

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞAL BİR ANTİMİKROBİYEL VE ANTIOKSİDAN OLAN  
PROPOLİSİN KÖFTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Ashhan ÇEVİK ÖZKIR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Aslıhan ÇEVİK ÖZKIR



Bu tez ..... (TÜBİTAK / SANTEZ / NKÜBAP vb.) ..... tarafından  
.....numaralı proje ile desteklenmiştir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞAL BİR ANTİMİKROBİYEL VE ANTIOKSİDAN OLAN PROPOLİSİN KÖFTE  
ÜRETİMİNDE KULLANIMI

**ASLIHAN ÇEVİK ÖZKIR**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

Propolis, arılar tarafından üretilen, sağlık açısından pek çok yararı (antimikrobiyal, antibakteriyel, antioksidan vb.) olan doğal bir maddedir. Fakat bu ürün günümüzde yeterince değerlendirilmemektedir. Bu çalışma doğal bir antimikrobiyal ve antioksidan olan propolisin köfte üretiminde kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla propolis ekstraktı köfte formülasyonuna farklı oranlarda (% 0.1, % 0.3, % 0.5, % 1) ilave edilmiştir. Çalışmada çiğ haldeki kontrol grubu ve propolis katkılı köftelere kimyasal (pH, TBA, Toplam Fenolik Madde, DPPH ve ABTS), fiziksel (Su aktivitesi ve renk analizi), mikrobiyolojik ve duyuşal değerlendirme analizi uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Propolis katkısı köfte numunelerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerinde anlamlı bir değişiklik meydana getirmezken ( $p>0.05$ ), propolis miktarı ile paralel olacak şekilde TBA değerlerini azalttığı, Toplam fenolik madde (TFM), DPPH ve ABTS değerlerini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. En düşük TBA değeri 1,4 mg MA/kg ile % 0,5 PKK grubunda, en yüksek TFM değeri 789,3 mg GAE/kg ile % 1 PKK grubunda, en yüksek DPPH değeri 532,46  $\mu$ M Trolox/kg ile % 1 PKK grubunda, en yüksek ABTS değeri ise 850,25 ile yine % 1 PKK grubunda görülmüştür. Propolis ilavesinin köftelerde genel olarak lipit oksidasyonunu geciktirdiği, antioksidan aktiviteyi arttırdığı belirlenmiştir. Bu veriler ışığında köftelerin orijinal yapısı değiştirilmeden belirli oranlarda propolis ilavesi yapılarak kullanılabilceği düşünölmüştür. Böylece sağlık açısından daha faydalı bir fonksiyonel ürün meydana geleceği görölmüştür. Kıymetli bir antioksidan olan propolisin farklı ürünler üzerinde kullanımı ile ilgili çalışmaları yapılması, yeni ve daha fazla sayıda fonksiyonel ürün tasarlanması önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Doğal Antioksidan, Antimikrobiyal, Propolis, Köfte

2021, 81 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### USEAGE OF PROPOLIS AS A NATURAL ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT IN MEATBALL PRODUCTION

**ASLIHAN ÇEVİK ÖZKIR**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

Second Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

Propolis is a natural substance produced by bees and has many health benefits (antimicrobial, antibacterial, antioxidant, etc.). However, this product is not evaluated enough today. This study was carried out to determine the possibilities of using propolis, which is a natural antimicrobial and antioxidant, in the production of meatballs. For this purpose, propolis extract was added to the meatball formulation at different rates (0.1%, 0.3%, 0.5%, 1%). In the study, the chemical (pH, TBA, T PS, DPPH and ABTS), physical (Color, Water activity), microbiological and sensory properties of the raw control group and propolis added meatballs were examined and the results were evaluated. While propolis additive did not cause a significant change on the microbiological properties of meatball samples ( $p>0.05$ ), it was observed that it decreased TBA values in parallel with the amount of propolis, and increased the total phenolic substance (TFM), DPPH and ABTS values significantly. The lowest TBA value was 1,4 mg MA/kg in 0.5% PKK group, the highest TFM value was 789.3 mg GAE/kg in 1% PKK group, the highest DPPH value was 532.46  $\mu$ M Trolox/kg In the 1% PKK group, the highest ABTS value was 850.25, again in the 1% PKK group. It was determined that the addition of propolis generally delayed lipid oxidation in meatballs and increased antioxidant activity. Based on these data, it was thought that the meatballs could be used by adding propolis at certain rates without changing the original structure. Thus, it has been seen that a more beneficial functional product will be formed in terms of health. It is recommended to carry out studies on the use of propolis, a valuable antioxidant, on different products, and to design new and more functional products.

**Key words:** Natural antioxidant, Antimicrobial, Propolis, Meatballs

**2021, 81 pages**

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>3</b>
2.1. Kırmızı Etin Beslenmedeki Yeri ve Önemi.....	3
2.2. Kırmızı Etin Raf Ömrünü Etkileyen Kalite Özellikleri.....	6
2.2.1. Mikrobiyolojik Bozulma .....	8
2.2.2. Lipid Oksidasyonu.....	9
2.3. Gıda Katkı Maddeleri .....	10
2.4. Propolis.....	15
2.4.1. Propolisin Farklı Gıdalarda Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	17
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>19</b>
3.1. Materyaller .....	19
3.1.1. Kullanılan Kimyasallar .....	20
3.1.2. Besiyerleri .....	20
3.2. Yöntem .....	21
3.2.1. Propolisli Köfte Üretimi .....	21
3.2.2. Kimyasal Analizler.....	23
3.2.2.1. pH Analizi .....	23
3.2.2.2. Su Aktivitesi Analizi .....	23
3.2.2.3. Renk Analizi .....	24
3.2.2.4. TBA Analizi .....	24
3.2.2.5. Toplam Fenolik Madde Analizi .....	25
3.2.2.6. Toplam Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri .....	25
3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler.....	27
3.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı.....	28
3.2.3.2. Koliform Grubu Bakteri Sayımı .....	28
3.2.3.3. Maya- Küf Sayımı .....	28
3.2.3.4. <i>Staphylococcus Aureus</i> Sayımı.....	29

3.2.3.5.	<i>E. Coli</i> Sayımı.....	30
3.2.3.6.	<i>Salmonella</i> Aranması.....	30
3.2.4.	Duyusal Değerlendirme Analizi .....	31
3.2.5.	İstatistiksel Analiz .....	32
<b>4.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>32</b>
4.1.	Ph Analizi Sonuçları .....	32
4.2.	Su Aktivitesi Analizi Sonuçları.....	34
4.3.	Renk Analizi Sonuçları .....	36
4.3.1.	Köftelerin L* Değerleri.....	36
4.3.2.	Köftelerin a* Değerleri .....	38
4.3.3.	Köftelerin b* Değerleri .....	39
4.4.	TBA Analizi Sonuçları .....	41
4.5.	Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları .....	45
4.6.	Toplam Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları .....	48
4.6.1.	DPPH Analizi Sonuçları.....	48
4.6.2.	ABTS Analizi Sonuçları .....	51
4.7.	Mikrobiyolojik Analizlerin Sonuçları.....	53
4.7.1.	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayım Sonuçları.....	53
4.7.2.	Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları .....	55
4.7.3.	Maya- Küf Sayımı Sonuçları .....	57
4.7.4.	<i>S. Aureus</i> Sayımı Sonuçları.....	58
4.7.5.	<i>E.coli</i> Sayım Sonuçları .....	59
4.7.6.	<i>Salmonella</i> Aranması Sonuçları .....	60
4.8.	Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları.....	61
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>63</b>	
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>66</b>	
<b>EKLER.....</b>	<b>80</b>	
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>81</b>	

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.2. Propoliste bulunan bileşik grupları (Kumova, 2002).....	16
Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan maddelerin karışım yüzdeleri .....	22
Çizelge 4.1. Köfte numunelerinin pH değerleri .....	32
Çizelge 4.2. Köfte numunelerinin su aktivitesi değerleri .....	34
Çizelge 4.3. Köfte numunelerinin L* değerleri.....	36
Çizelge 4.4. Köfte numunelerinin a* değerleri .....	38
Çizelge 4.5. Köfte numunelerinin b* değerleri .....	39
Çizelge 4.6. Köfte numunelerinin TBA değerleri (mg MA/kg).....	42
Çizelge 4.7. Köfte numunelerinin toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/ kg).....	45
Çizelge 4.8. Köfte numunelerinin DPPH analizi değerleri ( $\mu$ M Trolox/kg).....	48
Çizelge 4.9. Köfte numunelerinin ABTS analizi değerleri .....	51
Çizelge 4.10. Köfte numunelerinin TMAB Sayımı Sonuçları (log kob/ gr).....	54
Çizelge 4.11. Köfte numunelerinin Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr) .	55
Çizelge 4.12. Köfte numunelerinin Maya- Küf Sayımı Sonuçları (log kob/gr).....	57
Çizelge 4.13. Köfte numunelerinin S. aureus Sayımı Sonuçları (log kob/gr).....	58
Çizelge 4.14. Köfte numunelerinde E.coli sayımı sonuçları.....	60
Çizelge 4.15. Köfte numunelerinin <i>Salmonella</i> Aranması Sonuçları .....	60
Çizelge 4.16. Köfte numunelerinin Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları.....	61



## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. (a-b) Üretimde kullanılan gereçlerin sterilizasyonu.....	20
Şekil 3.2. Köfte hamurunun hazırlanması .....	21
Şekil 3.3. Köfte hamuruna propolis ilavesi .....	21
Şekil 3.4. Köfte üretimi akış şeması.....	22
Şekil 3.5. Kapaklı polietilen kaplara yerleştirilmiş köfte numuneleri.....	23
Şekil 3.6. Su aktivitesi cihazı .....	24
Şekil 3.7. Gallik asit Kalibrasyon Eğrisi .....	25
Şekil 3.8. DPPH radikalinin antioksidan aktiviteye bağlı renk değişimi .....	26
Şekil 3.9. Trolox Kalibrasyon Eğrisi (DPPH).....	26
Şekil 3.10. ABTS radikalinin antioksidan aktiviteye bağlı renk değişimi .....	27
Şekil 3.11. Trolox Kalibrasyon Eğrisi (ABTS).....	27
Şekil 3.12. Köfte numuneleri BPA besiyerinde <i>S. aureus</i> Sayımı .....	29
Şekil 3.13. Microgen staph latex kit.....	29
Şekil 3.14. SS agar ve XLD agar besiyerinden TSI yatık agara ekim yapılışı.....	30
Şekil 3.15. Köftelerin duyu analizi için pişirilmesi .....	31
Şekil 3.16. Pişmiş ve gruplandırılmış köfteler .....	32
Şekil 4.1. Köfte numunelerinin pH değerleri .....	34
Şekil 4.2. Köfte numunelerinin su aktivitesi değerleri.....	35
Şekil 4.3. Köfte numunelerinin L* değerleri.....	37
Şekil 4.4. Köfte numunelerinin a* değerleri .....	39
Şekil 4.5. Köfte numunelerinin b* değerleri .....	41
Şekil 4.6. Köfte numunelerinin TBA değerleri (mg MA/kg).....	44
Şekil 4.7. Köfte numunelerinin toplam fenolik madde değerleri(mg GAE/kg).....	47
Şekil 4.8. Köfte numunelerinin DPPH analizi değerleri .....	50
Şekil 4.9. Köfte numunelerinin ABTS analizi değerleri .....	53
Şekil 4.10. Köfte numunelerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr) .....	55
Şekil 4.11. Köfte numunelerinin Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr) .....	56
Şekil 4.12. Köfte numunelerinin Maya- Küf Sayımı Sonuçları (log kob/gr).....	58
Şekil 4.13. Köfte numunelerinin <i>S. aureus</i> Sayımı Sonuçları (log kob/gr) .....	59
Şekil 4.14. Köfte numunelerinin Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları.....	62

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\mu\text{M}$	: Mikromolar
$\mu\text{l}$	: Mikro litre
$^{\circ}\text{C}$	: Derece santigrat
$L^*$	: Renk parlaklık değeri
$a^*$	: Renk kırmızılık değeri
$b^*$	: Renk sarılık değeri
BHA	: Bütillenmiş Hidroksi Anisol
BHT	: Bütillenmiş Hidroksi tolüen
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
TBA	: Tiyobarbitürik asit
GAE	: Gallik asit eş değeri
TE	: Troloks Eş değeri
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
RNA	: Ribo Nükleik Asit
$\text{H}_2\text{S}$	: Hidrojen sülfür
Ppm	: Parts per million (Milyonda bir kısım)
TBARS	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Substans
CAPE	: Kafeik asit fenil ester
UV	: Ultraviyole
ABTS	: 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit)
N	: Normal
nm	: Nanometre
rpm	: Revolutions per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinde, saygı değer birçok kişinin emeği geçmiştir. Yüksek lisans eğitimimde tez danışmanlığımı üstlenerek beni onurlandıran, tez çalışmam sırasında bilgi birikimi ve tecrübeleri ile yolumu aydınlatan kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ' ye,

Laboratuvar çalışmalarında her türlü desteği sağlayarak benimle birlikte çalışan, tez çalışmamın tüm aşamalarında desteğini, yardımlarını en önemlisi de sabrını hiçbir zaman esirgemeyen ikinci danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN' a,

Laboratuvar çalışmam konusunda her türlü imkân sağlayan sayın hocam Dr. Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın istatistiksel analizleri konusunda vermiş olduğu destekten dolayı kıymetli arkadaşım Berkay KOPUK' a, Kimyasal analizlerin gerçekleştirilmesinde kıymetli bilgilerinden yaralandığım sayın hocam Arş. Gör. Recep GÜNEŞ' e, mikrobiyolojik analizlerin gerçekleştirilmesinde engin bilgisinden istifade ettiğim hocam Doç. Dr. Bayram ÇETİN' e, Propolisin temin edilmesinde desteğini esirgemeyen hocam Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK' a, laboratuvar çalışmam esnasında yardımlarını esirgemeyen kıymetli abim Tekniker Okan HALCIOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Hayattaki en büyük şansım olan sevgili annem ve kardeşime, bana olan inancını kaybetmeyen dolayı sevgili kayınvalidem ve kayınpederime sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Gösterdiği büyük sabır ve fedakârlık ile çalışmamın her anında bana destek veren, tüm heyecanlarımı, mutluluklarımı ve sıkıntılarımı benimle birlikte hisseden can yoldaşım sevgili eşim Bircan ÖZKIR' a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Yüksek lisansımı bitirmemi dört gözle beklerken kaybettiğim canım babam Salih ÇEVİK beni büyütürken verdiği emeklere, bana verdiği desteğe, sevgine teşekkür ederim. Senin sayende yazabildiğim tezim ile seni gururlandırmak en büyük mutluluğum olur.

Kasım, 2021

Aslıhan ÇEVİK ÖZKIR

Gıda Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Beslenme, insanların büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşaması için gerekli olan besin öğelerinin yeterli miktarlarda alınıp vücutta kullanılmasıdır. Besin öğelerinin vücutta eksikliği, ihtiyacı olandan fazla veya az bulunması, büyüme ve gelişmenin engellenmesine ve sağlığın bozulmasına yol açtığı bilimsel olarak ortaya konmuştur. Beslenmede optimum yaklaşım vücudun büyüme ve gelişimi, verimli çalışması, dış etkenlere ve hastalıklara karşı dirençli olabilmesi için sağlığın temelini oluşturması nedeniyle önemlidir. Optimum beslenme, vücudun fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan besin öğelerinin ve biyoaktif bileşiklerin yeterli miktarlarda alınması ve ileri dönemlerde oluşabilecek hastalık risklerinin en aza indirgenmesi yaklaşımıdır (El, 2008).

Et, jelatin hariç hayvansal kaynaklı proteinleri, esansiyel aminoasitleri dengeli ve yeterli oranda içerdiğinden önemli bir protein kaynağı olarak değerlendirilir (Ensoy ve Coşar, 2006). Günlük diyetimizde aldığımız proteinin %50'sinin hayvansal kökenli olması önerilmektedir. Sağlıklı bir bireyin günlük protein tüketimi 24 g'ı hayvansal, 73 g'ı bitkisel kaynaklı olmak üzere yaklaşık 97 gramdır. Et, A vitamini ve B grubu vitaminleri bakımından önemli bir kaynaktır. Bununla birlikte içerdiği demir ve fosfat sayesinde mineral madde bakımından beslenmede önemli role sahiptir (Öz ve Kaya, 2006).

Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ne göre et ürünlerinin tanımı şu şekilde verilmiştir: Etin işlenmesinden veya işlenmiş ürünlerin daha ileri düzeyde işlenmesiyle elde edilen ve kesit yüzeyi çiğ etin karakteristik özelliklerini göstermeyen ürünlerdir. (Anonim, 2012). Türkiye'de et tüketiminin büyük bir kısmını taze et oluşturmaktadır. Bunun dışında ise önemli bir kısmı da işlenmiş et ürünleri olarak tüketilmektedir. Türkiye'de ki başlıca işlenmiş et ürünleri sucuk, sosis, salam, pastırma, kavurma, köfte, döner ve jambon olarak sıralanabilmektedir. Ayrıca diğer ülkelerde olduğu gibi köfte tüketimi de ülkemizde hızla artmaktadır. Son yıllarda ülkemizde çalışan nüfusun artmasıyla beraber insanların hazır yemeğe yönelimi artmıştır. Buna bağlı olarak ayaküstü yemek tarzı yerlerinin tercih edilmesi dünyanın sayılı fast-food firmalarının Türkiye pazarında artmalarına sebep olmuş ve bu durum ile birlikte köfte üretiminde hızlı bir yükseliş meydana gelmiştir (İçöz ve Kayışoğlu, 2012) .

Ancak, sağlık açısından bu denli önemli olan et ve ürünleri, depolama esnasında gerçekleşen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişiklikler nedeniyle çabuk bozulabilen ve buna

bağlı olarak raf ömrü nispeten kısa olan ürünler içinde yer almaktadır. Bu değişikliklerden biri olan yağ oksidasyonu, et ve et ürünlerinin raf ömrünün kısılmasındaki en önemli etkiye sahiptir (Sallam ve Samejima, 2004). Üç duyusal kalite özelliği olan renk ve görünüş, tekstür ve lezzet etin tüketici kabulünü etkileyen temel kalite özellikleri olup, lipit oksidasyonu et ve ürünlerinde kalite bozulmalarının başlıca nedeni olmaktadır (Min ve Ahn, 2005).

Ürün kalitesinin yükseltilmesi, et ürünlerinin sağlıklı koşullarda üretiminin gerçekleştirilmesi, et ürünlerinin besin değerini arttırılarak sağlık açısından risk oluşturmayan ürün formülasyonları geliştirilmesi ve bununla beraber üretim maliyetlerinin de olabildiğince aşağıya çekilebilmesi et endüstrisinin en önemli hedefleri arasındadır. Bu amaca yönelik ürün niteliklerini geliştirecek ve kaliteyi iyileştirecek çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Kömürcü, 2013). Kolay bozulan gıdalar grubunda yer alan et ve ürünleri için, raf ömürlerini arttırma konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Çiltepe, 2013).

Et endüstrisinde, oksidasyonu önlemek amacı ile BHA, BHT ve Propil Gallat gibi sentetik antioksidanlar son 50-60 yıldır yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ekici vd., 2014). Fareler ve domuzlar üzerinde sentetik antioksidanlar ile yapılan çalışmalarda BHA ve BHT'nin yüksek dozda kullanımının yaralanma ve kan kaybına neden olduğu ortaya çıkmıştır (McCarthy, Kerry, Kerry, Lynch& Buckley, 2001a).

Et ürünlerinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal bileşenlerin kullanılmasına olan ilginin gün geçtikçe artmasının yanında yapılan araştırmalar doğal bileşenlerin, sentetik bileşenlerden daha güvenilir olduğunu belirtmektedir (Kang vd., 2008; akt: Turgut, Soyer& Işıkcı, 2016). Bu nedenle et ürünlerinin oksidatif stabilitesini arttırmak için doğal antioksidanların kullanımı hızla artmaktadır (Hygreeva, Pandey& Radhakrishna, 2014; akt: Fawole, Makunga& Opara, 2012).

Propolis bal arılarının farklı bitki organlarından topladıkları reçinelerden ürettikleri ve bal mumu ile karıştırdıkları bitki kaynaklı bir arı ürünüdür (Bankova vd., 2019). Propolis kovadaki delik ve çatlakların kapatılmasında, peteklerin birbirlerine yapıştırılarak tamir edilmesinde, kovan girişini daraltmak ve savunma gibi amaçlar doğrultusunda arılar tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca, kovan içerisine girip ölen ve arılar tarafından dışarıya çıkarılması gerçekleştirilemeyen canlıların üzerlerinin mumyalayarak kovanda bir enfeksiyon kaynağı oluşmasının engellenmesinde de propolisten faydalanılmaktadır. Ek olarak, güçlü dezenfektan

etkisinden dolayı kovan ve petek gözlerinin dezenfeksiyonunda da kullanılmaktadır (Basim, Basim& Özcan, 2006; akt: Albayrak, 2008).

Antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinden dolayı propolis gıda teknolojisinde kullanılmaktadır. Propoliste bulunan bileşenler, tipik gıda bileşenleri, gıda katkıları ve genel olarak güvenli maddeler (GRAS) olarak değerlendirilmektedir (Burdock, 1998).

Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, köftelere farklı oranlarda propolis ekstraktı ilave edilerek çiğ haldeki köftelerin buzdolabı koşullarında (4°C) depolama periyodu (9 gün) boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimin incelenmesi ve propolis ilavesinin pişirilen köftelerin duyuşal özelliklerine etkisinin araştırılmasıdır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Kırmızı Etin Beslenmedeki Yeri ve Önemi**

Beslenme, insanların büyümesi, gelişmesi ve sağlıklı şekilde yaşamaları için gerekli olan besinlerin alınmasıyla gerçekleşir. İnsanların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri için besinlerin günlük diyetle ne kadar alınması gerektiğini ve besinlerin eksikliğini ya da gereğinden fazla vücuda alınmasının büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilediği bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Baysal, 1989).

Gıdaların bileşiminde yer alan yaklaşık 50 besin ögesi, vücuttaki çalışmalarına, etkinliklerine ve kimyasal yapılarına göre proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller olarak gruplandırılmıştır (Baysal, 1989). Yetişkin bir insanın protein ihtiyacı vücuttan atılan protein miktarına eşit olmalıdır ve yaklaşık olarak kadınlar günde 48 g, erkekler ise 59 g proteini gıdalarla birlikte almalıdırlar ( Demirci, 2003).

Et, protein miktarı ve kalitesi bakımından beslenmede oldukça önemli bir yere sahiptir. Vücut için gerekli olan esansiyel amino asitler hayvansal kaynaklı proteinlerde özellikle et proteinlerinde yeterli ve dengeli bir biçimde bulunmaktadır. Bu proteinlerin metabolizmada hazmı ve bünyede kullanılabilirlikleri de bitkisel proteinlere kıyasla daha üstündür. Ayrıca biyolojik değerleri de daha yüksektir (Demirci, 2005).

Proteinler vücuttaki biyokimyasal olaylarda önemli roller üstlenmektedir. Bunlar; enzimlerin yapı taşlarını oluşturmak, hormonların, sitokinlerin, nükleik asitlerin (DNA ve RNA) ve antikorların yapısında bulunmak, plazma viskozitesini ve ozmotik basıncı sağlanmasında, kas kontraksiyonlarının gerçekleşmesinde görev almaktadır. Büyümenin en hızlı olduğu bebeklik ve ergenlik dönemlerinde, plasenta ve fetüs dokularının oluşturulduğu gebelik süresince proteine olan ihtiyaç artmakta olup, ihtiyacın büyük bir kısmının hayvansal proteinlerden karşılanması gerekmektedir (Sönmez, 2007).

Kırmızı etin beslenmedeki diğer önemli özelliği de insan vücudu için enerji kaynağı olan yağ içeriğidir. Ette bulunan yağ, ete aroma ve sululuk vererek belirli bir lezzet kazandırır. Bununla beraber etin iştahla yenmesini sağlayarak sindirim gerçekleştiren enzimlerin salgılanmasını artırır. Ayrıca et ve et ürünleri yağda eriyen vitaminlerin ve esansiyel yağ asitlerinin de kaynağıdır.

Etin beslenme açısından üçüncü büyük önemi ise tiamin, niasin, riboflavin, folasin ve pridoksin gibi B vitaminlerince en zengin gıda kaynaklarının başında gelmesidir. Et, mineral içeriği ve yapısı nedeniyle de önemli bir yere sahiptir. Potasyum (K), ette bulunan minerallerin başında gelmektedir. Bunu sırasıyla fosfor (P), sodyum (Na), klor (Cl), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), vb. izlemektedir (Demirci, 2005). İnsan sağlığı açısından önemli olan et kaynaklı demirin emilimi diğer kaynaklardan alınanlara kıyasla çok daha yüksektir (Özdiç, 2004). Kalsiyum dışında diğer minerallerin normal düzeyde et tüketimi ile karşılanabileceği de yapılan araştırmalarda bildirilmiştir (Demirci, 2003).

Sığır, domuz, koyun, keçi ve manda eti genel olarak kırmızı et grubunda sınıflandırılmaktadır (Gökçalp, Zorba& Kaya, 2004). Sığır karkaslarından elde edilen bonfile, kontrfile, pirzola, sokum, rosto ve tranç 1. kalite et preparatları olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım, 1996). Hayvan türüne ve karkas bölgesine bağlı olarak etin kimyasal bileşimi farklılık göstermektedir. Genel olarak etin kimyasal bileşimi incelendiğinde su içeriği % 65 ila 80 arasında, protein içeriği % 16 ila 22 arasında, yağ içeriği % 1,5 ila 13 arasında, karbonhidrat içeriği % 0,5 ila 1 arasında ve inorganik madde içeriği % 1 olduğu tespit edilmiştir. (Arslan, 2002).

Tipik et kasının bileşenleri çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Et kasının kimyasal bileşimi (Met-Özyurt, 2018)

<b>Bileşenler</b>	<b>Miktar (%)</b>
Su	75
Protein	19
Miyofibriler	11,5
Sarkoplazmik	5,5
Bağ dokusu	2
Lipid	2,5
Karbonhidrat ve laktik asit	1,2
Laktik asit	0,9
Glikoz-6-fosfat	0,15
Glikojen	0,1
Glikoz ve glikolitik ara ürünler	0,05
Çözünür protein olmayan bileşikler (Azotlu ve inorganik)	2,3
Vitamin	İz

Özellikle etin yapısında bulunan bazı mikro bileşikler bitkisel kaynaklı gıdalarda ya çok düşük biyoyararlılığa sahip olmakta ya da yer almamaktadır. Bu nedenle et ve et ürünlerinin tüketimiyle sağlık için gerekli olan birçok besin maddesi diyetimize dahil olmaktadır. Ayrıca protein içeriği bakımından zengin olup karbonhidrat içeriğinin çok düşük olması sebebiyle etin, glisemik indeksi düşük tutmaya yardım ederek diyabet, obezite ve çeşitli kanser hastalıklarını tetiklenmesini engellediği tespit edilmiştir (Çakmak, 2015).

Et farklı şekillerde tüketilebilir. Bunlardan bir tanesi köftedir.

Türk mutfağında sevilerek tüketilen köfte, Farsça' da "küfte" kelimesinden türetilmiştir. Köfte; kıymaların yuvarlanarak küçük top şekline getirildiği, bazen de içerisine ekmek ya da galeta unu, yumurta, baharat, soğan ve tereyağı gibi malzemelerin eklenerek hazırlanan bir et ürünüdür. Kıymanın içerisine çeşitli gıda maddeleri eklenerek yörelere özgü şekiller verilerek ve çeşitli pişirme yöntemleri uygulanarak yüzlerce köfte çeşidi üretilmekte ve tüketilmektedir (Kundakçı ve Ergönül, 2009; akt: Keçeci, 2018).



Köfte yapımında kullanılan hammaddenin bileşimi özellikle yağ içeriği, ilave edilen katkı maddeleri ve oranları da köftenin besin değeri ve kalite özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. TS 10581 Köfte (pişmemiş) Standardına göre pişmemiş köftede rutubet en çok %65, tuz en çok %2, toplam protein en az %12 ve toplam yağ en çok %25 olmalıdır (Anonim, 2007).

Ülkemizde yöresel ürünler arasında yer alan köfte, hem hazır yemek endüstrisinde hem de ev tipi kullanımlarda büyük öneme sahiptir (Korkmaz, 2018). Özellikle pişirmeye hazır köfteler bu anlamda önemli bir yer tutmakta, kasap dükkânlarında ve marketlerde farklı köfte türleri hazır halde yaygın bir şekilde satışa sunulmaktadır. Köftenin yapımı bölgeden bölgeye, işletmeden işletmeye farklılık göstermekle beraber içine ilave edilen katkı maddelerinin kullanımı da önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Andıç, Zorba& Tunçtürk, 2008).

Yapılan araştırmalarda hazır yemek sektörünün önemli bir parçası olan fastfood (ayaküstü beslenme veya hızlı hazır yemek sistemi) gıdalar denilince ilk akla gelen ürünün köfte olduğu ve tüketim oranının da %23,2 olduğu belirtilmiştir (Özdiç, 2004).

## **2.2. Kırmızı Etin Raf Ömrünü Etkileyen Kalite Özellikleri**

Et ve et ürünleri lezzeti, besleyiciliği ve kültürümüzdeki yeri göz önüne alındığında mutfağımızın vazgeçilmez bir unsurunu oluşturmaktadır (Öztan, 2005). Codex Alimentarius' dan elde edilen tanıma göre; 'Et, insan tüketimine uygun ve güvenli hayvanın bütün parçalarıdır' (İçöz, 2017).

Etin kendine özgü yapısı nedeniyle hiç bir hayvansal gıda maddesi ile karşılaştırılmayacak kadar kompleks bir gıdadır. Tüketime hazır hale gelene kadar temini, tazeliğinin korunması, soğutulması ya da dondurulması, donmuş haldeki muhafazası, çeşitli ürünler haline getirilmesi, ambalajlanması ve tüketiciye ulaştırılması için geniş bilgiler gerekmektedir (İnal, 1992).

Et kalitesi şu kavramları içerisinde bulundurmaktadır (Xiong, Ho& Shahidi, 1999):

- Yeme kalitesi
- Besinsel kalite
- Hijyenik kalite
- İşleme kalitesi

Yeme kalitesi, etin hem çiğ olarak hem de pişmiş halindeki koku, aroma, gevreklik, sululuk özelliklerini kapsamaktadır. Bu özellikler tüketici açısından önemli olduğu için kalite karakteristiklerini oluşturmaktadır (Xiong vd., 1999).

Etin raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan en önemli özellikler; su tutma kapasitesi, rengi, mikrobiyolojik kalitesi, lipit stabilitesi ve lezzetidir (McMillin, 2008).

Su, ette en yüksek oranda bulunan bir bileşen olup; etin besleyici değeri, rengi, tekstürü, olgunluğu, lezzeti ve mikrobiyel üreme dolayısıyla raf ömrü üzerinde önemli etkisi vardır. Ayrıca et ürünlerine katılan katkı maddelerinin çözünmesinde ve etkinlik kazanmasında önemli rol oynamaktadır. Et proteinleri yüksek kaliteli proteinler olup, bütün esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içermektedirler. Yağsız bir etin sudan sonra en büyük kısmını proteinler oluşturmaktadır (Arslan, 2013).

Kasaplık hayvanlardan elde edilen etler köfte tipi ürünler olarak da değerlendirilmektedir. Boyutları küçültülmüş et ve yağlara çeşitli baharat, tuz, bağlayıcı ve dolgu verici ürünlerin eklenmesi ile köfte tipi ürünler elde edilmektedir. Et ve et ürünlerinin sınırlı raf ömrüne sahip olması içerdiği besin öğelerine, pH ve su aktivitesi değerlerine bağlı olarak mikrobiyolojik gelişime uygunluğu ile ilişkilendirilir. Bunlara ek olarak raf ömrünü sınırlandıran diğer önemli bir faktör de oksidasyondur. Oksidasyon çoğunlukla yağlarda meydana gelmekle beraber yağ oksidasyonu sonucu meydana gelen ürünler veya bazı katalitik reaksiyonlar sonucu proteinlerde de oksidasyon reaksiyonları gerçekleşmektedir (Ergezer ve Serdaroğlu, 2009)

Taze etin depolama sırasında meydana gelen değişiklikler, biyolojik membranın bozulması ve oksidatif süreçten kaynaklanan metabolik reaksiyonlardan etkilenmektedir. Kalitenin bozulması, renk kaybı, kötü koku ya da aroma gelişimi, besin değeri kaybı, patojenler, bozucu faktörlerin gelişimi ve tekstürel özelliklerde değişimleri kapsamaktadır (McMillin, 2008).

Taze etlerde mikrobiyal gelişme sonucu birçok biyokimyasal reaksiyon meydana gelir. Bu reaksiyonların sonucunda bozulmanın göstergesi olan bazı bileşikler meydana gelir. Bunlar; peroksitler, hidrojen sülfür, amonyak, indol, kadeverin ve putresindir. Bu bileşikler, ette lezzet bozukluğunun yanı sıra etin sahip olduğu kırmızı renginin yeşil, kahverengi hatta gri bir renk almasına neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Et ve et ürünleri yüksek yağ içeriği ile lipit oksidasyonuna, biyoyararlılığı yüksek besin bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri ile mikrobiyal bozulmalara karşı oldukça savunmasızdır. Bu nedenle özellikle lipit, protein ve pigment oksidasyonları ile mikrobiyal bozulmalar et ürünlerinde kalite kayıplarının başlıca nedenleri olarak gösterilmektedir (Min ve Ahn, 2005; akt: Estévez, 2011).

Et ve et ürünlerinde gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanması ve korunması için patojen ve bozucu mikroorganizmaların ürün ile kontaminasyonunun ve mikrobiyal gelişmelerinin engellenmesi gerekir. Ayrıca raf ömrü boyunca gerçekleşebilecek yağ ve protein oksidasyonu ve renk stabilizasyonunda sağlanması gerekmektedir (Doğu ve Sarıçoban, 2014; akt: Vaithyanathan, Naveena, Muthukumar, Girish& Kondaiah, 2011).

### **2.2.1. Mikrobiyolojik Bozulma**

Et ve ürünleri kendine has fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine, ürünün kesim ve işleme şekline, işletmenin personel ve alet ekipman hijyenine ve bunların yanında ambalaj ve depolama şartlarına bağlı olarak kontaminasyona açık gıda maddeleri olarak değerlendirilir (Doğu ve Sarıçoban, 2014).

Kıymanın mikrobiyolojik kalitesi, işlenen hammaddenin mikrobiyolojik özelliklerine, etin hazırlanması esnasında uyulacak sıhhi tedbirlere, ambalajlama ve depolama koşullarına bağlıdır. Et mikroflorasını meydana getiren mikroorganizmalar, kıymanın çekim ve karıştırma işlemleri sırasında ürünün tüm yüzeyine yayılmakta, uygun koşullar altında gelişerek ürünün depolama sürecini kısıtlayarak tüketicilerin sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturmaktadır (Leclere vd., 2002; Li ve Mustafa, 2004; Gönülalan ve Köse, 2003).

Yapılan çalışmalar, kıymalarda yüksek düzeylerde bulunan *E. coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Citrobacter* spp. gibi mikroorganizmaların insan sağlığını ciddi boyutlarda tehlikeye oluşturabileceği ortaya koymuştur. Ülkemizde de yapılan benzer çalışmalarda, gerek et ve gerekse kıymalarda patojen bakterilerin önemli oranda bulunduğu belirlenmiştir (Gökmen ve Alisharlı, 2003; Yıldız vd., 2004).

Taze etlerde çoğunlukla aerobik ve anaerobik koşullarda meydana gelen mikrobiyolojik bozulmalara rastlanır. *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Proteus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Micrococcus* türleri neden olduğu yüzeyde yapışkanlık, mikrobiyal gelişme ile ortaya çıkan H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, indol, kadeverin ve putresin gibi bileşiklerin meydana getirdiği renk

değişimi, su aktivitesinin 0,95'in altına düşmesiyle başlayan küfler gelişimi başlıca aerobik gelişime örnekleridir. Anaerobik şartlarda ise formik, asetik, bütirik, propiyonik asit ile laktik ve süksinik asit gibi organik asitlerin oluşumu ekşimeye ve ette ekşi bir lezzete neden olur. Vakum ambalajlarda Clostridium türleri, koliform bakteriler ve laktik asit bakterileri ette ekşimeye neden olur (Serdaroğlu, 2003).

### **2.2.2. Lipid Oksidasyonu**

Gıdaların raf ömrünü kısaltan ve kalitesini düşüren iki ana faktör vardır. Bunlar; lipit oksidasyonu ve mikrobiyal kontaminasyonlardır. Mikrobiyal gelişime bağlı bozulmalar gıda zehirlenmelerine yol açmaktadır. Lipit oksidasyonu ise et ürünlerinin rengini, lezzetini ve tekstürünü değiştirerek kalite kaybına neden olmaktadır (Ekici, Öztürk& Sağdıç, 2014).

Oksidasyon ve mikrobiyal reaksiyonlar zengin besin bileşimi ve yüksek düzeydeki hayvansal yağ içeriği nedeniyle et ve et ürünleri için önemli bir risktir (Min ve Ahn, 2005; Estévez, 2011). Kesimin hemen sonrasında başlayan biyokimyasal değişimler ile birlikte kastaki prooksidatif faktörler ve antioksidatif kapasite arasındaki dengenin oksidasyon yönüne bozulması ile lipit oksidasyonu başlar (Buckley, Morrissey& Gray, 1995; Dufrasne vd., 2000).

Et ve et ürünleri yağ ve protein içeriği yüksek gıdalardır ve işleme (kesme, kıyma çekme gibi) ve depolama (soğukta veya dondurularak) sırasında oksidatif reaksiyonlar meydana gelmektedir. Ürünün kalite özelliklerinin değişmesine neden olan oksidatif reaksiyonlarda yağlar ve proteinler substrat olarak rol oynamaktadırlar. Doymamış yağ asitleri, lipit oksidasyonunun başlıca substratlarıdır ve oksidatif reaksiyon sonucu başlıca oksidasyon ürünleri olarak serbest radikaller ve lipit hidroperoksitleri meydana gelmektedir. Bu ürünler ikincil lipit oksidasyon ürünleri olan aldehitlere, ketonlara ve alkollere parçalanarak ürünün duyuşal özelliklerini (tat, koku ve renk bozukluğu), besin değerini ve güvenliğini azaltmaktadırlar (Frankel, 2005). Okside olan lipit ürünleri, et ürünlerinde istenmeyen tat ve koku oluşumuna ek olarak ette bulunan proteinler, karbonhidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girerek çoğu kez ürün kalitesi de düşmektedir (Labuza, 1971).

Et ve et ürünlerinde lipit stabilitesi ve doğal kırmızı rengin korunması tüketici kabulünü etkileyen önemli kalite kriterleridir. Ayrıca ette meydana gelen lipit oksidasyonu ve sonrasında oluşan bileşikler renk parametresini etkileyen çok önemli bir unsurdur. Parçalanmış ya da kıyma haline getirilmiş et ürünleri oksidasyon ve ransit tat oluşumuna bütün haldeki kastan

daha duyarlıdırlar. Çünkü bu işlemler ile havayla temas eden kas yüzeyi artırmaktadır (Mitsumoto vd., 2005). Buna bağlı olarak oksijen et yüzeyinde lipit peroksidasyonunu başlatmakta ve oksimiyoglobin ile reaksiyona girebilen prooksidan maddelerin oluşumunu sağlayarak sonuçta metmyoglobin oluşumuna da yol açmaktadır (Fernandez-Lopez, Zhi, Aleson-Carbonell, Perez-Alvarez& Kuri, 2005).

Gıdalarda yağ oksidasyonunun belirlenmesinde birçok yöntem mevcuttur. Bunlardan biri de TBA metodudur. Lipitlerin peroksidasyonu sonucu meydana gelen ikincil parçalanma ürünü olan Malondialdehit ile TBA reaktifinin reaksiyonu meydana gelir. Oluşan kimyasal tepkimede elde edilen TBA değerleri yağlarda meydana gelen bozulmanın göstergesidir (Karabudak, 2002).

### **2.3. Gıda Katkı Maddeleri**

Et endüstrisinin temel amacı ürün kalitesini arttırmak, sağlıklı koşullarda üretimini gerçekleştirmek, besleyiciliğini yükseltmek, sağlık açısından risk oluşturmayan ürün formülasyonları geliştirmek ve üretim maliyetlerini de olabildiği ölçüde aşağıya çekmektir. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetleri neticesinde et endüstrisine yeni kazandırılan et ürünlerinin, tüketiciler tarafından kabul görmesi, sağlıklı beslenmede herhangi bir risk unsuru taşımaması ve üretilen ürünlerin kalitesinin de sürekli korunması gerekmektedir (Özer, 2008).

Gıda muhafaza yöntemlerinin uygulanmadığı, yetersiz kaldığı veya muhafaza yöntemine yardımcı bir etki istendiği durumlarda gıdalara 'katkı maddesi' ilavesi yapılarak ürünün raf ömrü ve diğer kalite parametrelerinde olumlu etkiler sağlanmaktadır (Öztürkcan ve Acar, 2017).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde gıda katkı maddeleri şu şekilde tanımlanmaktadır: "besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler" (Yurttagün, 2019).

Gıdalara eklenen koruyucu gıda katkı maddeleri genellikle mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek bozulmayı yavaşlatır ve gıdanın raf ömrünü uzatarak kalite parametrelerini olumlu yönde geliştirirler. Koruyucu gıda katkı maddelerine antioksidanlar ve

antimikrobiyal maddeler örnek olarak verilebilir (Özgün ve Küşümler, 2020; Boğa ve Binokay, 2010; Erkan, 2010).

Antioksidanlar, organizmayı serbest radikallerin zararlarına karşı koruyan ve kendini yenilemesini sağlayan maddelerdir (Kuşoğlu, 2015). Antioksidanlar oksidasyon ile ortaya çıkan ransit ürünleri yok edemez ya da geri çevirmezler. Bu maddeler gıdalara eklenerek oksidasyonun oluşumunu yavaşlatabilmektedir (Emir-Çoban ve Patır, 2010).

Et endüstrisinde, oksidasyonu engellemek amacı ile BHA, BHT ve Propil Gallat gibi sentetik antioksidanlar son 50-60 yıldır yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ekici vd., 2014). Yapılan çalışmalar sonucunda BHA ve BHT'in yüksek dozda kullanımının, farelerde ve domuzlarda yaralanma ve kan kaybına neden olduğu bildirilmiştir (McCarthy vd., 2001a).

Et ürünlerinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal bileşenlerin kullanılmasına yönelik ilginin gün geçtikçe artmasının yanında yapılan araştırmalar doğal bileşenlerin, sentetik bileşenlerden daha güvenilir ve tüketici kabul edebilirliğinin, ürün lezzetinin ve stabilitesinin daha uygun olduğunu ve raf ömrü çalışmaları için daha fazla uygulama potansiyeli olduğunu göstermektedir (Kang vd., 2008; Turgut vd., 2016). Bu nedenlerden dolayı, et ürünlerinin oksidatif stabilitesini artırmak için doğal antioksidanların kullanımına yönelik araştırmalar hızla artmaktadır (Kang vd., 2008; Fawole vd., 2012). Son zamanlarda yapılan çalışmalar birçok bitkisel kaynağın antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Bu kaynaklara üzüm, hurma, brokoli, patates, kekik, köri, kabak, çay, ısırgan otu, zencefil, biberiye, nane, tarçın, adaçayı, karanfil örnek olarak verilebilir (Ribeiro vd., 2019; Neves ve Camara, 2016).

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

Gıda konusunda tüketicilerin bilinçlenmesi ile beraber gıdaların besin değerini korunması, daha güvenli bir şekilde üretilmesi ve mümkün olduğunca doğal olması amaçlanmaktadır. Bu sebeple, son yıllarda et ve et ürünlerinde doğal katkı maddelerinin kullanılması yönünde birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Bitkisel kaynaklı doğal

antioksidanlar ve antimikrobiyaller gıdalarda katkı maddeleri ya da bileşen olarak kullanılabilir (Hassanzadeh vd., 2017).

Et ve et ürünlerinde kullanımı araştırılan doğal antioksidan ve antimikrobiyal maddeler ile ilgili çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Banon vd., (2007) yaptığı çalışmada, sığır köftelerine yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktları ilave edilerek raf ömrünün değişimi araştırılmıştır. Çalışma verilerinde çiğ örneklerde mikrobiyal bozulmayı önlediği ve lipid oksidasyonunu engelleyerek raf ömrünü arttırdığı belirlenmiştir. Pişirilmiş köftelerde ise ransit tat oluşumunun önüne geçtiği görülmüştür.

McCarthy vd., (2001b), çiğ ve pişirilmiş halde bulunan domuz köftelerine; aloe vera, ginseng, biberiye, soya proteini çemen otu, hardal, adaçayı, çay kateşini ve peynir altı suyu ilave ederek antioksidan kapasiteleri araştırılmıştır. Diğer katkılara oranla biberiye kateşinin oksidatif stabilitesi oldukça etkili bulunmuştur.

Domuz köftelerine kahve, biberiye, üzüm kabuğu ve yeşil çay ekstraktları eklenerek depolama boyunca oluşan değişimler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda biberiye ekstraktı ilave edilen domuz köftelerin en yüksek kahve ekstraktı eklenen köftenin ise en düşük antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Shah, Bosco & Mir, 2014).

Benzer bir çalışmada ise kıymaya %0.25 oranda melek otu, beyaz ve kırmızı şakayık, saponwood, biberiye ve moutan şakayıği ekstraktları ilave edilmiştir. Bu karışımdan elde edilen köftelerde, depolama boyunca oksidasyon miktarının minimum olduğu görülmüştür (Han ve Rhee, 2005).

Benzer çalışmalarda farklı oranlarda biberiye ekstraktı kullanımının hindi eti (Mielnik, Aaby & Skrede, 2003), domuz ve sığır kıyması (Rojas ve Brewer, 2008) ve domuz köftelerinde (Nissen, Byrne, Bertelsen & Skibsted, 2004) TBARS değerleri üzerinde olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir.

Köfte üretiminde nar kabuğu (Turgut vd., 2017), lahana (Verma, Pathak, Singh & Umaraw, 2016) ve mercanköşk (Serafini, 2013) bitkilerinin kullanımı ile de lipid oksidasyonun etkili bir şekilde engellenebildiği belirtilmiştir.

Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen köftelere nar kabuğu ekstraktının (NKE) ilave edilerek antioksidan etkisi araştırılmıştır. NKE içeren köfteler, BHT ve hiçbir bir antioksidan madde içermeyen kontrol köfteler ile karşılaştırılmıştır. NKE'nin, sentetik antioksidan BHT' den daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği, köfteye ilave edilen NKE konsantrasyonu arttıkça lipid oksidasyonunun önemli düzeyde geciktirildiği ve TBA değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Özdemir, Soyer, Tağı& Turan, 2014).

Salam vd., (2004), 21 gün 3 °C muhafaza koşullarında Taze sarımsak, sarımsak tozu ve sarımsak yağının eşdeğer konsantrasyonlarının çiğ tavuk sosisi üzerindeki antioksidan ve antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Antioksidan aktiviteler, standart bir sentetik antioksidan (BHA) ile karşılaştırılmıştır. Sarımsak katkıları mezofilik aerobik bakteri sayısını önemli ölçüde azaltmış ve ürünün raf ömrü 21 güne uzatmıştır. Ayrıca BHA ya kıyasla yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Çalışmanın sonucunda doğal antioksidan ve antimikrobiyal etkileri sayesinde taze sarımsak ve sarımsak tozunun et ürünlerinin korunmasında potansiyel olarak yararlı olduğunu görülmüştür.

Pişirilmemiş domuz köftelerinde üç farklı oranda ökse otu ekstresinin antioksidan potansiyeli değerlendirilmiştir. Değerlendirme grupları ( % 0,1-% 0,5 ve % 1,0) ökse otu katkılı gruplar ile % 0.02 askorbik asit pozitif kontrol olarak domuz kıymasına eklenmiştir. Ökse otu ekstresinin eklenmesi, depolama süresi boyunca domuz köftelerinin pH 'ını ( $p < 0.05$ ) ve depolamanın 14. gününden sonra TBA değerlerini düşürmüştür ( $p < 0.01$ ). Bu sonuçlar, Ökse otun özütünün pişmemiş domuz ürünlerinde doğal bir antioksidan görevi gördüğünü belirlemiştir (Kang, 2016).

Benzer şekilde bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda (0, 400 ve 800 ppm) çay kateşini eklenmiş emülsifiye domuz köftelerini 15 gün 4 °C derecede ve 90 gün -20 °C de depolamışlardır. Sonuçlar domuz köftesine kateşin eklenmesinin lipid oksidasyonunu engellediğini ve bu emülsifiye domuz köftelerinde ürün kalitesini ve işlevselliğini artırmaya yardımcı olabileceğini göstermiştir (Yeung ve Huang, 2016).

Nowak vd., (2016) yaptıkları çalışmada, kiraz ve siyah frenk üzümü yapraklarından elde edilen polifenolik ekstraktların et ürünlerinde doğal koruyucu ajan olarak kullanımları değerlendirilmiştir. Ekstrelerin polifenolik bileşimi lipid oksidasyonu, renk ve duyuşal değerlendirmesi üzerindeki etkilerinin olumlu olduğu belirlenmiştir.



60 dk boyunca 120 mg/ml hibiskus çiçeği ekstraktı ile muamele edilmiş Sığır sosisli sandviçler 24 saatlik depolanmanın ardından *S. aureus* ve *L. Monocytogenes* miktarları 2 log CFU / g düştüğü gözlenmiştir (Higginbotham, 2014).

Bu çalışmalara ek olarak farklı bir kaynaktan ise Jayawardana vd., (2019) yaptıkları çalışmada yeşil ve siyah çay (*Camellia sinensis* L.) ekstraktlarının kürlenmemiş domuz sosislerinde antioksidan etkisini değerlendirilmiştir. Siyah çay ilaveli sosislere kıyasla yeşil çay ilaveli sosislerin anlamlı olarak daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Guarana tohumu ve pitanga yaprağı ekstraktlarının kuzu köftelerinin 2 °C' de depolama sırasında oksidatif stabilitesi ve fizyokimyasal özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. 4 farklı örnek hazırlanmıştır: kontrol; BHT (10 mg / kg) ile; 250mg / kg guarana özütü ve 250mg / kg pitanga özütü. Elde edilen sonuçlara göre hem Guarana tohumu hem de pitanga yaprağı ekstraktları duyu özellikleri bozmadan renk bozulmasına, lipid ve protein oksidasyonuna karşı etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada sentetik antioksidanların doğal ürünlerle değiştirilmesi için umut verici bir alternatif olarak kaydedilmiştir (Carvalho vd., 2019).

Ahn vd., (2004)' nin yaptıkları çalışmada çiğ sığır kıymasında üzüm çekirdeği ve çam kabuğu ekstresinin *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* ve *Escherichia coli O157: H7*'nin inhibisyonunu ve bu doğal ekstraktların oksidatif stabilite üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 9 gün sonra her üç patojenin de popülasyonunda azalma gözlemlendiği ve asidik pH'nın korunduğu kaydedilmiştir. Sonuç olarak bu ekstraktların, kıymadaki patojen sayılarını, lipid oksidasyonunu ve renk bozulmasını azaltması nedeniyle doğal koruyucu potansiyeline sahip olduğunu bildirilmiştir.

Literatürde yer alan başka bir çalışmada da Mantar meşe yaprağından elde edilen farklı ekstraktlar (su: etanol (1: 1 ve 3: 7 )) pişmiş tavuk etlerine uygulanmıştır. 4 °C' de sırasıyla 5 ve 10 günlük saklama sırasındaki değişiklikler gözlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, katkılı tavuk etleri, TBA değerinin azalttığı ve lipid oksidasyonunu etkili bir şekilde önlediği görülmüştür (Lavado vd., 2020).

Karabiber yağı ilave edilerek soğukta depolanan domuz filetoalarının TBARS, *b* \* değerleri, *Pseudomonas* spp. ve *Enterobacteriaceae* sayıları kontrole göre daha düşük, *L* \* ve *a* \* değerlerinin ise daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Zhang vd., 2016).

Taze domuz sosislerine farklı şekillerdeki Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ilavesi sonucu ürünün mikrobiyolojik ve oksidatif stabilitesine etkisi araştırılmış, Adaçayının yapısında bulunan oksijenli monoterpenler, oksijenli seskiterpenler ve diterpen polifenoller sayesinde yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca mikrobiyal gelişmenin inhibisyonunu sağlanarak ve TBARS değerlerini de önemli ölçüde düşürdüğü gözlenmiştir. Adaçayının antioksidatif ve antimikrobiyal aktiviteleri sayesinde et ve et ürünleri için potansiyel bir koruyucu özelliği olduğu belirlenmiştir (Šojić vd., 2018).

#### **2.4. Propolis**

Propolis, kavak, meşe, çam, huş, kestane, okaliptüs gibi ağaçların yaprak, tomurcuk ve benzeri kısımlarından toplanan ve balmumu ile karıştırılarak kovanda reçineli kokulu, tutkal gibi yapışkan ve koyu sarıdan kahverengiye renklendirilmiş birçok farklı amaç için kullanılan bir arı ürünüdür (Korkmaz, Kutluca& Genç, 2008).

Propolisin genel bileşimi % 50 reçine ve bitkisel balsam, % 30 mum, % 10 aromatik ve uçucu yağlar, % 5 polen ve % 5 organik kalıntı içeren diğer maddeleri içermektedir (Burdock, 1998). Propolisin kimyasal kompozisyonu, coğrafi köken (Kumazawa vd., 2004, Lu vd., 2005, Kalogeropoulos vd., 2009), propolisi toplayan bal arılarının türleri ya da ırkları (Miorin vd., 2003; Silici ve Kutluca, 2005; Sawaya vd., 2006; Cunha vd., 2013) ve toplandığı sezona bağlı olarak değişmektedir (Bankova vd., 1998, Sforcin vd., 2000, Chen vd., 2008).

Propolisin aktif bileşenlerini, kütle spektroskopisi, kütle spektroskopisi ve nükleer manyetik rezonans ile birleştirilmiş gaz kromatografisi gibi birkaç teknik kullanarak tanımlaması muhtemeldir. Bununla birlikte, bileşenlerin açık konsantrasyonunun belirlendiği genel bir bileşimi karakterize etmek mümkün değildir (Zabaiou vd., 2017).

Propolisin ana kimyasal bileşimini flavonoller, dihidroflavonoller, flavonlar, flavanonlar ve kalkonlar, fenolik asitler veya bunların esterleri, yağ asitleri, stilbenler, terpenler, aromatik aldehytler, alkoller ve  $\beta$ -steroidlerin dahil olduğu flavonoidlerin oluşturduğunu kaydetmiştir (Watanabe vd., 2011).

Çizelge 2.2.'de propoliste tespit edilen bileşik grupları verilmiştir.

Çizelge 2.2. Propoliste bulunan bileşik grupları (Kumova, 2002)

<b>Bileşikler</b>	<b>Tanımlanan Bileşik Sayısı</b>
Flavanoidler	38
Hidroksiflavonlar	27
Hidroksiflavononlar	11
Kalkonlar	2
Benzoik Asit ve Türevleri	12
Asitler	8
Esterler	4
Benzaldehit Türevleri	2
Sinamil ve Sinamik Asit ile türevleri	14
Alkoller, Ketonlar, Fenoller	8
Heteroaromatik Bileşikler	12
Terpen ve Sekuterpen ve Türevler	7
Alifatik Hidrokarbonlar	6
Sekuterpen ve Triterpen Hidrokarbonlar	11
Steroller ve Steroid Hidrokarbonlar	6
Mineraller	22
Şekerler	7
Aminoasitler	24

Uçucu fenolik asit kısmı, güçlü yapışkan özellikleri ve kompleks kimyasal bileşiminin yanında mekanik safsızlıklar nedeniyle propolis, güçlü ve kendine özgü bir kokuya ve bitter tada sahiptir (Thomson, 1990).

Propolis, 15 °C'nin altında katı ve kırılğan bir yapıdadır. 25-45 °C arasında sıcaklıklarda esnek, yumuşak ve yapışkandır. 45 °C'nin üzerinde yapışkanlık özelliği daha da artmakta, 60-70 °C aralığında da sıvı forma dönüşmektedir. Fakat bazı propolis örneklerinin erime noktası 100 °C'ye ulaşmaktadır. Propolis ve ekstraktlarının muhafazası 1- 12 °C sıcaklıkta, koyu amber

kaplarda ve direk ışık almayan ya da karanlık ortamda olmalıdır. Ayrıca propolisin etanol ile hazırlanan ekstraktların muhafaza süresinin daha uzun olduğu bildirilmiştir (Krell, 1996).

Propolis, antioksidan ve antibakteriyel gibi önemli biyolojik özelliklere sahip fenolik bileşikler açısından zengindir. Propolisin antibakteriyel aktivitesi, kompleks propolis kompozisyonu, fenolik ve diğer bileşikler arasındaki sinerjik etki ve protein sentezini geciktirme gibi çeşitli mekanizmalarla açıklanabilmektedir (Torlak ve Sert,2013).

Propolisin antioksidan kapasitesinin ise, yüksek seviyede içerdiği flavonoidler, tanenler ve serbest radikal temizleme etkinliğine sahip terpenoidler gibi polifenolik kompozisyonlarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Propolisin hem enzimatik hem de enzimatik olmayan antioksidan aktivitelerine sahip olduğu belirtilmektedir (Alm-Eldeen, Basyony, Elfiky& Ghalwash, 2017). En etkin radikal temizleme özelliğine sahip bileşen flavonoid bileşikler arasında olan kuersetindir. Ayrıca antiinflamatuvar etkisi en yüksek olan fenolik bileşiktir. Propolisin yapısında bulunan kafeik asit ve türevleri, ferulik asit, gibi hidrosinnamik asitler, protokateşik asit ve gallik asit gibi hidrobenzoik asitler, emülsiyon ve lipit sisteminde güçlü antioksidan etkiye sahip maddelerdir (Memmedov vd., 2017).

Propolisin antioksidan aktivitesi üzerine literatürde geniş kapsamlı bilgi mevcuttur ve halen araştırılmaya devam etmektedir. Propolisin yüksek antioksidatif aktivitesi sayesinde gıda sanayisinde oksidasyonu önlemede ve besleyici bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği saptanmıştır (Katalinić vd., 2004). Ayrıca yapılan çalışmalarda propolisin su aktivitesi, pH dengeleme, renk koruma, gıdaların ağırlık kaybını önleme, mikrobiyal bozulmayı engelleme gibi fonksiyonları belirlenmiştir (Bernardi vd., 2013). Propolis içerisinde çok sayıda yararlı bileşen bulundurur. Khurshid vd., (2017)'de yaptığı çalışmada bazıları tespit edilmiştir. Ayrıca henüz tanımlanamayan olası daha fazla potansiyele sahip olduğu, insan sağlığı açısından da yararlı olduğu belirtilmiştir.

#### **2.4.1. Propolisin Farklı Gıdalarda Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Propolisin gıda teknolojisinde kullanılmasını amaçlayan çalışmalar antioksidan, antibakteriyel ve antifungal özelliklerinden dolayı ortaya çıkmıştır. Topal vd., (2013), marinasyon aşamasında işlenmemiş tavuğa propolis uygulamasının mikrobiyal büyümeyi engellediğini, işlenmiş etlerde TBA ve toplam uçucu bazik azot (TVBN) değerini düşürdüğünü belirtti. Han ve Park, (2002), etanolik propolis ekstraktlarının 8 hafta depolanan yağ ilaveli

etlere% 0,02,% 0,4 ve% 28 potasyum sorbat olarak konulduğunu ve saklama süresine etkisinin araştırıldığını belirttiler. Bu çalışma, propolis ile işlenmiş etlerde saklama süresinin daha uzun olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Bir çalışmada *Streptococcus* türleri, Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Helicobacter pylori* ve Vankomisine Dirençli *Enterokokların* (VRE) propolisle duyarlı suşlardan biri olduğunu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada ise pinocembrin, quercetin, galangin, naringenin, rutin gibi flavonoidler ile propolisin antibakteriyel aktivitesi ile CAPE arasında olası bir ilişki olduğunu, bu bileşenlerin bakteri membranının geçirgenliğini artırma kabiliyetine sahip olduğu bilindiğini belirtmiştir (Cornara, Biagi, Xiao& Burlando, 2017).

Propolisin koruyucu etkisinin meyve sularında araştırıldığı bir çalışmada, portakal suyunda propolis ilavesiyle sağlanan koruma sodyum benzoat, potasyum sorbat gibi kimyasal koruyucu maddelerin sağladığı koruma ile kıyaslanmıştır. Aynı oranlarda propolis, sodyum benzoat ve potasyum sorbat portakal suyu numunelerine eklenmiş ve propolis eklenen numunelerde bakteri gelişiminin önemli ölçüde önlendiği belirlenmiştir. Farklı bir çalışmada, elma, portakal, beyaz üzüm ve mandalina suyuna propolis ve sodyum benzoat ilavesi yapılmış, farklı küf türlerinin gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu örneklerde propolisin sodyum benzoata göre daha yüksek antifungal etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Koc vd., 2007; Yang vd., 2017).

Balıkla yapılan bir çalışmada ise propolis muamelesinin donmuş haldeki balığın depolama periyodunda üç kat artış olduğu belirlenmiştir (Kutluca vd., 2006).

Diğer bir çalışmada Portekiz sosisi olarak bilinen Alheira'ya etanolik propolis ekstraktı (0,28 mg/ml ) ve *Listeria monocytogenes* inoküle edilmiştir. 62 gün boyunca 4 °C' de depolanan sosislerde 8. günden itibaren propolisin, *Listeria* popülasyonunu tekniğin saptama sınırının altına düşürdüğü görülmüştür. Etanollü propolis ekstraktının mevcut kimyasal koruyuculara bir alternatif olabileceği ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatabileceğini gözlemlenmiştir (Casquete vd., 2016).

Vargas-S´anchez vd., ( 2014) 4 farklı işlemde propolis ekstraktı eklenerek üretilen sığır köftelerinin lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişimini incelemiştir. Kontrol, ticari propolis 1 (% 2), ticari propolis 2 (% 2); ve ticari olmayan propolis (% 2) şekilde hazırlanan örnekler 2 °C'de 8 gün saklanmıştır. Lipid oksidasyonu ve mikrobiyal büyüme değerlerinde azalma

gözlenmiştir. Propolis ekstraktının doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal katkı maddesi olarak sığır köftelerinin raf ömrünü uzatmak için güçlü bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada ise sprey kurutucuda propolis ekstraktı ile mikrokapsüllenmiş hamburger eti -15 °C'de 28 gün depolanmıştır. 14 gün depolandıktan sonra propolisin lipid oksidasyonunu inhibe ettiği görülmüştür. Mikrokapsüllenmiş hamburger eti koku ve tat açısından ideal ölçekten daha düşük derecelere gösterirken; renk, görünüm ve doku açısından ideal değerlendirmeler gösterdiği kaydedilmiştir (Reis vd., 2016).

Ali vd., (2010) yaptığı çalışmada propolisin taze sosislerin raf ömrü ve kalite kriterleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kontrol örneği depolamanın 12. gününde bozulurken, propolis katkılı sosis (% 0,6) 21. Günde bozulma gözlenmiştir.

4 °C'de 9 gün boyunca saklanan sazan etinin mikrobiyolojik ve duyu parametreleri üzerinde propolisinin su ve etanolik ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının etkileri değerlendirilmiştir. Toplam bakteri sayımları, psikrotrofik popülasyonlar, laktik asit bakterileri ve hatta *Staphylococcus aureus* dahil olmak üzere bozulma mikroorganizmalarına karşı etkili olduğunu ortaya koyulmuştur (Payandan vd., 2017).

Yapılan başka bir çalışmada ise propolisin su ekstraktının 2°C'de saklama sırasında vakumla paketlenmiş taze Shibuta (*Barbus grypus*) filetolarında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite üzerindeki etkilerini değerlendirilmiştir. Kontrol, sırasıyla propolisin % 0,1, % 0,3 ve % 0,5 su ekstresi ile hazırlanan örnekler çalışma gruplarını oluşturmaktaydı. Duyusal verilere göre, kontrol örneğiyle kıyaslandığında propolisin % 0,1 su özütünün eklenmesi ürünün raf ömrünü yaklaşık 6 gün uzatırken, propolisin % 0,5 su özütü, Shibuta filetolarının raf ömrünü 12 gün uzattığı belirlenmiştir (Duman ve Özpolat, 2015).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyaller**

Araştırmada materyal olarak kullanılan dana kıyması Kırklareli'nde faaliyet gösteren bir işletmeden temin edilmiştir. ½ ön kol ve ½ kaburgadan oluşan orta yağlı dana kıyması 3 numara aynası olan kıyma makinesinden 2 kez çekilerek hazırlanmıştır.

Köfte yapımında kullanılacak propolis ekstraktı (Etanolde çözündürülmüş, % 30'luk) Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.

Köftenin diğer bileşenleri soğan, galeta unu, baharatlar ve tuz da Kırklareli'ndeki yerel bir işletmeden tedarik edilmiştir.

Köftenin hazırlanmasında ve depolanmasında kullanılan kaplar ve latex eldivenler 30 dakika boyunca UV ışık altında bekletilerek steril edilmiştir ( Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. (a-b) Üretimde kullanılan gereçlerin sterilizasyonu

### 3.1.1. Kullanılan Kimyasallar

Kimyasal analizlerde kullanılan Metanol, Folin Ciocalteu reaktifi, Sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Asetik asit (glacial), Tiyobarbitürik Asit, Potasyum persülfat ve Hidroklorik asit (HCl) Merck'ten (Almanya); ABTS radikali ve DPPH radikali ise Sigma'dan (Almanya) temin edilmiştir.

### 3.1.2. Besiyerleri

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan Buffered pepton water, VRBD agar, Plate Count agar, Selenite Broth, Sodyum biselenite, SS (Salmonella-Shigella) agar, Triple Sugar iron (TSI) agar, XLD agar, DRBC agar, TBX agar, Baird Parker agar, egg yolk tellurite Merck'ten (Almanya) tedarik edilmiştir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Propolisli Köfte Üretimi

Köfte üretimi Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Köfte üretimi Çizelge 3.1.'deki reçeteye ve şekil 3.4.'deki üretim akış şemasına göre yapılmıştır. Temin edilen dana kıymasına 5 eşit parçaya bölünmüştür. 1. grup kontrol grubudur ve propolis katkısı bulunmamaktadır. Diğer dört grup sırasıyla % 0.1, % 0.3, % 0.5 ve % 1 propolis katkılı köftelerin (PKK) üretimi gerçekleştirilmiştir. Köfte numunelerine ilave edilen oranlar daha önce yapılan benzer çalışmalar incelenerek belirlenmiştir.

Köfte hamurunun hazırlanması Şekil 3.2' de, köfte hamuruna propolis ilavesi Şekil 3.3' te gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Köfte hamurunun hazırlanması

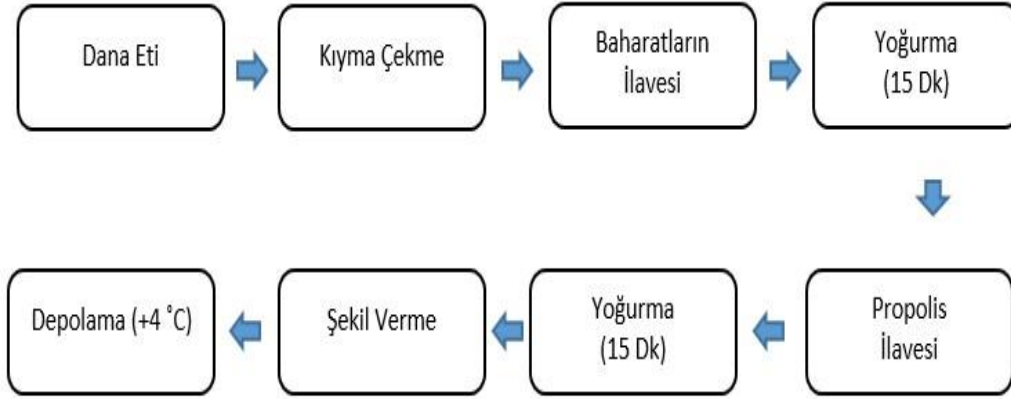


Şekil 3.3. Köfte hamuruna propolis ilavesi

Köftenin üretiminde kullanılan yöntem ve miktarlar benzer çalışmalardan edinilen bilgiler dahilinde küçük farklılıklar yapılarak oluşturulmuştur. Köfte üretiminin akış şeması



Şekil 3.4' te verilmiştir. Köfte hamurunda kullanılan maddelerin yüzde olarak miktarları ise Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Köfte üretimi akış şeması

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan maddelerin karışım yüzdeleri

Hammadde ve Katkılar	Miktar (%)
Kıyma	84
Galet Unu	10
Soğan	3
Tuz	2
Kimyon	0,5
Karabiber	0,5

Köfte hamurunun tüm bileşenleri bir araya getirilerek el ile yoğurulmuştur. Propolis katkıları ilave edildikten sonra son halini vermek üzere yine el ile şekillendirilmiştir. Köfteler polietilen tabaklara yerleştirilmiştir. 4°C'de 9 gün süreyle buzdolabında muhafaza edilmiştir. Depolamanın 1., 3., 6. ve 9. günlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz ise üretimin 1. gününde yapılmıştır.

Şekil 3.5' te polietilen kaplara alınmış köfte numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Kapaklı polietilen kaplara yerleştirilmiş köfte numuneleri

### 3.2.2. Kimyasal Analizler

#### 3.2.2.1. pH Analizi

pH analizi gerçekleştirilirken tüm köfte gruplarından 5 g örnek tartılmış ve üzerine 50 ml distile saf su ilave edilmiştir. Homojenizatör ile 1 dk boyunca karıştırma işlemi uygulanmıştır. Ölçümlere başlamadan önce pH metrenin (Hanna instruments hi 2211 pH/orp meter) kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. 0.01 hassasiyetle pH ölçümü gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

#### 3.2.2.2. Su Aktivitesi Analizi

Analizin doğru gerçekleşebilmesi amacıyla buzdolabı koşullarında depolanan numuneler ölçümlerden 30 dk önce çıkartılarak 25°C’de bekletilmiştir. Daha sonra su aktivitesi Novasina LabSwift (İsviçre) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Su aktivitesi cihazının şeffaf numune haznesi, 2/3 yüksekliğine kadar homojen hale getirilmiş örnek ile doldurulmuş ve örnek ortalama 10 dakika boyunca analize tabi tutulmuştur. Ekranında okunan su aktivitesi değeri (aw) kaydedilmiştir (Hampikyan ve Uğur, 2007).



Şekil 3.6. Su aktivitesi cihazı

### 3.2.2.3. Renk Analizi

4°C’ de depolanan köftelerin renk ölçümlerinde Konica Minolta CR- 400 (Osaka, Japonya) Kromometresi kullanılmıştır. CIE L\*, a\*, b\* (L\*: aydınlık; a\*: kırmızılık; b\*: sarılık) renk değerleri ölçülmüştür. Renk ölçümlerine başlamadan önce cihaz kalibre edilmiştir. Her örnek için 5 ölçüm yapılmış ve aritmetik ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Soyer vd., 2005).

### 3.2.2.4. TBA Analizi

Analiz için her köfteden 10 gr örnek tartılmıştır. Üzerine 50 ml saf su eklenerek homojenizatörle 1 dk boyunca karıştırılmıştır. Karışım 500 ml’lik balona alınıp üzerine 2,5 ml 4 N’lik HCl ve 47,5 ml saf su ilave edilmiştir. Destilasyon düzeneğine yerleştirilen balonların içerisindeki çözelti kaynamaya başladığı andan itibaren 10 dk süre tutulmuştur. Bu sürenin sonunda karşıdaki balona biriken sıvıdan 5 ml bir tüp içerisine alınmış üzerine daha önceden hazırlanmış olan TBA Standardı (100 ml Glacial Asetik asit’ e 0,288 g Tiyobarbitürik asit) eklenmiştir. Tüpler su banyosunda 110 °C de 35 dk süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin bitiminde soğuyan tüpler spektrofotometrede 538 nm dalga boyunda kör denemeye karşı okutulmuş değerler kaydedilmiştir. Bulunan değerler 7,8 sabitiyle çarpılarak TBA değeri hesaplanmıştır (Özpolat ve Emir-Çoban, 2012).

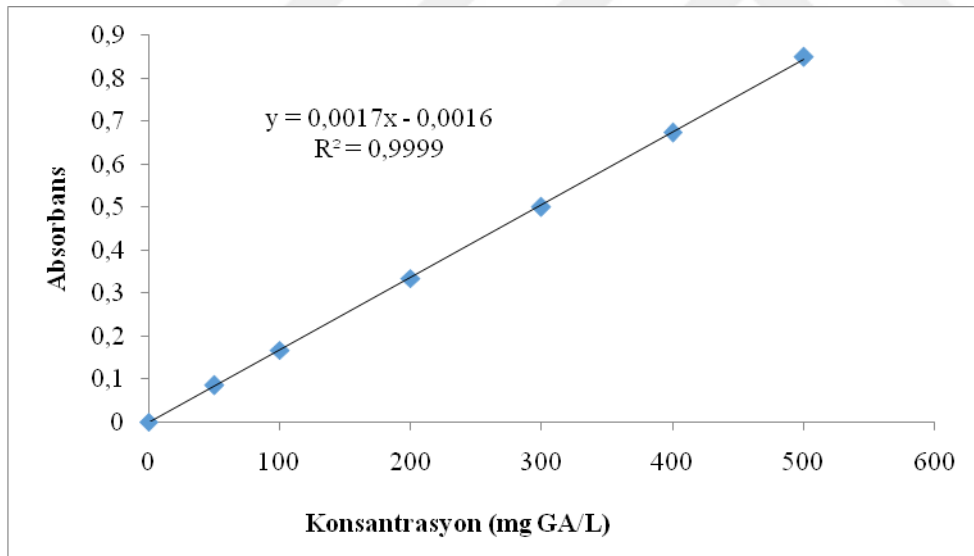
Hesaplama: TBA değeri (mg malonaldehit/kg örnek) = 7.8 x A

A= 538 nm’deki absorbans değeri

### 3.2.2.5. Toplam Fenolik Madde Analizi

Köftelerde toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Örneklerin analize hazırlanması amacıyla her grup köfteden 4'er gr tartılıp üzerine 16 ml % 80'lik metanol eklenmiştir. Ardından 1200 devirde 1 dk boyunca ince uçlu ultrasonik homojenizatör ile karıştırılmıştır. Seyreltilen köfte numuneleri 9500 rpm' de 15 °C' de 10 dakika santrifüj edilmiştir. 200 µl köfte özütüne 1 ml 0,2 N Folin-Ciocalteu reaktifi (% 10'luk) ve 1 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi (% 7,5'luk) ilave edilerek 3 dakika boyunca bekletilmiştir. Sürenin sonunda bu karışım saf suyla 10 ml' ye tamamlanmış ve 90 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Örneklerin köre karşı okuması spektrofotometrede 725 nm gerçekleştirilmiştir.

Gallik asit çözeltilerinin de aynı koşullarda absorbens değerleri tespit edilmiş ve doğrusal bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (Şekil 3.7). Örneklerin toplam fenolik madde miktarı elde edilen standart eğrinin denkleminde hesaplanmış ve sonuçlar mg GAE (gallik asit eş değeri)/L propolis ekstraktı olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).



Şekil 3.7. Gallik asit Kalibrasyon Eğrisi

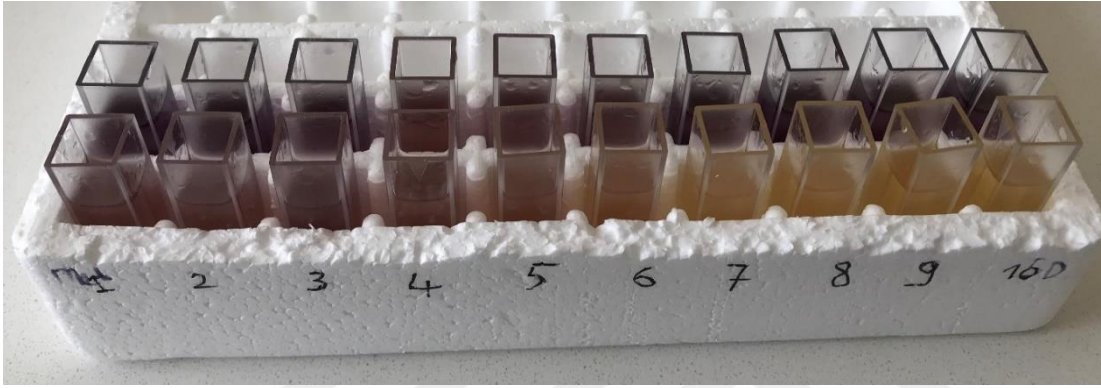
### 3.2.2.6. Toplam Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri

Köftelerin antioksidan aktivitesinin tespitinde 2 metot kullanılmıştır. Bu metotlar DPPH radikali yakalama aktivitesi ve ABTS oluşmaktadır. Ölçümler 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir ve sonuçların ortalamaları alınmıştır. Analiz sonuçları Troloks eşdeğeri (TE) olarak belirlenmiştir.

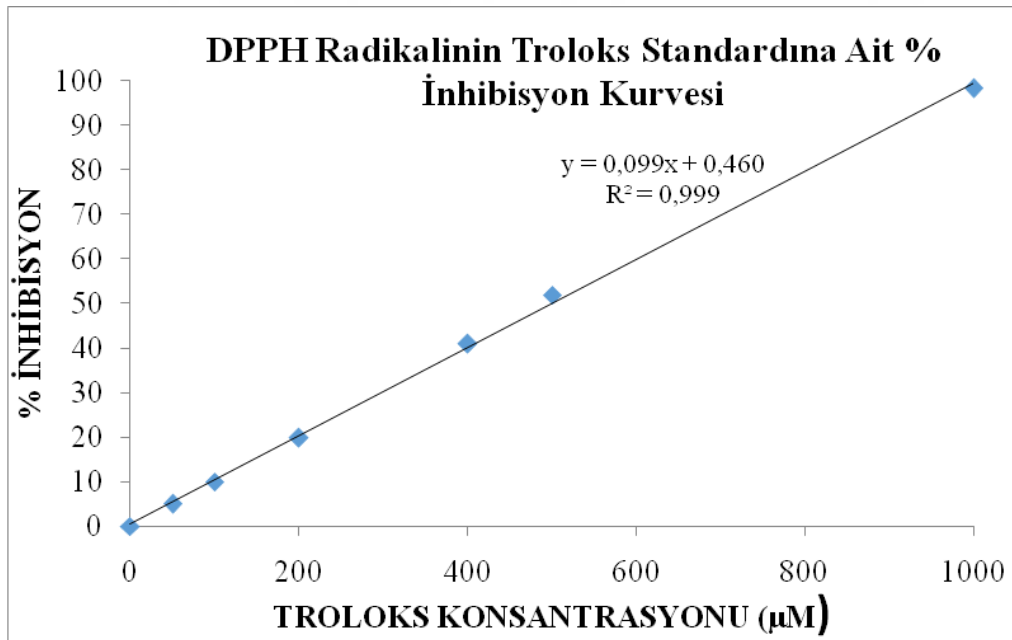
## DPPH radikali Yakalama Yöntemi

Tüplere 150 µl numune ve standart (metanol) konularak üzerine 0,1 mM DPPH radikali çözeltisinden 2,85 ml ilave edilmiştir. Metanol ile hazırlanan örnek kör olarak kullanılmıştır. Karanlıkta bir ortamda ve oda sıcaklığında 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin ardından spektrofotometrede 517 nm’de metanole karşı absorbansları okunmuştur (Kumaran ve Karunakaran, 2006; Rai vd., 2006).

DPPH radikalinin antioksidan aktiviteye bağlı renk değişimi şekil 3.8.’ de verilmiştir.



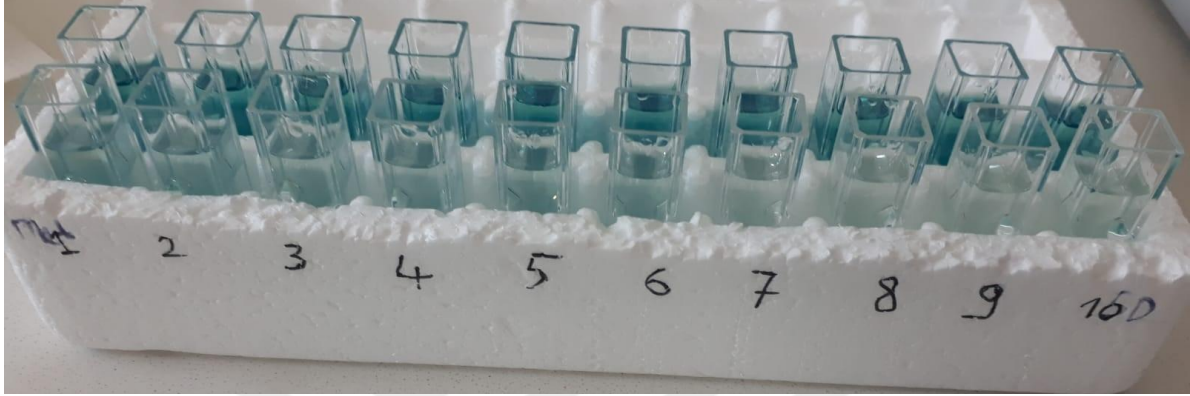
Şekil 3.8. DPPH radikalinin antioksidan aktiviteye bağlı renk değişimi



Şekil 3.9. Trolox Kalibrasyon Eğrisi (DPPH)

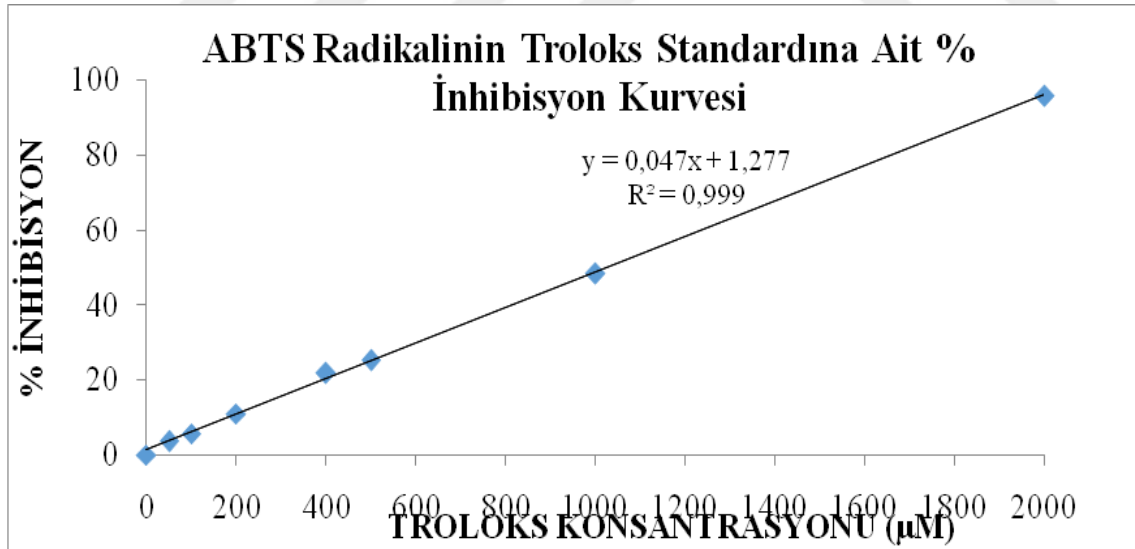
## ABTS Yöntemi

ABTS çözeltisi ile Postayum Persülfat çözeltisi eşit hacimde karıştırılarak Abts Stok çözeltisi hazırlanmış ve 16 saat boyunca karanlık ortamda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Hazırlanan çözeltinin absorbansı 0,7 okunana kadar metanol ile seyreltilmiştir. Tüplerdeki 20 µl örneklere 2 ml ABTS stok çözeltisi eklenerek 7 dakika beklenmiştir. Sürenin sonunda spektrofotometrede 734 nm’ de okuma yapılmıştır. ABTS analizinde numuneler arası renk değişimi şekil 3.10’ da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. ABTS radikalinin antioksidan aktiviteye bağlı renk değişimi

ABTS radikaline ait kalibrasyon eğrisi şekil 3.11.’de gösterilmiştir (Miller vd., 1993 ).



Şekil 3.11. Trolox Kalibrasyon Eğrisi (ABTS)

### 3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Aseptik koşullar altında steril Stomacher poşetlerine her örnekten 10’ ar g tartılarak üzerine 90 ml buffered pepton water ilave edildi ve Stomacherde 2 dk süreyle karıştırma işlemi

uygulandı. Homojen hale gelen örnekler istenilen oranda tüplere seyreltme işlemine tabi tutuldu.

Ekimler steril kabin içerisinde aseptik koşullarda gerçekleştirilmiştir. Ekime başlamadan önce petri kaplarına tarih, numune kodu, seyreltme oranı gibi bilgiler yazılmıştır. İşlemi kolaylaştırmak amacıyla dilüsyonlar seyreltikten derişik olana doğru sıralanmıştır.

Dökme plak yöntemi ile yapılan ekimlerde, uygun dilüsyonlardan petri kabına 1 ml numune alındı üzerine 15-20 ml 45- 50°C' deki besiyeri dökülmüştür. Düz bir zeminde karıştırılmış ve katılaşması beklendikten sonra ters çevrilmiştir.

Yayma plak yöntemi ile yapılan ekimlerde ise 0,1 ml numune besiyeri üzerine alınarak Drigalski spatülü ile yayma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Ekimler tamamlandıktan sonra her besiyeri uygun sıcaklık ve sürede inkübe edilmiştir.

#### **3.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı**

+4 °C'de depolanan köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, depolamanın 1., 3., 6. ve 9. günlerinde 2 tekerrürlü ve 2 paralel olacak şekilde ekilmiştir. Toplam mezofilik bakteri sayısını belirlemek amacıyla PCA besiyeri kullanılmış ve dökme plak yöntemi kullanılmıştır. Besiyerleri 35°C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Sürenin sonunda 15-300 arasında koloni oluşturanlar sayılmış ve sayım sonuçları kob (koloni oluşturan birimi) /g olarak belirtilmiştir (Halkman, 2005).

#### **3.2.3.2. Koliform Grubu Bakteri Sayımı**

Köfterin koliform bakteri sayısını belirlemek amacıyla VRBD agar kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi uygulanmıştır. Analizler köftenin 1., 3., 6. ve 9. Günlerinde gerçekleştirilmiştir. Besiyerleri 35 °C' de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda kırmızı- pembe renkte oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları kob (koloni oluşturan birimi) /g olarak belirtilmiştir (Halkman, 2005).

#### **3.2.3.3. Maya- Küf Sayımı**

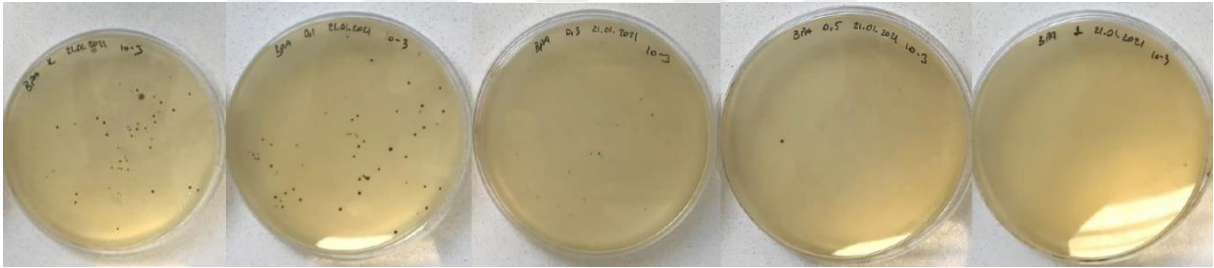
Maya ve küf sayısını belirlemek amacıyla DRBC agar kullanılmıştır. Yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Uygun dilüsyonlardan 0,1 ml alınan örnekler Drigalski spatülü ile

petrinin tamamına yayılmıştır. Ters çevrildikten sonra 25 °C de 5 – 7 gün arası inkübe edilmiştir. 15-300 arasında koloni oluşturanlar sayılmış ve bu sayım sonuçları kob (koloni oluşturan birimi) /g olarak belirtilmiştir (Halkman, 2005).

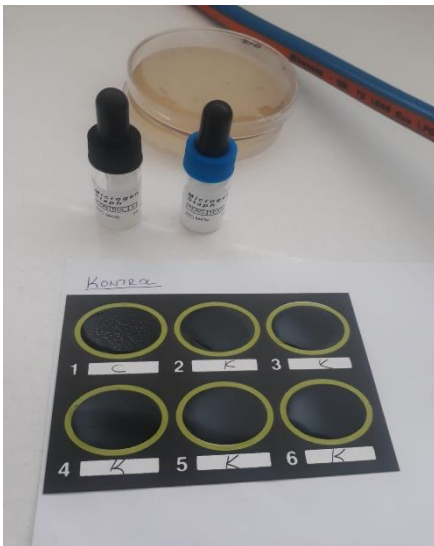
#### 3.2.3.4. *Staphylococcus Aureus* Sayımı

*S. aureus* sayımı yapılırken BPA besiyeri kullanılmıştır. BPA besiyeri *S. aureus* için selektif bir besiyeridir. Otoklavlanıp soğutulduktan sonra litreye 50 ml egg yolk tellurite olacak şekilde hazırlanmaktadır. Yayma plak yöntemi kullanılmıştır. 37°C de 48 saat inkübe edilmiştir. Siyah ortası haleli ve şeffaf zon oluşturan koloniler sayılmıştır. Microgen staph latex kit ile doğrulama testleri gerçekleştirilmiştir (Speck, 1976).

Şekil 3.12’de BPA besiyerinde *S. aureus* sayımları yapılan petriler, Şekil 3.13’te *S. aureus* kiti verilmiştir.



Şekil 3.12. Köfte numuneleri BPA besiyerinde *S. aureus* Sayımı



Şekil 3.13. Microgen staph latex kit



### 3.2.3.5. *E. Coli* Sayımı

*E.coli* sayısının belirlenmesinde TBX agar kullanılmıştır. Yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. TBX besiyerine ekim yapıldıktan sonra 30 °C’ de 4 saat canlandırma işlemi uygulanmıştır. Ardından TBX besiyerleri 20 saat boyunca 44 °C de inkübe edilmiştir. Fıstık yeşili koloniler *E.coli* olarak değerlendirilmiştir. Sayım sonuçları kob (koloni oluşturan birimi) /g olarak belirtilmiştir (Halkman, 2005).

### 3.2.3.6. *Salmonella* Aranması

*Salmonella* aranması sadece 1. gün yapılmıştır. Çiğ köfte örneklerinden 25 gram örnek tartılıp üzerine 225 ml buffered peptone water eklenmiştir. 24 saat 37 °C’de ön zenginleştirmeye bırakılmıştır. Ön zenginleştirme işlemi tamamlandıktan sonra tüplere 10 ml koyularak hazırlanmış Selenit-Cyctine Broth’a 1 ml örnek ilave edilmiştir ve 37 °C’ de 24 saat selektif zenginleştirme işlemi uygulanmıştır. Zenginleştirme işlemleri tamamlandıktan sonra örneklerden bir öze dolusu alınıp *Salmonella-Shigella* agar ve Xylose Lysine Deoxycholate agar besiyerlerine çizme usulüyle ekim yapılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. SS agar ve XLD agar besiyerinden TSI yatık agara ekim yapılışı

24 saat 37 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda oluşan siyah kolonilerden iğne öze yardımıyla önceden hazırlanmış TSI yatık agara sürme ve dibe saplama yöntemiyle ekim yapılmıştır. Yatık agarlar 37 °C’ de 24 saat inkübasyonun ardından gelişme olan tüplerde siyah renk ve gaz oluşumunun varlığı kontrol edilmiştir. Gelişme varsa

*Salmonella* vardır, gelişme yoksa *Salmonella* yoktur diye değerlendirilmiştir (Gökalp vd., 1993).

### 3.2.4. Duyusal Değerlendirme Analizi

Duyusal değerlendirme analizi Kırklareli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılacak köfteler iç sıcaklıkları ortalama 75 °C olacak şekilde 180 °C sıcaklıkta 5 dakika boyunca elektrikli ızgarada (Tefal, Türkiye) pişirilmiştir. Her köfte grubunu farklı bir harf simgeleyecek şekilde sunum yapılan tabaklara kodlanmıştır. Tadım yapılırken tarafsız değerlendirme yapılabilmesi için iki numune arasında su içilmesi önerilmiştir. Duyusal değerlendirme formları 10 cm uzunluğunda cetvel şeklinde hazırlanmıştır ve panelistlerden memnuniyetlerine göre bir işaretleme yapılması istenmiştir. Duyusal değerlendirme cetveli EK.1’de verilmiştir. Köftelerin renk, koku, lezzet, tekstür ve genel kabul beğeni kriterleri değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme analizi 2 tekerrürlü olmak üzere toplam 13 kişi ile yapılmıştır.

Duyusal değerlendirme analizi için hazırlanan köfteler ve pişirme yöntemi Şekil 3.15’te, pişmiş haldeki köfteler ise Şekil 3.16’da verilmiştir.



Şekil 3.15. Köftelerin duyusal analiz için pişirilmesi



Şekil 3.16. Pişmiş ve gruplandırılmış köfteler

### 3.2.5. İstatistiksel Analiz

Denemeler iki tekerrür ve iki paralel olacak biçimde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen verilere SPSS (22.0; SPSS Statistics/IBM, Armonk, NY) programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanı belirlemek amacıyla ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır ( $p < 0.05$ ).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Ph Analizi Sonuçları

TS 10580 Köfte-Hamburger Köfte (Pişmemiş) Standardına göre köftelerin pH değerleri 5.2 ile 6.3 arasında olmalıdır (Anonymous, 2010). Çalışmada kullanılan örneklerin pH değerleri de 5,84 ile 6,17 arasında değişim göstermiştir. 9 günlük depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol grubunda tespit edilirken en düşük pH değeri % 1 PKK grubundadır.

Köftelere ait pH analizi sonuçları çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Köfte numunelerinin pH değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	5,91±0,07 <sup>aB</sup>	5,98±0 <sup>aAB</sup>	5,99±0,03 <sup>aAB</sup>	6,17±0,02 <sup>aA</sup>
% 0,1 PKK	5,91±0,04 <sup>aA</sup>	5,94±0,09 <sup>aA</sup>	5,96±0,07 <sup>aA</sup>	6,15±0,02 <sup>aA</sup>
% 0,3 PKK	5,92±0,04 <sup>aB</sup>	5,94±0,03 <sup>aB</sup>	5,95±0,06 <sup>aB</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>
% 0,5 PKK	5,90±0,05 <sup>aA</sup>	5,91±0,07 <sup>aA</sup>	5,95±0,01 <sup>aA</sup>	6,06±0 <sup>bA</sup>
% 1 PKK	5,84±0,04 <sup>aB</sup>	5,87±0,04 <sup>aAB</sup>	5,89±0,02 <sup>aAB</sup>	6,00±0,01 <sup>bA</sup>

*a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

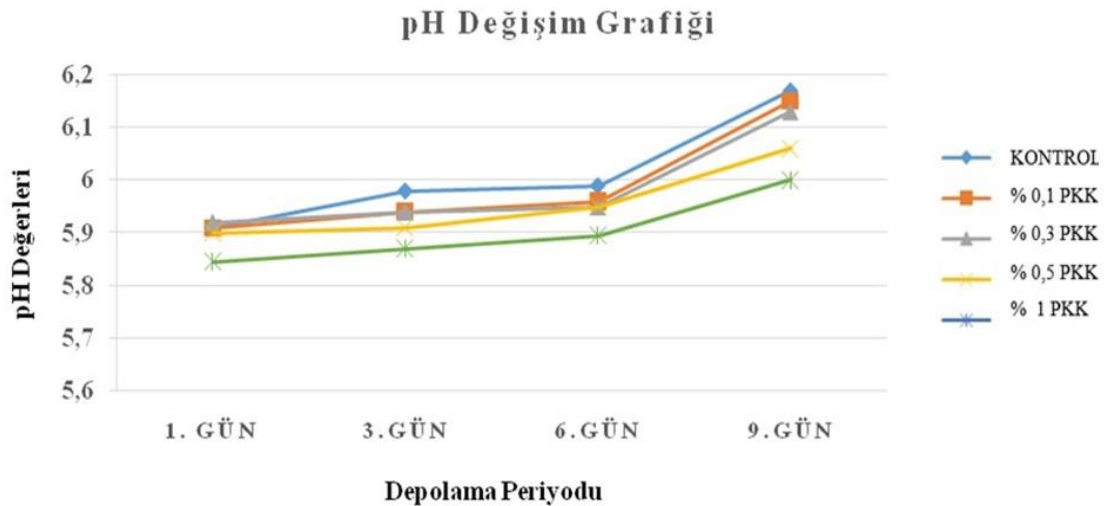
+4 °C'de depolanan köftelerin pH değerleri incelendiğinde % 0,5 propolis katkıli köftenin ve % 1 propolis katkıli köftenin (p<0.05) dışındaki gruplarda propolis ilavesinin anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Depolamanın 1. günü hariç diğer günlerde kontrol grubunun pH değerleri propolis katkıli köftelerden daima yüksek olduğu tespit edilmiştir. pH değerinin artması ette mikrobiyal gelişmeyi arttırdığından arzulanan bir durum değildir. Bu nedenle özellikle depolamanın 9. gününde pH değerleri sırasıyla kontrol, % 0,1 PKK, % 0,3 PKK, % 0,5 PKK, % 1 PKK olacak şekilde arzu edilen bir düşüş gözlenmiştir. Propolis katkısının ve miktarının pH değerinde olumlu bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Candan (2019) Tavuk köftelerinde propolis katkısının kalite kriterlerini nasıl etkilediği üzerine yaptığı çalışmada propolis ile muamele edilen köfte numunelerinin pH değerlerinin depolama süresi boyunca daima kontrol örneğine göre daha düşük pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.'e bakıldığında köftelerin tüm gruplarında 1. günden 9. güne doğru bir artış olduğu görülmüştür. Kontrol grubu ve %1 PKK için 1. ve 9.günü arasında farklılık anlamlı iken (p<0.05), 3 ve 6. günlerde önemsizdir. %0.3 PKK için sadece 9. günde anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Ancak bu artış %0.1 PKK ve %0.5 PKK için önemsizdir (p>0.05).

pH analizine ait veriler şekil 4.1.' de grafikte gösterilmiştir.



#### Şekil 4.1. Köfte numunelerinin pH değerleri

Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere depolamanın 1. gününde tüm köfte gruplarının pH değerleri birbirine yakındır ve 5,8 ila 5,9 arasında değişmektedir. 3. ve 6. günlerde 1. güne göre önemli bir artış göstermezken 9. günde tüm gruplar en yüksek pH değerlerine ulaşmıştır.

Literatürdeki benzer çalışmalara bakıldığında benzer şekilde Yarpuz kullanılarak üretilen köfterin 9 günlük depolama süresi boyunca tüm köfte gruplarının pH değerleri arttığı görülmüştür (Guliyeva, 2020)

Farklı oranlarda hayıt tohumu tozunun sığır köftesinin raf ömrüne ve kalite kriterlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da depolama süresince tüm grupların pH değerlerinin arttığı ve hayıt tohumu tozu içeren köftelerin pH değerlerinin kontrol grubu örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Arslan, 2021).

Başka bir çalışmada ise yer fıstığı zarı eklenen köftelerin soğukta muhafazası boyunca pH değerleri ölçülmüştür. Yer fıstığı zarı ilavesinin köfte gruplarının pH değerlerini azalttığı ancak tüm grupların pH değerlerinin günden güne arttığı kaydedilmiştir (Bıyık, 2020).

#### 4.2. Su Aktivitesi Analizi Sonuçları

Köftelerin 9 günlük depolama periyodu boyunca gerçekleştirilen su aktivitesi analiz değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Bu veriler ışığında köftelerin depolama süresince aw değerleri 0.95 ile 0.97 arasında değişiklik göstermektedir.

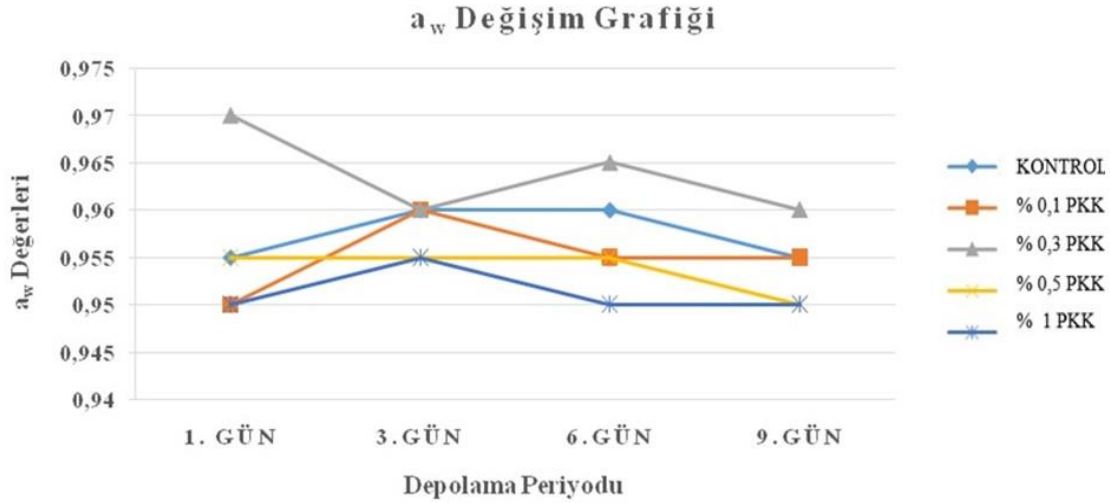
Çizelge 4.2. Köfte numunelerinin su aktivitesi değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	0,955±0	0,96±0	0,96±0	0,955±0
% 0,1 PKK	0,95±0	0,96±0	0,955±0	0,955±0
% 0,3 PKK	0,97 ±0,01	0,96±0	0,965±0	0,96±0,01
% 0,5 PKK	0,955±0	0,955±0	0,955±0	0,95±0
% 1 PKK	0,95± 0	0,955±0	0,95±0 <sup>aA</sup>	0,95±0

*a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Depolama süresi boyunca köftelerin  $a_w$  değerlerinde değişimler meydana gelmiştir. Ancak değişimlerin anlamlı fark oluşturmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Köfte örneklerinin kendi aralarındaki istatistiksel değerlendirmesinde de anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Propolis ilavesinin su aktivitesi değerleri üzerinde bir değişim meydana getirmediği tespit edilmiştir.

Şekil 4.2.'de Köftelerin su aktivitesi değerlerindeki değişim gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Köfte numunelerinin su aktivitesi değerleri

Şekil 4.2.'e göre 1. günde % 0,3 PKK, 0,97 ile en yüksek  $a_w$  değerine sahiptir. Diğer grupların  $a_w$  değerleri ise 0,95-0,955 arasında değişim göstermiştir. Depolamanın 3., 6. ve 9. Günlerinde köfte örneklerinin  $a_w$  değerleri 0,95 ile 0,965 aralığında kalmıştır. 9. günde ise yine en yüksek  $a_w$  değerine 0,96 ile % 0,3 PKK grubunda rastlanmıştır.

Literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Candan (2019) propolis ile hazırlanan tavuk köfteleri ile yaptığı çalışmada propolisin su aktivitesi üzerine etkisinin depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bir farklılık meydana getirmediğini tespit etmiştir.

Hayıt tohumu tozu ilave edilerek hazırlanmış köfterin  $a_w$  değerlerine bakıldığında katkı maddesinin su aktivitesi değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Arslan, 2021).

Benzer bir çalışmada farklı formülasyonlarda çemen ile hazırlanmış hamburger köftelerin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, depolamanın 0. ve 30. günlerinde genel olarak gruplar arasında su aktivitesi değerlerinde istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir (Köker, 2020).

Farklı bir çalışmada sığır köfterine çördük otu eklenerek kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Çördük otunun köftelerin su aktivitesi üzerine önemli etkisi olmadığı belirlenmiştir (Cabi-Çarşı, 2018).

### 4.3. Renk Analizi Sonuçları

Renk ölçüm sistemlerinde L\* değeri siyahtan beyaza 0-100 puanlık bir ölçekte renk açıklığını temsil eder; a\* değeri kırmızı (+) ve yeşil (-) ve b\* sarı (+) ve mavi (-) arasındaki renkleri belirlemede kullanılır (Ebadi vd., 2019).

#### 4.3.1. Köftelerin L\* Değerleri

Gıda maddelerinin rengi ürünün tazeliği ve albenisi hakkında ilk izlenimi verir. Bu nedenle kalite kriterleri arasında en önemli parametredir. Renk parametrelerinden L\* değeri açıklık ya da parlaklığı simgeler. Çizelge 4.3.'e bakıldığında köftelerin L\* değerleri 40 ila 45 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.3.'te Köfte numunelerinin L\* değerleri verilmiştir.

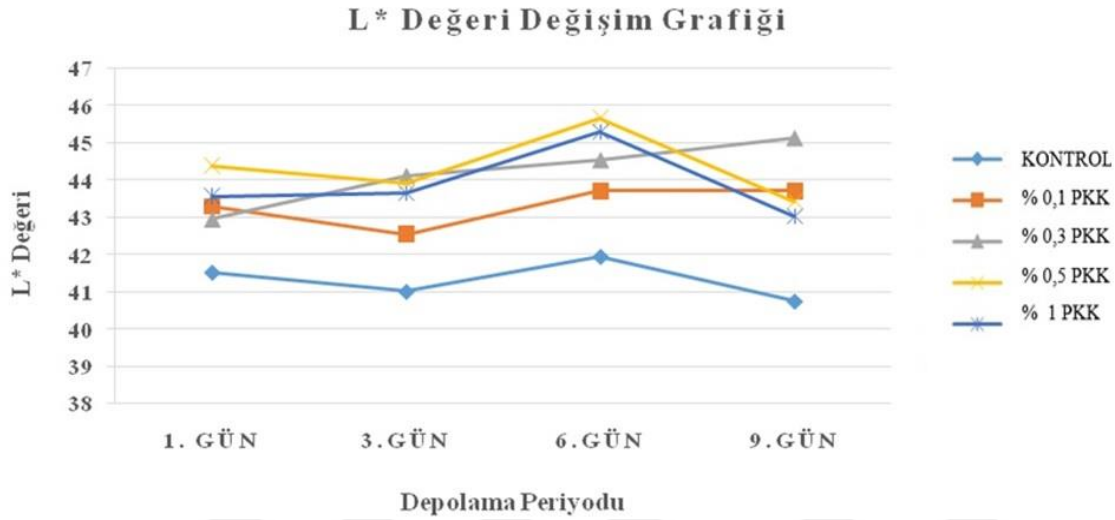
Çizelge 4.3. Köfte numunelerinin L\* değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	41,52±1,73	41,01±2,03	41,95±3,95	40,75±2,85
% 0,1 PKK	43,28±2,64	42,55±0,83	43,7±1,68	43,71±2,5
% 0,3 PKK	42,94±1,73	44,12±3,02	44,54±6,42	45,13±6,42
% 0,5 PKK	44,37±2,81	43,91±3,93	45,66±0,71	43,42±0,71
% 1 PKK	43,56±2,22	43,64±0,67	45,28±1,02	43,03±1,02

a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Köftelerin 9 günlük depolama süresi boyunca L\* değerlerinde bazı artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Ancak bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır ( $p>0.05$ ). Köftelerin kendi arasındaki değerlendirilmesinde de anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Propolis katkısının köftelerin parlaklık değeri üzerine anlamlı bir etkisi belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

Şekil 4.3.'te köftelerin L\* değerlerindeki değişim gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Köfte numunelerinin L\* değerleri

Depolama boyunca kontrol grubu köftelerin L\* değeri diğer tüm gruplardan düşük olduğu Şekil 4.3.'te açıkça görülmektedir.

Benzer bir çalışmada bezelye protein eklenerek oluşturulmuş Tekirdağ köftesi örneklerinin L\* değerleri açısından birbirlerine göre farklı olmadıkları ve istatistiksel olarak da farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir (Özabracı, 2019).

Bamya müsülaj, nar çekirdeği yağı ve kekik yağı ile kombine edilerek köftelere farklı yenilebilir kaplamalar yapılmış ve kalite parametrelerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere bakıldığında sonuçlar bu çalışmaya benzer şekilde L\* değerinin anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür (Tercanlı, 2021).

Propolis ekstraktının tavuk köftelerine doğrudan ve kaplama olarak kullanıldığı bir çalışmada da propolis ilavesinin köftelerin L\* değerini anlamlı bir şekilde etkilemediği literatüre geçmiştir (Candan, 2019).



Elde edilen sonuçlar ile yapılan çalışmalar incelendiğinde paralellik olduğu görülmüştür.

#### 4.3.2. Köftelerin a\* Değerleri

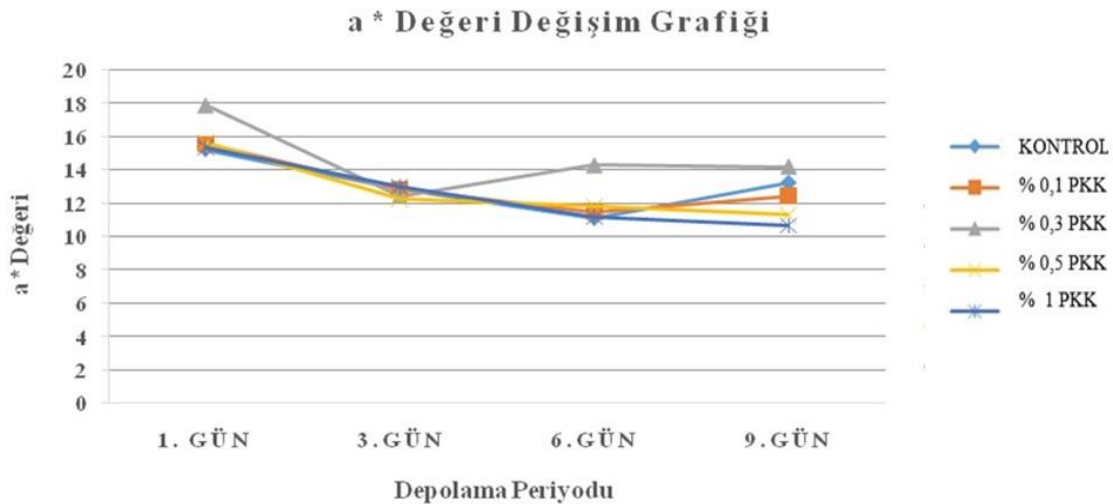
Renk parametrelerinden a\*değeri kırmızılık dercesini simgelemektedir. Çizelge 4.4.'te köftelere ait a\* (kırmızılık) değerleri verilmiştir. Buna göre a\* değerleri 10 ila 17 değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.4. Köfte numunelerinin a\* değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	15,21±2,51	12,87±1,25	11,09±0,62	13,21±0,62
% 0,1 PKK	15,55±1,95	12,83±1,46	11,48±0,73	12,44±0,33
% 0,3 PKK	17,88±1,25	12,41±1,55	14,27±4,77	14,19±2,01
% 0,5 PKK	15,64±1,9	12,24±1,16	11,8±1,21	11,28±0,58
% 1 PKK	15,32±2,48	13,02±0,14	11,17±1,68	10,68±0,18

a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Köftelerin depolanması boyunca a\* değerindeki değişimler önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Köftelere eklenen propolis miktarının a\* değeri üzerindeki etkisi anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).



#### Şekil 4.4. Köfte numunelerinin a\* değerleri

En yüksek a\* değeri 1.gün ölçümü yapılan 17,881 ile % 0,3 PKK gruba aittir. 1. Gün diğer grupların a\* değerleri birbirine çok yakındır. Tüm köfte gruplarında 1. güne göre 3. ve 6. günlerde daha düşük kırmızılık değeri ölçülmüştür. Depolamanın 9. Gününde ise ilk gün değerlerine bakılarak tüm köfte gruplarında düşüş gözlenmiştir. Ayrıca en düşük a\* değeri en fazla propolis içeren grupta (% 1 PKK) olduğu belirlenmiştir.

Kırmızı et ve tavuk etlerinden üretilen salamlara modifiye patates nişastası eklenerek bazı özellikleri üzerine etkileri incelendiği bir çalışmada a\* değerlerinin değişiminin önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Saimaiti, 2018).

Yağ ikamesi olarak incir kabuğu unu kullanılarak 5 farklı formülasyonda üretilen köftelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada da aynı şekilde incir kabuğu unu L\* değerlerinin düşüşüne neden olurken, a\* ve b\* değerlerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür (Yeşilyurt, 2020)

Başka benzer bir çalışmada ise farklı çemen formülasyonları ile sığır etinden üretilmiş köftelere vakum paketlenerek +4 °C'de 60 gün boyunca depolanmıştır. Üretilen bu köftelerin kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında ölçülen a\* değerleri 10-16 arasında bulunmuştur. Bu nedenle bulunan değerlerle paralellik göstermektedir (Köker, 2020).

Tavuk köftelerine propolis uygulanan benzer bir çalışmada ise depolama boyunca a\* değerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Candan, 2019).

#### 4.3.3. Köftelerin b\* Değerleri

Renk analizi sonucu elde edilen b\* değerleri incelendiğinde 11 ile 14 arasında bir değişim olduğu görülmektedir. Depolama boyunca en düşük b\* değerine kontrol grubu köfteler sahip olurken, en yüksek değerlerin % 1 PKK grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Depolama süresi boyunca ölçülen b\* değerleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Köfte numunelerinin b\* değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
-----------	--------	--------	--------	--------

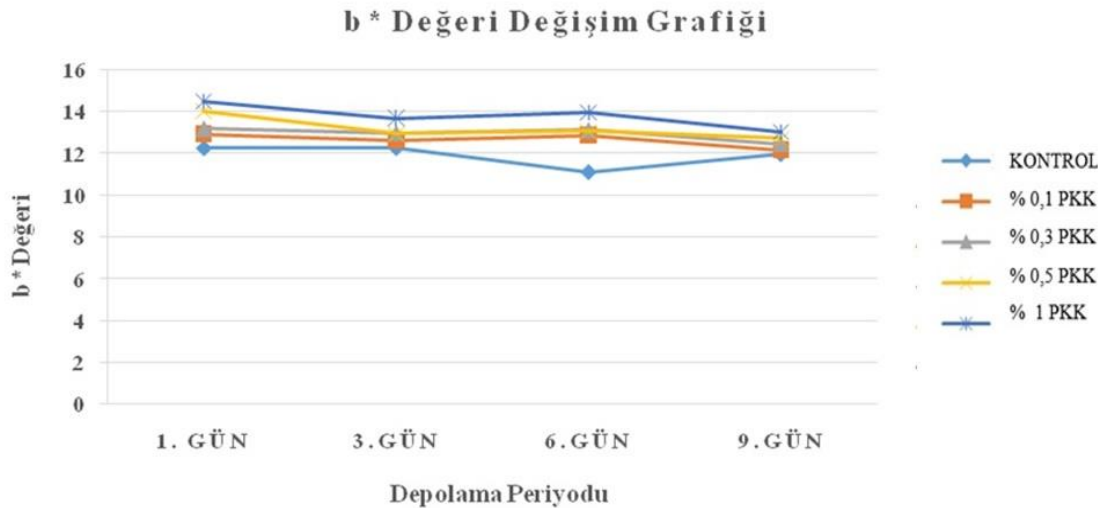
Kontrol	12,23±0,38 <sup>aA</sup>	12,24±0,24 <sup>aA</sup>	11,08±0,16 <sup>bB</sup>	11,95±0,21 <sup>aAB</sup>
% 0,1 PKK	12,92±0,37 <sup>aA</sup>	12,64±0,45 <sup>aA</sup>	12,87±0,35 <sup>aA</sup>	12,16±0,31 <sup>aA</sup>
% 0,3 PKK	13,16±0,00 <sup>aA</sup>	12,96±1,25 <sup>aA</sup>	13,09±0,16 <sup>aA</sup>	12,45±0,45 <sup>aA</sup>
% 0,5 PKK	14,02±1,61 <sup>aA</sup>	12,93±1,26 <sup>aA</sup>	13,04±0,25 <sup>aA</sup>	12,71±0,09 <sup>aA</sup>
% 1 PKK	14,47±1,31 <sup>aA</sup>	13,68±1,73 <sup>aA</sup>	13,94±0,76 <sup>aA</sup>	13,02±0,49 <sup>aA</sup>

a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Çizelge 4.5.'e göre Propolis katkılı köftelerin b\* değerleri incelendiğinde % 0,1 PKK grupta 9 gün boyunca neredeyse bir değişiklik olmamıştır ve b\* değeri yaklaşık 12 olarak ölçülmüştür. % 0,3 PKK, % 0,5 PKK ve % 1 PKK grupları ayrı ayrı incelendiğinde ise her gruba ait b\* değerleri depolama gününün ilk gününe göre gittikçe düşmüş ve depolamanın son gününde en düşük değerlerine sahip olmuştur. Ancak propolis katkılı köftelerin b\* değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak incelendiğinde hem gün bazında hem de numuneler arası farkın anlamsız olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

Kontrol grubu köftelerde 1. ve 3. günlerle 6. gün arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır ( $p<0.05$ ). Ayrıca kontrol grubu köftelerde depolamanın 6. gününde tüm propolis katkılı köftelere göre düşük b\* değeri ölçülmüştür. İstatistiksel değerlendirmede de bu değer diğerlerinden anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Köfterin depolama süresi boyunca b\* değerlerindeki değişimler Şekil 4.5.'te ifade edilmiştir.



#### Şekil 4.5. Köfte numunelerinin b\* değerleri

Şekil 4.5. incelendiğinde köftelere eklenen propolis ekstresinin miktarı arttıkça b\* değerlerindeki değişiminde ona paralel olarak arttığı anlaşılmaktadır. Depolama günleri arasında b\* değeri çok fazla değişim göstermemekle beraber köfte numunelerinin 1. gün ölçülen b\* değerleri ile 9. gün ölçülen değerler arasında düşüş olduğu açıkça görülmektedir. Kontrol grubu köftelerin daima en düşük b\* değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle propolis ekstraktı ilavesinin köftelerin b\* değerlerini yükselttiği tespit edilmiştir.

Vargas-S´anchez vd., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada aynı miktardaki 4 farklı ticari propolis ekstraktı sığır köftelerine eklenerek soğukta muhafaza edilmiştir ve propolisin antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmadaki renk ölçümleri de incelendiğinde kontrol grubu köftelerin sahip olduğu b\* değeri propolis katkılı gruplara göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Tavuk köftelerinde propolis uygulaması yapılan bir çalışmada ise tüm köfte numunelerinde depolama sonunda b\* değerlerinde azalma meydana geldiği fakat istatistiksel açıdan depolama süresinin önemli olmadığı görülmüştür (Candan, 2019).

Farklı bir çalışmada da benzer şekilde antioksidatif etki sağlamak amacıyla sığır eti köftelerine farklı oranlarda eklenen zeytin yaprağı ilave edilmiştir. Köftelere eklenen zeytin yaprağı miktarı arttıkça sarılık değerinin de arttığı literatürde görülmektedir (Acar, 2018).

#### **4.4. TBA Analizi Sonuçları**

Lipid oksidasyonu, et ürünlerinin kalitesini etkileyen aroma, renk ve doku gibi besin değerini düşüren ana faktörlerden biridir. Antioksidan bileşenler ürünün raf ömrünü uzatmak, güvenliği artırmak ve lipid oksidasyonunun neden olduğu hasarı önlemek için genellikle et ürünlerine eklenir. Et ürünlerinde meydana gelen oksidasyon işlemi sırasında oluşan hidroperoksitlerin ayrışmasının bir yan ürünü olan malonaldehit oluşumunu destekleyen kıyma, karıştırma ve pişirme dahil süreçler etin hazırlanmasını içerdiğinden, TBA analizinde elde edilen veriler çok önemlidir (Reis vd., 2017).

TS 10581 pişmemiş köfte standardında (Anonim, 2016) köfte ve dönerde lipid oksidasyonu ve özellikle TBA değeri ile ilgili bir değer belirtilmemektedir.

Köfte numunelerinin TBA değerleri Çizelge 4.6.' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Köfte numunelerinin TBA değerleri (mg MA/kg)

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	2,5±0,07 <sup>aB</sup>	3,22±0,08 <sup>aAB</sup>	3,4±0,38 <sup>aAB</sup>	3,88±0,28 <sup>aA</sup>
% 0,1 PKK	2,6±0,11 <sup>aB</sup>	3,15±0,02 <sup>aAB</sup>	3,25±0,12 <sup>aAB</sup>	3,45±0,24 <sup>abA</sup>
% 0,3 PKK	2,16±0,11 <sup>bB</sup>	2,71±0,23 <sup>bB</sup>	2,7±0,22 <sup>abAB</sup>	3,05±0,1 <sup>bcA</sup>
% 0,5 PKK	1,4±0,03 <sup>bc</sup>	1,87±0,06 <sup>bBC</sup>	2,28±0,22 <sup>bAB</sup>	2,6±0,14 <sup>cA</sup>
% 1 PKK	1,54±0,16 <sup>bB</sup>	1,83±0,2 <sup>bAB</sup>	2,12±0,12 <sup>bAB</sup>	2,48±0,18 <sup>cA</sup>

*a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Çizelge 4.6.'ya bakıldığında kontrol grubu köftelerin depolama süresince TBA değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu artışın istatistiksel değerlendirmesinde 1. gün ve 9. gün arasında anlamlı bir farklılık bulunurken (p<0.05), 3. ve 6. günlerdeki artış istatistiksel değerlendirmede anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

% 0,1 PKK grubuna bakıldığında da kontrol grubuna benzer şekilde depolama süresince ilk güne bakılarak her ölçümde TBA değerinin arttığı kaydedilmiştir. % 0,1 PKK grubunun günlere göre TBA değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05)

% 0,3 PKK ve % 1 PKK gruplarının TBA değerleri analiz edildiğinde 1. ve 3.gün arasında anlamlı bir fark bulunmazken 9. Gün ile anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0.05).

% 0,5 PKK grubunda ise 1. gün ile 3. gün ölçümlerinin kendi arasında ve 6. ve 9 gün ölçümlerinin de kendi arasında anlamlı bir fark gözlenmezken (p>0.05), diğer günlerin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.6. incelendiğinde analiz yapılan tüm günlerde sırasıyla kontrol, % 0,1 PKK, % 0,3 PKK, % 0,5 PKK, % 1 PKK olacak şekilde TBA değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Tüm ölçüm günleri için kontrol ile % 0,1 PKK grubu arasında anlamlı bir fark belirlenemezken diğer gruplarla farklılık bulunmuştur. Bu verilere dayanarak ilave edilen propolis miktarının yetersiz olduğu söylenebilir.

1., 3. ve 6. günlerdeki değerler incelendiğinde de % 0,3 PKK, % 0,5 PKK ve % 1 PKK grupları arasındaki artış farkının anlamlı olmadığını tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

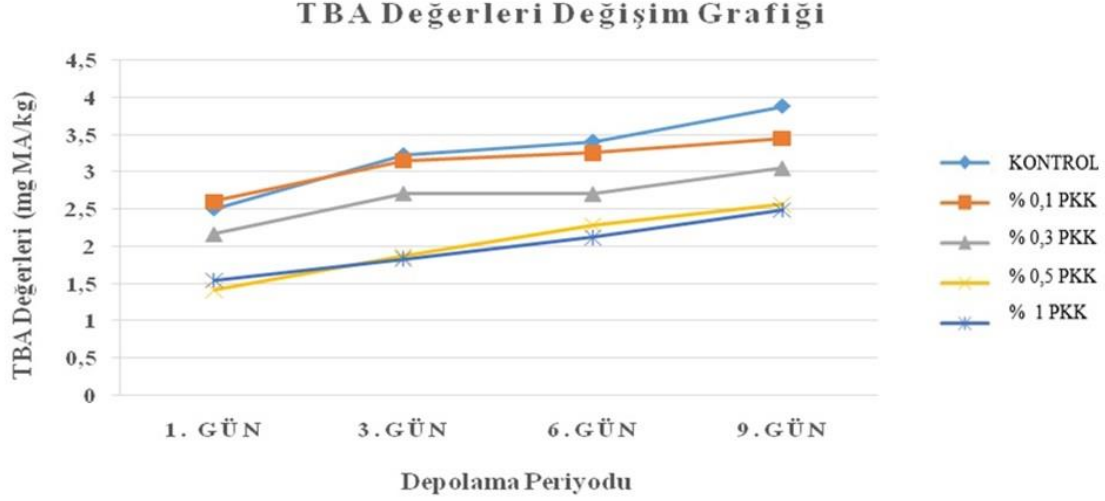
9. güne gelindiğinde ilk 6 güne göre değerlerin tüm gruplarda en yüksek seviyeye geldiğini görmek mümkündür. Yani köftelerde meydana gelen oksidasyon ürünlerinin miktarı artmıştır ve propolisin antioksidan etkisi köftede bulunan propolis ekstraktının konsantrasyonuyla paralel olarak artış göstermiştir. Depolamanın sonunda köftelerde oluşan antioksidan etki büyükten küçüğe; % 1 PKK > % 0,5 PKK > % 0,3 PKK > % 0,1 PKK > Kontrol, şeklinde ifade edilir.

Köfte örneklerinin günlük değerlendirmesi yapıldığında depolamanın 1. Gününde kontrol grubu ile % 0,1 PKK numunelerinin TBA değerlerinin diğer gruplara kıyasla daha yüksek olup birbirine yakın olduğu görülür. Bu gruptaki köftelerin aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). TBA değerleri propolis miktarı arttıkça azalış göstermiştir. Kontrol < % 0,1 PKK < % 0,3 PKK < % 0,5 PKK < % 1 PKK olacak şekilde bir düşüş görülmüştür. TBA değerlerindeki bu düşüş kimyasal bozulmanın propolis katkısı ile azaldığını göstermektedir.

Depolamanın 3. günündeki TBA değerleri incelendiğinde de 1. güne benzer bir sıralama olduğu görülmüştür. Kontrol grubu ile % 0,1 PKK numunelerinin aralarındaki fark önemsiz iken ( $p>0.05$ ), diğer propolisli köfte grupları ile anlamlı bir farklılık oluşturmuştur ( $p<0.05$ ). Ancak 1. günden farklı olarak tüm köfte gruplarının TBA değerleri ilk güne kıyasla artış göstermiştir.

Depolamanın 6. gününde tüm köfte grupları üçüncü depolama değerlerinin üzerine çıkmıştır. Oksidasyon artışı görülmüştür ancak kontrol grubu köftelerde en yüksek değere rastlanırken propolis katkısı arttıkça bu değerlerin daha düşük seviyede kaldığını söyleyebiliriz.

Depolamanın 9. gününde tüm köfte grupları en yüksek TBA değerine sahiptir. Bu artışlar köftelerin daha önceki depolama günleriyle karşılaştığımızda % 1 PKK numunesini depolamanın son gününde aldığı TBA değerinin (2,48), Kontrol grubu köftelerin ilk gün ölçülen TBA değerinin (2,5) altında olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak % 1 PKK örneklerinde 9. gün depolama ile meydana gelen TBA miktarının kontrol köftelerin en düşük değerinin altında kaldığını böylece propolis katkısının kimyasal bozulmayı kontrol altına alabilen bir antioksidan bir madde olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 4.6. Köfte numunelerinin TBA değerleri (mg MA/kg)

Şekil 4.6.'ya bakıldığında tüm grupların TBA değerlerinin genel olarak arttığı görülmektedir. Lipid oksidasyonunun her geçen gün arttığı sonucu çıkarılabilir. Köfte örneklerine eklenen propolis ekstraktının miktarı arttıkça TBA değerlerinin kontrol örneğine göre düşük olduğu söylenebilir. Her analiz gününde TBA değerlerinin propolis miktarı ile ters orantılı olarak değiştiği anlaşılmaktadır.

Literatür incelendiğinde yağ antioksidan etki sağlamak için birçok farklı maddenin et ürünlerine katıldığı ve bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Propolisin taze sosislerin raf ömrü ve farklı kalite kriterleri üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada genel olarak TBA değerinin tüm numunelerde kademeli olarak arttığı ve işlenmiş numuneler için kontrollerinkinden önemli ölçüde daha düşük bir düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ali vd., 2010).

Candan (2019) tavuk köftelerine propolis uyguladığı bir çalışmada da benzer şekilde propolis ilavesi köftelerin lipit oksidasyonunun yavaşlatıldığı bu sebeple köfte örneklerinin kalite özelliklerini arttırdığını tespit etmiştir.

Karabiber uçucu yağı ilave edilmiş taze domuz filetoalarının TBA değerleri incelendiğinde depolamanın tüm günlerinde karabiber uçucu yağı ile muamele edilmiş örneklerin kontrole göre daha düşük olduğu kaydedilmiştir (Zhang vd., 2016).

Benzer bir çalışmada da adaçayının taze domuz sosislerinin TBA değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir (Sojic vd., 2018).

+4 °C depolanan sardalya balığından yapılan kadınbudu köftelerine enginar yaprağı ekstraktı ilave edilmiş ve kalite kriterleri incelenmiştir. Köftelerin TBA değerleri, kontrol, % 0,5; %1; % 1,5 ve % 2 enginar ekstraktı içeren deneme gruplarında sırasıyla 0. günde 1.13; 1.05;1.03; 1.11 ve 1,09 mg MA/kg, denemenin sonunda 2.56; 2.23; 2.16; 2.13 ve 2.03 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca tüm gruplarda TBA değeri artış gösterdiği kaydedilmiştir. Kontrolün TBA değeri enginar katkılı köftelere oranla daha fazla artış gösterdiği görülmüştür (Tirali-Çelik, 2018)

Başka bir çalışmada çiğ ve pişmiş köftelere eklenen üzüm çekirdeği tozu oranları ile TBARS değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu ayrıca depolama süresi boyunca üzüm çekirdeği tozu eklenmeyen çiğ ve pişmiş köftelerin TBARS değerlerinin artış gösterdiği kaydedilmiştir (Arslan, 2019).

Jayawardana vd., (2019), yeşil ve siyah çay (*Camellia sinensis* L.) ekstrelerinin kürlenmemiş domuz sosislerinin TBARS değerlerini, tüm (% 0,05,% 0,10,% 0,20 ve% 0,30) konsantrasyonlar için önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir.

#### 4.5. Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları

Fenolik bileşikler, doğal antioksidanlar içerisinde en önemli sırayı almaktadırlar. Bu yüzden bir maddenin antioksidan aktivitesi, içerdiği fenolik madde miktarından etkilenmekte olup, fenolik madde miktarının yüksek olması antioksidan aktivitesinin de yüksek olmasını sağlamaktadır (Tekeli ve Sezgin, 2007).

Köfte numunelerinin toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Köfte numunelerinin toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/ kg)

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	630,44± 7 <sup>cA</sup>	614,9± 4,9 <sup>dB</sup>	395,9± 4,9 <sup>dC</sup>	387,8± 2,1 <sup>dC</sup>
% 0,1 PKK	627,5± 7,8 <sup>cB</sup>	649,6± 3,5 <sup>cA</sup>	455,4± 7,7 <sup>cC</sup>	408,4± 7 <sup>cD</sup>
% 0,3 PKK	636,7± 4,9 <sup>cB</sup>	680,4± 6,4 <sup>bA</sup>	468,7± 7 <sup>cC</sup>	445,14± 2,1 <sup>cD</sup>
% 0,5 PKK	681,9± 4,9 <sup>bA</sup>	691,5± 1,4 <sup>bA</sup>	537,8± 5,9 <sup>bB</sup>	492,2± 3,5 <sup>bC</sup>
% 1 PKK	756,9± 2,12 <sup>aB</sup>	789,3± 1,4 <sup>aA</sup>	683,4± 2,7 <sup>aC</sup>	639,9± 4,2 <sup>aD</sup>



*a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Çizelge 4.7. incelendiğinde kontrol grubu köftelerin fenolik madde miktarının 1. günden 9. güne doğru azalış gösterdiği görülmektedir. Köfte hamurunda mevcut olan baharatların toplam fenolik madde içeriklerinin depolama boyunca azaldığını söylemek mümkündür. Propolis katkılı köftelerin toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde tüm grupların 1. günden 3.güne doğru bir artış olduğu görülmektedir. Propolis katkısının köftelere eklendiği günden 3. güne kadar toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı düşünülmektedir. Ayrıca propolisli köfte gruplarının tümü için toplam fenolik madde miktarı 3. gün maksimum seviyededir. Propolis katkılı köftelerin 3. günden itibaren 9. güne kadar düzenli bir düşüş olduğu görülmektedir. Böylece kontrol grubu dahil olmak üzere tüm köfte grupları için minimum fenolik madde miktarının 9. günde olduğu anlaşılır.

Çizelge 4.7. incelendiğinde depolamanın 1. gününde propolis miktarları arttıkça toplam fenolik madde değerlerinin de genel olarak arttığını ayrıca en düşük değer % 0,1 PKK grubunda, en yüksek değer % 1 PKK grubunda olduğu görülmektedir. 1. gün numunelerinin toplam fenolik madde değerlerinin istatistik değerlendirmesinde kontrol, % 0,1 PKK ve % 0,3 PKK grupları arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır (p>0.05). % 1 PKK grubu ve % 0,5 PKK grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Bu durumun % 0,1 ile % 0,3 propolis konsantrasyonunun çok düşük bir değer olması ile ilgili olduğu söylenebilir.

Depolamanın 3. gününde numunelerin toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde 1. günde olduğu gibi köftelerdeki propolis miktarıyla doğru orantılı şekilde artış görülmüştür. İstatistik değerlendirme yapıldığında % 0,3 PKK ve % 0,5 PKK grupları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir (p>0.05). Diğer grupların birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Depolamanın 3. gününde propolis katkısının köfte hamurlarına en iyi şekilde nüfuz ettiği böylece faaliyetini en yüksek düzeyde ortaya koyduğu anlaşılmaktadır.

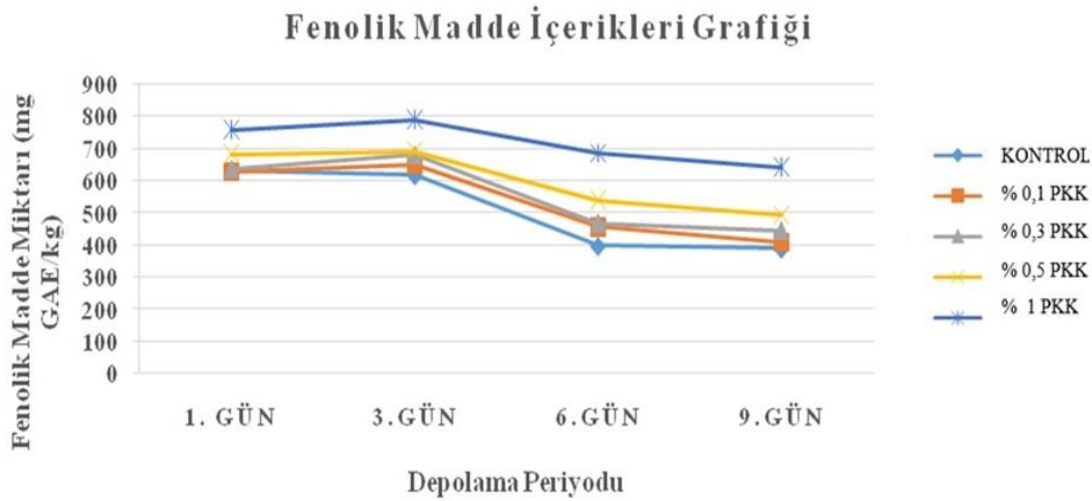
Depolamanın 6. günü incelendiğinde toplam fenolik madde değerlerinin sıralamasının Kontrol< % 0,1 PKK <% 0,3 PKK < % 0,5 PKK< % 1 PKK olduğu görülmektedir. % 0,1 PKK ve % 0,3 PKK numunelerinin aralarında anlamlı bir fark bulunmazken (p>0.05) diğer tüm gruplar birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Depolamanın son gününde de 6. güne benzer şekilde % 0,1 PKK ve % 0,3 PKK numunelerinin aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Diğer gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Köfte numunelerini günlere göre değerlendirdiğinizde kontrol grubu köftenin toplam fenolik madde değerleri depolama süresi boyunca azalış olduğu görülmektedir. Depolamanın 6. ve 9. günü arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ), 1. ve 3. günler arasındaki fark ise anlamlı düzeydedir ( $p<0.05$ ).

Kontrol grubunun aksine % 0,5 PKK numunelerinin 1. ve 3. günler arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). 6. ve 9. günlerde aldıkları değerler ise anlamlı fark meydana getirmiştir ( $p<0.05$ ).

% 0,1 PKK, % 0,3 PKK ve % 1 PKK numunelerinin aldıkları değerler her analiz günü için değişim göstermiştir. Bu değişim istatistiksel olarak farklılık oluşturmuştur ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.7. Köfte numunelerinin toplam fenolik madde değerleri(mg GAE/kg)

Şekil 4.7.'de görüldüğü üzere en yüksek propolis ekstraktı içeren % 1 PKK grubun fenolik içeriği de en yüksek olmuştur. Depolama boyunca % 0,1 PKK ile % 0,3 PKK gruplarının fenolik madde değerlerinin birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Depolamanın 3. gününden itibaren meydana gelen fenolik madde düşüşlerinde % 0,5 PKK ve % 1 PKK grupları diğer köfte gruplarına göre daha dirençli olduğu görülmektedir. Bunun nedeni de bu gruptaki köftelerin içerdikleri propolis miktarıdır.

Benzer bir çalışmada antioksidan etki elde etmek amacıyla köfte numunelerine hayıt tohumu tozu eklenmiştir. Toplam fenolik bileşik içeriği analizi sonuçları incelendiğinde köfte karışımına ilave edilen hayıt tohumu tozunun miktarındaki artışa paralel olarak örneklerin toplam fenolik içeriğinin de arttığı görülmektedir (Arslan, 2021).

Başka bir çalışmada ise farklı oranlarda propolis ilave edilerek hazırlanan yoğurt ve ayranların toplam fenolik madde içerikleri incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında genel olarak propolis miktarındaki artışa paralel olarak toplam fenolik madde miktarı artarken, muhafaza günlerindeki artış ile TFM miktarındaki azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Çelik, 2016).

#### 4.6. Toplam Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları

Köftelerin antioksidan kapasitesinin ölçülmesi amacıyla iki farklı yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem DPPH radikalinin süpürücü etkisi diğeri ise ABTS radikalinin süpürücü etkisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

##### 4.6.1. DPPH Analizi Sonuçları

DPPH radikal çözeltisi, antioksidan aktiviteye sahip ekstrakt ile karıştırılınca indirgeme reaksiyonu gerçekleşir. Bu esnada koyu mor renge sahip olan DPPH radikali çözeltisinin renginde mordan sarıya bir dönüşüm meydana gelir. Renkte meydana gelen azalma spektrofotometrede 517 nm’ de ölçülerek toplam antioksidan kapasite belirlenir.

Köftelerdeki numunelerin DPPH analizi sonuçları Çizelge 4.8.’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Köfte numunelerinin DPPH analizi değerleri ( $\mu\text{M}$  Trolox/kg).

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	114,88± 6,36 <sup>cA</sup>	73,92± 3,53 <sup>dB</sup>	116,33± 6,36 <sup>dA</sup>	91,09± 6,36 <sup>dA</sup>
% 0,1 PKK	131,53± 16,2 <sup>bcAB</sup>	115,85± 3,53 <sup>bcB</sup>	157,22± 7 <sup>cA</sup>	134,18± 4,24 <sup>dAB</sup>
% 0,3 PKK	126,38± 5,7 <sup>bcC</sup>	111,39± 2,12 <sup>cC</sup>	314,77± 3,53 <sup>bA</sup>	249,75± 14,8 <sup>cB</sup>
% 0,5 PKK	159,04± 2,82 <sup>bc</sup>	126,38± 2,12 <sup>bD</sup>	506,5± 4,9 <sup>aA</sup>	405,41± 4,9 <sup>bB</sup>
% 1 PKK	236,21± 5,65 <sup>aC</sup>	197,19± 2,8 <sup>aD</sup>	532,46± 10,6 <sup>aA</sup>	497,9± 5,5 <sup>aB</sup>

*a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Çizelge 4.8.'e göre en düşük değerin 23,915 µM Trolox/kg, en yüksek değerin 532,46 µM Trolox/kg olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. incelendiğinde kontrol grubu köftelerin depolama süresince aldığı DPPH değerlerinin propolisli köfte gruplarına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yine tablodaki veriler ışığında depolama periyodu boyunca % 1 PKK köfte numunelerinin en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Böylece propolis ilavesinin köftelerin DPPH değerlerini arttırıcı bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

1. gün verilerine göre yapılan istatistik çalışmada % 1 PKK grubu ile diğer köfte grupları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Bu durumun sebebi % 1 PKK grubuna katılan propolisin konsantrasyonunun en yüksek olmasıdır.

Depolamanın 3. gününde ölçülen verilere bakılarak en düşük dpph değerinin kontrol grubunda, en yüksek değerin ise % 1 PKK grubu köftelerde olduğunu kontrol grubundan % 1 PKK grubuna doğru genel bir artış olduğunu söylenebilir. Verilerin istatistiksel analizi yapıldığında kontrol grubu ve %1PKK grubu köftelerin diğer tüm gruplar arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (p<0.05). % 0,1 PKK grubun % 0,3 PKK ve % 0,5 PKK ile arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0.05). Bu üç grupta bulunan köftelerin propolis katkılarının birbirine yakın olması nedeniyle DPPH değerleri arasında belirgin bir farklılık meydana gelmemiştir (p>0.05).

Depolamanın 6. günü DPPH analizi yapılan köftelerden elde edilen veriler incelendiğinde diğer günlerde olduğu gibi en düşük değer kontrol grubunda en yüksek değere ise % 1 PKK grubunda olduğu belirlenmiştir. Yine diğer günlere benzer şekilde propolis katkısıyla DPPH değerleri arasında paralel bir artış olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 6. gününde tüm numunelere yapılan DPPH analizi verileri maksimum değere ulaşmıştır. Yapılan istatistiksel çalışmada % 0,5 PKK ile % 1 PKK DPPH değerleri aralarındaki fark anlamlı bulunmamış olup (p>0.05) diğer köfte grupları arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur (p<0.05).

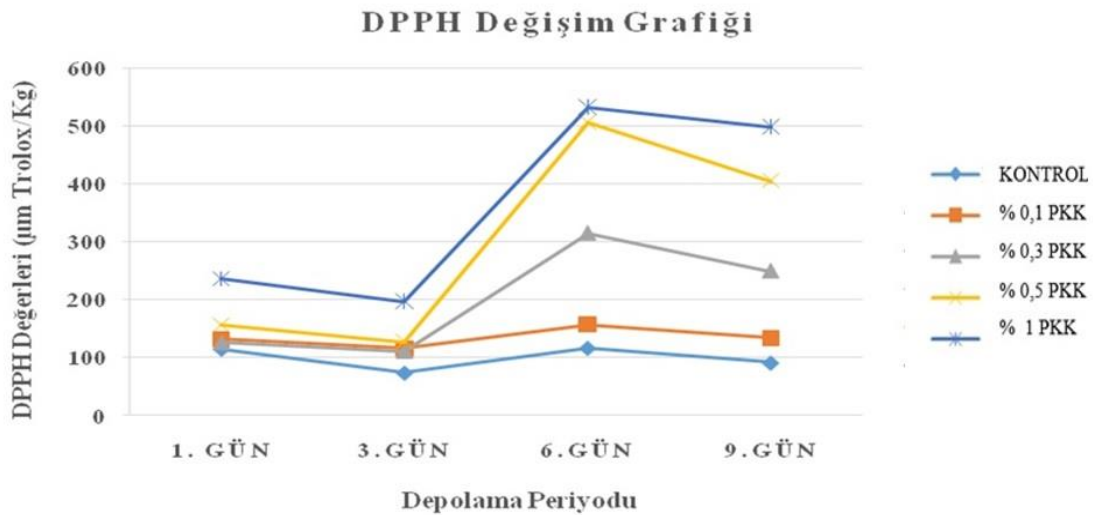
Depolamanın son gününde yapılan DPPH analizi verileri incelendiğinde 6. güne kıyasla tüm numunelerin değerlerinde azalma söz konusudur. Bu azalışa rağmen 1. ve 3. güne kıyasla

DPPH değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Numunelerin DPPH değerleri ile yapılan istatistik incelemede kontrol grubu ile % 0,1 PKK numunesinin arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Diğer propolisli köfte numuneleri birbirileri ile ve kontrol grubu köfteler ile arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Köfte numunelerinin ayrı ayrı her analiz günü için incelenmesinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Genel olarak tüm numuneler için 3. gün ölçülen değerlerin 1. günden daha düşük olduğu, 6. günde yeniden bir artış gösterip 9. gün yeniden azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu dalgalanmanın sebebi köfte hamuru içerisine ilave edilen propolisin yanı sıra baharatlarında olmasıdır.

Kontrol grubu köfteler en düşük değeri 3. günde elde etmiştir ayrıca istatistik çalışmada 3. gün ile diğer günler arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). % 0,1 PKK numunelerinde ise anlamlı farklılık 3. ve 6. günler arasında olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). % 0,3 PKK numunesinin değerlendirilmesinde 1. ve 3 günler birbirinden farksız olduğu tespit edilirken diğer günlerde aldıkları değerler farklıdır. % 0,5 PKK ve % 1 PKK numunelerinin istatistiksel değerlendirmesinde değerlerin tüm analiz günleri için anlamlı farklılık ortaya koyduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Şekil 4.8’de köfte numunelerinin DPPH değerleri değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.8. Köfte numunelerinin DPPH analizi değerleri

Şekil 4.8.’de görüldüğü üzere numunelerin antioksidan aktiviteleri 3. günden sonra artış göstermiştir. 3. ve 6. gün arasında tüm köfte gruplarında artış gözlemlenirken 6. günden sonra

düşüş görülmüştür. % 1 PKK grup en yüksek konsantrasyona sahip olması nedeniyle tüm günlerde en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. % 0,1 PKK grubun propolis miktarı çok az olması nedeniyle kontrol grubuyla arasında neredeyse fark gözlenmemiştir. Kontrol grubunun antioksidan aktivitesi içerdiği baharatlardan kaynaklanmaktadır.

Benzer bir çalışmada farklı oranlarda propolis ilave edilerek hazırlanan yoğurt ve ayranların toplam fenolik madde içerikleri incelenmiştir. Bu çalışma ile eklenen propolis miktarı arttıkça DPPH radikali süpürme aktivitesinin de arttığı görülmüş olup en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesinin propolis katılmamış örneklerde olduğu belirlenmiştir (Çelik, 2016).

#### 4.6.2. ABTS Analizi Sonuçları

Propolis katkısının köfte numunelerine depolama süresi boyunca kazandırdığı antioksidan değerlerin belirlenebilmesi kontrol örneği ile kıyaslanabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

ABTS stok çözeltisi, yoğun mavi renge sahiptir. Bu çözelti antioksidan aktiviteye sahip ekstrakt ile karıştırılınca redoks tepkimesi meydana gelir. Koyu mavi- lacivert renkteki ABTS stok çözeltisinin reaksiyonla beraber renginde açılma gözlenir. Renkte meydana gelen açılmalar spektrofotometrede 734 nm' de ölçülerek toplam antioksidan kapasite belirlenir.

ABTS analizine ait veriler çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Köfte numunelerinin ABTS analizi değerleri

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	395,19±4,9 <sup>dB</sup>	240,33±7 <sup>dD</sup>	326,9±12 <sup>eC</sup>	500,08±4,9 <sup>eA</sup>
% 0,1 PKK	379,8±0,7 <sup>dB</sup>	281,42±2,1 <sup>cD</sup>	367,44±3,5 <sup>dC</sup>	573,29±2,8 <sup>dA</sup>
% 0,3 PKK	398,61±2,8 <sup>cC</sup>	433,99±12 <sup>bBC</sup>	453,13±11,3 <sup>cB</sup>	659,59±6,3 <sup>cA</sup>
% 0,5 PKK	459,7±3,5 <sup>bC</sup>	443,7±2,1 <sup>bC</sup>	513,7±6,3 <sup>bB</sup>	728,65±4,9 <sup>bA</sup>
% 1 PKK	495,13±5,6 <sup>aD</sup>	529,44±1,4 <sup>aC</sup>	578,63±3,2 <sup>aB</sup>	850,25±7 <sup>aA</sup>

a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Çizelge 4.9 incelendiğinde depolamanın 1. gününde kontrol ile % 0,1 PKK birbirine yaklaşık değerler almıştır bu nedenle aralarında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). % 0,3 PKK, % 0,5 PKK ve % 1 PKK köfte gruplarının aldıkları ABTS değerleri arasında anlamlı farklılık meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ). 1. günün maksimum değeri 495,13 ile % 1 PKK grubunda görülmüştür.

Depolamanın 3. günü kaydedilen değerler göz önüne alındığında % 1 PKK grubunun değerleri kontrol grubunun iki katından fazla olduğu görülmektedir. İstatistiksel değerlendirmede % 0,3 PKK ile % 0,5 PKK grupları arasında anlamlı bir fark görülmezken ( $p>0.05$ ) diğer tüm grupların ABTS değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Depolamanın 6. günü elde edilen veriler göz önüne alındığında 3. güne kıyasla tüm köfte numunelerinin ABTS değerlerinde artış olduğu görülür. Kontrol ve % 0,1 PKK numunelerinin ABTS değerleri 1.güne göre daha düşük iken % 0,3 PKK, % 0,5 PKK ve % 1 PKK gruplarının değerleri 1. ve 3. güne oranla daha yüksektir. Tüm köfte numunelerinin aldıkları ABTS değerleri arasındaki farklar istatistiksel değerlendirmede anlamlı olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

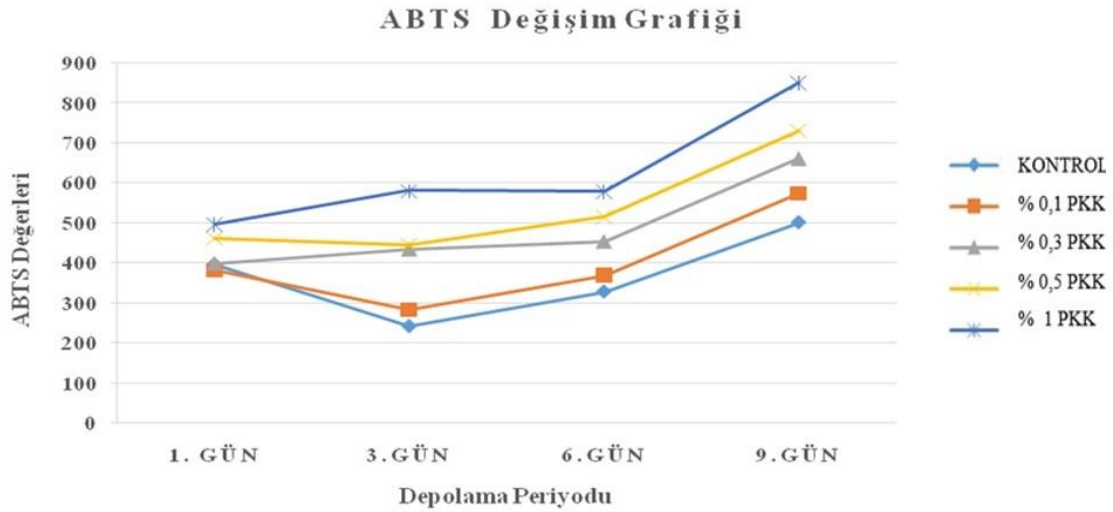
Depolamanın 9. gününde tüm numunelerin ABTS değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Kontrol grubunda da bir artış söz konusudur ancak bunun sebebi içerisinde mevcut halde bulunan baharatların antioksidan kapasitesi ile ilgilidir. Köfte numunelerinin ABTS değerleri sıralaması % 1 PKK > % 0,5 PKK > % 0,3 PKK > % 0,1 PKK > Kontrol şeklindedir. 9. gün köfte numunelerinin ABTS analiz sonuçları incelendiğinde propolis katkısı arttıkça ABTS değerleri de artmıştır. Bunun yanı sıra numunelerin birbirileri ile aralarındaki farklar da diğer günlere oranla daha fazla olmuştur. Depolamanın 9. gününde tüm köfte numunelerinin ABTS değerleri ile yapılan istatistik çalışmada her birinin aralarındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Köfte numunelerinin günlere göre değişimi incelendiğinde kontrol grubu ve % 0,1 PKK grubunun benzer bir değişim gösterdiği, depolamanın 1.gününden 3. gününe doğru bir düşüş meydana gelirken 3. günden itibaren 9. güne kadar devamlı bir artış olduğu söylenebilir. Kontrol grubu ve % 0,1 PKK grubunun depolama boyunca aldıkları ABTS değerlerinin istatistiksel değerlendirmesinde aralarında oluşan farkın anlamlı düzeyde olduğu görülür ( $p<0.05$ ).

% 0,3 PKK grubunu günlere göre değişimine bakıldığında en düşük değer 1. günde en yüksek değerin ise 9. günde olduğunu ve depolama süresi boyunca sürekli artış gösterdiğini söyleyebiliriz. % 0,3 PKK grubunun günlere göre aldığı değerlerin istatistiksel değerlendirmesinde 3. gün ile 1. ve 6. günlerin değerleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). 9. günün değerleri ile diğer günler arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

% 0,5 PKK ile % 1 PKK grubu numunelerin günlere göre aldığı değerler istatistiksel olarak incelendiğinde tüm analiz günlerinde elde edilen değerlerin aralarındaki farkların anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Şekil 4.9’ da Köfte numunelerine ait ABTS değerleri değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.9. Köfte numunelerinin ABTS analizi değerleri

#### 4.7. Mikrobiyolojik Analizlerin Sonuçları

Propolisin köftelerdeki antimikrobiyal etkisini belirleyebilmek amacıyla mikrobiyolojik ekimler gerçekleştirilmiştir. Ekimlerin sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

##### 4.7.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayım Sonuçları

Depolama süresince köftelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler çizelge 4.10.’da verilmiştir. Depolamanın 1. ve 3. gününde kontrol grubu en yüksek TMAB sayısına sahiptir. Propolis katkılı köftelerde kontrol grubu köftelere göre daha düşük bakteri görülmüştür. Kontrol grubu dahil tüm köfte gruplarında 3 günden itibaren bakteri sayılarında düşüş ve ya az artış görülmüştür. Propolisin köfteler üzerindeki antimikrobiyal



etkisi 3. günden itibaren etkili hale geldiği anlaşılmaktadır. Kontrol grubu köftelerde de depolamanın 3. ve 6. günlerinde 1. güne bakılarak düşüşler görülmüştür. Bunun sebebi ise köfte karışımında kullanılan baharatların antimikrobiyal etkisi olduğu düşünülmektedir.

Köfte numunelerine ait TMAB sayım sonuçları çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Köfte numunelerinin TMAB Sayımı Sonuçları (log kob/ gr)

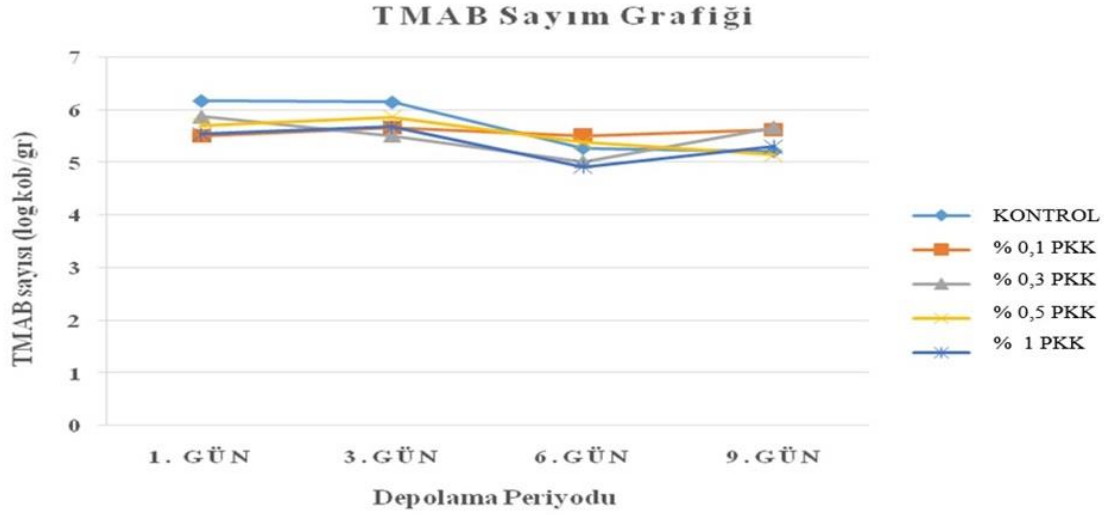
Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	6,17 ± 0,31 <sup>aA</sup>	6,14 ± 0,00 <sup>aAB</sup>	5,27 ± 1,81 <sup>aB</sup>	5,71 ± 0,37 <sup>aA</sup>
% 0,1 PKK	5,50 ± 0,12 <sup>aA</sup>	5,65 ± 0,01 <sup>cA</sup>	5,50 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,61 ± 0,04 <sup>aA</sup>
% 0,3 PKK	5,87 ± 4,36 <sup>aA</sup>	5,51 ± 0,04 <sup>dA</sup>	5,30 ± 1,64 <sup>aA</sup>	5,21 ± 0,43 <sup>aA</sup>
% 0,5 PKK	5,70 ± 0,17 <sup>aA</sup>	5,86 ± 0,01 <sup>bA</sup>	5,38 ± 0,85 <sup>aA</sup>	5,13 ± 1,72 <sup>aA</sup>
% 1 PKK	5,53 ± 0,78 <sup>aA</sup>	5,67 ± 0,00 <sup>cAB</sup>	4,91 ± 1,06 <sup>aB</sup>	5,30 ± 0,15 <sup>aA</sup>

*a-b (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Çizelge 4.10.' a bakıldığında depolamanın 1., 6. ve 9. günlerinde numuneler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir (p>0.05). Depolamanın 3. gününde ise tüm numuneler anlamlı farklılık göstermiştir (p<0.05). Propolisin köftelerin TMAB sayısı üzerindeki etkinliği depolamanın 3. gününde daha baskın hale geldiği sonucu çıkarılabilir.

Propolisin antimikrobiyal etkisi sayesinde depolamanın 3. ve 6. günlerinde köftelerdeki TMAB sayıları ilk güne göre azalmıştır. Depolamanın son gününde 6. güne göre değerlerin arttığı gözlenirken 1. güne bakılarak düşük olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.10' da Köfte numunelerine ait TMAB sayım grafiği verilmiştir.



Şekil 4.10. Köfte numunelerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Şekil 4.10. incelendiğinde 1. ve 3. günlerde köfte gruplarında bulunan toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları birbirine yakın değerlerde ve sabit şekilde kalmışlardır. Depolamanın 3. gününden itibaren 6. gününe kadar ise köfte gruplarının TMAB sayılarında bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu düşüşün köfte karışımında bulunan baharatlar ve propolisin antimikrobiyal etkisinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. 6. günden itibaren yine tüm köfte gruplarının TMAB sayılarında artış görülürken 9. günde kaydedilen değerlerin depolamanın ilk gününe göre daha az olduğu görülmektedir. Bu farkın propolisin antimikrobiyal etkisine bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.7.2. Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları

Koliform grubu bakterilerin sayımı yapılırken VRBD agar besiyerine ekim yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Köfte numunelerinin Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

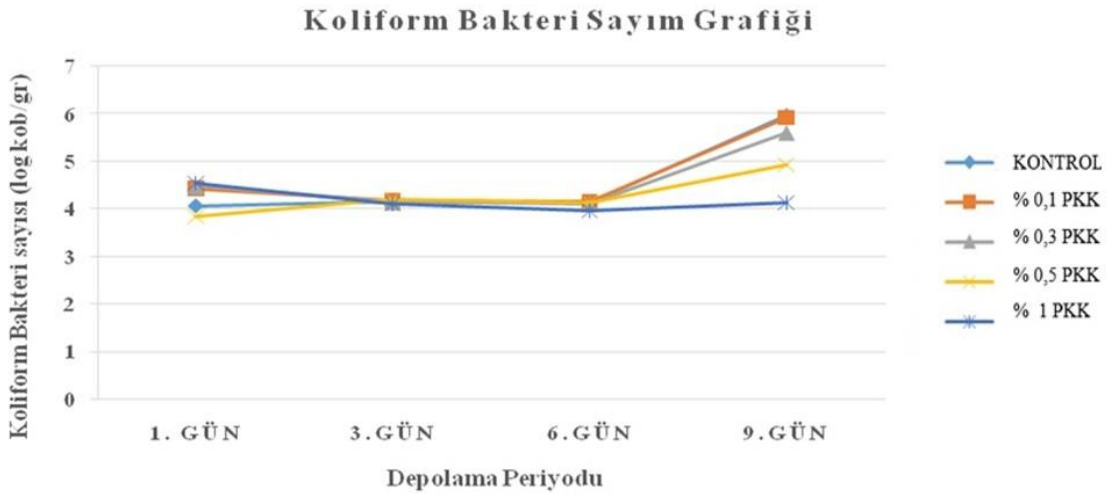
Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	4,06 ± 0,07 <sup>abA</sup>	4,14 ± 0,04 <sup>aA</sup>	4,13 ± 0,07 <sup>aA</sup>	5,96 ± 0,89 <sup>aA</sup>
% 0,1 PKK	4,41 ± 0,15 <sup>abA</sup>	4,16 ± 0,14 <sup>aA</sup>	4,14 ± 0,22 <sup>aA</sup>	5,91 ± 0,96 <sup>aA</sup>
% 0,3 PKK	4,46 ± 0,10 <sup>abA</sup>	4,12 ± 0,13 <sup>aA</sup>	4,08 ± 0,17 <sup>aA</sup>	5,59 ± 0,70 <sup>aA</sup>
% 0,5 PKK	3,83 ± 0,38 <sup>ba</sup>	4,18 ± 0,29 <sup>aA</sup>	4,11 ± 0,07 <sup>aA</sup>	4,92 ± 1,44 <sup>aA</sup>

% 1 PKK	4,52 ± 0,04 <sup>aB</sup>	4,08 ± 0,27 <sup>aA</sup>	3,94 ± 0,02 <sup>aA</sup>	4,11 ± 0,04 <sup>aA</sup>
---------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Çizelge 4.11. incelendiğinde depolama süresince % 1 PKK grubu hariç tüm köfte gruplarında genel bir artış olduğu görülmektedir. Depolamanın ilk günü en düşük değer 3,83 log kob/ gr olarak % 0,5 PKK grubunda kaydedilmiştir. % 1 PKK grubu içerdiği yüksek propolis ekstraktı nedeniyle en yüksek koliform bakteri sayısına ilk gün sahipken 9. güne doğru genel anlamda bir düşüş göstermiştir. Bu değişim istatistiksel değerlendirmede anlamlı bir farklılık meydana getirmiştir (p<0.05). Depolamanın 1. gününde % 0,5 PKK grubunun koliform sayımı en düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın anlamlı olduğu görülmüştür (p<0.05).

Koliform grubu bakteri sayım grafiği şekil 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Köfte numunelerinin Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Şekil 4.11.' e bakıldığında tüm köfte grupları için depolamanın 6. gününe kadar sabit değerlerde ilerlediğini söylemek mümkündür. 6. günden itibaren ise genel olarak tüm grupların değerleri için bir artış söz konusudur. Ancak bu artışın içerdikleri propolis konsantrasyonuna bağlı olarak en yüksek kontrol ve % 0,1 PKK gruplarında görülürken % 0,3PKK, % 0,5 PKK ve % 1 PKK köfte gruplarında içerdikleri propolis oranıyla ters orantılı olarak artmıştır.

### 4.7.3. Maya- Küf Sayımı Sonuçları

Maya küf sayısını belirlemek amacıyla pembe renkte DRBC agara ekim yapılmış meydana gelen beyaz koloniler sayılmıştır. Maya küf sayımlarının sonucunda elde edilen veriler çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

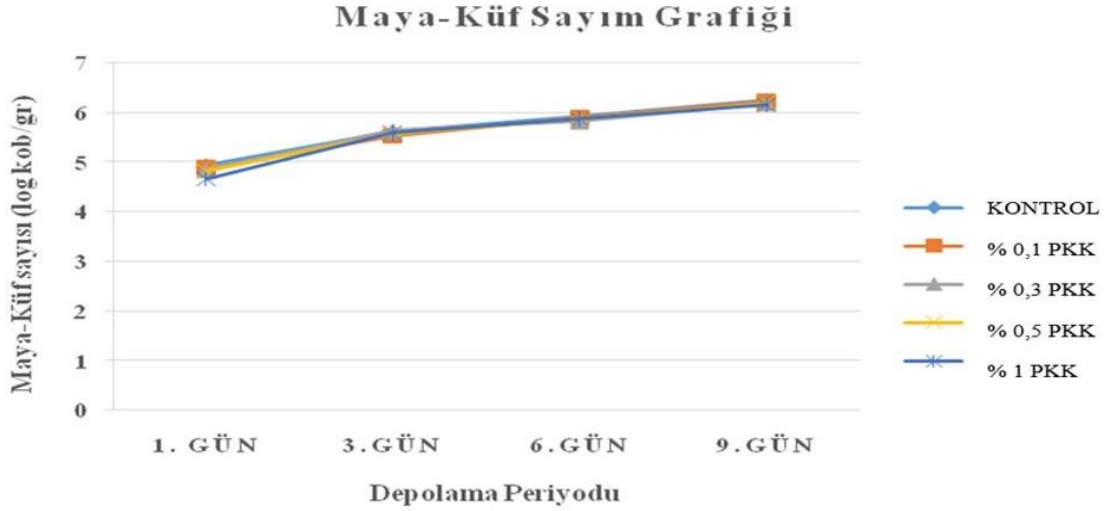
Çizelge 4.12. Köfte numunelerinin Maya- Küf Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	4,93 ± 0,12	5,59 ± 0,26	5,90 ± 0,01	6,23 ± 1,41
% 0,1 PKK	4,87 ± 0,12	5,53 ± 0,16	5,90 ± 0,07	6,22 ± 1,41
% 0,3 PKK	4,83 ± 0,21	5,63 ± 0,01	5,81 ± 0,06	6,18 ± 1,41
% 0,5 PKK	4,81 ± 0,21	5,57 ± 0,09	5,88 ± 0,01	6,18 ± 1,41
% 1 PKK	4,65 ± 0,00	5,58 ± 0,05	5,86 ± 0,11	6,16 ± 1,41

*a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). A-B (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). PKK: Propolis Katkılı Köfte.*

Çizelge 4.12. incelendiğinde depolama boyunca kontrol grubu köftelerin maya küf sayılarının (4,93-6,23) propolis katkılı tüm köfte gruplarından daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. % 1 PKK grubun maya küf değerlerinin (4,65-6,16) ise genel anlamda diğer grupların altında olduğu söylenebilir. Verilen tüm maya küf değerleri incelendiğinde 1. günde tüm köfte gruplarının en düşük maya küf sayısının olduğu depolama süresince artarak depolamanın son gününde en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Köftelerin maya küf sayılarının depolama süresi ve numuneler baz alınarak istatistiksel incelemesinde aralarında anlamlı farklılıklar olmadığı görülmüştür (p>0,05).

Köftelerin maya küf sayılarındaki değişim grafiği şekil 4.12.' de verilmiştir.



Şekil 4.12. Köfte numunelerinin Maya- Küf Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Şekil 4.12.'ye bakılarak tüm köfte numunelerinin birbirine yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Propolis katkısının köftelerin maya küf sayıları üzerinde belirgin bir farklılığa sebep olmadığını söylemek mümkündür.

#### 4.7.4. *S. Aureus* Sayımı Sonuçları

BPA besiyerine ekim yapılarak *Staphylococcus aureus* sayımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen mikrobiyolojik veriler çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Köfte numunelerinin *S. aureus* Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	3,60 ± 0,24 <sup>aA</sup>	4,20 ± 0,10 <sup>aA</sup>	4,41 ± 0,03 <sup>aA</sup>	4,37 ± 0,63 <sup>aA</sup>
% 0,1 PKK	3,80 ± 0,36 <sup>aA</sup>	4,14 ± 0,05 <sup>aA</sup>	4,39 ± 0,09 <sup>aA</sup>	4,10 ± 1,17 <sup>aA</sup>
% 0,3 PKK	3,38 ± 2,61 <sup>aA</sup>	4,02 ± 0,16 <sup>aA</sup>	4,44 ± 0,28 <sup>aA</sup>	3,02 ± 0,33 <sup>aA</sup>
% 0,5 PKK	2,69 ± 0,03 <sup>aB</sup>	4,11 ± 0,09 <sup>aAB</sup>	4,30 ± 0,22 <sup>aA</sup>	3,44 ± 0,67 <sup>aAB</sup>
% 1 PKK	3,50 ± 0,04 <sup>aA</sup>	4,08 ± 0,00 <sup>aA</sup>	4,38 ± 0,07 <sup>aA</sup>	3,34 ± 0,97 <sup>aA</sup>

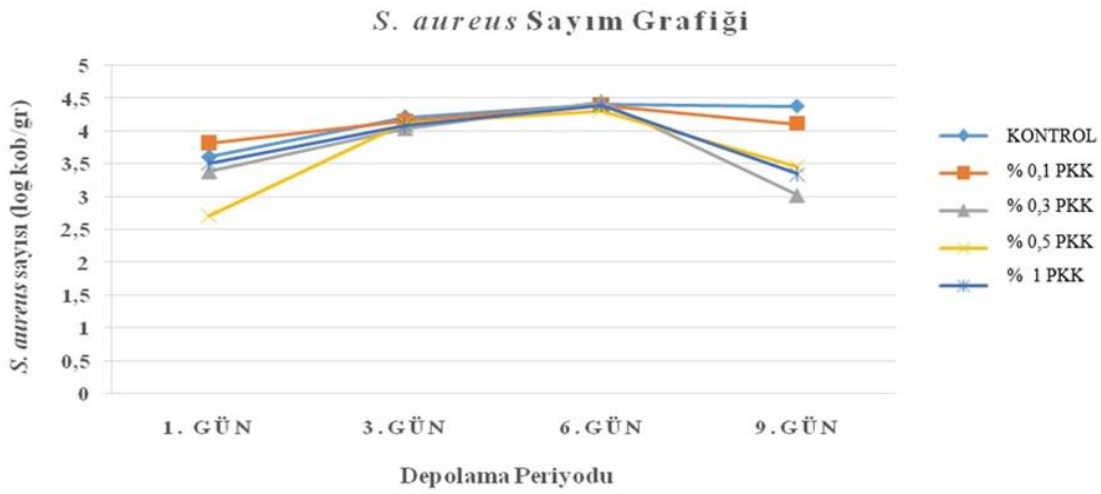
*a-b* (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, aynı gündeki farklı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p < 0.05$ ). *A-B* (→) Aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler, farklı günlerdeki aynı numuneler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ( $p < 0.05$ ). PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Kontrol grubu köftelerde depolama süresi boyunca genel olarak *S. aureus* sayılarında bir artış görülmektedir. Depolamanın son gününde (9. gün) bir azalma söz konusudur. Ancak

bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirtmemiştir ( $p>0.05$ ). Propolis katkı köftelerin 1. gün değerleri incelendiğinde en düşük değerin % 0,5 PKK grubunda olduğu görölmektedir. 1. gün değerleri birbirinden farklı olmalarına rağmen tüm grupların istatistiksel değerlendirmesinde aralarında önemli farklılık görölmemiştir ( $p>0.05$ ).

% 0,5 PKK grubu köftelerde en yüksek değer depolamanın 6. günü meydana gelmiştir, 9. gün yeniden bir düşüş kaydedilmiştir. % 0,5 PKK grubu köftelerin değerleri incelendiğinde depolamanın 1. günü ve 9. günü arasında anlamlı farklılık olmuştur ( $p<0.05$ ).

Şekil 4.13'te *S. aureus* sayımına ilişkin grafik verilmiştir.



Şekil 4.13. Köfte numunelerinin *S. aureus* Sayımı Sonuçları (log kob/gr)

Şekil 4.13.' e bakılarak depolamanın 1. gününde en düşük *S. aureus* sayısına sahip köfte grubunun % 0,5 PKK olduğu görölmektedir. Depolamanın 3. ve 6. günlerinde tüm köfte grupları birbirine çok yakın değerler alarak artış göstermişlerdir. Depolamanın 6. gününden sonra ise kontrol grubu köfteler de belirgin bir farklılık gözlenmezken propolis katkı köfte gruplarının tamamında gözle görülür düşüşler olduğu kaydedilmektedir. Depolamanın son gününde (9. gün) ise en düşük değer % 0,3 PKK grubunda görülürken % 0,5 PKK ve % 1 PKK grupları onu takip etmiştir.

#### 4.7.5. *E.coli* Sayım Sonuçları

Köftelerde *E. Coli* varlığının tespit edilmesi amacıyla TBX agar besiyerine ekim yapılmıştır. Yapılan mikrobiyolojik ekimlerde açık yeşil kolonilere oluşmamıştır. Böylece köfte numunelerinde *E.coli* bakterisine rastlanmamıştır.

*E. Coli* sayım sonuç grafiği Çizelge 4.14' te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Köfte numunelerinde *E.coli* sayımı sonuçları

Numuneler	1. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün
Kontrol	TE	TE	TE	TE
% 0,1 PKK	TE	TE	TE	TE
% 0,3 PKK	TE	TE	TE	TE
% 0,5 PKK	TE	TE	TE	TE
% 1 PKK	TE	TE	TE	TE

PKK: Propolis Katkılı Köfte. TE: 25g örnekte tespit edilmedi.

#### 4.7.6. *Salmonella* Aranması Sonuçları

*Salmonella* aranması yapılırken ilk olarak ön zenginleştirme ve selektif zenginleştirme işlemleri yapılmıştır. *Salmonella* bakterisinin gelişimini gözlemlemek amacıyla selektif zenginleştirme yapılan Selenit-Cyctine Broth'dan SS agar ve XLD agar besiyerlerine tekrar ekim yapılmıştır.

Bu iki besiyerinde siyah koloniler oluşumu gözlenmiştir. Gelişimin *Salmonella* olup olmadığını doğrulamak için ise TSI yatık agara sürme ve dibe saplama yöntemiyle ekim yapılmıştır. TSI agar besiyerinde siyah renk oluşumu ve gaz gözlenmemiştir. Böylece köfte numunelerinde *Salmonella* yoktur olarak değerlendirilmiştir.

*Salmonella* aranması sonuçları çizelge 4. 15' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Köfte numunelerinin *Salmonella* Aranması Sonuçları

Numuneler	1. Gün
Kontrol	TE
% 0,1 PKK	TE
% 0,3 PKK	TE
% 0,5 PKK	TE

% 1 PKK	TE
---------	----

PKK: Propolis Katkılı Köfte. TE: Tespit edilmedi.

#### 4.8. Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları

Propolis katkılı köftelerin kalite kriterlerinin değerlendirilebilmesi amacıyla farklı içeriklerde hazırlanan numunelerin renk, koku, lezzet, doku ve genel kabulünü içeren bir duyuşsal değerlendirme analizi yapılmıştır. İki tekerrürlü gerçekleştirilen analizin sonuçlarının ortalaması istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.15.'te Köftelerin duyuşsal değerlendirme puanları gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Köfte numunelerinin Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları

Numuneler	Renk	Koku	Lezzet	Doku	Genel Kabul
Kontrol	8,32±0,26	8,43±0,12	8,42±0,18	8,13±0,03	8,32±0,00
% 0,1 PKK	8,19±0,32	8,37±0,46	8,44±0,67	8,18±0,67	8,4±0,55
% 0,3 PKK	8,28±0,43	8,39±0,45	8,31±0,67	8,39±0,53	8,4±0,86
% 0,5 PKK	8,4±0,11	8,2±0,46	7,73±0,57	8,08±0,24	7,95±0,54
% 1 PKK	8,41±0,18	7,57±0,59	7,22±0,63	8±0,04	7,59±0,35

PKK: Propolis Katkılı Köfte.

Çizelge 4.16.'da verilen sonuçlar incelendiğinde % 1 PKK numunenin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. % 1 PKK numunede kullanılan propolis ekstraktının dolayısıyla da etil alkol miktarının diğer numunelere göre daha yüksek olması rengin daha koyu olmasına neden olmuştur. Bu nedenle panelistlerin beğenisini kazanmıştır. Köfte numunelerinin renk parametresi değerlendirmesinde farklı değerlere sahip olmalarına karşın istatistiksel değerlendirmede aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.16.'ya göre köftelerin koku parametresi değerlerine bakıldığında en yüksek değere kontrol grubu (8,4), en düşük değere ise % 1 PKK grubu (7,5) sahip olduğu görülmektedir. Propolis kendine has keskin bir kokuya sahiptir. Bu nedenle köftelerde propolis konsantrasyonu arttıkça arzu edilen köfte kokusundan uzaklaşmış propolis kokusu hakim



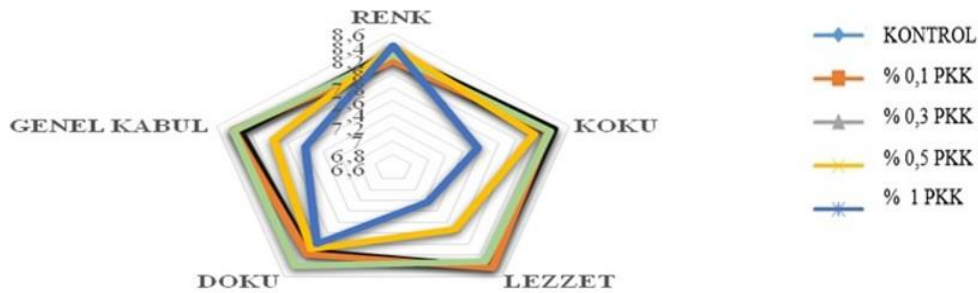
olmuştur. Koku parametresinin değerlendirme puanları tüm köfteler için farklı değer alırken istatistiksel olarak aralarındaki farklar anlamlı görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Koku parametresine benzer şekilde lezzet parametresinin değerlendirme sonuçları da kontrol grubu en yüksek, % 1 PKK grubu ise en düşük değerlendirme puanına sahip olmuştur.

Köftelerin dokusu incelendiğinde ise net bir farklılık olmamıştır. Ankete katılan panelistler de çok yakın değerlerde puanlama yapmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ).

Köftelerin genel kabul parametresi de koku ve lezzet ile paralel şekilde değerlendirilmiştir. Propolisin kendine has tadı ve kokusu köftelerde alışılmadık dışında bir etki meydana getirmiştir. Bu nedenle koku, lezzet ve genel kabul kriterleri çok farklı olmamakla beraber kontrol grubundan düşük puanlandırılmıştır.

#### Duyusal Değerlendirme Grafiği



Şekil 4.14. Köfte numunelerinin Duyusal Değerlendirme Analizi Sonuçları

Şekil 4.14. incelendiğinde kontrol, % 0,1 PKK ve % 0,3 PKK grupları tüm parametreler için birbirine en yakın değerlere sahiptir. % 1 PKK grup ise renk hariç diğer parametreler düşünüldüğünde en düşük puanlar elde etmiştir.

Candan (2019) tavuk köftelerine propolis uyguladığı bir çalışmada da benzer şekilde propolis ilavesi köftelerin duysal değerlendirme parametrelerinden koku lezzet ve genel beğeni için kontrole göre daha düşük değerler alırken renk parametresi daha yüksek değerler almıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada doğal bir antimikrobiyal ve antioksidan olan propolisin farklı oranlarda (% 0.1, % 0.3, % 0.5, % 1) ilave edilen köfte numunelerinin fiziksel, kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmada elde edilen verilere istatistik analizler yapılmıştır. 9 gün boyunca +4 °C'de depolanan propolis katkılı köfte numuneleri kontrole göre değerlendirilmiştir. Analizler depolamanın 1., 3., 6. ve 9. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Köfte numunelerine ait sonuçlar aşağıdaki gibidir.

pH değerleri tüm köfte grupları için depolama süresince artış göstermiştir. Kontrol grubu köftelerdeki pH artışı çok önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). pH değerlerindeki artış mikrobiyal artışa neden olduğundan arzu edilmeyen bir durumdur. Kontrol grubuyla kıyaslandığında % 0,5 PKK ile % 1 PKK gruplarında pH stabilitesinin en iyi olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen su aktivitesi analizi sonuçları göz önüne alındığında hem numuneler arasında yapılan karşılaştırmada hem de depolama periyodu boyunca meydana gelen değişimler anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Propolis katkısı köfte numunelerinin su aktivitesi değerlerinde bir değişime yol açmamıştır.

Renk analizi sonuçları incelendiğinde ise  $a^*$  değerlerindeki değişimin önemsiz olduğu görülmüştür ( $p > 0.05$ ).  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri ise propolis katkısı arttıkça artış gösterdiği bu artışların istatistiksel değerlendirmede önemsiz olduğu görülmüştür ( $p > 0.05$ ).

Köfte örneklerinde gerçekleştirilen TBA analizi sonuçları değerlendirildiğinde tüm köfte gruplarında depolamanın 1. gününden 9. gününe doğru sürekli bir artış olduğu belirlenmiştir. Propolis katkısı arttıkça TBA değerlerinde önemli ölçüde azalma meydana geldiği kaydedilmiştir. Kontrol grubu ile % 0,1 PKK numunelerinin aldıkları değerler birbirine çok yakın olup önemli bulunmazken ( $p > 0.05$ ), % 0,3 PKK, % 0,5 PKK ile % 1 PKK numunelerinin aldıkları değerler kontrol grubuna göre önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Depolamanın son günü olan 9. günde % 0,5 ile % 1 PKK numunelerin TBA değerleri diğer gruplardan çok önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Buna göre propolis katkısının numunelerin TBA değerlerinde önemli bir azalma meydana getirdiğini ve depolama süresince oksidasyon stabilitesini düzenlediği belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde analizi sonuçlarına göre kontrol grubu köftelerin değerlerinin propolis katkılı köftelere kıyasla tüm depolama günlerinde en düşük olduğu görülmüştür. Propolis katkısı arttıkça toplam fenolik madde miktarı da buna paralel artış göstermiştir. Propolis katkısının köftelerin toplam fenolik madde miktarlarında çok önemli bir artış sağladığı görülmüştür.

Köftelerde yapılan DPPH analizi sonuçları göz önüne alındığında tüm köfte grupları içinde kontrol grubu numunelerin değerlerinin en düşük, % 1 PKK numunelerinin ise en yüksek olduğu ve köftelere ilave edilen propolis miktarı arttıkça bu değerlerin artış gösterdiği görülmüştür. Depolamanın ilk günü yapılan DPPH analizine göre % 1 PKK de ölçülen değer kontrol grubunun yaklaşık iki katı değer alırken depolamanın son gününde kontrol grubu ile % 1 PKK arasında 5 kattan fazla bir fark oluşmuştur. Böylece propolisin güçlü antioksidatif özelliği açıkça görülmüş olup köftelerin antioksidan kapasitesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Diğer bir antioksidan kapasite belirleme analizi olan ABTS analizi sonuçları incelendiğinde tüm köfte numunelerinin ABTS değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Kontrol grubu köftelerde meydana gelen artışın ihtiva ettiği baharatlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Propolis katkılı köftelerin ABTS değerleri kontrol grubu ile kıyaslandığında daha fazla olduğu görülmüştür. Propolis katkısının ABTS değerlerinde meydana getirdiği farklar önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). % 1 PKK numunelerinin ABTS değerleri tüm analiz günlerinde en yüksek olmuştur. Propolis katkısının köftelerde antioksidan kapasiteyi arttırdığı ve en ideal propolis miktarının % 1 olduğu tespit edilmiştir.

Propolis katkısının köfteler üzerindeki antimikrobiyal etkisi de değerlendirilmiştir. Bu amaçla TMAB sayıları incelenmiştir. Genel olarak TMAB sayıları depolamanın son günü elde edilen sonuçların 1. güne kıyasla daha düşük olmuştur. Ancak meydana gelen bu azalma önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Koliform grubu bakteri sayımında % 1 PKK grubunda genel olarak bir düşüş meydana gelmiştir. 9. gün elde edilen veriler önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol dahil diğer köfte gruplarında ise depolama boyunca artış olduğu gözlenmiş olup bu artışlar önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Maya küf sayım sonuçlarına bakıldığında kontrol grubu köfte numunelerinin maya küf değerleri propolis katkılı numunelerden daha yüksek olduğu görülmüştür. En düşük maya küf

değerinin % 1 PKK grubunda olduğu belirlenmiştir. Maya küf değerlerindeki bu farklılıklar istatistik analizde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır ( $p>0.05$ ).

*S. aureus* sayım sonuçları incelendiğinde tüm köfte gruplarının birbirine yakın değerler aldığı görülmüştür. Köfte numunelerinin değerleri arasında oluşan farklılıklar anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

*E.coli* sayımları 25 g köfte örnekleri ile yapılmıştır. Tüm köfte grupları için sayım sonuçları kritik değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

*Salmonella* aranması analizinde tüm köfte gruplarında *Salmonella* olmadığı belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme tüm parametreler değerlendirildiğinde en çok beğenilen köfteler kontrol grubu olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmada propolis katkısının köfte numunelerinin mikrobiyolojik değerlerinde önemli bir değişim göstermediği görülmüştür. Kullanılan propolis miktarları propolisin antimikrobiyal özelliğinin beklenen düzeyde yansıtmadığı anlaşılmıştır. Böylece bu çalışmada kullanılan değerlerin artırılarak farklı çalışmalar yapılmasında fayda vardır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen kimyasal analizlerden özellikle pH, Toplam fenolik madde, DPPH, ABTS ve TBA analiz sonuçları propolisin güçlü bir antioksidan madde olduğunu yağ oksidasyonunu kontrol altına alarak bozulmayı geciktirdiğini göstermiştir. Bununla birlikte köftelerin raf ömrünün uzamasında rol oynayabileceği görülmüştür. Bu nedenle doğal bir antioksidan olan propolisin köfte üretiminde kullanılması tüketime uygun dozlarının araştırılıp ticarileştirilmesi ümit edilmektedir.

Antimikrobiyal etkisini daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla bu çalışmada kullanılan dozlar arttırılabilir, enkapsülasyon işlemi uygulanabilir.

Köftelerde kullanılan doz arttıkça propolisin keskin tadı ve kendine has kokusu daha belirgin hale gelmiştir. Buna bağlı olarak duyusal değerlendirme analizinde memnuniyet azalmıştır. Ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücü değiştirilebilir, doğal ve daha verimli sonuçlar sağlayan alternatif çözücüler tercih edilebilir.

## KAYNAKLAR

- Ahn, J., Grun, I.,U., Mustapha, A. (2004). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Natural Extracts in Vitro and in Ground Beef. *Journal of Food Protection*. 67 (1), 148 – 155.
- Albayrak, S., Albayrak, S. (2008). Propolis: Doğal antimikrobiyal madde. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 37, 201-215.
- Ali, F.,H., Kassem, G., M., Atta-Alla, O., A. (2010). Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Veterinaria Italiana*, 46 (2), 167 - 172
- Alm-Eldeen, A.A., Basyony, M.A., Elfiky, N.K., Ghalwash, M.M. (2017). Effect of the Egyptian propolis on the hepatic antioxidant defense and pro-apoptotic p53 and anti-apoptotic bcl2 expressions in aflatoxin B1 treated male mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*.87, 247- 255.
- Andıç, S., Zorba, Ö., Tunçtürk, Y. (2008). Köftelerin randımanı ve tekstürel özellikleri üzerine peynir altı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanımının etkisi, Türkiye 10. Gıda Kongresi Bildirileri, 21-23 Mayıs, Erzurum, 565.
- Anonim, 2007. TS 10581 Köfte- Pişmemiş. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonim, 2012. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 05.10.2020. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121205-12.htm>
- Anonim, 2016. TS 11859 Döner eti- Pişmemiş. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonymous (2010). Köfte-Hamburger Köfte, Pişmemiş. TS 10580, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- AOAC. (1990) Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Arslan, A. (2002). Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Özkan Matbaacılık Ltd. Şti., Elazığ, Türkiye, 506 s.
- Arslan, A. (2013). Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi (2. baskı). Medipres Yayıncılık, 748, Elazığ.

- Arslan, S. (2021). Hayıt Tohumu (*Vitex Agnus-Castus L.*) Tozunun Sığır Köftelerinin Çeşitli Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek lisans Tezi, Nevşehir.
- Atik, A., Gümüş, T. (2017). Propolisin gıda endüstrisinde kullanım olanakları, Akademik Gıda, 15(1), 60-65.
- Bankova, V., Boudourova-Krasteva, G., Popov, S., Sforcin, J., M., Funari, S., R., C. (1998). Seasonal Variations In Essential Oil From Brazilian Propolis. *Journal Of Essential Oil Research*, 10, 6: 693-6.
- Bankova, V.S., Castro, S.L. de, Marcucci, M.C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry ve plant origin. *Apidologie* 31, 3–15. <https://doi.org/10.1051/apido:2000102>.
- Bankova, V., Bertelli, D., Borba, R., Conti, B. J., da Silva Cunha, I. B., Danert, C., Papotti, G. (2019). Standard methods for *apis mellifera* propolis research. *Journal of Apicultural Research*, 58(2), 1-49.
- Banon, S., Diaz, P., Rodriguez, M., Garrido, M.D. and Price, A. (2007). "Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties". *Meat Science*, 77, 626–633.
- Banskota, A.H., Tezuka, Y., Kadota, S. (2001). Recent progress in pharmacological research of propolis. *Phytotherapy Research*, 15, 561–571.
- Basim, E., Basim, H., & Özcan, M. (2006). Antibacterial activities of Turkish polen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. *Journal of Food Engineering*, 77, 992-996.
- Baysal, A. (1989) "Genel beslenme bilgisi. " Genel beslenme bilgisi. Hatiboğlu.
- Bernardi, S., Fávaro-Trindade, C. S., Trindade, M. A., Balieiro, J.C., Cavenaghi, A. D., Contreras-Castillo, C. J. (2013). Italian-type salami with propolis as antioxidant. *Italian journal of food science*, 25(4).
- Bıyık, Ş. (2020). Yer Fıstığı (*Arachis Hypogaea L.*) Zarı Kullanılarak Üretilen Köftelerin Soğukta Muhafazası Süresince Lipit Oksidasyonu Ve Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Boğa, A. , Binokay, S. (2010). "Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri", Arşiv Kaynak Tarama Dergisi. 19(3).

- Buckley, D., Morrissey, P., Gray, J. (1995). "Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat", *Journal of animal science*. 73 10.
- Burdock GA. (1998). Review Of The Biological Properties And Toxicity Of Bee Propolis (Propolis). *Food And Chemical Toxicology*, 36, 4: 347-63.
- Cabi-Çarşı, Ş. (2018). Çördük Otu Tozu İlavesinin Sığır Eti Köftelerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Candan, T. (2019). Propolis Ekstraktının Tavuk Köftelerinde Doğrudan Veya Yenilebilir Kaplama Formülasyonunda Kullanımının Ürünün Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Carvalho, F., A., Lorenzo, J., M., Pateiro, M., Bermúdez, R., Purriños, L., Trindade, M., A. (2019). Effect of guarana (*Paullinia cupana*) seed and pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2°C. *Food Research International*, 125, 108554.
- Casquete, R., Castro, S., M., Jacome, S., Teixeira, P. (2016). Antimicrobial activity of ethanolic extract of propolis in "Alheira", a fermented meat sausage. *Cogent Food & Agriculture*, 2: 1125774
- Chen, Y., W., Wu, S., W., Ho, K., K., Lin, S., B., Huang, C., Y., Chen, C., N. (2008). Characterisation Of Taiwanese Propolis Collected From Different Locations And Seasons. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 88, 3: 412-9.
- Cornara, L., Biagi, M., Xiao, J., Burlando, B. (2017). Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products, *Frontiers in Pharmacology*, 8(412), 1-20.
- Çakmak, İH. (2015). Köfte Üretiminde Konjuge Linoleik Asit Kullanımının Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çelik, G. (2016). Fonksiyonel Yeni Süt Ürünleri; Propolis Katkılı Yoğurt ve Ayran. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli.
- Çiltepe, A. (2013). Yenilebilir kaplama ve filmler ile kaplanan hindi eti köftelerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, Selçuk üniversitesi, Konya.
- Da Cunha M., G., Franchin, M., Galvão, L., De Ruiz, A., De Carvalho, J., E., Ikegaki, M., De Alencar, S., M., Koo, H., Rosalen, P., L. (2013). Antimicrobial And Antiproliferative

- Activities Of Stingless Bee *Melipona Scutellaris* Geopropolis. *BMC Complementary And Alternative Medicine*, 13, 1, 23.
- Demirci, M. (2003). "Beslenme. " Beslenme. Rebel Yayıncılık.
- Demirci, M. (2005). Beslenme. Dizgi Basım. Tekirdağ.
- Doğu, S.Ö., Sariçoban, C. (2014). Et ve et ürünlerine uygulanan bazı dekontaminasyon yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3: 92-99.
- Dufresne, I., Marche, C., Clinquart, A., Hornick, J.-L., Van Eenaeme, C., Istasse, L. (2000). "Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed", *Livestock Production Science*. 65 1-2.
- Duman, M., Özpolat, E. (2015). Effects of water extract of propolis on fresh shibuta (*Barbus grypus*) fillets during chilled storage. *Food Chemistry*, 189, 80-85.
- Ebadi, Z., Khodanazary, A., Hosseini, S., M., Zanguee, N. (2019). The shelf life extension of refrigerated *Nemipterus japonicus* fillets by chitosan coating incorporated with propolis extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139. 94-102.
- Ekici, L., Öztürk, İ. ve Sağdıç, O. (2014). Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanımı, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30 1, 67-70.
- El., S. (2008). Besin Öğelerinin Gıdalara Eklenmesi, Lisansüstü ders notu, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Emir-Çoban, Ö., Patır, B. (2010). Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 5 (2), 7- 19.
- Ensoy, Ü., Coşar, B. (2006). Yüksek basınç uygulamalarının et ve et ürünlerinin duyu, fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23: 1-7.
- Ergezer, H. ve Serdaroğlu, M. (2009). "Et ve Et Ürünlerinde Oksidasyon Mekanizması ve Antioksidanların Kullanımı". *Gıda Teknolojisi*. 13:60-64.
- Erkan, T. (2010). "Gıdalardaki katkı maddeleri", *Türk Pediatri Arşivi*. 45 (4).
- Escarpa, A. and Gonzalez, M.C. (2001). "An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods", *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 31:57-139 (2001a).
- Estévez, M. (2011). "Protein carbonyls in meat systems: A review", *Meat science*. 89/ 3.



- Fawole, O. A., Makunga, N. P., Opara, U. L. (2012). "Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract", *BMC complementary and alternative medicine*. 12 1.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J. and Kuri, V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*, 69(3), 371-380.
- Frankel, E. N. (2005). *Lipid oxidation*, (2nd ed.). Dundee: The Oily Press.
- Gardana, C., Scaglianti, M., Pietta, P., Simonetti, P. (2007). Analysis of the polyphenolic fraction of propolis from different sources by liquid chromatography tandem mass spectrometry, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 45(3), 390-399.
- Ghisalberti, E.L. (1979). Propolis: a review. *Bee World*, 60, 59–84.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. (1993). Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No 69, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum 287s.
- Gökalp, H. Y, Zorba, Ö., Kaya, M. (2004). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, Türkiye, 468 s.
- Gökmen, M., Alisharlı, M. (2003). Van ilinde tüketime sunulan kıymaların bazı patojen bakteriler yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(1): 27-34.
- Gönülalan, Z., Köse, A. (2003). Kayseri ilinde satışa sunulan sığır kıymalarının mikrobiyolojik kalitesi. *Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17 (1): 49-53.
- Guliyeva, F. (2020). Yarpuz (*Mentha pulegium* L.) Kullanılarak Üretilen Köftelerin Soğukta Muhafaza Süresince Lipit Oksidasyonu Ve Renk Kararlılığının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Halkman A. K. (2005). *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 358s , Ankara.
- Hampikyan, H., Uğur, M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). *Meat Science*, 76, 327–332.

- Han, S., K., Park, H., K. (2002). Accumulation of Thiobarbituric Acid-Reactive Substances in Cured Pork Sausage Treated With Propolis Extracts. *Journal of The Science of Food And Agriculture*, 82 (13): 1487- 1489.
- Han, J., Rhee, K., S. (2005). Antioxidant properties of selected oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat, *Meat Science*, 70, 25-33.
- Hassanzadeh, P., Tajik, H., Rohani, S.M.R., Moradi, M., Hashemi, M., Aliakbarlu, J. (2017). Effect of functional chitosan coating and gamma irradiation on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Radiation Physics and Chemistry*. 141, 103- 109.
- Higginbotham, K. L., Burris, K. P., Zivanovic, S., Davidson, P. M., Stewart, C. N. (2014). Aqueous extracts of *Hibiscus sabdariffa* calyces as an antimicrobial rinse on hot dogs against *Listeria monocytogenes* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Food Control*, 40(Supplement C), 274–277.
- Hygreeva, D., Pandey, M., Radhakrishna, K. (2014). "Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products", *Meat science*. 98 1.
- Hygreeva, D., Pandey, M. C. (2016). Novel approaches in improving the quality and safety aspects of processed meat products through high pressure processing technology - A review. *Trends in Food Science & Technology*. 54, 175– 185
- İçöz, A., Kayışoğlu, S. (2012). Tekirdağ'da Tüketime Sunulan Hamburger ve Piliç Burgerlerin Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. *Academic Food Journal*, 10(2), 63–68.
- İçöz, A. (2017). Tekirdağ Köftesinin Farklı Oranlarda Jelatin, Gliserol ve Kekik Ekstraktı İçeren Çözelti ile Kaplanmasının Raf Ömrüne Etkisinin Araştırılması. *Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ*.
- İnal, T. (1992). *Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü*. Final Ofset. İstanbul.
- Jayawardana, B., C., Warnasooriya, V., B., Thotawattage, G., H., Dharmasena, V., A., K., I., Liyanage., R. (2019). Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43 (2).

- Kalogeropoulos, N., Konteles, S.,J., Troullidou, E., Mourtzinou, I., Karathanos, V.,T. (2009). Chemical Composition, Antioxidant Activity And Antimicrobial Properties Of Propolis Extracts From Greece And Cyprus. *Food Chemistry*, 116, 2: 452-61.
- Kang, H.-K., Kang, G.-H., Na, J.-C., Yu, D.-J., Kim, D.-W., Lee, S.-J., Kim, S.-H. (2008). "Effects of feeding *Rhus verniciflua* extract on egg quality and performance of laying hens", *Food Science of Animal Resources*. 28 5.
- Kang, S.,N. (2016). Ethanol extracts from mistletoe (*Viscum album L.*) act as natural antioxidants and antimicrobial agents in uncooked pork patties during refrigerated storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29 (1), 109-118.
- Karabudak, E. (2002). Etlerdeki Lipid Peroksidasyonunun Bir Ürünü Olarak Malonaldehid ve Ölçüm Yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi / Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 3 1( 1): 43-48
- Katalinić, V., Radić, S., Ropac, D., Mulić, R., & Katalinić, A. (2004). Antioxidative activity of propolis from Dalmatia (Croatia). *Acta medica Croatica: casopis Hrvatske akademije medicinskih znanosti*, 58(5), 373-376.
- Keçeci, S. (2018). Sığır Eti Köftelerinin Bazı Fizikokimyasal, Tekstürel ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Farklı Düzeylerde Dondurarak Kurutulmuş Çeşitli Sebze Turşusu Tozlarının Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Khurshid, Z., Naseem, M., Zhaib, S. (2017). Propolis: A natural biomaterial for dental and oral healthcare. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*.
- Koc, A.N., Silici, S., Mutlu-Sariguzel, F., Sagdic, O. (2007). Antifungal activity of propolis in four different fruit juices. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 57–61.
- Korkmaz, A., Kutluca, S., Genç, F (2008). Propolis, Samsun, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü.
- Korkmaz, A. (2018). Köfte Üretiminde Kurutulmuş Ekmek Kullanımının Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Köker, Ö. (2020). Farklı Çemen Formülasyonları İle Üretilen Hamburger Köftelerin Fizikokimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

- Kömürcü, Ş., 2013, Farklı seviyelerde tuz, yağ, ve karragenan içeren sığır eti köftelerinin mikrodalga ile pişirme özelliklerinin belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Krell, R. (1996). Value-added products from beekeeping (No. 124). Food & Agriculture Org.
- Kundakcı A, Ergönül B. (2009). Ege bölgesi geleneksel köfte çeşitleri. II, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29.
- Kumaran, A., Karunakaran, R.J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97: 109–114.
- Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. (2004). Antioxidant Activity Of Propolis Of Various Geographic Origins. *Food Chemistry*, 84, 3: 329-39.
- Kumova, U.,(2002). Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2 (2), 10-24.
- Kundakcı A, Ergönül B. (2009). Ege bölgesi geleneksel köfte çeşitleri. II, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29.
- Kuşoğlu, E. (2015). Aspir (*Carthamus Tinctorius L.*) Bileşiklerinin ve Antioksidan Aktivitesinin Tayini. İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 73. (Yüksek Lisans Tezi)
- Kutluca, S., Genç, F., Korkmaz, A. (2006). Propolis. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Lazić, L. ,2004. Applying simulation and design of experiments to the embedded software testing process. *Software: Testing, Verification and Reliability*, 14:4, 257-282.Çiftçi Eğitimi Ve Yayın Şubesi Samsun 57.
- Labuza, T. (1971). Properties of water as related to the keeping quality of foods. Paper presented at the International Congress of Food Science and Technology. Proceedings.
- Lavado, G., Ladero, L., Cava, L. (2020). Cork oak (*Quercus suber L.*) leaf extracts potential use as natural antioxidants in cooked meat. *Industrial Crops and Products*,160, 113086.
- Leclere, V., Dufour, B., Lombard, B., Gauchard, F., Garin-B., Salvat, G., Brisabois, A., Poumeyrol, M., Buyser, D., Gnanou-Besse, N., Lahellec, C. (2002). Pathogens in milk and milk products surveillance and impact on human health in France. *Livestock Production Service*, 76: 195-202.
- Li, Y., Mustafa, A. (2004). Development of polymerase chain reaction assay to detect enteric bacteria in ground beef. *Food Microbiology*, 21: 269-375.

- Lu L.,C, Chen Y., W, Chou C.,C. (2005). Antibacterial Activity Of Propolis Against Staphylococcus Aureus. *International Journal Of Food Microbiology*, 102, 2: 213-20.
- McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B. ve Buckley, D. J. (2001a). Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties, *Meat Science*, 65, 1147-1155.
- McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B., Buckley, D.J., 'Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties'. *Meat Science*, 57, 45-52 (2001b).
- McMillin, K.W. (2008). Where is MAP Going? A Review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science* 80, 43-65.
- Memmedov, H., Aldemir, O., Aliyev, E. (2017). Propolisin Antioksidan ve Antiinflamatuvar Etkisi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*. 9 (2), 56- 62.
- Met-Özyurt, Aylin. (2018). Effect Of Pre-Concentration Technique On The Extraction Of Volatile Compounds In Beef And Changes In Quality Parameters Under Dynamic Storage Conditions, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Mielnik, M. B., Aaby, K., Skrede, G.(2003). "Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat", *Meat science*. 65 (3).
- Miller, N.J., Rice- Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan,V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates *Clinical Science*, 84 (4), 407-412
- Min, B. , Ahn, D. (2005). "Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-A review", *Food Science and Biotechnology*. 14 1.
- Miorin, P.,L., Levy Junior, N.,C., Custodio, A.,R., Bretz, W.,A., Marcucci, M.,C. (2003). Antibacterial Activity Of Honey And Propolis From *Apis Mellifera* And *Tetragonisca Angustula* Against Staphylococcus Aureus. *Journal Of Applied Microbiology*, 95, 5: 913-20.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. (2005). Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, 69(4), 773-779.

- Nedji, N., Loucif-Ayad, W. (2014). Antimicrobial activity of Algerian propolis in foodborne pathogens and its quantitative chemical composition. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4, 433–437.
- Neves, R. , Da Camara, C. A. (2016). "Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils from *Vitex agnus-castus* L.(Verbenaceae) and selected monoterpenes", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 88/ 3.
- Nissen, L. R., Byrne, D. V., Bertelsen, G., Skibsted, L. H. (2004). "The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis", *Meat Science*. 68 (3).
- Nowak, A., Czyzowska, A., Efenberger, M., Krala, L. (2016). Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as natural preservatives in meat products. *Food Microbiology*, 59, 142-149.
- Öz, F., Kaya, M. (2006). Yüksek basınç uygulamasının et kalitesi üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37: 249-255.
- Özabracı, A. (2019). Tekirdağ Köftesi Üretiminde Bezelye Proteini Ve Lifinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Özdemir, H., Soyer, A., Tağı, Ş. ve Turan, M. (2014). Nar Kabuğu Ekstraktının Antimikrobiyel ve Antioksidan Aktivitesinin Köfte Kalitesine Etkisi. *Gıda/The Journal of Food*, 39(6).
- Özdiñç, İ., Y. (2004). "Üniversite Öğrencilerinin Fast Food Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketim Noktası Tercihlerini Etkileyen Faktörler", *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*. 15 (1).
- Özer, Ö. (2008). Farklı antioksidan ilavesinin dondurularak muhafaza edilen mekanik ayrılmış piliç eti köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 54 s.
- Özgün, D. , Küşümler, A. S. (2020). "Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri", *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*. 2 (1).
- Özpolat, E., Emir Çoban, Ö. (2012). Kara Balık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve Sarı Balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) köfte olarak değerlendirilmesi ve kalite kriterleri üzerine farklı muhafaza sıcaklıklarının etkisi *Ege J Fish Aqua Science* 29(3): 127-131
- Öztan, A. (2005). *Et Bilimi ve Teknolojisi*, (4. Baskı), TMMOB Yayınları Kitaplar Serisi, Yay. No:1, Ankara, 495.

- Öztañ, A. (2008). Et Bilimi ve Teknolojisi. Filiz Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti., Ankara, Türkiye, 526 s.
- Öztürkcan, A. , Acar, S. (2017). "Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme", İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 1.
- Payandan, E., Sayyed-Alangi, Z., Shamloofar, M., Koohsari, H. (2017). Study of Chemical Composition and Efficacy of Different Extracts of Iranian Propolis on the Microbiological and Sensory Parameters of Minced *Cyprinus carpio* Meat at 4°C Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26 (5), 593-603.
- Rai S., Wahile A., Mukherjee K., Saha B.P., Mukherjee P.K.(2006). Antioxidant activity of *Nelumbo nucifera* (sacred lotus) seeds. *Journal of Ethnopharmacology* 104 (3): 322–327.
- Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A., da Silva Lannes, S. C., da Silva, M. V. (2019). "Natural antioxidants used in meat products: A brief review", *Meat science*. 148.
- Rodríguez, E.G., Abellán, G.B., Villanueva, M.O. (1999). Macroelements in dietetic products containing propolis. *Food Chemistry*, 66, 15–19.
- Rojas, M. C. , Brewer, M. S. (2008). "Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork", *Journal of Food quality*. 31 (2).
- Saimaiti, M. (2018). Sığır ve Piliç Etinden Üretilen Salamların Bazı Özellikleri Üzerine Modifiye Patates Nişastasının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Sallam, K. I. and Samejima, K. (2004). Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 37:8, 865-871. doi: 10.1016/j.lwt.2004.04.003
- Sawaya, A.,C., Cunha, I.,B., Marcucci, M.,C., De Oliveira Rodrigues, R.,F., Eberlin, M.,N., (2006). Brazilian Propolis Of *Tetragonisca Angustula* And *Apis Mellifera*. *Apidologie*, 37, 3: 398-407.
- Serafini, L. F. (2013). "Atividade antioxidante dos extratos de manjerona e pólen apícola: efeitos na qualidade de hambúrguer", Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Serdaroğlu, M. (2003) . Et Teknolojisi Ders Notları. Ege Üniversitesi.

- Sforcin, J., M., Fernandes, A., Lopes, C., A., M., Bankova, V., Funari, S., R., C. (2000). Seasonal Effect On Brazilian Propolis Antibacterial Activity. *Journal Of Ethnopharmacology*, 73, 1: 243-9.
- Shah, M. A., Bosco, S.J.D. and Mir, S.A. (2014). "Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products". *Meat Science*, 98(1), 21–33.
- Silici, S., Kutluca, S. (2005). Chemical Composition And Antibacterial Activity Of Propolis Collected By Three Different Races Of Honeybees In The Same Region. *Journal Of Ethnopharmacology*, 99, 1: 69-73.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Šojić, B., Pavlić, B., Zeković, Z., Tomović, V., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S., Džinić, N. (2018). The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. *LWT*, 89, 749-755.
- Soyer, A., Ertaş, A.H., Üzümcüoğlu, U. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*. 69, 135-141.
- Sönmez, B. (2007). İnegöl köfte üretim aşamalarında mikrobiyal kontaminasyon kaynaklarının ve önleyici tedbirlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Speck, M.L. (1976). Compendium of methods for microbiological examination of foods. American Public Health Association, Inc.
- SPSS,(1999). SPSS 10.0 for Windows, Statistical Software, SPSS Inc., Chicago.
- Tekeli, Y., Sezgin, M. (2007). *Centaurea carduiformis* (Peygamber çiçeği)'in Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2 (2).204-209.
- Thomson, W., M. (1990). Propolis. *Medical Journal of Australia*, 153.
- Tirali-Çelik, T. (2018). Enginar (*Cynara scolymus*) Yaprağı Ekstraktı İlave Edilen Sardalya (*Sardina Pilchardus Walbaum,1792*) Balığı Kadınbudu Köftelerinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Topal, E., Yücel, B., Köseoğlu, M. (2013). Propolisin Hayvancılık Tarım ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Hasad Hayvancılık Dergisi*, 29 (341): 58- 65.



- Torlak, E., Sert, D. (2013). Antibacterial effectiveness of chitosan- propolis coated polypropylene films against foodborne pathogens. *International Journal of Biological Macromolecules*. 60, 52- 55.
- Trusheva, B., Trunkova, D., Bankova, V. (2007). Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry Central Journal*, 1(1), 13.
- Turgut, S. S., Işıkcı, F., Soyer, A. (2017). "Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage", *Meat Science*. 129.
- Turgut, S. S., Soyer, A., Işıkcı, F. (2016). "Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage", *Meat science*. 116.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. (1999). Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Ege Üniversitesi, İzmir.
- Vaithyanathan, S., Naveena, B., Muthukumar, M., Girish, P., Kondaiah, N. (2011). "Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 C)", *Meat science*. 88 (3).
- Vargas-Sánchez, R. D., Torrescano-Urrutia, G., Acedo-Félix, E., Carvajal-Millán, E., González-Córdova, A., Vallejo-Galland, B., Torres-Llanez, M., Sánchez-Escalante, A. (2014) Antioxidant and Antimicrobial Activity of Commercial Propolis Extract in Beef Patties *Journal of Food Science*, 79: (8).
- Verma, A. K., Pathak, V., Singh, V. P., Umaraw, P. (2016). "Storage study of chicken meatballs incorporated with green cabbage (*Brassica oleracea*) at refrigeration temperature (4±1 C) under aerobic packaging", *Journal of applied animal research*. 44 (1).
- Watanabe, M.A.E., Amarante, M.K., Conti, B.J., Sforcin, J.M. (2011). Cytotoxic constituents of propolis inducing anticancer effects: a review, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 63(11), 1378-1386.
- Xiong, Y.L., Ho, C.T. and Shahidi, F., (1999). Quality characteristics of muscle foods, in *Quality attributes of muscle foods*. Chapter 1, Eds. Xiong ve di ., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA.
- Yang, W., Wu, Z., Huang, Z.Y., Miao, X. (2017). Preservation of orange juice using propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3375–3383.

- Yeşilyurt, H. (2020). İncir (*Ficus carica* L.) Kabuğu Ununun Yağ İkamesi Ve Fonksiyonelleştirici Olarak Köfte Üretiminde Kullanım Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Yıldırım, Y. (1996). Et Endüstrisi. Kozan Ofset Mat. San. ve Tic. Ltd. Şti., Ankara, Türkiye, 637s.
- Yıldız, A., Karaca, T., Çakmak, Ö., Yörük, M., Başkaya, R. (2004). İstanbul'da tüketime sunulan köftelerin histolojik, mikrobiyolojik ve serolojik kalitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15 (1-2): 53-57.
- Yurttagün, M. (2019). Gıda Katkı Maddeleriyle İlgili Geniş Kapsamlı Bir Araştırma,(2010).
- Zabaiou, N., Fouache, A., Trousson, A., Baron, S., Zellagui, A., Lahouel, M. & Lobaccaro, J.A. (2017). Biological properties of propolis extracts: Something new from an ancient product, *Chemistry and Physics of Lipids*, 207, 214-222.
- Zhang, J., Wang, Y., Pan, D., D., Cao, J., X., Shao, X., F., Chen, Y., J., Sun, Y., Y., Ou, C., R. (2016). Effect of black pepper essential oil on the quality of fresh pork during storage. *Meat Science*, 117, 130-136.

## EKLER

### EK 1. Duyusal Değerlendirme Formu

<b>Deneme Günü</b>		<b>Tarih</b>	
<b>Muhafaza Periyodu</b>		<b>Panelist</b>	

<b>Kriter</b>	<b>Örnek</b>	<b>Değerlendirme</b>		
<b>RENK</b>	1	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	2	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	3	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	4	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	5	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
<b>KOKU</b>	1	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	2	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	3	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	4	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	5	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
<b>LEZZET</b>	1	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	2	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	3	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	4	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	5	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
<b>DOKU</b>	1	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	2	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	3	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	4	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	5	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
<b>GENEL KABUL</b>	1	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	2	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	3	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	4	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel
	5	Kabul Edilemez	_____	Mükemmel

*NOT: Her örnek, yukarıda verilen kriterler açısından değerlendirilecek ve örnekler karşısında yer alan 10 cm uzunluğundaki çubukların üzerinde, beğeniye göre “Kabul Edilemez” veya “Mükemmel” tarafına doğru x işareti ile işaretlenecektir.*

## ÖZGEÇMİŞ

