik madde içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.4 Toplam karbonil değeri

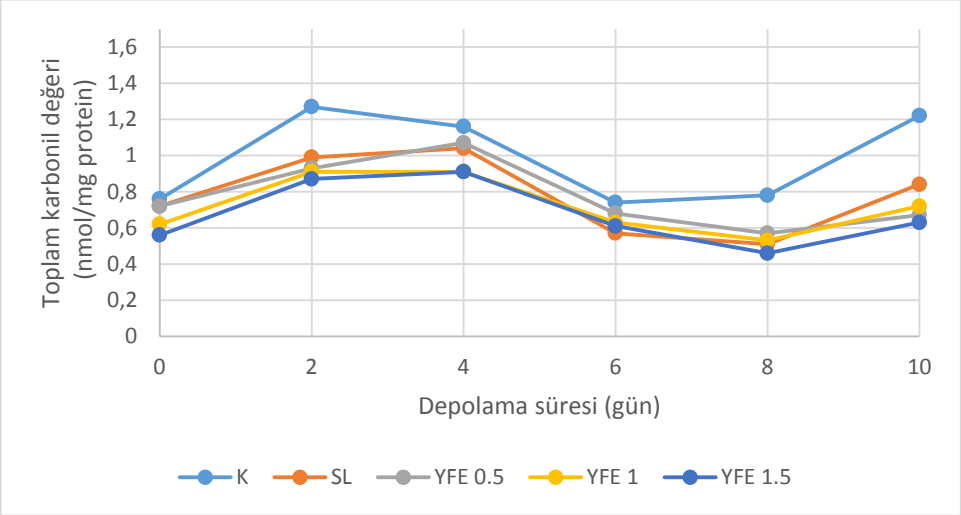
Çizelge 4.5 ve şekil 4.3'te farklı oranlarda yer fıstığı ekstraktına sahip hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince karbonil miktarında meydana gelen değişiklikler verilmiştir.

Çizelge 4.5 Hamburger köftelerinin karbonil miktarına yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (nmol/mg protein) (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	$0.76\pm0.01^{\mathbf{Ac}}$	0.72 ± 0.07^{Bc}	0.72 ± 0.03^{Bc}	0.62 ± 0.10^{Cc}	0.56 ± 0.06^{Dc}
2	$1.27\pm0.46^{\mathbf{Aa}}$	0.99 ± 0.45^{Ba}	0.93 ± 0.22^{Cb}	0.91 ± 0.36^{Ca}	0.87 ± 0.20^{Ca}
4	1.16 ± 0.03^{Ab}	1.04 ± 0.01^{BCa}	1.07 ± 0.02^{Ba}	0.91 ± 0.10^{Ca}	0.91 ± 0.12^{Ca}
6	0.74 ± 0.05^{Ac}	0.57 ± 0.32^{Dd}	0.68 ± 0.25^{Bc}	0.63 ± 0.20^{Cc}	0.61 ± 0.28^{Cb}
8	0.78 ± 0.78^{Ac}	0.51 ± 0.03^{Cd}	0.57 ± 0.01^{Bd}	0.53 ± 0.04^{Bd}	0.46 ± 0.06^{Dd}
10	1.22 ± 0.06^{Aab}	0.84 ± 0.05^{Bb}	0.67 ± 0.06^{Dc}	0.72 ± 0.07^{Cb}	0.63 ± 0.14^{Db}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-d}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).
$^{A-D}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$). Köftelerin karbonil miktarı 0.46-1.27 nmol/mg protein arasında değişmiştir. Köftelerin başlangıç ve 10. gündeki toplam karbonil değerleri (nmol/mg protein) kontrol grubunda 0.76'dan 1.22'ye, SL grubunda 0.72'den 0.84'e, YFE 1 grubunda 0.62'den 0.72'ye ve YFE 1.5 grubunda ise 0.56'dan 0.62'e yükselmiş, YFE 0.5 grubunda 0.72'den 0.67'ye düşmüştür. 2. günde tüm grupların karbonil değeri artmıştır ($p<0.01$). Artış yüzdeleri K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 grupları için sırasıyla %67.1, %37.50, %29.17, %46.77 ve %55.38'dir. 2. günde en yüksek değer 1.27 nmol/mg protein ile kontrol grubuna, en düşük değer ise 0.87 nmol/mg protein ile YFE 1.5 grubuna aittir. 4. ve 6. günlerde tüm gruplarda düşüş görülmüştür ($p<0.01$). Depolamanın son gününde karbonil değeri 0.67-1.22 arasında değişmektedir.



Şekil 4.3 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince karbonil miktarında oluşan değişimler

Genel olarak bakıldığında yer fıstığı ekstraktı içeren gruplarda protein oksidasyonunun yavaşladığı gözlenmiştir ($p<0.01$). Yer fıstığı ekstraktının protein oksidasyonunu baskılama düzeyinin yağ oksidasyonunu baskılama düzeyine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir.

Yer fıstığı kabuğu ekstraktının koyun eti köftelerin kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada köfteler 20 gün boyunca 2°C'de depolanmıştır. Depolama süresince protein oksidasyonu ile oluşan karbonil miktarı kontrol grubunda önemli düzeyde artış göstermiştir. Depolama süresince kontrol grubuna ait köftelerin karbonil miktarı 2.8-5.1 nmol/mg protein arasında değişmiştir. Araştırmacılar yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren gruplar da karbonil miktarında artış gözlemiş kontrol grubuna kıyasla daha düşük karbonil miktarına sahip olduklarını berlitmiştir (Munekata vd. 2016).

İki farklı tür avokado ekstraktının soğuk depolanan domuz köftelerinin antioksidan özelliklerinin incelendiği bir çalışmada köfteler 15 gün boyunca 4°C'de depolanmıştır. Protein oksidasyonu sonucu meydana gelen karbonil miktarının depolama süresince arttığı ve en yüksek düzeye 15. Günde ulaştığı saptanmıştır. Sonuçlar soğuk depolama boyunca kas proteinlerinin oksidatif reaksiyona girdiğini kanıtlamaktadır. Depolamanın başlangıcında karbonil değerleri tüm gruplarda 0.6-1.0 nmol/mg protein arasındayken 15. günde bu değerin 1.3-2.0 nmol/mg protein arasında değiştiği görülmüştür(Rodriguez-Carpena vd. 2011).

Biberiye ekstraktı ve askorbat/sitratın (1:1) modifiye atmosferle kombine edildiği ve protein oksidasyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sığır eti köfteleri 6 gün boyunca 4°C'de depolanmıştır. Askorbat/sitratın lipit oksidasyonunu engellediği ancak protein oksidasyonu üzerine etkisinin olmadığı hatta artırdığı görülmüştür. Depolama süresince hem biberiye ekstraktı içeren hem de askorbat/sitrat içeren gruplarda toplam karbonil miktarının arttığı belirtilmiştir (Lund vd. 2007).

4.3.5 Toplam antioksidan kapasite değeri

Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince antioksidan kapasitesinde görülen değişimler çizelge 4.6 ve şekil 4.4'te verilmiştir. Hamburger köftelerinin antioksidan kapasite değerleri 0.08-4.78 mmol Trolox Eq./100 g köfte arasında değişmektedir.

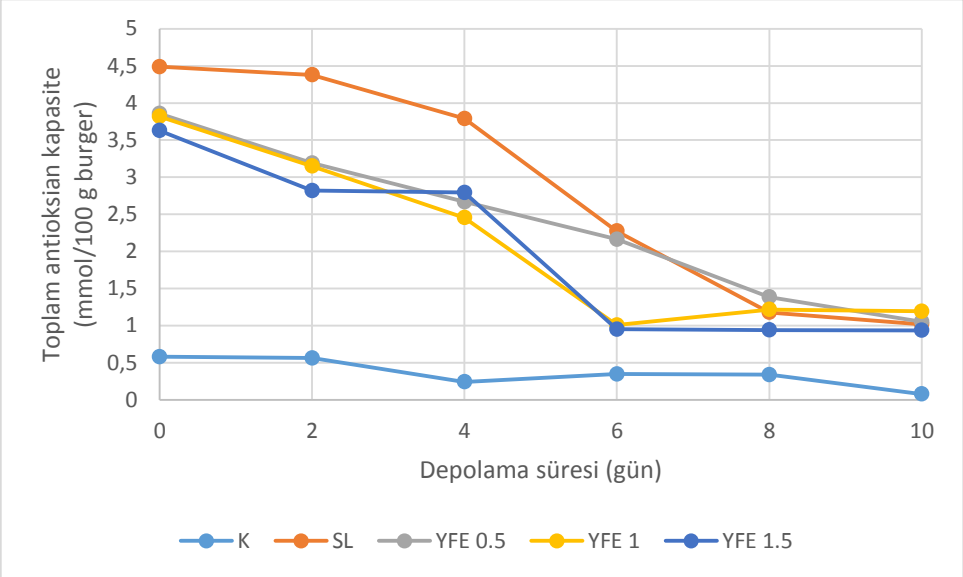
Çizelge 4.6 Hamburger köftelerinin toplam antioksidan kapasite değerlerine (mmol/100 g burger) yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	0.58 ± 0.32^{Da}	4.49 ± 1.23^{Ab}	3.86 ± 1.64^{Ba}	3.82 ± 1.37^{Ba}	3.63 ± 1.19^{Ca}
2	0.56 ± 0.01^{Da}	4.78 ± 1.74^{Aa}	3.19 ± 1.28^{Bb}	3.15 ± 1.17^{Bb}	2.82 ± 1.41^{Cb}
4	0.24 ± 0.20^{Dc}	3.79 ± 2.27^{Ac}	2.67 ± 0.84^{BCc}	2.46 ± 1.03^{Cc}	2.79 ± 0.95^{Bb}
6	0.35 ± 0.03^{Db}	2.28 ± 0.46^{Ad}	2.17 ± 0.30^{Ad}	1.01 ± 0.01^{Be}	0.95 ± 0.06^{Cc}
8	0.34 ± 0.14^{Db}	1.19 ± 0.09^{BCe}	1.39 ± 0.37^{Ae}	1.22 ± 0.27^{Bd}	0.94 ± 0.22^{Cc}
10	0.08 ± 0.03^{Cd}	1.02 ± 0.12^{ABe}	1.05 ± 0.03^{Ad}	1.09 ± 0.22^{Ae}	0.94 ± 0.04^{Bc}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-d}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).
$^{A-D}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemlidir (p<0.01). Köftelerin başlangıç ve 10. gün toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol Trolox Eq./100 g hamburger) kontrol grubunda 0.58'den 0.08'e, SL grubunda 4.49'den 1.02'ye, YFE 0.5 grubunda 3.86'dan 1.05'e, YFE 1 grubunda 3.82'den 1.09'a ve YFE 1.5 grubunda ise 3.63'ten 0.94'e düşmüştür. Depolamanın 2. gününde SL hariç tüm gruplarda TAK (toplam antioksidan kapasite) değeri azalmıştır (p<0.01). 4.78 mmol Trolox Eq./100 g hamburger ile en yüksek değere SL grubu sahiptir. 4. ve 6. günde de en yüksek TAK değeri SL grubundadır. 4. günde YFE 1.5 grubu ise 2.79 mmol Trolox Eq./100 g hamburger ile SL grubuna en yakın değere sahiptir. Depolamanın 8.gününde 1.39 mmol Trolox Eq./100 g hamburger ile en yüksek TAK değeri YFE 0.5 grubundadır. Yer fıstığı ekstraktı içeren tüm gruplar özellikte depolamanın 8. gününden itibaren SL grubuna yakın değerler göstermiştir. Depolama periyodunun sonunda en yüksek antioksidan kapasite değerinin 1.09 mmol Trolox Eq./100 g hamburger ile YFE 1 grubunda olduğu görülmektedir. Genel olarak depolama süresi boyunca antioksidan kapasite değerinin tüm gruplarda azaldığı görülmüştür(p<0.01)

Tüm depolama periyotlarında en düşük antioksidan kapasite değerine ise herhangi bir antioksidan madde ilave edilmemiş olan kontrol grubu sahiptir ($p<0.01$).



Şekil 4.4 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince belirlenen toplam antioksidan kapasite değerleri

Yeşil çay ekstraktının tavuk but ve kanatlarının toplam antioksidan kapatsitesine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada %0, %0.5 %1.5 ve %3 oranlarında yeşil çay ekstraktı kullanılmıştır (Soncu 2014). Belirtilen 4 farklı oranda ekstrakt içeren ürünlerin toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla butlar için 2.07, 5.23, 11.83 ve 22.62 mmol Trolox Eq./100 g kaplama; kanatlar için 4.03, 11.04, 14.82 ve 24.09 mmol Trolox Eq./100 g kaplama olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yeşil çay ekstraktı miktarı arttıkça ürünlerin kaplamasının toplam antioksidan kapasitesinin arttığı görülmüştür

4.3.6 *L*, a*, b** renk değerleri

Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresi boyunca *L** değerinde meydana gelen değişiklikler çizelge 4.7'te ve şekil 4.5'te grafik olarak verilmiştir. En düşük

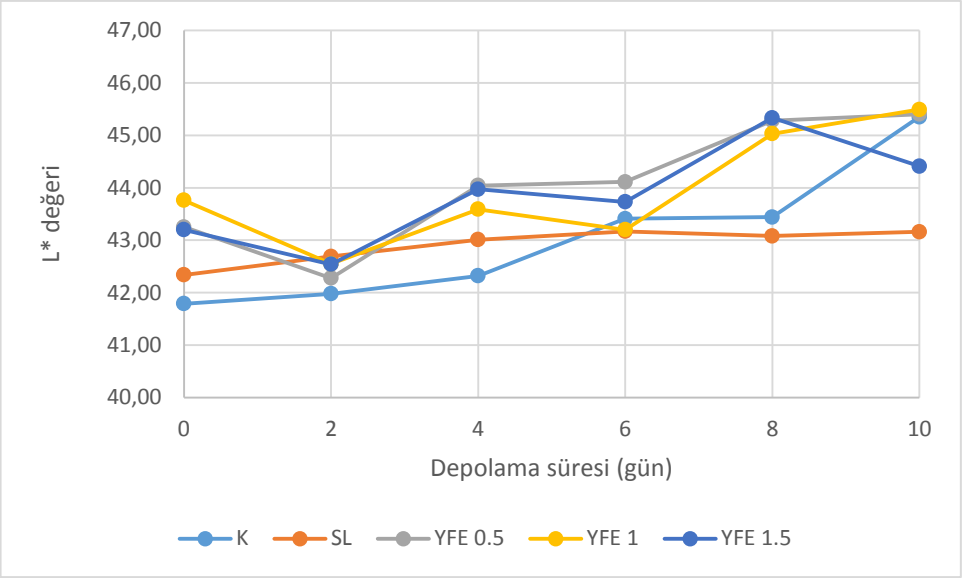
*L**değerinin 41.79 ile 0.günde kontrol grubunda, en yüksek *L**değerinin ise 10.günde 45.73 ile YFE 1 grubunda olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7 Hamburger köftelerinin *L** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	41.79 ± 0.56^{Bc}	43.34 ± 0.35^{Ab}	43.25 ± 0.98^{Ab}	43.76 ± 0.93^{Ab}	43.20 ± 0.64^{Ac}
2	41.98 ± 0.88^{Bc}	42.69 ± 1.45^{Ac}	42.28 ± 1.26^{Ac}	42.55 ± 0.62^{Ac}	42.54 ± 1.71^{Ac}
4	42.32 ± 0.58^{Bb}	43.01 ± 1.16^{ABb}	44.04 ± 0.79^{Aa_b}	43.59 ± 0.68^{Ab}	43.97 ± 0.40^{Ab}
6	43.41 ± 0.88^{Ab}	43.67 ± 0.15^{Aab}	44.11 ± 1.14^{Aab}	43.20 ± 0.29^{Ac}	43.73 ± 0.35^{Ab}
8	43.44 ± 0.55^{Bb}	44.08 ± 1.65^{ABa}	45.28 ± 0.78^{Aa}	45.49 ± 0.82^{Aa}	45.42 ± 0.11^{Aa}
10	45.35 ± 1.71^{Aa}	44.70 ± 2.25^{Ba}	45.40 ± 1.09^{Aa}	45.73 ± 0.97^{Aa}	44.41 ± 0.73^{Bb}

*Ortalama±Standart Hata
[a-c] Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).
[A-B] Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Depolamanın ilk gününde K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE1.5 gruplarının *L** değeri sırasıyla 41.79, 43.34, 43.25, 43.76 ve 43.20 olarak belirlenmiştir. En düşük değere kontrol grubu sahiptir. 2. günde K grubu 41.98'e yükselmiş, diğer tüm gruplarda az miktarda azalma görülmüştür ($p<0.01$). Depolamanın 4. gününde tüm gruplarda *L** değeri artış olmuş ve en yüksek değerin 44.04 ile YFE 0.5 grubunda olduğu belirlenmiştir. 6. günde en yüksek *L** değerine 44.11 ile YFE 0.5, en düşük değere ise 43.20 ile YFE1 grubu sahip olmuştur. *L** değerindeki artış diğer depolama periyotlarında da görülmüştür. Tüm gruplarda genel olarak depolama süresi arttıkça *L**değerinin arttığı görülmektedir ($p<0.01$).



Şekil 4.5 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince *L** değerinde oluşan değişiklikler

Köftelerin başlangıç ve 10. gün değerleri kontrol grubunda 41.79'dan 45.35'e, SL grubunda 43.34'ten 44.70'e, YFE 0.5 grubunda 43.25'ten 45.40'a, YFE 1 grubunda 43.76'dan 45.73'e ve YFE 1.5 grubunda 43.20'den 44.41'e artmıştır. Depolamanın başlangıç ve son depolama periyodundaki değerler karşılaştırıldığında K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplari için sırasıyla %8.52, %3.14, %4.97, %4.50 ve %2.80 artış görülmüştür. YFE 1.5 grubunun depolama sonunda %2.80 ile en az artışı göstererek *L** değerini en iyi koruyan grup olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyonun *L** değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Hamburger köftelerinin *L** değerinin artması köftelerin daha koyu renge sahip olduğunu gösterir. Bu durum ette bulunan metmiyoglobin ile ilişkilidir ve antioksidan maddeler kullanıldığında metmiyoglobin oluşumu gecikmektedir (Fernandez-Lopez vd. 2005). K grubunda, SL ve YFE içeren gruplara göre en fazla artışın olması bu durumla bağlantılıdır.

Fenolik maddelerce zengin yer fıstığı kabuğu ekstraktının kıymanın antioksidatif ve antimikrobiyel özellikleri üzerine etkisini araştıran Yu vd. (2010), farklı oranlarda yer fıstığı kabuğu ekstraktının, antioksidan madde içermeyen kontrol grubu ve BHT/BHA içeren kıymalarla karşılaştırmıştır. Depolama boyunca kıymaların *L** değerinde en fazla değişim kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Başlangıç *L** değeri 44.88 iken 12. günde 52.51'e yükselmiştir. BHA/BHT içeren grup diğer gruplara kıyasla depolamanın ilk gününde 45.04 iken son günde 47.00'a yükselerek *L** değerinde en az değişimi göstermiştir.

Yer fıstığı kabuğu ekstraktının koyun eti köftelerinin raf ömrüne etkisini araştıran Munekata vd. (2016), köfteleri beş gün arayla analiz ederek 20 gün boyunca soğuk depolamıştır. Antioksidan madde ilave edilmeyen kontrol grubunun başlangıç *L** değeri 39.41 iken depolamanın sonunda 45.83'e yükselmiştir. BHT içeren köftelerde başlangıç *L** değeri olan 42.27, depolama sonunda 40.95'e düşmüştür. Yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren köfteler az miktarda artış göstermiş olup başlangıç ve son *L** değerleri sırasıyla 40.35 ve 41.57 olarak verilmiştir. BHT içeren grup başlangıç *L** değerinde en az değişime neden olurken yer fıstığı kabuğu ekstraktının kontrol grubundan daha az değişime yol açtığı bildirilmiştir.

Fernandez-Lopez vd. (2005) bitksel ekstraktların sığır eti köftelerinin antioksidan ve antibakteriyel özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada köfteler 12 gün boyunca soğukta depolanmıştır. Kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm gruplarda *L** değerinin depolama süresince arttığı tespit edilmiştir. Ancak en fazla artış 42.26'dan 46.97'ye yükselerek kontrol grubunda meydana gelmiştir. Çalışmamız da kontrol grubu en yüksek artışı göstermiş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Hamburger köftelerinin depolama süresi boyunca *a** değerinde meydana gelen değişiklikler çizelge 4.8 ve şekil 4.6'da verilmiştir. Tüm periyotlar göz önüne alındığında en yüksek *a** değeri 14.73 ile depolamanın 0.gününde YFE 1.5 grubunda, en düşük *a** değeri ise 5.56 ile depolamanın 10.gününde K grubundadır.

Çizelge 4.8 Hamburger köftelerinin *a** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

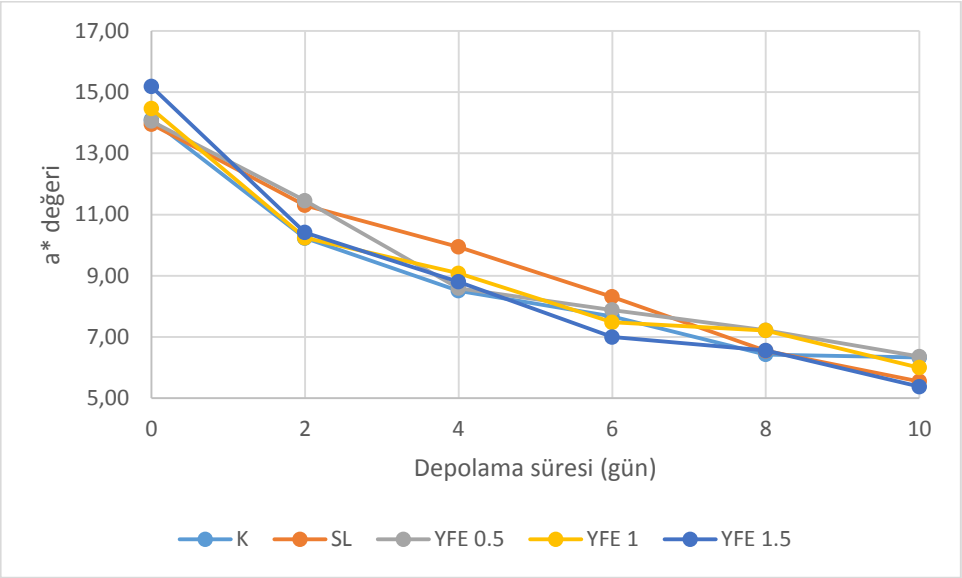
GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	14.51 ± 027^{Aa}	13.95 ± 0.76^{Ba}	14.28 ± 0.30^{Aba}	14.46 ± 0.22^{Aa}	14.73 ± 0.25^{Aa}
2	10.23 ± 0.67^{Bb}	11.30 ± 0.73^{Ab}	11.45 ± 0.21^{Ab}	10.24 ± 0.30^{Bb}	10.41 ± 0.56^{Bb}
4	8.51 ± 0.17^{Cc}	9.94 ± 0.86^{Ac}	8.59 ± 0.15^{Cc}	9.08 ± 0.48^{Bbc}	8.80 ± 0.66^{BCc}
6	7.67 ± 0.88^{Bd}	8.31 ± 1.22^{Ad}	7.88 ± 0.62^{ABd}	7.48 ± 0.75^{Bc}	7.00 ± 1.22^{Cd}
8	6.43 ± 0.42^{Be}	6.55 ± 0.34^{Be}	7.22 ± 0.46^{Ae}	7.21 ± 0.62^{Ac}	6.56 ± 0.56^{Bde}
10	5.56 ± 0.47^{Bf}	6.07 ± 0.12^{ABe}	6.36 ± 0.52^{Af}	6.00 ± 0.51^{ABd}	6.03 ± 0.43^{ABe}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-f}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).
$^{A-C}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Depolama başlangıcında en yüksek *a** değeri 14.73 ile YFE 1.5 grubuna, en düşük değer ise 13.95 ile SL grubuna aittir. Depolamanın 2. günü tüm gruplarda *a** değerinde büyük oranda azalma görülmüştür. K grubu 14.51'ten 10.23'e, SL grubu 13.95'ten 11.30'a, YFE 0.5 grubu 14.28'den 11.45'e, YFE 1 grubu 14.46'dan 10.24'e ve YFE 1.5 grubu 14.73'ten 10.41'e düşmüştür. Depolamanın diğer günlerinde de tüm gruplarda azalma olduğu belirlenmiştir (p<0.01).

Hamburger köftelerinin başlangıç ve 10.gün kırmızılık (*a**) değerleri kontrol grubunda 14.51'den 5.56'ya, SL grubunda 13.95'ten 6.07'ye, YFE 0.5 grubunda 14.28'den 6.36'ya, YFE 1 grubunda 14.46'dan 6.00'ya ve YFE 1.5 grubunda 14.73'ten 6.03'e düşmüştür. Depolamanın başlangıç ve son depolama periyodundaki değerler karşılaştırıldığında K grubu %61.68, SL grubu %56.49, YFE 0.5 grubu %55.46, YFE 1 grubu %58.51 ve YFE 1.5 grubu %59.06 azalmıştır. YFE 0.5 grubunın depolama süresince *a** değerini en iyi koruyan gruptur. Hamburger

köftelerin *a** değerine bakıldığında depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyonun *a** değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.01$).



Şekil 4.6 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince *a** değerinde oluşan değişiklikler

Et ve et ürünlerinin rengi, kabul edilebilirlikleri açısından önem arz eder. Bu nedenle *a** değeri de et ürünleri için önemli bir kriterdir. Et ve et ürünlerinde oksidasyon sonucunda *a** değerinin düştüğü bildirilmiştir. Koyun eti köftelerini 20 gün boyunca 2°C'de depolayan Munakata vd. (2016) antioksidan ilave edilmemiş kontrol grubu ile yer fıstığı kabuğu ekstraktı ve BHT içeren grupları karşılaştırmıştır. Kontrol grubunun başlangıç *a** değeri 19.51'den depolama sonunda 7.50'ye, BHT içeren grubun *a** değeri 21.25'ten 10.87'ye ve yer fıstığı kabuğu içeren grubun *a** değeri 20.43'ten 9.56'ya düşmüştür. En fazla değişim kontrol grubunda, en az değişim BHT içeren gruptadır. Araştırmacılar, kırmızılık kaybını en iyi BHT'nin önlediğini ancak yer fıstığı kabuğu ekstraktının da kırmızılık kaybını önlemede etkili olduğunu belirtmiştir.

Yer fıstığı kabuğu ekstraktının antioksidatif özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada kıyma örnekleri 12 gün boyunca soğukta depolanmıştır. Depolama süresince kontrol grubu, BHA/BHT içeren grup ve yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren tüm gruplarda a^* değerinde azalma meydana gelmiştir. %0.04 ve daha fazla oranda yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupların kırmızılık kaybını azalttığı belirtilmiştir. Depolamanın son periyotlarında %0.04'ten daha az oranda ekstrakt içeren grupların %0.02 BHA/BHT içeren gruptan daha iyi kırmızılık kaybını önlediği bildirilmiştir (Yu vd. 2010).

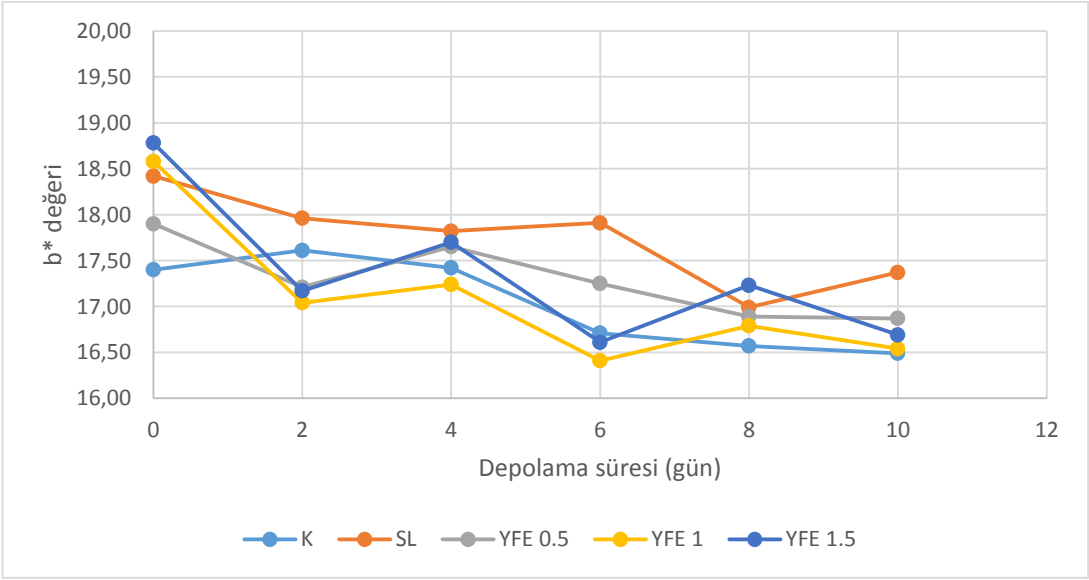
Farklı bitki ekstraktlarının köftelerin antioksidan ve antibakteriyel özellikleri üzerine etkisini araştıran Fernandez-Lopez vd. (2005) kontrol grubu da dahil olmak üzere biberiye, limon, sarımsak ve portakal ekstraktları içeren tüm grupların başlangıç a^* değerlerinin 12. günde azaldığını ifade etmiştir.

Çizelge 4.9 ve şekil 4.7'de hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince b^* değerinde meydana gelen değişiklikler verilmiştir. En yüksek b^* değerinin depolamanın 18.78 ile 0.gününde YFE 1.5 grubunda, en düşük b^* değerinin ise 16.49 ile 10.günde kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Depolama başlangıcında K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarının b^* değeri sırasıyla 17.40, 18.42, 17.90, 18.58 ve 18.78 olarak belirlenmiştir. 2. günde K grubu 17.61'e yükselmiş, diğer tüm gruplarda azalma görülmüştür. 4. günde en düşük değer 17.24 ile YFE 1 grubuna, en yüksek değer ise 17.82 ile SL grubuna aittir. Depolamanın 6. ve 8. günlerinde genel olarak tüm gruplarda azalma görülmüştür ($p<0.01$). Hamburger köftelerinin başlangıç ve 10.gün b^* değerleri kontrol grubunda 17.40'tan 16.49'a, SL grubunda 18.42'den 17.37'ye, YFE 0.5 grubunda 17.90'dan 16.87'ye, YFE 1 grubunda 18.58'den 16.54'e ve YFE 1.5 grubunda ise 18.78'den 16.69'da düşmüştür. Grupların ortalamasına bakıldığında depolama süresi arttıkça b^* değerinde düşüş gözlenmiştir ($p<0.01$). Hamburger köftelerinin farklı grupları ve depolama süresi arasındaki interaksiyon önemli düzeydedir ($p<0.01$).

Çizelge 4.9 Hamburger köftelerinin *b** değerine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

GÜN	K	SL	YFE 0.5	YFE 1	YFE 1.5
0	17.40±0.35^{Ba}	18.42±0.37^{Aa}	17.90±0.56^{Ba}	18.58±0.48^{Aa}	18.78±0.50^{Aa}
2	17.61±0.36^{ABa}	17.96±0.57^{Ab}	17.21±0.49^{Bb}	17.04±0.59^{Bb}	17.17±1.40^{Bb}
4	17.42±0.38^{Ba}	17.82±0.46^{Ab}	17.65±0.35^{ABa}	17.24±0.26^{Bb}	17.70±0.45^{ABa}
6	16.71±1.19^{Bab}	17.91±0.09^{Ab}	17.25±0.66^{ABb}	16.41±1.57^{Bc}	16.61±0.92^{Bc}
8	16.57±0.59^{Bb}	16.99±0.42^{Ac}	16.89±1.02^{Ac}	16.79±0.74^{ABc}	17.23±0.53^{Ab}
10	16.49±0.97^{Bb}	17.37±0.59^{Abc}	16.87±1.09^{Bc}	16.54±1.14^{Bc}	16.69±0.85^{Bc}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-c}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).
$^{A-B}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).



Şekil 4.7 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresi boyunca *b** değerinde meydana gelen değişiklikler

Koyun eti köftelerini 20 gün boyunca 2°C'de depolayarak yer fıstığı kabuğu ekstraktının antioksidatif özelliklerine Munekata vd. (2016) kontrol grubu, BHT ve yer fıstığı kabuğu ekstraktı içeren grupları karşılaştırmıştır. K grubunun başlangıç *b** değeri 17.64'ten depolama sonunda 16.59'a, BHT içeren grubun *b** değeri 19.23'ten 15.44'e ve ekstrakt içeren grubun *b** değeri 18.04'ten 14.40'a düşmüştür. Depolamanın tüm periyotlarında bütün gruplarda azalma meydana gelmiştir.

4.3.7 Duyusal analiz

Farklı oranlarda yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftelerin duyusal analiz için pişirildikten sonra değerlendirmeye alınmıştır. Hamburger köftelerinin her bir yüzeyi önce 1.5 dk, sonra 1'er dk daha pişirilerek toplamda 5 dk boyunca pişirilmiştir. Pişirme işlemi için yapışmaz tava kullanılmıştır ve tavaya yağ ilave edilmemiştir. Her yeni örnek grubu temiz tavada pişirilmiştir. Gruplara rastgele 3 haneli sayılar verilmiştir (EK 2). Depolamanın tüm periyotlarında görünüş, renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni kriterleri değerlendirilmiştir. Çizelge 4.10'da hamburger köftelerine ait görünüş, renk, koku ve genel beğeni değerlendirme sonuçları yer almaktadır. Görünüş, renk, koku ve genel beğeni puanları sırasıyla 6.23-7.79, 6.25-7.87, 4.79-7.38 ve 5.52-7.63 arasında değişmektedir. Görünüş, renk, koku ve genel beğeni için depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$).

Görünüş değerlendirmesinde oluşan değişimlere ait grafik şekil 4.8'de verilmiştir. Depolamanın ilk gününde görünüş değerlendirmesine ait en yüksek puanı 7.81 ile YFE 0.5 ve en düşük puanı 7.44 ile kontrol grubu almıştır. İkinci en yüksek puan 7.63 ile SL ve YFE 1 gruplarına aittir. Depolamanın 2. gününde görünüş değerlendirmesine ait puanlar K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarında sırasıyla 7.67, 7.54, 7.71, 7.79 ve 7.29 olarak belirlenmiştir. Depolamanın ilk iki gününde 4. Gün görünüş değerlendirmesinde en yüksek puan 7.62 ile SL grubu ve en düşük puan ise 6.56 ile kontrol grubuna verilmiştir.

Çizelge 4.10 Hamburger köftelerinin görünüş, renk, koku ve genel beğeni değerlendirmesine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

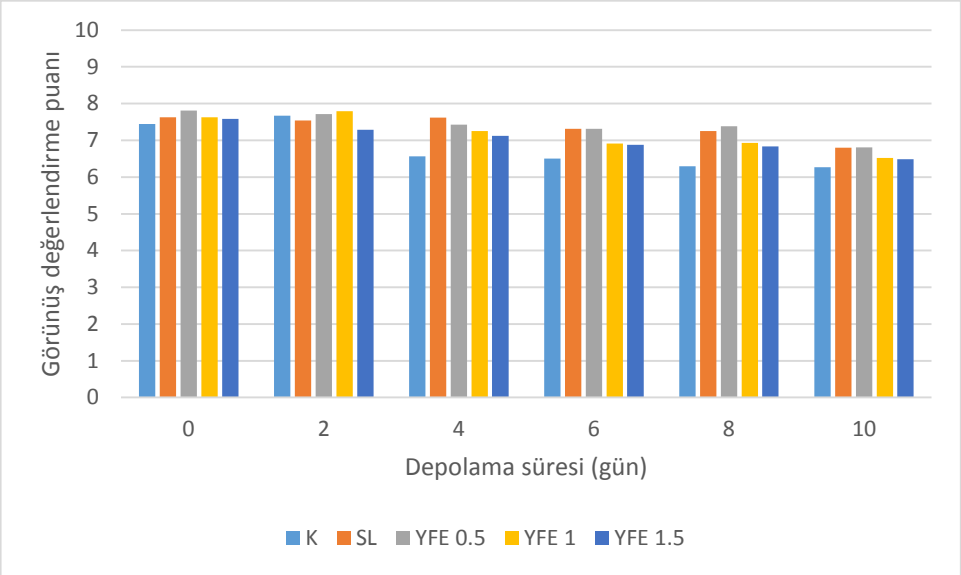
GÖRÜNÜŞ					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	7.44 ± 0.19^{Aa}	7.63 ± 0.63^{Aa}	7.81 ± 0.31^{Aa}	7.63 ± 0.38^{Aa}	7.58 ± 0.72^{Aa}
2	7.67 ± 0.67^{Aa}	7.54 ± 0.29^{Aa}	7.71 ± 0.46^{Aa}	7.79 ± 0.54^{Aa}	7.29 ± 1.04^{Aa}
4	6.56 ± 0.56^{Bb}	7.62 ± 0.13^{Aa}	$7,43\pm0.52^{Aa}$	7.25 ± 0.45^{Aa}	7.12 ± 0.18^{Aa}
6	6.50 ± 0.25^{Ab}	7.31 ± 0.31^{Aa}	7.31 ± 0.94^{Aa}	6.91 ± 0.27^{Aab}	6.88 ± 0.21^{Aab}
8	6.29 ± 0.16^{Bc}	7.25 ± 0.75^{Aa}	7.38 ± 0.05^{Aa}	6.93 ± 0.25^{Aab}	6.83 ± 0.46^{Ab}
10	6.27 ± 0.02^{Ac}	6.80 ± 0.06^{Ab}	6.81 ± 0.05^{Ab}	6.52 ± 0.32^{Ab}	6.49 ± 0.40^{Ab}
RENK					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	7.25 ± 0.50^{Aa}	7.85 ± 0.48^{Aa}	7.82 ± 0.22^{Aa}	7.56 ± 0.44^{Aa}	7.21 ± 0.42^{Aa}
2	7.50 ± 0.40^{Aa}	7.71 ± 0.46^{Aa}	7.75 ± 0.33^{Aa}	7.58 ± 0.58^{Aa}	7.50 ± 0.92^{Aa}
4	6.83 ± 0.13^{Bab}	7.25 ± 0.13^{Aa}	7.25 ± 0.24^{Aa}	6.81 ± 0.56^{Bb}	6.79 ± 0.06^{Bb}
6	6.39 ± 0.08^{Bb}	7.21 ± 0.24^{Aa}	6.98 ± 0.16^{Aa}	6.43 ± 0.11^{Bb}	6.68 ± 0.13^{ABb}
8	6.27 ± 0.20^{Bb}	7.27 ± 0.44^{Aa}	7.17 ± 0.03^{Aa}	6.85 ± 0.07^{ABb}	6.46 ± 0.04^{Bb}
10	6.25 ± 0.22^{Bb}	7.21 ± 0.21^{Aa}	6.82 ± 0.32^{Ab}	6.40 ± 0.28^{Ab}	6.55 ± 0.30^{Ab}
KOKU					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	7.00 ± 0.19^{Aa}	7.23 ± 0.52^{Aa}	7.18 ± 0.28^{Aa}	7.06 ± 0.31^{Aa}	6.84 ± 0.32^{Aa}
2	7.00 ± 0.26^{Aa}	7.25 ± 0.25^{Aa}	7.25 ± 0.25^{Aa}	6.83 ± 0.33^{Aa}	6.75 ± 0.84^{Aa}
4	6.65 ± 0.22^{Ba}	7.25 ± 0.50^{Aa}	6.93 ± 0.19^{Aba}	6.75 ± 0.28^{Ba}	6.50 ± 0.25^{Ba}
6	5.81 ± 0.31^{Bb}	6.81 ± 0.31^{Aab}	6.50 ± 0.01^{Aab}	5.73 ± 0.38^{Bab}	5.63 ± 0.13^{Bb}
8	5.26 ± 0.60^{Bbc}	6.28 ± 0.65^{Ab}	6.27 ± 0.08^{Ab}	5.69 ± 0.03^{ABab}	5.61 ± 0.11^{ABb}
10	4.79 ± 0.21^{Cc}	6.25 ± 0.18^{Ab}	6.20 ± 0.10^{Ab}	5.27 ± 0.02^{Bb}	5.00 ± 0.01^{Bc}
GENEL BEĞENİ					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	7.18 ± 0.03^{Aa}	7.25 ± 0.25^{Aa}	7.63 ± 0.13^{Aa}	7.19 ± 0.06^{Aa}	6.93 ± 0.39^{Aa}
2	7.00 ± 0.16^{Aba}	7.10 ± 0.13^{Aa}	7.25 ± 0.25^{Aa}	7.04 ± 0.52^{Aa}	6.88 ± 0.50^{Ba}
4	6.85 ± 0.12^{ABab}	7.19 ± 0.18^{Aa}	7.10 ± 0.11^{Aa}	6.62 ± 0.13^{Bab}	6.59 ± 0.16^{Bab}
6	6.13 ± 0.13^{Bb}	6.88 ± 0.38^{Aab}	6.63 ± 0.38^{Ab}	6.21 ± 0.03^{Bb}	6.17 ± 0.25^{Bb}
8	6.06 ± 0.23^{Ab}	6.57 ± 0.57^{Ab}	6.46 ± 0.04^{Ab}	6.36 ± 0.22^{Ab}	6.18 ± 0.13^{Ab}
10	5.63 ± 0.02^{Bc}	6.80 ± 0.05^{Aab}	6.46 ± 0.23^{Ab}	5.80 ± 0.19^{ABc}	5.63 ± 0.11^{Bc}

*Ortalama±Standart Hata

$^{a-c}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

$^{A-C}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

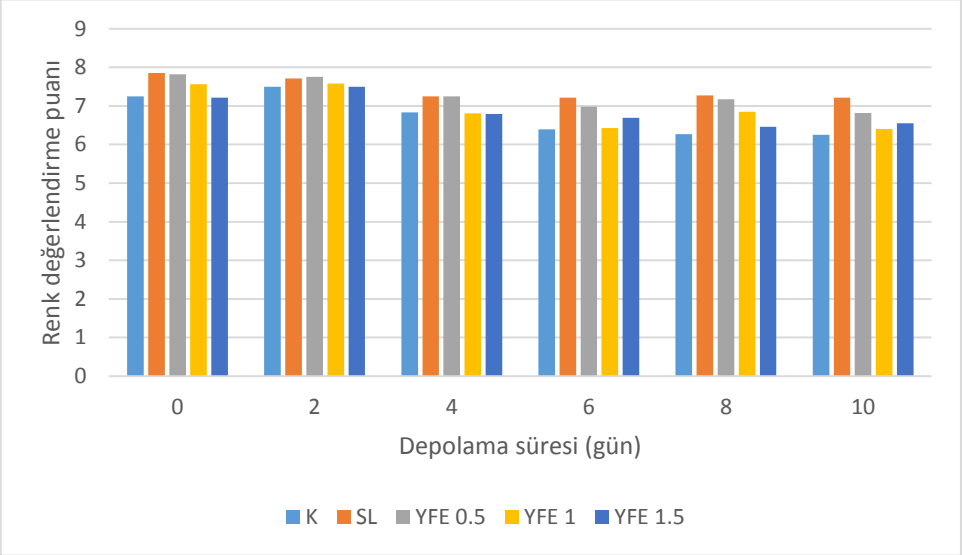
Depolamanın 6. gününde alınan puanlar 6.50 ve 7.31 arasında değişmektedir. En düşük puan kontrol grubunda, en yüksek puan ise SL ve YFE 0.5 grubundadır. 8. Günde en iyi görünüş değerlendirme puanını YFE 0.5 grubu almıştır. 10. Günde en yüksek puan 7.38 ile YFE 0.5 ve en düşük puan 6.27 ile kontrol grubuna aittir. Genel olarak depolama süresince görünüş puanları tüm gruplarda azalmıştır ($p<0.01$). SL ve YFE 0.5 en yüksek puanları almış olup alınan puanlar birbirine yakındır. Depolama süresi ilerledikçe görünüş, renk, koku ve genel beğeni düşmüştür ($p<0.01$).



Şekil 4.8 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince görünüş değerlendirmesinde oluşan değişimler

Farklı oranlarda yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince renk değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler şekil 4.9'da görülmektedir. Renk değerlendirmesinde depolamanın ilk günü en yüksek puan olan 7.85 SL grubuna, en düşük puan ise 7.21 ile YFE 1.5 grubuna verilmiştir. Bazı panelistler köftelerin pişmesine rağmen YFE 1.5 grubunun iç kısmında çok hafif kırmızılık olduğunu bildirmiştir. YFE 0.5 grubu 7.82 puan ile SL grubuna en yakın puanı almıştır. 2. gün renk değerleri K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5

grupları için sırasıyla 7.50, 7.71, 7.75, 7.58 ve 7.50'dir. Depolamanın 4. gününde tüm grupların değerlendirme puanlarında azalma görülmüştür ($p<0.01$). 7.25 ile en yüksek puan SL ve YFE 0.5 grubuna, 6.79 ile en düşük puan YFE 1.5 grubuna verilmiştir. Depolamanın 6. günde tüm grupların değerlendirme puanı azalarak K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 grupları için sırasıyla 6.39, 7.21, 6.98, 6.43 ve 6.69'a düşmüştür. Renk değerlendirme puanları depolamanın 8. gününde de düşmeye devam etmiştir ($p<0.01$).

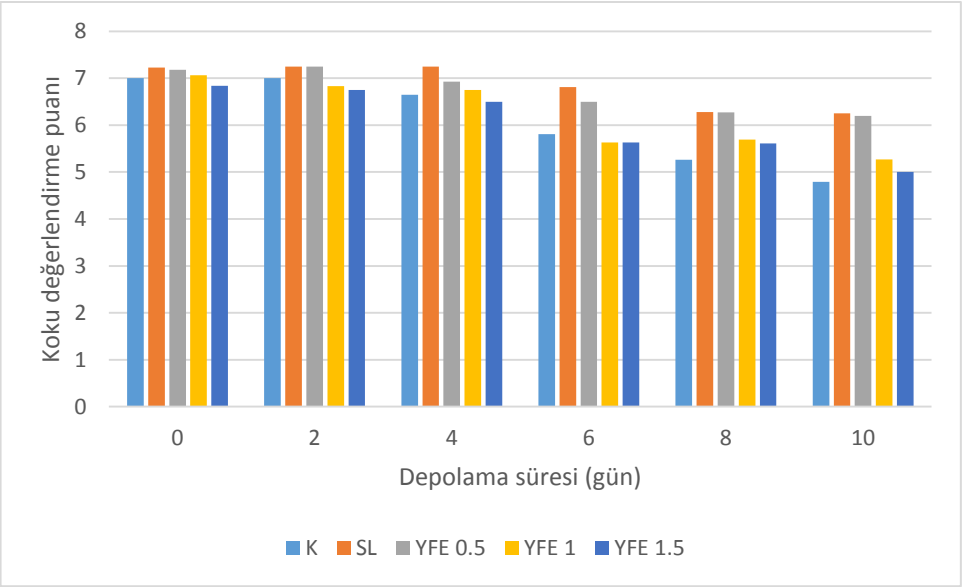


Şekil 4.9 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince renk değerlendirmesinde oluşan değişimler

En yüksek puanı 7.27 ile SL grubu ve en düşük puan 6.27 ile K grubu almıştır. Depolamanın son gününde en düşük puan K grubuna aittir. Renk değerlendirmesinde genel olarak en yüksek puan alan SL grubuna en yakın grup YFE 0.5 grubu olmuştur. En düşük puanlar K ve YFE 1.5 grubuna verilmiştir.

Şekil 4.10'da hamburger köftelerine ait koku değerlendirmesine değişimler verilmiştir. Depolamanın ilk gününde en yüksek değeri 7.23 ile SL grubu, en düşük puanı ise 6.84 ile YFE 1.5 grubu almıştır. Depolama süresince genel olarak tüm gruplarda koku değerlendirme puanları azalmıştır ancak bu azalış 6. günden itibaren daha belirgin olarak görülmüştür. Depolamanın 6. gününde K grubu 6.65'ten 5.81'e,

SL grubu 7.25'ten 6.81'e, YFE 0.5 grubu 6.93'ten 6.50'ye, YFE 1 grubu 6.75'ten 5.73'e ve YFE 1.5 grubu 6.50'den 5.63'e düşmüştür. Koku değerlendirme puanları depolamanın 8. gününde de düşmeye devam etmiştir ($p<0.01$). En yüksek puanlar 6.28 ile SL grubuna ve 6.27 ile YFE 0.5 grubuna, en düşük puan ise 5.26 ile K grubuna verilmiştir.

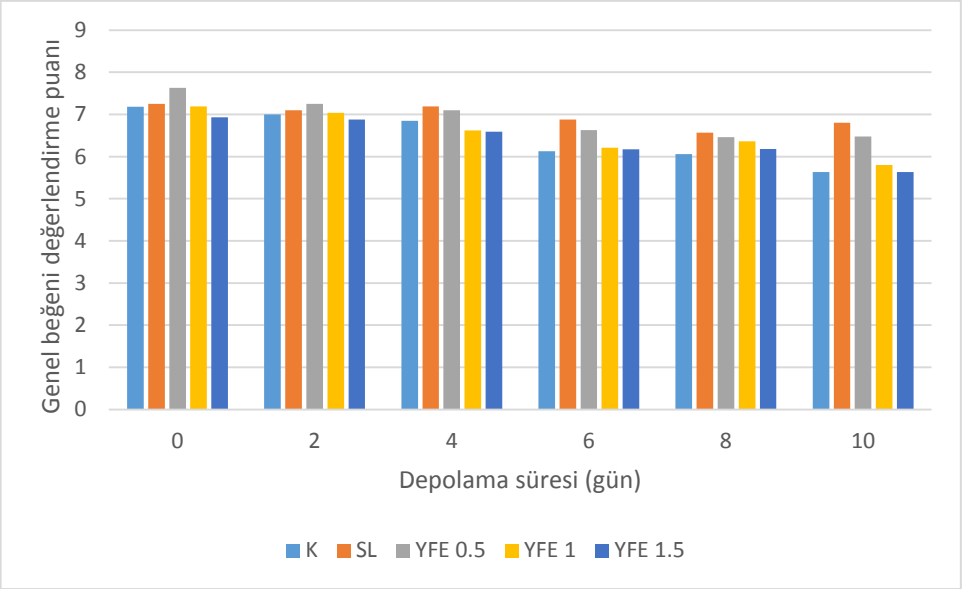


Şekil 4.10 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince koku değerlendirmesinde oluşan değişimler

10. Günde K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarının koku değerlendirmesine ait puanlar sırasıyla 4.79, 6.25, 6.20, 5.27 ve 5.00'tir. Elde edilen sonuçlar renk değerlendirme sonuçlarına benzerdir. En yüksek puanlar genel olarak SL ve YFE 0.5 gruplarında, en düşük puan ise K ve YFE 1.5 gruplarına verilmiştir. Bazı panelistler K ve YFE 1.5 gruplarında depolamanın son iki periyodunda hafif ekşimsi koku aldığını bildirmiştir.

Genel beğeni değerlendirmesine ait değişimler şekil 4.11'de görülmektedir. Depolamanın ilk gününde K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarının genel beğeni puanları sırasıyla 7.18, 7.25, 7.63, 7.19 ve 6.93'tür. En yüksek puan 7.63 ile

YFE 0.5 grubuna, en düşük puan ise 6.93 ile YFE 0.5 grubuna verilmiştir Depolamanın 2. gününde genel beğeni değerlendirme puanlarında azalma görülmüştür ($p<0.01$). En yüksek puanı 7.25 ile YFE 0.5 grubu, en düşük puanı ise 6.88 ile YFE 1.5 grubu almıştır. Her iki periyotta en yüksek puanın YFE 0.5 grubuna verilmesi dikkat çekicidir.



Şekil 4.11 Hamburger köftelerinin 10 günlük depolama süresince genel beğeni değerlendirmesinde oluşan değişimler

Depolamanın tüm periyotlarında genel beğeni puanları bütün gruplarda düşmüştür ($p<0.01$). 10. Günde en yüksek genel beğeni puanı 6.80 ile SL grubuna, en düşük puan ise 5.63 ile K ve YFE 1.5 grubuna aittir. Genel beğeni değerlendirmesinde en çok beğenilen gruplar SL ve YFE 0.5 olmuştur.

Farklı oranlarda yer fıstığı ekstraktı içeren hamburger köftelerinin lezzet ve yapı (tekstür) değerlendirmelerine ait sonuçlar çizelge 4.11 ve şekil 4.12-13'te verilmiştir. Soğuk depolamanın 10. gününde köftelerin panelistler tarafından tüketilmesi

istenmemiş ve bu nedenle lezzet ve tekstür değerlendirmesi bu günlerde yapılmamıştır.

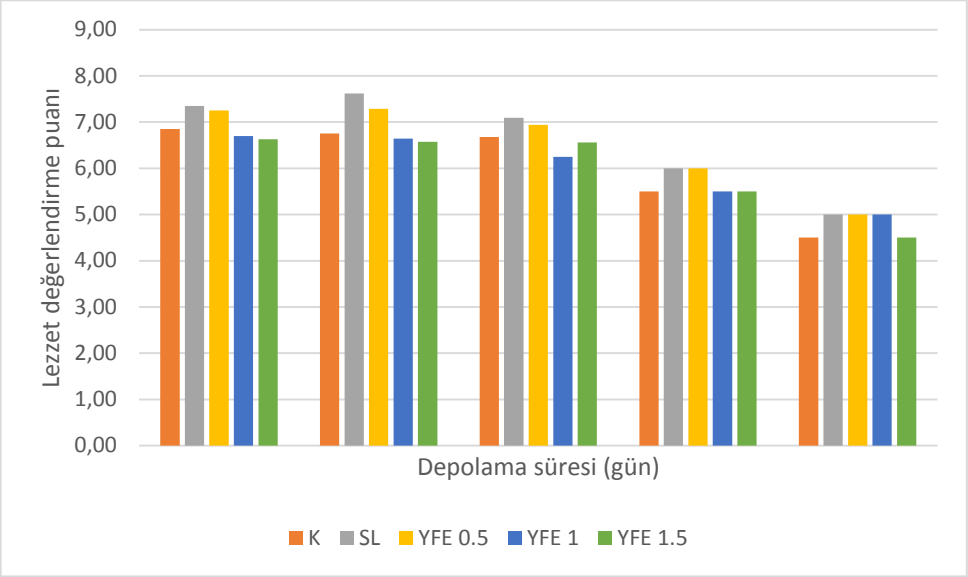
Çizelge 4.11 Hamburger köftelerinin lezzet ve yapı (tekstür) değerlendirmesine yer fıstığı ekstraktı oranının ve depolama süresinin etkisi (n=3)

LEZZET					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	6.85 ± 0.13^{Ba}	7.35 ± 0.59^{Aa}	7.25 ± 0.13^{Aa}	6.56 ± 0.06^{Ba}	6.33 ± 0.19^{Ca}
2	6.95 ± 0.21^{Ba}	7.62 ± 0.13^{Aa}	7.29 ± 0.04^{ABa}	6.64 ± 0.88^{Ba}	6.50 ± 0.67^{Ba}
4	6.68 ± 0.13^{Ba}	7.09 ± 0.38^{Aab}	6.94 ± 0.25^{Ab}	6.25 ± 0.44^{Ca}	6.56 ± 0.19^{Ba}
6	5.50 ± 0.02^{Bb}	6.00 ± 0.01^{Ab}	6.00 ± 0.01^{Ac}	5.50 ± 0.01^{Bb}	5.50 ± 0.02^{Bb}
8	4.50 ± 0.01^{Bc}	5.00 ± 0.04^{Ac}	5.00 ± 0.02^{Ad}	5.00 ± 0.02^{Ab}	4.50 ± 0.01^{Bc}
YAPI (TEKSTÜR)					
GÜN	**K**	**SL**	**YFE 0.5**	**YFE 1**	**YFE 1.5**
0	6.38 ± 0.00^{Cc}	6.97 ± 0.22^{ABb}	7.22 ± 0.09^{Aa}	6.84 ± 0.04^{ABa}	6.64 ± 0.07^{Ba}
2	7.38 ± 0.13^{Ba}	7.79 ± 0.21^{Aa}	7.54 ± 0.29^{Aa}	7.21 ± 0.21^{Ba}	7.00 ± 0.33^{Ba}
4	6.76 ± 0.13^{Bb}	7.25 ± 0.25^{Ab}	6.94 ± 0.06^{ABb}	6.81 ± 0.32^{Ba}	6.75 ± 0.13^{Ba}
6	6.00 ± 0.01^{Bc}	6.50 ± 0.02^{Abc}	6.00 ± 0.04^{Bc}	6.50 ± 0.01^{Ab}	6.00 ± 0.01^{Bb}
8	5.00 ± 0.01^{Bd}	5.00 ± 0.01^{Bbc}	5.50 ± 0.04^{Ad}	5.00 ± 0.01^{Bc}	5.00 ± 0.01^{Bc}

*Ortalama±Standart Hata
$^{a-d}$ Aynı grupta farklı harf taşıyan günler arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).
$^{A-C}$ Aynı günde farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

Lezzet değerlendirmesinin puanı 4.00-7.62 ve yapı (tekstür) 5.00-7.79 arasında değişmektedir. Depolama süresi arttıkça lezzet ve tekstür puanlarında genel olarak azalma görülmüştür ($p<0.01$). Depolama başlangıcında K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 gruplarının lezzet değerlendirmesi puanları sırasıyla 6.85, 7.35, 7.25, 6.70 ve 6.63 olarak belirlenmiştir. En düşük değere 6.63 ile %1.5 oranda yer fıstığı ekstraktı içeren YFE 1.5 grubu, en yüksek değere 7.35 ile SL içeren grup sahip olmuştur. 2. gün lezzet değerleri ilk gün değerleri ile benzerlik göstermiştir. En yüksek puan olan 7.62 SL içeren gruba, en düşük puan olan 6.57 ise YFE 1.5

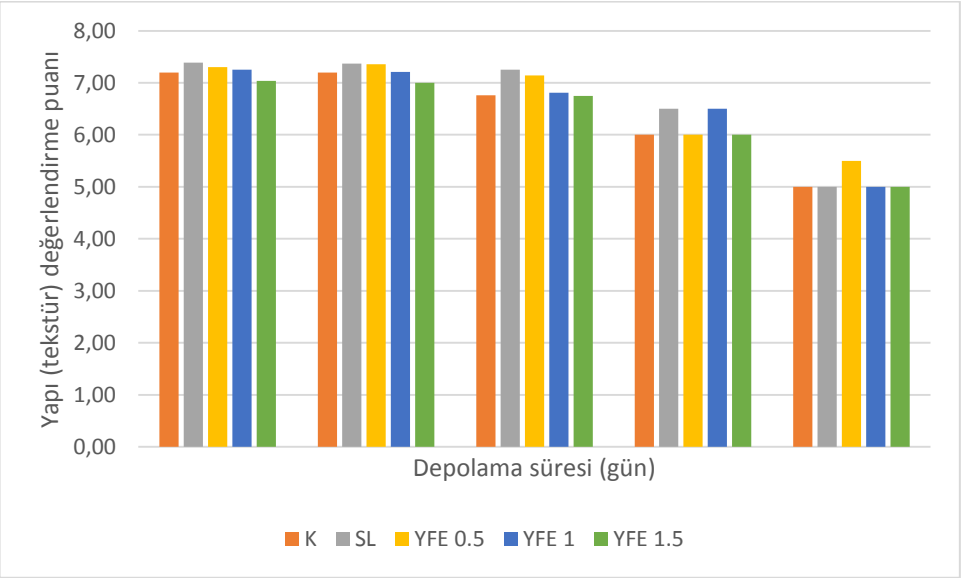
grubuna verilmiştir. Depolamanın diğer günlerinde tüm grupların lezzet değerlendirme puanları düşmüştür ($p<0.01$). 8.günde en düşük lezzet değerlendirme puanı 4.50 ile K ve YFE 1.5 gruplarına aittir. Bazı panelistler YFE 1.5 grubunda yer fıstığı tadını belirgin aldıklarını ve bu nedenle düşük puan verdiklerini ifade etmişlerdir. YFE 0.5 ve YFE 1 gruplarında baskın bir tat almadıkları bildirilmiştir. Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemlidir ($p<0.01$).



Şekil 4.12 Hamburger köftelerinin 8 günlük depolama süresince lezzet değerlerinde oluşan değişiklikler

Yapı (tekstür) değerlendirme puanları depolamanın ilk gününde K, SL, YFE 0.5, YFE 1 ve YFE 1.5 grupları için 7.20, 7.39, 7.30, 7.25 ve 7.04 olarak verilmiştir. En yüksek puana sahip olaran grup SL, en düşük puana sahip grup ise YFE 1.5 grubudur. Depolamanın 2. günü değerlerinde SL ve YFE 0.5 gruplarına 7.37 ve 7.36 puan verilmiştir. En düşük yapı değerlendirme puanına YFE 1.5 grubu sahiptir. 4. günde yapı (tekstür) değerlendirme puanları 6.75-7.25 arasında değişmiştir. En düşük puanlara 6.75 ile YFE 1.5 grubu ve 6.76 ile K grubu sahiptir. En yüksek puan SL grubuna verilmiştir. Depolamanın 6. ve 8. günlerinde yapı değerlendirme puanları tüm gruplarda düşmüştür ($p<0.01$). 8. Günde 5.50 ile en yüksek puan YFE 0.5

grubuna verilmiştir. Depolamanın periyotlarında genel olarak SL grubu ve YFE 0.5 grubu yapı değerlendirmesinde yüksek puanlar almıştır. Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemlidir ($p<0.01$).



Şekil 4.13 Hamburger köftelerinin 8 günlük depolama süresince yapı (tekstür) değerlerinde oluşan değişiklikler

Genel olarak en yüksek puanı SL grubu alırken ikinci en çok beğenilen grup YFE 0.5 olmuştur. Hem lezzet hem yapı değerlendirmesinde en düşük puanları K ve YFE 1.5 grupları almıştır. Panelistler bu grupta yer fıstığı tadını yoğun aldıklarını, ve bu tada alışkın olmadıkları için düşük puan verdiklerini belirtmiştir. Ayrıca bazı panelistler YFE 1.5 grubunda köfteler pişmesine rağmen, köftenin iç kısmında çok hafif kırmızılık olduğu da ifade etmiştir. EK 3'te %1.5 oranında yer fısıtğı ekstraktı içeren örneklere ait görseller yer almaktadır. Yer fıstığı kabuğu ekstraktın pişmiş tavuk köftelerindeki antioksidan kapasitesinin araştıran Munekata vd. (2015) ekstraktın kırmızılık değerindeki azalmayı önlediğini bildirmiştir.

.Kürlenmiş salamlarda yer fıstığı kabuğu ekstraktının araştırıldığı bir çalışmada (Larrauri vd. 2013), salamlar 42 gün boyunca depolanmış ve 7 günlük periyotlarda

analiz edilmiştir. Yer fıstığı kabuğu ekstraktı ilavesinin aroma, koku ve tuzluluk kriterlerinde yüksek puan aldığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda göre yer fıstığı kabuğu ekstraktı ilavesinin salamların raf ömrünün uzatılmasında ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesinde olumlu etkileri olduğu ifade edilmiştir.

5. SONUÇ

Günümüzde et ve et ürünlerinde kullanılan antioksidanların büyük çoğunluğu kimyasal yollarda elde edilmektedir. Gerek kullanılan katkı maddeleri, gerekse et ve et ürünlerinin güvenliği konusunda halk arasında kafa karışıklığı ve endişe bulunmaktadır. Tüketicilerin artan bilgi seviyesi ve gıda endüstrisine duydukları güvensizlik, tüketicileri temiz etiketli ve doğal içerikler bulunduran gıdalara yönlendirmiştir. Bu nedenle sentetik antioksidanların yerine geçebilecek nar, üzüm, yer fıstığı gibi bitki ekstraktları üzerinde çalışılmaktadır (Kisilev vd. 2017, Oswell vd. 2018). Yer fıstığı ve yer fıstığı yan ürünleri değerli besin kaynaklarıdır. Doğal olarak bulundurdukları stilben fenolik bileşenleri sayesinde doğal antioksidan ve antimikrobiyel maddeler olarak kabul edilirler (Lorenzo vd. 2018b). Stilbenlerin kalp sağlığı, kanser, Parkinson ve Alzheimer hastalıkları başta olmak üzere insan sağlığına pek çok olumlu katkısı vardır (Baydar vd. 2004, Sayın vd. 2008, Singh vd. 2015, Dvorakova ve Landa 2017, Filippis vd. 2017, Elshaer vd. 2018). Stilbenler sadece insanlar üzerinde değil, gıdalar üzerinde de olumlu özelliklerini gösterir. Lipit ve protein oksidasyonu gıdaların kalite özelliklerinin olumsuz yönde değişmesine neden olur. Lipit oksidasyonuyla gıdalarda istenmeyen tat-koku oluşumu, besin değerinin azalması ve potansiyel olarak toksik bileşikler meydana gelir. Protein oksidasyonu ise etin lezzet ve tekstür gibi duyusal özellikleri ile besin değerinin azalmasına neden olur. Bu amaçla bu çalışmada yer fıstığı ekstraktının hamburger köfteleri üzerine antioksidan etkisi araştırılmıştır.

Hamburgerlerin oksidatif stabilitesine yer fıstığı ekstraktının etkisinin araştırıldığı bu çalışmada piyasada kullanılan sodyum laktat ve üç farklı oranda yer fıstığı ekstraktı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında nem, yağ, protein, kül, pH, renk, TBARM, karbonil, toplam fenolik madde ve duyusal analizler yapılmıştır. Antioksidan aktivite için radikal süpürme kapasitesi ve Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi analizleri gerçekleştirilmiştir. Hamburger köfteleri 10 gün boyunca 4°C'de depolanmış olup bazı kalite özelliklerine ait elde edilen bulgular şu şekilde özetlenmiştir:

- Hamburger köftelerinin pH değeri depolama boyunca 4.61-5.90 arasında değişmiştir. Günler arasındaki fark incelendiğinde depolama süresince tüm gruplardaki pH değeri düşmüştür ve özellikle bu düşüş 4.gün sonrasında dikkat çekici düzeye ulaşmıştır ($p<0.01$). Depolamanın son gününde en düşük pH değerine kontrol grubunun, en yüksek değere ise %1.5 oranında yer fıstığı ekstraktı içeren köftelerin sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemli düzeydedir ($p<0.01$).
- *L**, *a** ve *b** değerleri bakımından gruplar ve depolama süresi arasındaki interaksiyonun önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Depolamanın başlangıç ve son depolama periyodundaki değerler karşılaştırıldığında YFE 1.5 grubunun depolama sonunda %2.80 ile en az artışı göstererek *L** değerini en iyi koruyan grup olduğu belirlenmiştir. YFE 0.5 grubunın depolama süresince *a** değerini en iyi koruyan gruptur. Depolama süresi boyunca *L**değerinin arttığı, *a** ve *b**değerlerinin düştüğü görülmüştür ($p<0.01$).
- Yer fıstığı ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 5.15±0.01 mg GAE/g ekstrakt; radikal süpürme kapasitesini ifade eden EC_{50} değeri ise 250.98 µg/mL olarak hesaplanmıştır.
- TBARM değeri bakımından depolama süresi boyunca YFE içeren tüm gruplarda düşüş gözlenmiştir. Depolama periyodu boyunca TBARM değerleri 1.35-1.68 mg MA/kg arasında değişmiştir. En yüksek TBARM değeri depolamanın 10.gününde kontrol grubunda görülmüştür. 10. günde en düşük değerler yer fıstığı ekstraktı içeren gruplara aittir. TBARM değerleri için depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemlidir ($p<0.01$).
- Karbonil miktarı bakımından gruplar ve depolama süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Köftelerin karbonil miktarı 0.46-1.27 nmol/mg protein arasında değişmiştir. Genel olarak bakıldığında yer fıstığı ilavesi içeren gruplarda protein oksidasyonununun yavaşladığı gözlenmiştir. Yer fıstığı ekstraktının protein oksidasyonunu önlemede lipit oksidasyonunu önlemeden daha başarılı olduğu söylenebilir.
- Toplam antioksidan kapasite değerleri 0.08-4.78 mmol Trolox Eq./100 g köfte arasında değişmektedir. Depolama süresi ve gruplar arasındaki

interaksiyon önemli düzeydedir ($p<0.01$). Depolama süresi boyunca antioksidan kapasite değerinin genel olarak tüm gruplarda azaldığı görülmüştür. En yüksek antioksidan kapasite değerine sodyum laktat ilave edilen grup, en düşük antioksidan kapasite değerine ise kontrol grubu sahiptir.

- Duyusal değerlendirme üzerinde depolama süresi ve gruplar arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama süresi ilerledikçe görünüş, renk, koku ve genel beğeni düşmüştür ($p<0.01$). Bu kriterler bakımından genel olarak en çok SL ve YFE 0.5 grupları beğenilmiştir. Bazı panelistler K ve YFE 1.5 grubunda depolamanın son iki periyodunda hafif ekşimsi koku aldığını bildirmiştir. Lezzet ve yapı (tekstür) bakımından yine en yüksek puanları SL ve YFE 0.5 grupları almıştır. En düşük puan YFE 1.5 ve kontrol gruplarına verilmiştir. Bazı panelistler bu grupta yer fıstığı tadını yoğun aldıkları bildirmiştir. Depolamanın ilk periyodunda YFE 1.5 grubunda köfteler pişmesine rağmen, bazı panelistler köftenin iç kısmında hafif kırmızılık olduğunu ve bu tercih etmediklerini ifade etmiştir.
- Genel olarak hem duyusal değerlendirmede hem de kimyasal analizlerde %0.5 oranında yer fıstığı içeren grup (YFE 0.5) ve sodyum laktat içeren grup (SL) birbirine yakın sonuçlar göstermiştir. Araştırmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde %0.5 oranında yer fıstığı içeren grubun (YFE 0.5) toplam antioksidan kapasite değerinin sodyum laktat içeren gruba (SL) en yakın olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında; %0.5 oranında yer fıstığı kullanımının sodyum laktata alternatif olabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Aguilar-Alonso, P., Vera-Lopez, O., Brambile-Colombres, E., Segura-Badilla, O., Avalos-Lopez, R., Lazcano-Hernandez, M.i Navarro-Cruz, A.R., 2018. Evaluation of Oxidative Stress in Cardiomyocytes during the Aging Process in Rats Treated with Resveratrol. Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2018(1390483), 1-9.

Akarpat, A., 2006. Dondurularak muhafaze edilen sığır eti köftelerinin lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine bazı bitkisel ekstraktların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 56, Samsun.

Akinwumi, B.C., Bordun, K.A.M., Anderson, H.D., 2018. Biological activities of stilbenoids, International Journal of Molecular Science, 19, 792.

Andrabi, S.A., Spina, M.G., Lorenz, P., Ebmeyer, U., Wolf, G., Horn, T.F.W., 2004. Oxyresveratrol (trans-2,3V,4,5V-tetrahydroxystilbene) is neuroprotective and inhibits the apoptotic cell death in transient cerebral ischemia. Brain Research, 1017, 98-107.

Anonymous. 2010. Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC).

Awika , J.M.; Rooney, L.W. and Waniska, R.D. 2004. Anthocyanins from black sorghum and their antioksadant properties. Food Chemistry, 90, 293-301.

Aziz, M., Karbourne, S., 2018. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Vol. 58, No:3, 486-511.

Bae, M., Park, Y.K., Lee, J.Y., 2018. Food components with antifibriotic activity and implications in prevention of liver disease. Journal of Nutritional Biochemistry, 55, 1-11.

Bastıoğlu, A.Z., 2019. Farklı yöntemler ile üretilen dana ve hindi sucuklarında et yağı ikamesi olarak zeytinyağı kullanımının protein oksidasyonu üzerine etkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 238, İzmir.

Baydar, N.G., Özkan, G., Sağdiç, O., 2004. Total phenolic contents and antibacterial activities of grape (Vitis vinifera L.) extracts. Food Control, 15, 335-339.

Bekhit, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D., Bickerstaffe, R., 2003. The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. Food Chemistry, 81, 175-187.

Benova, B., Adam, M., Pavlikova, P., Fischer, J., 2010. Supercritical fluid extraction of piceid, resveratrol and emodin from Japanese knotweed. Journal of Supercritical Fluids, 51, 325-330.

Bodira, R., Rossi, Y., Montenegro, M., Maestri, D., Velez, A., 2017. Extraction of antioxidant polyphenolic compounds from peanut skin using water-

ethanol at high pressure and temperature conditions. The Journal of Superficial Fluids, 128, 57-65.

Brewer, M.S., 2011. Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of Action, and potential applications. Compr. Rev. Food Sci. Food Safety, 10, 221–247.

Camargo, A.C., Regitano-d'Arce, M.A.B., Rasera, G.B., Canniatti-Brazaca, S.G., Prado-Silva, L., Alvarenga, V.O., 2017. Phenolic acids and flavonoids of peanut by-products: Antioxidant capacity and antimicrobial effects. Food Chemistry, 237, 538-544.

Cassidy., A., Hanley, B., Lamuela-Raventos, R.M., 2000. Isoflavones, lignans and stilbenes – origins, metabolism and potential importance to human health. J. Science Food Agric., 80, 1044-1062.

Cemeroğlu, B.S., 2018. Değişik Amaçlı Bazı Test ve Analiz Yöntemleri, Gıda Analizleri. Seçkin Yayıncılık, 178-184, Ankara.

Chakrapani, L., Jung, E.M., Lee, Y.R., 2010. First total synthesis of mappain with a prenylated and geranylated stilbene. Helvetica Chimica Acta, Volume 93, 829-836.

Chang, J., Rimand, A., Pallas, M., Camins, A., Porquet, D., Reeves, J., Shukitt-Hale, B., Smith, M.A., Joseph, J.A., Casadesus, G., 2012. Low-dose pterostilbene, but not resveratrol, is a potent neuromodulator in aging and Alzheimer's disease. Neurobiology of Aging, 33, 2062-2071.

Chao, J., Yu, M.S., Ho, Y.S., Wang, M., Chang, R.C.C., 2008. Dietary oxyresveratrol prevents parkinsonian mimetic 6-hydroxydopamine neurotoxicity. Free Radical Biology and Medicine, 45, 1019-1026.

Chong, J., Poutaraud, A., Hugueney, P., Metabolism and roles of stilbenes in plants, 2009. Plant Science, 177, 143-155.

Coşkun, B.K., Çalıkoğlu, E., Karagöz-Emiroğlu, Z., Candoğan, K., 2014. Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano or thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. Journal of Food Quality, 37, 203-212.

Çalışkan, Z., 2019. Lavanta esansiyel yağlarının köftede Escherichia coli O157:H7 ile köftenin duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine olan etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitütü, Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 109, Burdur.

Decker, E.A., Park, Y., 2010. Healthier meat products as functional foods. Meat Science, 86(1), 49-55.

Demirkoz, A.B., Karakaş, M., Bayramoğlu, P., Üner, M., 2018. Analysis of volatile flavour components by dynamic headspace analysis/gas chromatography-mass spectrometry in roasted pistachio extracts using supercritical carbon dioxide extraction and sensory analysis. International Journal of Food Properties, 21 (1), 973-982.

Dominguez, R., Barba, F.J., Gomez, B., Putnik, P., Kovacevic, D.B., Pateiro, M., Santos, E.M., Lorenzo, J.,M., Active packaging films with natural

antioxidants to be used in meat industry: A review. Food Research International, 113, 93-101.

Dubrovina, A.S., Kiselev, K.V., 2017. Regulation of stilbene biosynthesis in plants. Planta, 246, 597-623.

Dvorakova, M., Landa, P., 2017. Anti-inflammatory activity of natural stilbenoids: A review. Pharmacological Research, 124, 126-145.

Elshaer, M., Chen, Y., Wang, X.J., Tang, X., 2018. Resveratrol: An overview of its anti-cancer mechanisms. Life Sciences, 207, 340-349.

Estévez, M., Kyill, P., Puolanne, E., Kivikari, R., Heinonen, M., 2008. Oxidation of skeletal muscle myofibrillar proteins in oil-in-wate emulsions: Interaction with lipids and effect of selected phenolic compounds. J. Agric. Food Chem, 56, 10933-10940.

Fabris, S., Momo, F., Ravagnan, G., Stevanato, R., 2008. Antioxidant properties of resveratrol and piceid on lipid peroxidation in micelles and monolamellar liposomes. Biophysical Chemistry, 135, 76-83.

Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V., 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidatice deterioration in meat and meat products: A review. Food Research International, 64, 171-181.

Filippis, B.D., Ammazzaloros, A., Fantacuzzi, M., Giampietro, L., Maccallini, C., Amoroso, R., 2017. Anticancer Activity of Stilbene-Based Derivatives. Chem. Med.Chem, 12, 558-570.

FAO, 2002. Groundnut: Post- Harvest Operations. 126 pages.

FAO, 2020. FAOSTAT, Turkey, http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC, Access Date, Aralık 2020.

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.

Furuya T., Sai, M., Kino, K., Efficient monooxygenase-catalyzed piceatannol production: Application of cyclodextrins for reducing product inhibition. Journal of Bioscience and Bioengineering, 126(4), 478-481.

Giacomini, E., Rupiani, S., Guidotti, L., Recanatini, M., Roberti, M., 2016. The use of stilbene scaffol in medicinal chemistry and multi-target drug design. Current Medicinal Chemistry, 23, 2439-2489.

Goswami, S.K., Das, D.K., 2009. Resveratrol and chemoprevention. Cancer Letters, 284, 1-6.

Guerrera, R.F., Biais, B., Richard, T., Puertas, B., Waffo-Teguo, P., Merillon, J.M., Cantos-Villar, E., 2016. Grapevine cane's waste is a source of bioactive stilbenes. Industrial Crops and Products, 94, 884-892.

Gülcü, M., 2016. Üzüm ve üzüm ürünlerinde biyoaktif bir bileşen; resveratrol. Bilinçli Sağlıklı Yaşam Dergisi, Ocak, 12, 435-443.

Güven, N. 2010. DüĢük Yağlı Hamburger Üretiminde Havuç Lifi Kullanım Olanağı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 82, Ankara.

Hu, S., Zheng, Z., Zhang, X., Chen, F., Wang, M.i 2015. Oxyresveratrol and trans-dihydromorin from the twigs of Cudrania tricuspidata as hypopigmenting agents against melanogenesis. Journal of Functional Foods, 13, 375-383.

Işıkcı, F. Soğukta ve dondurularak depolanan köfte kalitesine maviyemiş ekstraktının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 116, Ankara.

İlhan, E., 2010. Farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerinde biberiye ekstraktını ilavesinin depolama stabilitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 68, Ankara.

İnal, E.K., 2011.Kırmızı Türk şaraplarında bulunan resveratrolün kromatografik yöntemlerle tayini. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, 64, Ankara.

Keskin, N., Noyan, T., Kunter, B., 2009. Resveratrol ile üzümden gelen sağlık. Türkiye Klinikleri J. Med. Sci, 29 (5), 1273-1279.

Kim, S. J., Cho, A. R. and Han, J. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. Food Control, 29, 112-120.

Kisilev, K.V., Aleynova, O.A., Grigorchuk, V.P., Dubrovina, A.S., 2017. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine Vitis amurensis Rupr. Planta, 245, 151-159.

Ko, C.Y., Lai, Y.J., Zeng, Y.M., Lin, R.H., Deng, J.R., Chiou, R.Y.Y., Wu, S.C., 2018. Stilbenes: A potential preservative for sausage products. Journal of Food Processing and Preservation. 42(2), 1-8.

Kuršvietienė, L., Staneviciene, I., Mongirdiene, A., Bernatoniene, J., 2016. Multiplicity of effects and health benefits of resveratrol. Medicina, 52, 148-155.

Larrauri, M., Barrionuevo, M.G., Riveros, C., Mestrallet, M.G., Zunino, M.P., Zygadlo, J.A., Grosso, N.R., Nepote, V., 2013. Effect of peanut skin extract on chemical stability and sensory properties of salami during storage. J. Sci. Food Agriculture, 93, 1751-1757.

Les, F., Deluruyelle, S., Cassagnes, L.E., Boutin, J., Balogh, B., Arbones-Mainar, J.M., Biron, S., Marceau, P., Richard, D., Nepveu, F., Mauriege, P., Carpene, C., 2016. Piceatannol and resveratrol share inhibitory effects on hydrogen peroxide release, monoamine oxidase and lipogenic activities in adipose tissue, but differ in their antilipolytic properties. Chemico-Biological Interactions, 258, 115-125.

Li, Y.B., Liu, F., Luo H.Y., Zhu, Y.F., Liang, X.F., Liu, H.Z., Zhong, J.J, 2016. Hydrolytic kinetics of piceid and its importance for the production of resveratrol. Process Biochemistry, 51, 1699-1705.

Likhtenshtein, G., 2010. Stilbenes: Applications in chemistry, life sciences and material science. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 348.

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Dominguez, R., Barba, F.J., Putnik, P., Kovacevic, D.B., Shpigelman, A., Granato, D., Franco, D., 2018a. Berries extracts as

natural antioxidants in meat products: A Review. Food Research International, 106, 1095-1104.

Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Sant'Ana, A.S., Carvalho, R.B., Barba, F.J., Toldra, F., Mora, L., Trinidade, M.A., 2018b. Main characteristics of peanut skin and its role for the preservation of meat products. Trends in Food Science & Technology, 77, 1-10.

Lund, M. N., Hviid, M. S., & 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.

Matos, M., Gutierrez, g., Martinez-Rey, L., Iglesias, O., Pazos, C., 2018. Encapsulation of resveratrol using food-grade concentrated double emulsions: Emulsion characterization and rheological behaviour. Journal of Food Engineering, 226, 73-81.

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-Food Science and Technology, 39, 191-198.

Mori, T., Awakawa, T., Shimomura, K., Saito, Yang, D., Morita, H., Abe, I., 2016. Structural insight into the enzymatic formation of bacterial stilbene. Cell Chemical Biology, 23, 1468-1479.

Munekata, P.E.S., Calomeni, A.V., Rodrigues, C.E.C., Favaro-Trinidade, C.S., Alencar, S.M., Trinidade, M.A., 2015. Peanut skin extract reduces lipid oxidation in cooked chicken patties. Poultry Science, 94, 3, 442–446.

Munekata, P.E.S., Fernandes, R.P.P., Melo, M.P., Trinidade, M.A., Lorenzo, J.M., 2016. Influence of peanut skin extract on shelf-life of sheep patties. AsianPacific Journal of Tropical Biomedicine, 6, 7, 586-596.

Munekata, P.E.S., Dominguez, R., Campagnol, P.C.B., Franco, D., Trinidade, M.A., Lorenzo, J.M., 2017. Effect of natural antioxidants on physicochemical properties and lipid stability of porl liver pate manufactured with healthy oils during refrigerated storage. J. Food Sci Technology, 54 (13), 4324-4334.

Murcia, M.A., Martinez-Tome, M., 2001. Antioxidant Activity of Resveratrol Compared with Common Food Additives. Journal of Food Protection, 64(3), 379-384.

Nagao, K., Jinnouchi, T., Kai, S., Yanagita, T., 2017. Pterostilbene, a dimethylated analog of resveratrol, promotes energy metabolism in obese rats. Journal of Nutritional Biochemistry, 43, 151-155.

Oh, W.Y., Shahidi, F., 2018. Antioxidant activity of resveratrol ester derivates in food and biological model systems. Food Chemistry, 261, 267-273.

O'Keefe, S.F., Wang, H., 2006. Effects of peanut skin extract on quality and storage stability of beef products. Meat Science, 73, 278-286.

Oswell, N.J., Thippareddi, H., Pegg, R.B., 2018. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. Meat Science, 145, 469-479.

Özdemir, H., 2013. Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 90, Ankara.

Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K. and Granby, K. 2005. Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. Food Research International, 38, 1-9.

Pereira, P. M. C. C., Vicente, A. F. R. B. 2013. Meat nutritional composition and nutrive role in the human diet. Meat Science, 93, 586-592.

Pinero, Z., Marrufo-Curtido, A., Vela, C., Palma, M., 2017. Microwave-assisted extraction of stilbenes from woody vine material. Food and Bioproducts Processing, 103, 18-26.

Piotrowska, H., Kucinska, M., Murias, M., 2012. Biological activity of piceatannol: Leaving the shadow of resveratrol. Mutation Research, 750, 60-81.

Ribeiro, J.S., Santos, M.J.M.C., Silva, L.K.R., Pereira, L.C.L., Santos, I.A., Lannes, S.C.S., Silva, M.V., 2019. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. Meat Science, 148, 181-188.

Riviere, C., Pawlus, A.D., Merillon, J.M., 2012. Natural stilbenoids: distribution in the plant kingdom and chemotaxonomic interest in Vitaceae. Nat. Prod. Rep., 29, 1317-1333.

Rodriguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M., 2011, Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. Meat Science, 89(2), 166-173.

Sayın, O., Arslan, N., Güner, G., 2008. Resveratrol ve kardiyovasküler sistem. Türk Biyokimya Dergisi, 33 (3), 117-121.

Shahidi, F., Zhong, Y., 2010. Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. European Journal of Lipid Science and Technology, 112, 930–940.

Shen, T., Wang, X.N., Lou, H.X., 2009. Natural stilbenes: an overview. Nat. Prod. Rep., 26, 916-935.

Silva, F., Nerín, C., Domingues F.C., 2015. Stilbene phytoallexins inclusion complexes: A natural-based strategy to control foodborne pathogen Campylobacter. Food Control, 54, 66-73.

Simopoulos, A., 2001. The Mediterrenean diets: what is so special about the diet of Greece? The scientific evidence. The Journal of Nutrition, Volume 131, Issue 11, 3065S-3073S.

Singh, C.K., Ndiaye, M.A., Ahmad, N., 2015. Resveratrol and cancer: Challenges for clinical translation. Biochimica et Biophysica Acta 1852, 1178-1185.

Smoliga, J.M., Baur, J.A., Hausenbls, H.A., 2011. Resveratrol and health – A comprehensive review of human clinical trials. Mol. Nutr. Food Res. 55, 1129–1141.

Soncu, E.D. 2014. Kaplamalı tavuk ürünlerinde kızartma sırasında akrilamid oluşumunun incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 152, Ankara.

Suh, J., Kim, D.H., Surh, Y.J., 2018. Resveratrol suppresses migration, invasion and stemness of human breast cancer cells by interfering with tumor-stromal cross-talk. Archives of Biochemistry and Biophysics, 643, 62-71.

Sütlüoğlu, B.A., 2009. Arachis hypogaea l. üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı, 73, Ankara.

Tsai, H.Y., Ho, C.T., Chen, Y.K., 2017. Biological actions and molecular effects of resveratrol, pterostilbene and 3'-hydroxxypterostilbene. Journal of Food and Drug Analysis, 25, 134-147.

TSE, 2010. Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş, TS 10580, Necatibey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.

Tsujita, T., Shintani, T., Sato, H., 2014. Preparation and characterisation of peanut seed skin polyphenols. Food Chemistry, 151, 15-20.

Turan, E., 2017. Sığır köftelerinin çeşitli kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine liyofilize karadut su ekstraktının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu: Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 121.

Turp, G.Y., Reçber, B., Gençoğlu, K., 2016. Köfte üretiminde hardal, çörekotu, ve kişniş tohum unları kullanımının depolama süresince bazı ürün özellikleri üzerine etkisi. Akademik Gıda, 14(3), 247-255.

USDA United States Department of Agriculture (2019). World Agriculture production. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf, Access Date, September 2019.

Vries, K., Strydom, M., Steenkamp, V., 2018. Bioavailability of resveratrol: Possibilities for enhancement. Journal of Herbal Medicine, 11, 71-77.

Vuorela, S., Salminen, H., Makela, M., Kivikari, R., Karonen, M., Heinonen, M., 2005. Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. J. Agric. Food Chem. 53, 8492-8497.

Vural H., Öztan A. 1996. Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları. No:36. 236, Ankara.

Wang, J., Yuan, X., Jin, Z., Tian, Y., & Song, H., 2007. Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins extract. Food Chemistry, 104(1), 242–250.

Yen, W.J., Chang, L.W., Duh, P.D., 2005. Antioxidant activity of peanut seed testa and its antioxidativecomponent, ethyl protocatechuate. LWT, 38, 193-200.

Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I., Dai, J., 2006. Peanut skin procyanidins: Composition and antioxidant activities as affected by processing. Journal of Food Composition and Analysis, 19(4), 364-371.

Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I., 2010. Potential of peanut skin phenolic extract as antioxidative and antibacterial agent in cooked and raw ground beef. International Journal of Food Science and Technology, 45, 1337–1344.

Zheng, Y.Z., Chen, D.F., Deng, G., Guo, R., Fu, Z.M., 2018. The antioxidative activity of piceatannol and its different derivatives: Antioxidative mechanism analysis. Phytochemistry, 156, 184-192.

EKLER

EK 1 Köfte Presleme Aparatı ve Hamburger Köftelerinin Fotoğrafları

EK 2 Köftelerin Duyusal Değerlendirme Fotoğrafları

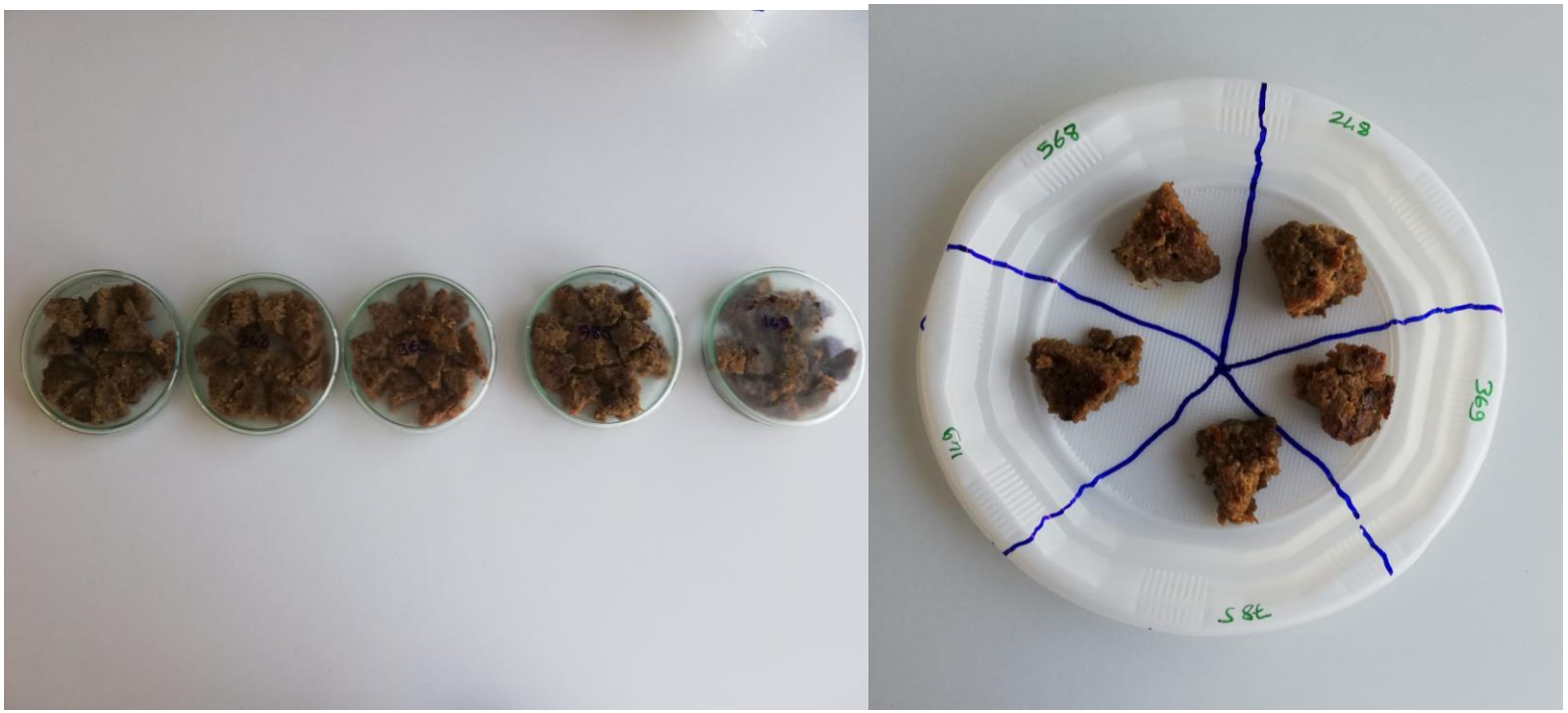
EK 3 YFE 1.5 Grubunun Pişirildikten Sonraki Fotoğrafları

EK 1 Köfte Presleme Aparatı ve Hamburger Köftelerinin Fotoğrafları



Fotoğraf 1 Hamburger köftelerinin şekillendirilmesinde kullanılan presleme aparatı ve preslenmiş hamburger köfteleri

EK 2 Köftelerin Duyusal Değerlendirme Fotoğrafları



Fotoğraf 2 Hamburger köftelerinin duyusal değerlendirmelerine ait fotoğraflar

EK 3 YFE 1.5 Grubunun Pişirme Sonrası Fotoğrafları



Fotoğraf 3 YFE 1.5 grubu hamburger köftelerinin ilk gün duyusal değerlendirme örneklerine ait fotoğraf