



**SUCUK KÖFTELERDE FARKLI PROPOLİS  
TÜRLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ ve  
*LİSTERİA MONOCYTOGENES* ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Osman KÜÇÜKKURT  
Doktora Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Recep KARA  
Tez No: 2025-003  
Afyonkarahisar

**SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
GIDA HİJYENİ ve TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**SUCUK KÖFTELERDE FARKLI PROPOLİS TÜRLERİNİN  
KULLANILABİLİRLİĞİ ve *LISTERIA MONOCYTOGENES*  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan  
Osman KÜÇÜKKURT**

**Danışman  
Prof. Dr. Recep KARA**

**Tez No: 2025-003**

**AFYONKARAHİSAR**

**Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları  
Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir. Proje No:  
“22.SAĞ.BİL.03”**

T.C.  
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ KABUL VE ONAY

|                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öğrencinin                                                                                                                                                                                                                   | Adı- Soyadı                | Osman KÜÇÜKKURT                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                              | Numarası                   | 183345002                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                              | Anabilim Dalı              | Veteriner Fakültesi – Gıda Hijyeni ve Teknolojisi                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                              | Program                    | <input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora                                                |
| Tezin Başlığı                                                                                                                                                                                                                |                            | Sucuk Köftelerde Farklı Propolis Türlerinin Kullanılabilirliği ve <i>Listeria Monocytogenes</i> Üzerine Etkilerinin Araştırılması |
| Tez Savunma Sınav Tarihi                                                                                                                                                                                                     |                            | 21.04.2025                                                                                                                        |
| Tez Savunma Sınav Saati                                                                                                                                                                                                      |                            | 10:00                                                                                                                             |
| Yukarıda bilgileri verilen tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek <b>oy birliği</b> ile kabul edilmiştir. |                            |                                                                                                                                   |
| Başkan                                                                                                                                                                                                                       | Prof. Dr. Zeki GÜRLER      | İmza                                                                                                                              |
| Üye                                                                                                                                                                                                                          | Prof. Dr. Recep KARA       | İmza                                                                                                                              |
| Üye                                                                                                                                                                                                                          | Doç. Dr. Ruhi TÜRKMEN      | İmza                                                                                                                              |
| Üye                                                                                                                                                                                                                          | Doç. Dr. Mukadderat GÖKMEN | İmza                                                                                                                              |
| Üye                                                                                                                                                                                                                          | Dr. Öğr. Üyesi Savaş ASLAN | İmza                                                                                                                              |
| Afyon Kocatepe Üniversitesi<br>Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun<br>..... / ..... / ..... tarih ve<br>..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.<br><br>Prof. Dr. Mustafa TEKERLİ<br>Enstitü Müdürü                   |                            |                                                                                                                                   |

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

...../...../.....

İmza

Osman KÜÇÜKKURT

## ÖZET

### SUCUK KÖFTELERDE FARKLI PROPOLİS TÜRLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ ve *LİSTERİA MONOCYTOGENES* ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Sucuk köftesi, Türk mutfağının geleneksel et ürünlerinden biri olup, kıyma, baharatlar ve diğer bileşenlerin karışımıyla üretilen bir gıda ürünüdür. Ancak, yüksek besin değeri ve nem içeriği nedeniyle *L. monocytogenes* gibi patojenlerin kontaminasyona açık bir yapıya sahiptir. Bu durum, hem halk sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturmakta hem de ürünün raf ömrünü kısaltmaktadır. Gıda güvenliğini artırmak amacıyla, propolis gibi doğal bileşenlerin et ürünlerinde kullanılabilirliği dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, sucuk köftelerinde farklı propolis türlerinin kullanılabilirliği ve *L. monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, propolisin mikrobiyal yük, fizikokimyasal özellikler ve duyu kalite üzerindeki etkilerini belirlemek ve doğal bir koruyucu olarak kullanım potansiyelini değerlendirmektir.

Sucuk köfte hamuruna %1 ve %2 oranlarında kırmızımsı, yeşilimsi ve kahverengi propolis ekstraktları eklenmiş, örnekler *L. monocytogenes* inokülasyonu yapılan ve yapılmayan gruplar olarak ayrılmıştır. Örnekler 21 gün boyunca +4°C’de muhafaza edilmiş, mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar, propolisin *L. monocytogenes* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini ve bu etkinin tür ve konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Tüm propolis türleri lipid oksidasyonunu baskılamış ve antioksidan aktiviteyi artırmıştır. Duyusal analizlerde düşük konsantrasyonlarda propolisin kabul edilebilirliği artırdığı, ancak yüksek konsantrasyonlarda olumsuz etkiler oluşturabildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Propolis, Antioksidan, *L. monocytogenes*, Sucuk Köftesi, Gıda Güvenliği

## SUMMARY

### INVESTIGATION OF THE USABILITY OF DIFFERENT PROPOLIS TYPES IN SUCUK MEATBALLS AND THEIR EFFECTS ON *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Sucuk meatballs are one of the traditional meat products of Turkish cuisine and are a food product produced with a mixture of minced meat, spices and other ingredients. However, due to its high nutritional value and moisture content, it is susceptible to contamination by pathogens such as *L. monocytogenes*. This situation poses serious threats to public health and shortens the shelf life of the product. In order to improve food safety, the availability of natural ingredients such as propolis in meat products is noteworthy.

In this study, the availability of different types of propolis in sucuk meatballs and their antimicrobial effects on *L. monocytogenes* were investigated. The aim of the study was to determine the effects of propolis on microbial load, physicochemical properties and sensory quality and to evaluate its potential for use as a natural preservative.

1% and 2% reddish, greenish and brown propolis extracts were added to the sucuk meatball dough, and the samples were divided into *L. monocytogenes* inoculated and non-inoculated groups. The samples were stored at +4°C for 21 days and microbiological, physicochemical and sensory analyzes were performed.

The results revealed that propolis exerts an antimicrobial effect on *L. monocytogenes*, and this effect varies depending on the type and concentration. All types of propolis suppressed lipid oxidation and increased antioxidant activity. In sensory analyses, it has been observed that low concentrations of propolis increase acceptability, but can produce negative effects at high concentrations.

**Keywords:** Propolis, *L. monocytogenes*, Antioxidant, Sucuk Meatball, Food Safety

## ÖNSÖZ

Yapılan bu tez çalışmasının hazırlanmasında emeği geçen, desteklerini ve katkılarını esirgemeyen herkese en içten teşekkürlerimi sunmak isterim.

Öncelikle, çalışmam boyunca bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, sabırla yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Recep KARA'ya sonsuz teşekkür ederim. Kendisi, bu süreçte hem akademik hem de kişisel anlamda bana ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca, akademik hayatım boyunca desteğini her zaman hissettiğim, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Zeki GÜRLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu zorlu süreçte yanımda olan ve her koşulda bana destek veren sevgili eşime ve aileme de minnettarım. Onların sevgisi, anlayışı ve sabrı benim en büyük motivasyon kaynağım olmuştur. Aynı zamanda Anabilim Dalı'ndaki çalışmama yardım eden tüm arkadaşlarıma da şükran borçluyum.

Bu çalışmanın, alanımıza katkı sağlamasını ve gelecekte yapılacak araştırmalara ışık tutmasını temenni ederim.

Osman KÜÇÜKKURT

Afyonkarahisar

2025

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET                                                                             | i         |
| SUMMARY                                                                          | ii        |
| ÖNSÖZ                                                                            | iii       |
| İÇİNDEKİLER                                                                      | iv        |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ                                                   | vi        |
| ŞEKİLLER                                                                         | viii      |
| ÇİZELGELER                                                                       | ix        |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                                                  | <b>1</b>  |
| 1.1. Gıda Güvenliği ve Mikrobiyal Kontaminasyon                                  | 1         |
| 1.1.1. Gıda Güvenliğinin Önemi                                                   | 1         |
| 1.1.2. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Kontaminasyon                             | 2         |
| 1.1.3. <i>Listeria monocytogenes</i> 'in Gıda Kaynaklı Patojen Olarak Önemi      | 3         |
| 1.2. Et ve Et Ürünlerinin Kalitesi ve Güvenliği                                  | 5         |
| 1.2.1. Sucuk Köftesi Gibi Et Ürünlerinin Tüketimdeki Yeri                        | 5         |
| 1.2.2. Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulma ve Kalite Sorunları                     | 6         |
| 1.3. Doğal Katkı Maddelerinin Gıda Teknolojisindeki Önemi                        | 8         |
| 1.3.1 Et ve Et Ürünlerinde Doğal Katkı Maddelerinin Kullanımı ve Tüketici Talebi | 8         |
| 1.4. Propolis ve Biyolojik Özellikleri                                           | 10        |
| <b>2. MATERYAL ve METOT</b>                                                      | <b>14</b> |
| 2.1. Materyal                                                                    | 14        |
| 2.1.1 Kıyma ve Baharatlar                                                        | 14        |
| 2.1.2. Propolis Türleri                                                          | 14        |
| 2.2. Metot                                                                       | 14        |
| 2.2.1. Propolis Çözeltilisi Hazırlanması (%25)                                   | 14        |
| 2.2.2. İnokule Edilecek <i>Listeria monocytogenes</i> ve Hazırlanması            | 15        |
| 2.2.3 Sucuk Köftesi Hazırlanması                                                 | 15        |
| 2.2.4. Mikrobiyolojik Analizler                                                  | 16        |
| 2.2.4.1. <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı                                    | 16        |
| 2.2.4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB)                          | 17        |
| 2.2.4.3. <i>Laktobasillus</i> spp. Sayımı                                        | 17        |
| 2.2.4.4. <i>Enterococcus</i> spp. Grubu Bakteri Sayımı                           | 18        |

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.4.5. <i>Staphylococcus</i> spp. Sayımı                                                      | 18        |
| 2.2.4.6. Maya ve Küf Sayımı                                                                     | 18        |
| 2.2.5. Fiziko-Kimyasal Analizler                                                                | 18        |
| 2.2.5.1. pH Tayini                                                                              | 18        |
| 2.2.5.2. Su Aktivitesi (aw) Tayini                                                              | 18        |
| 2.2.5.3. Tiyobarbiturik asit (TBA) Tayini                                                       | 19        |
| 2.2.5.4. Antioksidan Aktivite                                                                   | 19        |
| 2.2.5.5. Renk Tayini                                                                            | 19        |
| 2.2.6. Duyusal Analizler                                                                        | 20        |
| 2.2.7. İstatistiksel Analiz                                                                     | 20        |
| <b>3. BULGULAR</b>                                                                              | <b>21</b> |
| 3.1. <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilen Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları    | 21        |
| 3.2. <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmeyen Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları | 25        |
| 3.3. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları                                                            | 29        |
| 3.4. Duyusal Analiz Sonuçları                                                                   | 37        |
| <b>4. TARTIŞMA</b>                                                                              | <b>40</b> |
| <b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>                                                                     | <b>52</b> |
| <b>6. KAYNAKLAR</b>                                                                             | <b>56</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- ANOVA:** Analysis of Variance (ANOVA)
- p:** Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri
- TGK:** Türk Gıda Kodeksi
- WHO:** World Health Organization
- %:** Yüzde
- WGS:** Tüm Genom Sekanslama
- GC-MS:** Gaz kromatografisi/kütle spektroskopisi
- HPLC:** Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
- ml:** Mililitre
- mg:** Miligram
- ATTC:** American type culture collection
- TSA:** Trypton Soy Agar
- TSB:** Trypton Soy Broth
- LSA:** Listeria Selective Agar
- BHI:** Brain Heart Infusion
- nm:** Nanometre
- NaNO<sub>2</sub>:** Sodyum nitrit
- TAMB:** Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı
- PCA:** Plate Count Agar
- mm:** Milimetre
- °C:** Santigrat derece
- SB:** Slanetz and Bartley
- BP:** Baird Parker
- PDA:** Potato Dextrose Agar
- MRS:** De Man, Rogosa ve Sharpe
- pH:** Asitlik
- aw:** Su aktivitesi
- TBA:** Tiyobarbiturik asit
- TCA:** Trikloroasetik asit

**TEP:** Tetraetoksipropan

**µl:** Mikrolitre

**DPPH:** 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil

**Rpm:** Revolutions per Minute

**mM:** Milimol/litre

**L\*:** Parlaklık

**a\*:** Kırmızılık

**b\*:** Sarılık

**log:** Logaritma

**kob:** Koloni oluşturma birimi

**g:** Gram

**kg:** Kilogram

**MIC:** Minimum inhibitör konsantrasyon

**MBC:** Minimum bakterisidal konsantrasyon

**PB:** Psikrotrofik bakteriler

**LAB:** Laktik asit bakterileri

**PE:** Propolis ekstraktı

**APC:** Aerobik mezofilik bakteriler

**CFU:** Colony forming unit

**BHT:** Butylated hydroxytoluene

**RPHE:** Red propolis hydroalcoholic extract

## ŞEKİLLER

## SAYFA

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.1:</b> Farklı oranlarda propolis eklenmiş sucuk köftesi gruplarının <i>Listeria monocytogenes</i> değerlerinin zamana göre değişimi                                 | 24 |
| <b>Şekil 3.2:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış sucuk köftelerinin Maya/Küf değerlerinin zamana göre değişimi                                                             | 25 |
| <b>Şekil 3.3:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin <i>Stafilococcus</i> değerlerinin zamana göre değişimi | 26 |
| <b>Şekil 3.4:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin Maya/Küf değerlerinin zamana göre değişimi             | 27 |
| <b>Şekil 3.5:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış, <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin pH değerlerinin zamana göre değişimi                  | 31 |
| <b>Şekil 3.6:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış, <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin antioksidan değerlerinin zamana göre değişimi         | 32 |
| <b>Şekil 3.7:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış, <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin kırmızılık (a) değerlerinin zamana göre değişimi      | 33 |
| <b>Şekil 3.8:</b> Farklı oranlarda propolis katılmış, <i>Listeria monocytogenes</i> inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin genel beğenilerinin zamana göre değişimi              | 38 |

## ÇİZELGELER

### SAYFA

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 3.1:</b> <i>Listeria Monocytogenes</i> İnoküle Edilmiş Sucuk Köftelerinin 0, 3 ve 7. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)         | 22 |
| <b>Çizelge 3.1.Devam:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)   | 23 |
| <b>Çizelge 3.2:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)     | 28 |
| <b>Çizelge 3.2.Devam:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g) | 29 |
| <b>Çizelge 3.3:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Fiziko-kimyasal Analiz Bulguları                | 34 |
| <b>Çizelge 3.3.Devam:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Fiziko-kimyasal Analiz Bulguları            | 35 |
| <b>Çizelge 3.4:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Renk Parametrelerinin Analiz Bulguları          | 36 |
| <b>Çizelge 3.4.Devam:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Renk Parametrelerinin Analiz Bulguları      | 37 |
| <b>Çizelge 3.5:</b> <i>Listeria monocytogenes</i> İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3., 7. ve 15. Günlerde Duyusal Analiz Bulguları                   | 39 |

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Gıda Güvenliği ve Mikrobiyal Kontaminasyon

### 1.1.1. Gıda Güvenliğinin Önemi

Gıda güvenliği, bireylerin sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri ve toplumların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Gıda güvenliği, gıdaların üretiminden tüketimine kadar olan süreçte fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikelerden arındırılmış olmasını ifade eder (WHO, 2019). Bu süreçte, gıdaların üretim zincirindeki tüm aktörlerin sorumluluğu büyüktür ve bu sorumluluk, yalnızca halk sağlığını değil aynı zamanda ekonomik ve sosyal dengeyi de doğrudan etkiler. Gıda güvenliğinin ihmal edilmesi, gıda kaynaklı hastalıkların artmasına ve ekonomik kayıplara yol açarak bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Strange, 2018).

Günümüzde küresel ölçekte artan nüfus, iklim değişikliği ve tarım alanlarının azalması gibi faktörler gıda güvenliğini daha da önemli bir hale getirmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, gıdaya erişim ve gıda güvenliği konularında ciddi sorunlar yaşanmaktadır (WHO, 2019). Bu durum, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde etkili politikaların oluşturulmasını ve uygulanmasını gerektirmektedir. Örneğin, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma amaçları arasında yer alan "Açlığa Son" hedefi, herkesin güvenli, besleyici ve yeterli gıdaya erişimini sağlamayı amaçlamaktadır (United Nations, 2022). Bu bağlamda, gıda güvenliğinin sağlanması sadece bir sağlık meselesi değil, aynı zamanda insan haklarıyla doğrudan ilişkili bir konudur.

Gıda güvenliği ile ilgili yapılan araştırmalar, özellikle gelişmiş ülkelerde bu konuda önemli ilerlemeler kaydedildiğini göstermektedir. Ancak bu durum, tüm dünya genelinde eşit bir şekilde sağlanamamaktadır. Örneğin, düşük gelirli ülkelerde hijyen koşullarının yetersizliği ve altyapı eksiklikleri nedeniyle gıda kaynaklı hastalıkların daha yaygın olduğu bilinmektedir (Havelaar vd., 2018). Buna karşılık, gelişmiş ülkelerde ise işlenmiş gıdalarda kullanılan katkı maddeleri ve kimyasallar gibi unsurlar gıda güvenliği açısından risk oluşturabilmektedir (Paramasivam vd., 2024). Bu nedenle, farklı bölgelerde farklı risk faktörlerinin ele alınması gerektiği açıktır.

Gıda güvenliğinin sağlanmasında teknolojik yenilikler ve bilimsel araştırmalar önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle izlenebilirlik sistemleri, sensör teknolojileri ve blockchain (Veri zinciri) gibi dijital çözümler, gıda tedarik zincirindeki şeffaflığı artırarak güvenliğin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Aung ve Chang, 2014). Bunun yanı sıra, biyoteknolojik yöntemlerle geliştirilen dayanıklı ürünler ve sürdürülebilir tarım uygulamaları da gıda güvenliği açısından umut verici adımlardır (Kumar vd., 2017). Ancak bu teknolojilerin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için hem üreticilerin hem de tüketicilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

### 1.1.2. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Kontaminasyon

Et ve et ürünleri, insan beslenmesinde önemli bir yer tutan hayvansal protein kaynakları arasında yer almaktadır. Ancak, bu ürünler yüksek besin değerleri ve nem içerikleri nedeniyle mikroorganizmalar için uygun bir üreme ortamı oluşturmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıkların önemli bir kısmı, et ve et ürünlerinde bulunan mikrobiyal kontaminasyonlardan kaynaklanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gıda kaynaklı hastalıkların küresel halk sağlığı üzerindeki etkilerinin giderek arttığını ve bu durumun ciddi ekonomik ve sosyal sonuçlara yol açtığını vurgulamaktadır (WHO, 2019). Mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi, hem gıda güvenliğinin sağlanması hem de halk sağlığının korunması açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Et ürünlerinde mikrobiyal kontaminasyonun en yaygın nedenleri arasında yetersiz hijyen uygulamaları, uygun olmayan saklama koşulları ve üretim sırasında kullanılan ekipmanların temizliğine dikkat edilmemesi bulunmaktadır. *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Campylobacter jejuni* gibi patojen mikroorganizmalar, et ürünlerinde sıkça karşılaşılan kontaminantlar arasında yer almaktadır. Özellikle *Salmonella* spp., hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde gıda kaynaklı enfeksiyonların başlıca nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Havelaar vd., 2019). Bu mikroorganizmaların et ve et ürünlerine bulaşması, genellikle kesim sırasında hayvanların bağırsak florasından kaynaklanmaktadır.

Mikrobiyal kontaminasyonun halk sağlığı üzerindeki etkileri oldukça geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Hafif mide-bağırsak rahatsızlıklarından ciddi sistemik enfeksiyonlara kadar değişen sağlık sorunlarına yol açabilen bu durum, özellikle bağışıklık sistemi zayıf

bireyler, çocuklar ve yaşlılar için daha büyük bir risk oluşturmaktadır. Örneğin, *L. monocytogenes*'in neden olduğu *Listeriosis* vakaları, düşük bağışıklık direncine sahip bireylerde yüksek mortalite oranları ile ilişkilendirilmektedir (Farber ve Peterkin, 1991). Ayrıca, antibiyotik dirençli bakterilerin yaygınlaşması, gıda kaynaklı enfeksiyonların tedavisini daha da zorlaştırmakta ve bu durum halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Van Boeckel vd., 2015).

Gıda güvenliği standartlarının uygulanması ve denetim mekanizmalarının etkin bir şekilde işletilmesi, mikrobiyal kontaminasyonun kontrol altına alınmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, tüketicilerin hijyen bilincinin artırılması da bu sorunun çözümüne katkı sağlayabilir. Özellikle evde gıda hazırlama süreçlerinde çapraz kontaminasyonun önlenmesi ve et ürünlerinin uygun sıcaklıklarda pişirilmesi gibi basit önlemler, mikrobiyal risklerin azaltılmasında etkili olabilmektedir (Lulietto ve Evers, 2020). Ayrıca, gelişen teknolojiler sayesinde gıda üretim süreçlerinde mikrobiyal kontaminasyonu tespit edebilecek hızlı ve hassas yöntemlerin kullanılması, bu alandaki sorunların önlenmesine yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Zhao vd., 2014).

### **1.1.3. *Listeria monocytogenes*'in Gıda Kaynaklı Patojen Olarak Önemi**

*L. monocytogenes*, hem halk sağlığı hem de gıda endüstrisi açısından dikkate alınması gereken önemli bir bakteri türüdür. Gram-pozitif, fakültatif anaerobik bir patojen olan *L. monocytogenes*, özellikle soğutulmuş gıdalarda hayatta kalma yeteneğiyle dikkat çekmektedir (Swaminathan ve Gerner-Smidt, 2007). Bu bakteri, düşük sıcaklıklarda üreyebilme kapasitesi sayesinde soğuk zincir süreçlerinde bile risk oluşturmaktadır. Ayrıca, *L. monocytogenes*'in çevresel dayanıklılığı ve geniş konakçı spektrumu, onu gıda güvenliği açısından küresel bir tehdit haline getirmiştir (Gandhi ve Chikindas, 2007).

Listeriosis olarak bilinen enfeksiyona neden olan *L. monocytogenes*, özellikle bağışıklık sistemi zayıflamış bireylerde ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Hamile kadınlar, yaşlılar ve immün sistemi baskılanmış bireyler, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonlara karşı daha yüksek risk altındadır (Farber ve Peterkin, 1991). Listeriosis genellikle menenjit, sepsis ve gebelik komplikasyonları gibi ciddi sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Bu durum, *L. monocytogenes*'in yalnızca bireysel sağlık açısından

değil, aynı zamanda toplumsal sağlık maliyetleri açısından da önemli bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir.

*L. monocytogenes*'in gıda kaynaklı salgınlarla ilişkilendirilmesi, bu patojenin kontrol altına alınmasını daha da önemli hale getirmiştir. Özellikle süt ürünleri, hazır gıdalar, et ürünleri ve sebzeler gibi geniş bir gıda yelpazesinde bulunabilmesi, bu bakterinin yayılma potansiyelini artırmaktadır (Radoshevich ve Cossart, 2018). Modern gıda üretim teknikleri ve dağıtım ağlarının genişlemesi, *L. monocytogenes*'in coğrafi olarak daha geniş alanlara yayılmasına olanak tanımaktadır (Carpentier ve Cerf, 2011). Bununla birlikte, bu bakterinin biyofilm oluşturma kapasitesi de gıda işleme ekipmanlarında kontaminasyon riskini artırmaktadır. Bu durum, hem üreticiler hem de düzenleyici otoriteler için sürekli bir mücadele alanı yaratmaktadır (Zhu vd., 2022).

*L. monocytogenes*'in kontrolü için çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Bunlar arasında iyi hijyen uygulamaları, etkili temizlik ve dezenfeksiyon yöntemleri ile soğuk zincir yönetimi yer almaktadır (Gupta ve Adhikari, 2022). Ancak bu önlemler her zaman yeterli olmayabilir. Özellikle antibiyotik direnci gösteren *L. monocytogenes* suşlarının ortaya çıkması, bu bakterinin kontrol edilmesini daha da zorlaştırmaktadır (Rippa vd., 2024). Ayrıca, tüketicilerin bilinçlendirilmesi ve gıda etiketleme standartlarının iyileştirilmesi gibi önlemler de bu patojenin yayılmasını engellemek için önemlidir (Belias vd., 2024). Son yıllarda moleküler biyoloji ve genomik alanındaki ilerlemeler, *L. monocytogenes*'in takibi ve kontrolü için yeni yaklaşımlar sunmuştur. Özellikle tam genom dizileme (WGS) teknolojileri, bu bakterinin kaynaklarını ve bulaşma yollarını daha ayrıntılı bir şekilde analiz etmeye olanak tanımaktadır (Lakicevic vd., 2023). Bu tür teknolojiler, hem salgınların kaynağını belirlemek hem de gelecekteki salgınları önlemek için kritik bir araç haline gelmiştir. Ayrıca, *L. monocytogenes*'in çevresel dayanıklılığı ve patojenitesi üzerine yapılan araştırmalar, bu bakterinin biyolojisini daha iyi anlamamıza ve daha etkili kontrol stratejileri geliştirmemize yardımcı olmaktadır (NicAogain ve O'Byrne, 2021).

## **1.2. Et ve Et Ürünlerinin Kalitesi ve Güvenliği**

### **1.2.1. Sucuk Köftesi Gibi Et Ürünlerinin Tüketimdeki Yeri**

Sucuk köftesi ve diğer et ürünleri, geleneksel Türk mutfağının önemli bir parçasını oluşturmakta ve tüketiciler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bu ürünler, hem lezzet hem de besin değeri açısından dikkat çekmekte, aynı zamanda kültürel bir miras olarak değerlendirilmektedir. Fermente et ürünlerinin tüketim alışkanlıkları üzerindeki etkileri ve bu ürünlerin beslenme üzerindeki rolü, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmaların da odak noktalarından biri olmuştur. Özellikle sucuk gibi ürünlerin fermente edilme süreci, hem mikrobiyal hem de kimyasal değişimlerle besin içeriğini ve duyuşal özelliklerini iyileştirmektedir (Yılmaz vd., 2024). Bu bağlamda, fermente et ürünlerinin sağlık üzerindeki etkileri ve tüketim oranları, güncel literatürde geniş bir şekilde ele alınmaktadır.

Fermente et ürünlerinin popülerliği, hem geleneksel hem de modern tüketim alışkanlıklarına hitap etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu ürünler, uzun raf ömrü ve kendine has aromatik özellikleri nedeniyle tüketiciler arasında yaygın bir kabul görmektedir. Yapılan araştırmalara göre, fermente et ürünlerinin üretim süreçlerinde kullanılan starter kültürler ve baharat karışımları, ürünlerin duyuşal özelliklerini önemli ölçüde geliştirmektedir (Shao vd., 2024). Ayrıca, bu tür ürünlerin üretiminde uygulanan fermente işlemleri, patojen mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek gıda güvenliği açısından da önemli bir katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, sucuk köftesi gibi fermente ürünlerin hem sağlık hem de güvenlik açısından avantajlar sunduğu görülmektedir.

Fermente et ürünlerinin tüketiminde kültürel faktörlerin yanı sıra sosyoekonomik değişkenler de önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, Fransa'da yapılan çalışmalar, bu tür ürünlerin daha çok orta ve üst gelir gruplarındaki bireyler tarafından tercih edildiğini göstermektedir (Saint-Eve vd., 2021). Bununla birlikte, tüketici tercihleri üzerinde etkili olan diğer faktörler arasında ürünlerin fiyatı, ambalajlama şekli ve markaya duyulan güven yer almaktadır. Fermente et ürünlerinin tüketim oranlarının artmasıyla birlikte, bu alanda yapılan bilimsel çalışmaların da hız kazandığı görülmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan araştırmalar, bu ürünlerin probiyotik özellikleri ve bağırsak sağlığı üzerindeki etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Nuriler ve Uyarcan, 2024).

Fermente et ürünlerinin beslenme üzerindeki etkileri incelendiğinde, bu ürünlerin yüksek protein içeriğiyle öne çıktığı görülmektedir. Aynı zamanda demir ve çinko gibi mineraller açısından da zengin olan bu ürünler, dengeli bir diyetin parçası olarak değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte, bazı fermente et ürünlerinin günlük 5 gramı aşan tuz içermesi ve doymuş yağ içeriği nedeniyle aşırı tüketiminin sağlık sorunlarına yol açabileceği de belirtilmektedir (Massomian vd., 2025). Bu nedenle, fermente gıdaların dengeli bir şekilde tüketilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Gıda teknolojisi alanında yapılan yenilikler ise bu tür ürünlerin daha sağlıklı versiyonlarının geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, düşük tuz içerikli sucuk köftesi üretimi üzerine yapılan çalışmalar, bu alandaki önemli gelişmelerden biridir (Turkal, 2024).

Modern diyet yaklaşımlarında fermente gıdaların rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Fermente et ürünleri, yalnızca lezzet açısından değil, aynı zamanda fonksiyonel gıda özellikleriyle de dikkat çekmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar, fermente gıdaların bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek sindirim sistemi sağlığını desteklediğini ortaya koymaktadır (Leeuwendaal vd., 2022). Sucuk köftesi gibi geleneksel et ürünlerinin bu bağlamda değerlendirilmesi, hem yerel mutfak kültürünün korunması hem de sağlık odaklı beslenme alışkanlıklarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, bu tür ürünlerin uluslararası pazarlarda da giderek daha fazla talep gördüğü ve Türk mutfağının tanıtımında önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir.

### **1.2.2. Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulma ve Kalite Sorunları**

Fermente et ürünleri, insan beslenmesinde önemli bir yer tutmakla birlikte, mikrobiyal bozulma ve kalite kaybı açısından oldukça hassas ürünlerdir. Mikrobiyal bozulma, et ürünlerinin raf ömrünü kısaltan, duyu özelliklerini olumsuz etkileyen ve potansiyel olarak halk sağlığını tehdit eden bir durumdur. Bu bağlamda, et ürünlerinde mikrobiyal bozulmanın nedenleri ve bu bozulmanın kalite üzerindeki etkileri, gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Literatürde, et ürünlerinde mikrobiyal bozulmaya neden olan mikroorganizmalar arasında genellikle *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus* ve *Brochothrix thermosphacta* gibi türlerin öne çıktığı belirtilmektedir (Doulgeraki vd., 2010; Van Boekel vd., 2020). Bu mikroorganizmalar,

etin uygun olmayan koşullarda saklanması durumunda hızla çoğalarak hem organoleptik özellikleri hem de kimyasal yapıyı olumsuz yönde etkileyebilir.

Et ürünlerinde mikrobiyal bozulma genellikle depolama koşullarına bağlı olarak gelişir. Özellikle sıcaklık, nem oranı ve oksijen seviyesi gibi çevresel faktörler, mikroorganizmaların büyüme hızını doğrudan etkiler (Koutsoumanis ve Sofos, 2004). Vakum paketlenme ya da modifiye atmosfer paketlenme gibi teknolojiler, oksijen miktarını kontrol ederek mikrobiyal aktiviteyi sınırlamayı amaçlar. Ancak bu yöntemlerin etkili olabilmesi için, ambalajlama sürecinden önce hijyen standartlarının eksiksiz bir şekilde uygulanması gereklidir (Teshome vd., 2022). Aksi takdirde, ambalajlama sırasında mikroorganizmaların ürüne bulaşması söz konusu olabilir. Ayrıca, uygun olmayan soğuk zincir uygulamaları da mikrobiyal bozulmayı hızlandıran önemli bir faktördür (Sperber ve Doyle, 2009).

Mikrobiyal bozulmanın et ürünlerinin duyu özelliklerine etkisi oldukça belirgindir. Bozulan et ürünlerinde genellikle kötü koku, renk değişimi ve yapısal bozulmalar gözlenir (Gram vd., 2002). Örneğin, *Pseudomonas* türleri genellikle proteinlerin ve lipidlerin parçalanmasına neden olarak hoş olmayan kokuların ortaya çıkmasına yol açar (Kolbeck vd., 2021). Benzer şekilde, *Brochothrix thermosphacta* gibi mikroorganizmalar da karbonhidratların fermentasyonu sonucu asidik tatların oluşumuna neden olabilir. Bu tür duyu değişiklikler, tüketicilerin ürünü reddetmesine yol açarak ekonomik kayıplara neden olur. Ayrıca, bozulma sırasında ortaya çıkan bazı metabolitler toksik özellik gösterebilir ve bu da gıda zehirlenmesi riskini artırabilir (Van Boekel vd., 2020).

Et ürünlerinin mikrobiyal bozulması yalnızca kalite kaybına değil, aynı zamanda gıda güvenliği sorunlarına da yol açabilir. Gıda kaynaklı patojenler arasında yer alan *Salmonella*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 gibi mikroorganizmalar, insan sağlığı üzerinde ciddi tehditler oluşturur (Tiganitas vd., 2020). Bu patojenler genellikle hijyenik olmayan üretim koşulları ya da kontamine ekipmanlar yoluyla ürüne bulaşır. Özellikle çiğ tüketilen ya da yeterince pişirilmeyen et ürünlerinde bu risk daha yüksektir (Johler ve Guldemann, 2021). Bu nedenle, üretimden tüketime kadar olan süreçte hijyen uygulamalarına titizlikle uyulması gereklidir. Ülkemizde üretimi yapılan ve satışa sunulan et ve et ürünlerinde, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne göre *Salmonella*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* bulunmamalıdır (TGK, 2025)

Son yıllarda, et ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı önlemek amacıyla çeşitli teknolojik ve biyolojik yöntemler geliştirilmiştir. Örneğin, biyokoruyucu kültürler ve doğal antimikrobiyal maddeler kullanılarak mikrobiyal büyüme sınırlandırılabilir (Teshome vd., 2022; Tiganitas vd., 2020). Ayrıca, soğuk plazma teknolojisi ve yüksek hidrostatik basınç gibi yenilikçi yöntemler de gıda endüstrisinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Karthik vd., 2024). Ancak bu yöntemlerin etkinliği, uygulama koşullarına ve hedef mikroorganizmalara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Dolayısıyla, bu teknolojilerin geleneksel yöntemlerle birleştirilerek uygulanması daha etkili sonuçlar verebilir.

### **1.3. Doğal Katkı Maddelerinin Gıda Teknolojisindeki Önemi**

#### **1.3.1 Et ve Et Ürünlerinde Doğal Katkı Maddelerinin Kullanımı ve Tüketici Talebi**

Et ve et ürünlerinde, hem raf ömrünü uzatmak hem de duyu özelliklerini iyileştirmek amacıyla çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Nitrit, nitrat gibi geleneksel gıda katkı maddelerinin sağlık üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri ve tüketicilerin doğal ürünlere olan talebindeki artış, gıda sektöründe doğal katkı maddelerinin kullanımını teşvik etmektedir. Doğal katkı maddeleri genellikle bitkisel, hayvansal veya bakteriyel kaynaklardan elde edilen bileşenler olup, kimyasal katkılara alternatif olarak kullanılmaktadır (Lorenzo vd., 2018). Bu bağlamda, tüketici beklentilerinin karşılanması ve güvenli gıda üretiminin sağlanması amacıyla doğal katkı maddelerinin et ve et ürünlerinde kullanımı üzerine yapılan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, doğal katkı maddelerinin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve bu sayede et ürünlerinin raf ömrünü uzatabileceğini göstermektedir (Kumar vd., 2015). Örneğin, çeşitli bitki özleri ve esansiyel yağların, lipid oksidasyonunu yavaşlatarak ürün kalitesini koruduğu bildirilmektedir. Aynı zamanda, bu doğal bileşenlerin duyu özellikler üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiği vurgulanmaktadır (Ciobanu vd., 2024). Dolayısıyla, doğal katkı maddelerinin kullanımı sadece sağlık açısından değil, aynı zamanda pazarlama stratejileri açısından da önemli bir rol oynamaktadır.

Tüketici talebindeki değişimler, gıda endüstrisinde doğal etiketli ürünlere olan ilgiyi artırmıştır. Tüketiciler, gıda ürünlerinin içerik etiketlerine daha fazla dikkat etmekte ve kimyasal katkı maddelerinden kaçınmayı tercih etmektedir (Demir vd., 2020). Bu durum, üreticileri daha sağlıklı ve doğal alternatifler geliştirmeye yönlendirmiştir. Özellikle antioksidanlar ve koruyucular gibi işlevsel bileşenlerin doğal kaynaklardan elde edilmesi, tüketici güvenini artırmakta ve piyasada rekabet avantajı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, sürdürülebilirlik ve çevre dostu üretim süreçlerine yönelik artan farkındalık da doğal katkı maddelerinin benimsenmesini teşvik etmektedir.

Doğal katkı maddelerinin etkinliği ve güvenliği üzerine yapılan çalışmalar, bu bileşenlerin gıda teknolojisindeki potansiyelini ortaya koymaktadır. Örneğin, rosmarinik asit gibi fenolik bileşiklerin oksidatif stabiliteyi artırdığı ve mikrobiyal büyümeyi engellediği tespit edilmiştir (Zhang vd., 2021). Benzer şekilde, nar kabuğu ekstraktı, antioksidan özellikleri sayesinde et ürünlerinde hem renk stabilitesini hem de mikrobiyal kaliteyi iyileştirmede etkili bulunmuştur (Uçak, 2020).

Doğal katkı maddelerinin kullanımıyla ilgili bir diğer önemli husus ise teknolojik uygulamalardır. Bu bileşenlerin üretim süreçlerine entegrasyonu sırasında karşılaşılan zorluklar ve maliyetler, gıda endüstrisi açısından dikkate alınması gereken faktörlerdir. Ayrıca, doğal katkı maddelerinin duyuşal özellikler üzerindeki etkisi de tüketici kabulü açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, doğal katkı maddelerinin seçimi ve kullanımı sırasında hem teknolojik hem de duyuşal kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir (Carreira-Casais vd., 2022).

Literatürdeki bulgular, doğal katkı maddelerinin et ve et ürünlerinde kullanımının hem sağlık hem de kalite açısından önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu bileşenlerin ticari ölçekte uygulanabilirliği ve tüketici kabulü konularında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Özellikle farklı doğal katkı maddelerinin sinerjik etkilerinin incelenmesi ve yeni formülasyonların geliştirilmesi, bu alandaki bilgi birikimini artırabilir. Ayrıca, tüketici eğilimlerinin sürekli olarak izlenmesi ve bu doğrultuda ürün geliştirme çalışmalarının sürdürülmesi önemlidir (Attia vd., 2021).

#### 1.4. Propolis ve Biyolojik Özellikleri

Propolis, arıların bitkilerden topladığı reçineli maddeleri enzimlerle zenginleştirerek oluşturduğu doğal bir ürün olup, tarih boyunca sağlık ve gıda alanında kullanımıyla dikkat çekmiştir. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, propolisin antimikrobiyal, antioksidan ve antienflamatuvar özellikleri gibi çeşitli biyolojik aktivitelerini ortaya koymuş ve bu özelliklerin gıda endüstrisinde doğal katkı maddesi olarak kullanım potansiyelini artırdığına işaret etmiştir (Pobiega vd., 2019). Özellikle, sentetik katkı maddelerine olan tüketici karşıtlığının artması ve doğal ürünlere yönelik talebin yükselmesi, propolis gibi biyolojik olarak aktif maddelerin önemini daha da artırmıştır (Bankova vd., 2014). Bu bağlamda, propolisin hem gıda güvenliğini artırıcı hem de fonksiyonel özellikler kazandırıcı bir katkı maddesi olarak kullanım olanaklarının incelenmesi önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir.

Propolisin kimyasal bileşimi, toplandığı coğrafi bölgeye, bitki kaynağına ve arı türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler ve uçucu yağlar gibi biyoaktif bileşikler açısından zengin bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir (Popova vd., 2021). Bu biyoaktif bileşenler, gıdalarda mikrobiyal bozulmayı önlemede ve oksidatif stabiliteyi artırmada etkili olabilmektedir. Örneğin, yapılan bir çalışmada propolis özütünün et ürünlerinde lipid oksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı ve raf ömrünü uzattığı gösterilmiştir (Gedikoğlu, 2022). Bu durum, propolisin doğal bir antioksidan olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Propolis örneklerinin kimyasal analizlerinde en yaygın kullanılan yöntemler arasında gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) bulunmaktadır. Bu yöntemler sayesinde propolisin içerdiği bileşenlerin nitel ve nicel analizi yapılabilmektedir (Silva-Carvalho vd., 2015). Örneğin, Brezilya propolisinde prenilendirilmiş fenolik bileşiklerin baskın olduğu, Avrupa propolisinde ise flavonoidlerin ve fenolik asit esterlerinin daha yaygın olduğu tespit edilmiştir (Ferreira vd., 2017). Bu farklılıklar, propolisin coğrafi kökenine bağlı kimyasal çeşitliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu çeşitlilik, farklı propolis türlerinin farklı biyolojik aktiviteler sergilemesine de yol açmaktadır.

Propolisin kimyasal yapısının incelenmesi, sadece biyolojik aktivitelerinin anlaşılması açısından değil, aynı zamanda sahtecilik ve kalite kontrolü açısından da önemlidir.

Günümüzde propolisin ticari kullanımı artmakta olup, bu durum kalite standartlarının oluşturulmasını gerektirmektedir. Kimyasal analiz yöntemleri sayesinde propolisin saflığı ve kalitesi değerlendirilebilmekte; bu da tüketici güvenini artırmaktadır (Kosalec vd., 2005). Ayrıca, propolisin kimyasal yapısının detaylı incelenmesi, farklı coğrafyalardan elde edilen propolis örneklerinin standardizasyonunu sağlamak ve bunları karşılaştırmak için bir temel oluşturmaktadır.

Antioksidan özellikler açısından bakıldığında, propolisin oksidatif stresi azaltma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. Oksidatif stres, serbest radikallerin hücresel yapılara zarar vermesiyle ilişkilendirilirken, bu durum birçok kronik hastalığın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Gedikoğlu, 2022). Propolis, içerdiği yüksek orandaki polifenoller sayesinde serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücresel hasarı önlemekte ve böylece organizmanın savunma mekanizmalarını desteklemektedir. Yapılan bir çalışmada, propolis ekstraktının lipid peroksidasyonunu azalttığı ve antioksidan enzimlerin aktivitesini artırdığı rapor edilmiştir (Machado vd., 2018). Bu bulgular, propolisin antioksidan kapasitesinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır.

Propolisin antimikrobiyal özellikleri de özellikle gıda güvenliği açısından dikkat çekicidir. Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin yanı sıra küf ve maya türlerine karşı etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Przybyłek ve Karpiński, 2019). Farklı bir araştırmada da propolis özütünün *E. coli* gibi indikatör patojenlere karşı güçlü bir inhibisyon etkisi gösterdiği rapor edilmiştir (Freires vd., 2016). Bu özellik, propolisin gıda ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı önlemede doğal bir koruyucu madde olarak kullanma potansiyelini desteklemektedir.

Propolisin antibakteriyel etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu doğal ürünün özellikle Gram pozitif bakterilere karşı güçlü bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bazı Gram negatif bakterilere karşı da etkili olduğu bildirilmiştir (Przybyłek ve Karpiński, 2019). Propolis içeriğinde bulunan flavonoidler, fenolik asitler ve diğer biyoaktif bileşikler, bu antibakteriyel etkinin temel nedenleri arasında yer almaktadır. Flavonoidlerin hücre zarını bozarak bakteriyel büyümeyi engellediği ve fenolik asitlerin mikroorganizmaların metabolik süreçlerini olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Pasupuleti vd., 2017). Bu özellikler, propolisin enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Propolisin gıda endüstrisinde kullanımı yalnızca koruyucu etkileriyle sınırlı değildir. Aynı zamanda fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde de önemli bir rol oynayabilir. Fonksiyonel gıdalar, sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayan ve belirli fizyolojik işlevleri destekleyen gıda ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Özer, 2020). Propolis, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde bağışıklık sistemini destekleme, enflamasyonu azaltma ve vücutta antioksidan kapasiteyi artırma gibi etkiler sunarak fonksiyonel gıda formülasyonlarında kullanılabilir (Özer, 2020). Örneğin, propolis ilavesiyle zenginleştirilmiş süt ürünlerinin hem besin değerini artırdığı hem de sağlık üzerinde olumlu etkiler sağladığı belirtilmiştir (Mironova vd., 2020).

Gıda ambalajlama teknolojilerinde de propolisin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır. Yenilebilir biyofilm ve kaplama malzemelerine propolis ilavesi, bu malzemelerin antimikrobiyal ve bariyer özelliklerini artırarak ambalajlı ürünlerin raf ömrünü uzatabilmektedir (Sapie, 2023). Propolis içeren yenilebilir filmlerle kaplanan meyve ve sebzelerde mikrobiyal yükün azalıp kalite kaybının önlendiği gözlemlenmiştir. Bu durum, propolisin sürdürülebilir ambalajlama çözümlerinde de yer bulabileceğini göstermektedir.

Tüketici sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, propolisin çevresel sürdürülebilirlik açısından da avantajlar sunduğu belirtilmektedir. Sentetik katkı maddelerinin üretimi genellikle çevreye zarar verirken, propolis gibi doğal ürünlerin kullanımı bu olumsuz etkileri azaltabilir (Pascoal vd., 2014). Ayrıca, arıcılık faaliyetlerinin teşvik edilmesiyle ekosistemlerin korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine katkı sağlanabilir. Bu bağlamda, propolisin hem ekonomik hem de ekolojik faydalar sunduğu söylenebilir.

Propolisin gıda endüstrisindeki kullanımının yaygınlaşması için bazı zorlukların da ele alınması gerekmektedir. Özellikle, propolisin kimyasal bileşimindeki değişkenlik ve standardizasyon eksikliği, bu maddenin ticari uygulamalarında önemli bir engel teşkil etmektedir (Silveira vd., 2022). Ayrıca, propolisin duyuşal özelliklere olan etkisi ve tüketici kabulü de dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir. Bu nedenle, propolisin farklı formülasyonlarda kullanımı üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma, sucuk köftelerinde doğal bir antimikrobiyal ajan olan propolisin farklı türlerinin kullanılabilirliğini ve bu türlerin *L. monocytogenes* üzerindeki etkilerini

inceleyerek gıda güvenliğine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Tez çalışmasının önemi, hem bilimsel hem de endüstriyel açıdan değerlendirilebilir. Bilimsel açıdan bakıldığında, propolisin antimikrobiyal etkilerinin farklı türler bazında incelenmesi, bu doğal maddenin biyolojik aktivitelerine dair literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır. Endüstriyel açıdan ise çalışmanın sonuçları, et ürünlerinde doğal koruyucu madde kullanımı konusunda yeni perspektifler sunarak gıda üreticilerine alternatif çözümler sunabilir. Aynı zamanda tüketicilerin kimyasal katkı maddelerinden uzak, daha sağlıklı ve güvenilir gıdalara erişimini destekleyecektir

## **2. MATERİYAL VE METOT**

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yayın ve Araştırma Etiği, 05.04.2023 tarih ve 2023/08 sayı ile etik kurul onayı alınmıştır.

### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1 Kıyma ve Baharatlar**

Çalışmada kullanılan kıyma ve baharatlar Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren özel bir et kombinasyonundan temin edilmiştir.

#### **2.1.2. Propolis Türleri**

Çalışmada kullanılan propolis türleri (kırmızımsı, yeşilimsi ve kahverengi) ve ekstratları Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğretim üyesi Dr. Ali SORUCU'dan temin edilmiştir.

### **2.2. Metot**

#### **2.2.1. Propolis Çözeltisi Hazırlanması (%25)**

Yeşilimsi, kırmızımsı ve kahverengi olmak üzere üç farklı %25'lik propolis ekstraksiyonu hazırlanmıştır. Bu amaçla, 500 gram propolis, 1000 ml %70 etanol içerisinde çözdürülmüş ve bir hafta boyunca orbital karıştırıcıda karıştırılmıştır. Ardından, propolis, Whatman No-1 kağıdından süzülerek 1 ml darası alınmış bir tüpe aktarılmış ve reçine oranı belirlenmiştir. Reçine oranı %25'in üzerinde olduğu durumlarda çözelti dilüe edilerek ayarlama yapılmış, %25'in altında olduğu durumlarda ise propolis eklenerek ekstraksiyon bu orana ulaşana kadar devam ettirilmiştir. Son olarak, 1 ml' sinde 250 mg propolis bulunan stok çözelti amber şişelerde muhafaza edilmiş ve sucuk üretimine kadar saklanmıştır.

## 2.2.2. İnoküle Edilecek *Listeria monocytogenes* ve Hazırlanması

Bu çalışmada, referans suş olarak *L. Monocytogenes* (ATCC® 19115) kullanılmıştır. Trypton Soy Agar'da (TSA; Oxoid CM0131B) +4°C'de muhafaza edilen stok kültürden bir öze dolusu alınarak, Trypton Soy Broth'da (TSB; Oxoid CM0129B) 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra, TSB'den Listeria Selective Agar (LSA; Oxoid CM0856B) üzerine öze ile ekim yapılmış ve 37°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında, *L. monocytogenes* test suşundan tek koloni alınarak Brain Heart Infusion (BHI; Oxoid CM1135B) broth içeren steril bir tüpe eklenmiş ve 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyonun ardından tüpler santrifüj edilmiş, santrifüj sonrası tüpün üstteki sıvı kısmı atılmış ve dipte kalan sedimente 10 ml steril fizyolojik tuzlu su ilave edilmiştir. Bu tüp, sediment sıvı içerisinde iyice dağılıncaya kadar vorteks ile karıştırılmış, ardından tekrar santrifüj edilmiştir. Üstteki sıvı kısım alınmış ve sedimente yeniden 10 ml steril fizyolojik tuzlu su ilave edilerek tekrar santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrası üstteki sıvı atılmış ve sediment, 10 ml fizyolojik tuzlu su ile sulandırılarak başlangıç solüsyonu elde edilmiştir.

Elde edilen bu başlangıç solüsyonundan  $10^{-8}$ 'e kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar, bulanıklığın belirlenmesi için spektrofotometrede 560 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Aynı zamanda,  $10^{-8}$ 'e kadar hazırlanmış olan dilüsyonlardan Listeria Selective Agar'a ekimler yapılmış ve spektrofotometrede yapılan bulanıklık testi ile mikroorganizma sayısı arasında doğrudan bir ilişki kurulmuştur. Köfte hamurunun 1 gramını yaklaşık  $10^5$  kob/g seviyesinde kontamine edecek bakteri inokümant miktarı belirlenmiştir (Jones ve D'Orasio 2013).

## 2.2.3 Sucuk Köftesi Hazırlanması

Sucuk köfte hamuru, %80 oranında kırmızı etin kıyma haline getirilmesiyle hazırlanmıştır. Sucuk üretiminde kullanılan kıymaların içerisine %20 oranında yağ, %2 oranında tuz (sodyum nitrit, NaNO<sub>2</sub> içeren), %0,6 oranında sakaroz şekeri, %1 oranında kurutulmuş temiz sarımsak, %0,7 oranında kırmızı biber, %0,5 oranında toz karabiber, %0,9 oranında kimyon ve %0,25 oranında yeni bahar eklenerek karışım oluşturulmuştur. Hazırlanan sucuk köftesi hamuru, farklı propolis türleri ve oranları ile *L. monocytogenes*

(yaklaşık  $10^5$ - $10^6$  kob/g) kontaminasyonu dikkate alınarak aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır. *L. monocytogenes* ilave edilmeyen gruplar, fiziko-kimyasal ve duyu analizlerde değerlendirilmiştir. Üretim üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş, analizler ise çift tekrar şeklinde yapılmıştır. Çalışma grupları kontrol, A, B ve C grupları olmak üzere 4 ana grupta toplanmıştır. Bu gruplar aşağıda verildiği şekilde kendi aralarında şu şekilde ayrılmaktadır:

K1: Kontrol grubu (herhangi bir propolis ve *L. monocytogenes* ilavesi yapılmamıştır),

K2: *L. monocytogenes* kontrol grubu (*L. monocytogenes* ilavesi yapılmıştır),

A1: %1 oranında kırmızımsı propolis ilave edilen sucuk köfte hamuru,

A2: %2 oranında kırmızımsı propolis ilave edilen sucuk köfte hamuru,

A3: %1 oranında kırmızımsı propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru,

A4: %2 oranında kırmızımsı propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru,

B1: %1 oranında kahverengi propolis ilave edilen sucuk hamuru,

B2: %2 oranında kahverengi propolis ilave edilen sucuk hamuru,

B3: %1 oranında kahverengi propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru,

B4: %2 oranında kahverengi propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru,

C1: %1 oranında yeşilimsi propolis ilave edilen sucuk hamuru,

C2: %2 oranında yeşilimsi propolis ilave edilen sucuk hamuru,

C3: %1 oranında yeşilimsi propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru,

C4: %2 oranında yeşilimsi propolis ve *L. monocytogenes* ilave edilen sucuk hamuru.

Hazırlanan sucuk köfte örnekleri +4°C’de muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca 0., 3., 7., 15. ve 21. günlerde belirlenen analizler gerçekleştirilmiştir.

## **2.2.4. Mikrobiyolojik Analizler**

### **2.2.4.1. *Listeria monocytogenes* Sayımı**

Her bir sucuk köfte örneğinden steril stomacher torbasına 25 g tartılarak üzerine 225 ml Buffer Peptone water (%0,1) ilave edilmiş ve stomacher cihazında 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra, homojenizattan 1 ml alınarak her biri 9 ml peptone water içeren tüplere eklenerek seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak OXFORD Agar (OXOID, CM 856) besiyerine ekim yapılmış ve 30°C’de

48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda *L. monocytogenes* kolonilerinin sayımı gerçekleştirilmiştir. *L. monocytogenes* sayımı yapılamayan (<100) köfte örneklerinde, zenginleştirme işlemi yapılarak *L. monocytogenes* var/yok analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, her bir köfte örneğinden steril stomacher torbasına 25 g tartılarak üzerine 225 ml Half Fraser Broth (OXOID, SR142) ilave edilmiş ve stomacher cihazında 2 dakika homojenize edilmiştir. Ardından, karışım 30°C’de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından, elde edilen 1 ml’lik homojenizattan, her biri 10 ml Fraser Broth (OXOID, SR143) içeren tüplere aktarım yapılmış ve bu tüpler 30°C’de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Selektif zenginleştirme sıvı besiyerinden bir öze dolusu süspansiyon alınarak OXFORD Agar (OXOID, CM 856) besiyerine çizim yapılmış ve 30°C’de 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda *L. monocytogenes* kolonileri değerlendirilmiştir (ISO 11290-1, 2017).

#### **2.2.4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı**

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, ISO 4833-1:2013 ve ISO 4833-2:2013 standardına göre yapılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak Plate Count Agar (PCA) petrilere dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petrilere 30 °C aerobik koşullarda 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda 0,5 mm’den büyük kolonilerin değerlendirmeleri yapılmıştır.

#### **2.2.4.3. *Lactobacillus* spp. Sayımı**

*Lactobacillus* spp. bakterilerinin sayımında MRS (De Man, Rogosa, Sharpe) agarda yayma plak yöntemiyle yapılmıştır. Besiyeri hazırlanıp 12,5 ml olacak şekilde petri kaplarına dökülmüştür. Besiyeri kuruduktan sonra önceden hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak ekimi yapılmış, cam drigalski spatülüyle yayılımı yapılmıştır. Numunenin emilmesinden sonra petrilere ters çevrilerek anaerobik ortam olması için Anaerobik jarlara (Merck. 116387) bırakılmıştır. Jarların içine bir tane Anaerocult C (1.16275.0001) bırakılmıştır. Hazırlanan jarlar 37 °C’de 72 saat inkübasyona bırakılmış ve sürenin sonunda oluşan gri renkli koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob/g birim oluşturacak şekilde sayıldı (ISO, 1998).

#### **2.2.4.4. *Enterococcus* spp. Grubu Bakteri Sayımı**

*Enterococcus* spp. sayımında Slanetz and Bartley (SB) agar kullanılmıştır. Dilüsyondan 0,1 ml ekim yapılarak 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda koloniler sayılarak gerekli değerlendirmeler yapılmıştır (ISO, 2002).

#### **2.2.4.5. *Staphylococcus* spp. Sayımı**

*Staphylococcus* spp. bakteri sayımı için dilüsyondan 0,1 ml egg yolk tellurit içeren Baird Parker (BP) agara ekim yapılmıştır. 37 °C’de 24 saat inkübasyondan sonra petride oluşan siyah ve etrafı açık koloniler sayılmıştır (ISO, 2001).

#### **2.2.4.6. Maya ve Küf Sayımı**

Sucuk köftelerinde maya ve küf sayımında Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılmıştır. %1 oranında tartarik asit eklenerek hazırlanan besiyerlerine 0,1 ml ekim yapılmış, emilen petri ters çevrilerek 20-25 °C’de 5-7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda besiyerinde oluşan koloniler sayılmıştır (ISO, 2014).

### **2.2.5. Fiziko-Kimyasal Analizler**

#### **2.2.5.1. pH Tayini**

Sucuk köftesi örneklerinin pH değeri, pH 4 ve pH 7 olan tampon çözeltilerinde standardize edilen pH metre (Testo 205) ile ölçülmüştür. Karışımı yapılan homojen örneklerden 25 g alınarak analiz işlemi yapıldı.

#### **2.2.5.2. Su Aktivitesi (aw) Tayini**

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı (Novasina Lab-touch, İsviçre) kullanılarak 20 °C’de tespit edilmiştir.

### 2.2.5.3. Tiyoarbiturik asit (TBA) Tayini

Propolis ilave edilen ve kontrol grubundaki sucuk örneklerinden 10 gram tartılarak, üzerine 30 ml %7,5 trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi eklenmiştir. Bu karışım, ultraturax cihazı ile 15–20 saniye boyunca homojenize edildikten sonra filtre kağıdından süzülerek süzüntü elde edilmiştir. Süzüntüden 5 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 5 ml 0,02 M TBA (tiyoarbiturik asit) çözeltisi eklenip karışım iyice homojenize edilmiştir. Deney tüpleri, 100°C sıcaklığa ayarlanmış su banyosunda 35 dakika bekletilmiş, ardından 5 dakika süreyle soğuk su içinde soğutulmuştur. Elde edilen örneklerin absorban değerleri, 532 nm dalga boyunda Shimadzu UV1800 spektrofotometresi (Kyoto, Japonya) ile ölçülmüştür. Sonuçlar, TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropen) standardı kullanılarak hesaplanmış ve µmol/g birimiyle ifade edilmiştir (Mielnik, 2006).

### 2.2.5.4. Antioksidan Aktivite

Sucuk köftesi örneklerinden ekstrakte edilen suda çözünen proteinlerin antioksidan aktivitelerinin ölçülmesinde Morales ve Jimenez-Perez (2001)'in kullandığı metot kullanılmıştır. Buna göre 200 µl sulu örnek üzerine günlük hazırlanan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinden 1 ml ilave edilmiştir. Karışım oda sıcaklığında 30 dk karıştırıldıktan sonra 5000 rpm devirde 5 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra 517 nm dalga boyunda absorpsiyon değerleri okunarak değerlendirilmiştir (Morales ve Jimenez-Perez, 2001).

$$\text{Antioksidan aktivite (\%)} = 1 - (A_1 - A_2) / A_0 \times 100$$

A<sub>1</sub>: 2 ml örnek + 2 ml 0,1 mM DPPH çözeltisi absorbanı

A<sub>2</sub>: 2 ml örnek + 2 ml etanol absorbanı

A<sub>0</sub>: 2 ml DPPH çözeltisi + 2 ml distile su absorbanı

### 2.2.5.5. Renk Tayini

Sucuk köftesi örneklerin CIE L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık), b\* (sarılık) değerleri, Hunter-Lab ColorFlex (A60-1010-615 Model Colorimeter, HunterLab, Reston, VA)

kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerden önce cihaz, beyaz ve siyah referans renklerle kalibre edilmiş, Hunter L\*, a\*, b\* değerleri üç farklı okuma ile elde edilmiştir.

#### **2.2.6. Duyusal Analizler**

Sucuk köftesi örneklerinden analizler, genel karakteristik özellikleri hakkında bilgilendirilmiş 10 kişilik uzman panelist tarafından gerçekleştirilecektir. Panelistler sucuk örneklerinde, görünüş, renk, tat (pişmiş ürün), tekstür (pişmiş ürün) ve genel beğeni açısından; 1-3 (çok kötü- kabul edilemez), 4-5 (orta), 6-7 (iyi), 8-9 (çok iyi) puan aralıkları kullanarak değerlendirme yapmışlardır (ISO, 2017).

#### **2.2.7. İstatistiksel Analiz**

Sucuk köftesi deneme üretimleri üç tekerrürlü olarak, analizler ise iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre sucuk grupları arasında ortaya çıkan değişimler ANOVA (Analysis of Variance) testi kullanılarak tespit edilmiştir. ANOVA sonucunda elde edilen p değeri 0.05'ten küçük bulunduğunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu kabul edilmiştir (Montgomery, 2017).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilen Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Yapılan çalışmada *L. monocytogenes* inoküle edilen sucuk köftelerinin mikrobiyolojik analiz bulguları çizgi grafiklerinde belirtilmiştir (Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.1.Devam).

*L. monocytogenes* bakteri analizinde günlere göre gruplar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Propolis inoküle edilen ve edilmeyen örnekler fark etmeksizin zamanla *L. monocytogenes* bakterisinde Şekil 3.1’de görüldüğü üzere azalmalar tespit edilmiştir. 21. günün sonunda en yüksek *Listeria* değeri propolis inoküle edilmemiş (K2 grubu) örneğinde  $3,43 \pm 0,08$  log kob/g iken, en düşük değer %1 kırmızımsı propolis ilave edilmiş (A3 grubu) örnekte  $2,40 \pm 0,17$  log kob/g olarak belirlenmiştir.

Toplam bakteri (TAMB) sayımında 7. güne kadar toplam bakteri miktarında genel bir azalma görülmüştür. En düşük değerin 7. günde  $5,41 \pm 0,16$  log kob/g ile K2 grubunun olduğu belirlenmiştir. 7. günden sonra toplam aerobik mezofilik bakteri miktarında genel bir artış olduğu görülmüştür.

*Lactobacillus* spp. sayımı sonunda A3, A4 ve B3, B4 grubu örneklerde 7. günden sonra ve propolis katılmayan (K2 grubu) örneğinde ise 15. günden sonra azalma görülmüştür.

Maya ve Küf sayımı analizinde 3. güne kadar genel bir artış görülmekte olup 7. günden sonraki günlerde Maya/Küf sayısındaki azalış Şekil 3.2’de belirtilen grafikte belirtilmiştir.

**Çizelge 3.1:** *L. monocytogenes* İnoküle Edilmiş Sucuk Köftelerinin 0, 3 ve 7. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)

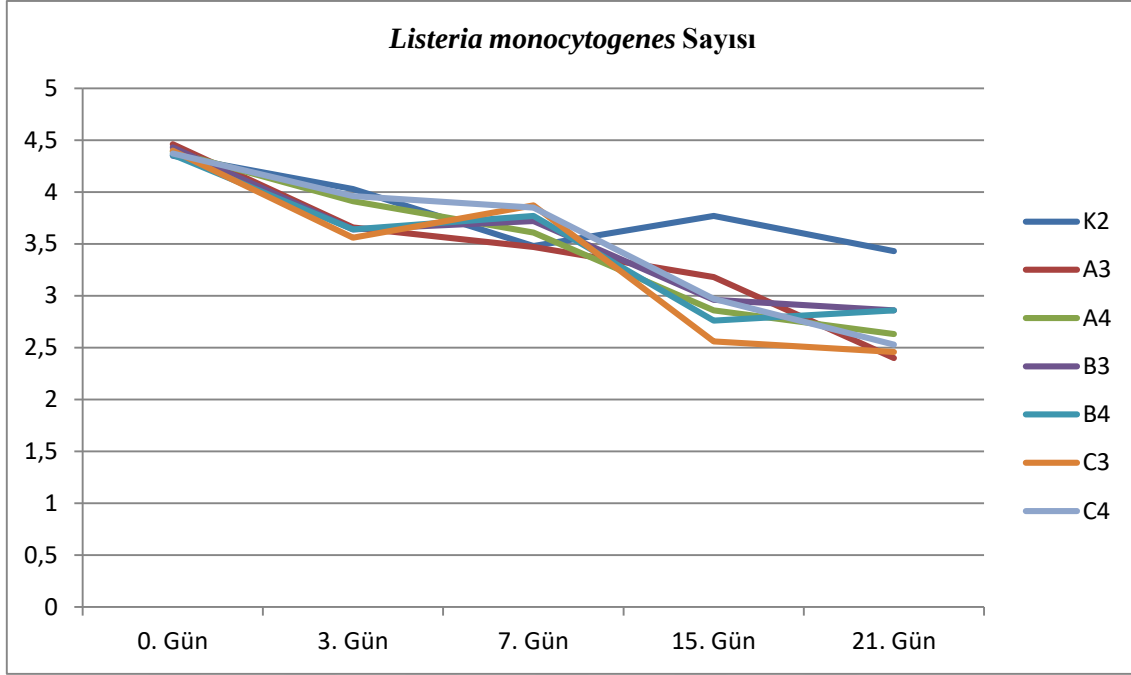
| Günler | Gruplar | <i>L. monocytogenes</i> | Toplam Bakteri Sayısı   | <i>Lactobacillus spp.</i> | Maya ve Küf              |
|--------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 0      | K2      | 4,35±0,05 <sup>a</sup>  | 5,98±0,09 <sup>ab</sup> | 5,11±0,13 <sup>a</sup>    | 3,93±0,06 <sup>ab</sup>  |
|        | A3      | 4,46±0,13 <sup>a</sup>  | 5,96±0,12 <sup>ab</sup> | 4,96±0,39 <sup>a</sup>    | 3,98±0,17 <sup>ab</sup>  |
|        | A4      | 4,39±0,09 <sup>a</sup>  | 6,18±0,06 <sup>a</sup>  | 5,07±0,28 <sup>a</sup>    | 4,17±0,15 <sup>ab</sup>  |
|        | B3      | 4,43±0,06 <sup>a</sup>  | 5,91±0,08 <sup>b</sup>  | 5,22±0,15 <sup>a</sup>    | 4,10±0,18 <sup>ab</sup>  |
|        | B4      | 4,36±0,04 <sup>a</sup>  | 5,91±0,03 <sup>b</sup>  | 5,08±0,08 <sup>a</sup>    | 4,29±0,11 <sup>a</sup>   |
|        | C3      | 4,40±0,02 <sup>a</sup>  | 5,95±0,08 <sup>b</sup>  | 4,90±0,30 <sup>a</sup>    | 3,82±0,38 <sup>b</sup>   |
|        | C4      | 4,37±0,05 <sup>a</sup>  | 5,94±0,24 <sup>b</sup>  | 5,09±0,10 <sup>a</sup>    | 4,12±0,07 <sup>ab</sup>  |
| 3      | K2      | 4,03±0,08 <sup>a</sup>  | 5,93±0,23 <sup>ab</sup> | 5,64±0,04 <sup>a</sup>    | 4,97±0,06 <sup>a</sup>   |
|        | A3      | 3,66±0,15 <sup>b</sup>  | 5,67±0,12 <sup>b</sup>  | 5,59±0,09 <sup>a</sup>    | 4,79±0,20 <sup>a</sup>   |
|        | A4      | 3,91±0,13 <sup>a</sup>  | 6,10±0,05 <sup>a</sup>  | 5,32±0,18 <sup>b</sup>    | 5,02±0,22 <sup>a</sup>   |
|        | B3      | 3,64±0,04 <sup>b</sup>  | 5,93±0,04 <sup>ab</sup> | 5,47±0,13 <sup>ab</sup>   | 4,86±0,31 <sup>a</sup>   |
|        | B4      | 3,64±0,24 <sup>b</sup>  | 5,96±0,28 <sup>ab</sup> | 5,65±0,11 <sup>a</sup>    | 4,63±0,35 <sup>a</sup>   |
|        | C3      | 3,56±0,16 <sup>b</sup>  | 6,08±0,09 <sup>a</sup>  | 5,70±0,13 <sup>a</sup>    | 4,76±0,15 <sup>a</sup>   |
|        | C4      | 3,96±0,08 <sup>a</sup>  | 5,82±0,14 <sup>ab</sup> | 5,47±0,16 <sup>ab</sup>   | 4,78±0,32 <sup>a</sup>   |
| 7      | K2      | 3,48±0,12 <sup>b</sup>  | 5,41±0,16 <sup>c</sup>  | 5,94±0,15 <sup>ab</sup>   | 4,09±0,10 <sup>abc</sup> |
|        | A3      | 3,47±0,12 <sup>b</sup>  | 5,74±0,20 <sup>ab</sup> | 5,80±0,09 <sup>abc</sup>  | 4,02±0,13 <sup>bc</sup>  |
|        | A4      | 3,61±0,03 <sup>ab</sup> | 5,75±0,26 <sup>ab</sup> | 6,07±0,17 <sup>a</sup>    | 4,14±0,06 <sup>abc</sup> |
|        | B3      | 3,72±0,33 <sup>ab</sup> | 5,89±0,12 <sup>ab</sup> | 6,04±0,17 <sup>a</sup>    | 3,97±0,06 <sup>c</sup>   |
|        | B4      | 3,77±0,13 <sup>a</sup>  | 5,62±0,10 <sup>bc</sup> | 5,85±0,26 <sup>abc</sup>  | 4,23±0,10 <sup>a</sup>   |
|        | C3      | 3,87±0,04 <sup>a</sup>  | 5,63±0,04 <sup>bc</sup> | 5,62±0,24 <sup>bc</sup>   | 4,17±0,15 <sup>ab</sup>  |
|        | C4      | 3,85±0,10 <sup>a</sup>  | 5,96±0,12 <sup>a</sup>  | 5,60±0,09 <sup>c</sup>    | 4,18±0,11 <sup>ab</sup>  |

*L. monocytogenes* kontrol K2, %1 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes* A3, %2 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes* A4, %1 kahverengi propolis + *L. monocytogenes* B3, %2 kahverengi propolis + *L. monocytogenes* B4, %1 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes* C3, %2 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes* C4. a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Çizelge 3.1. Devam:** *L. monocytogenes* İnoküle Edilmiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)

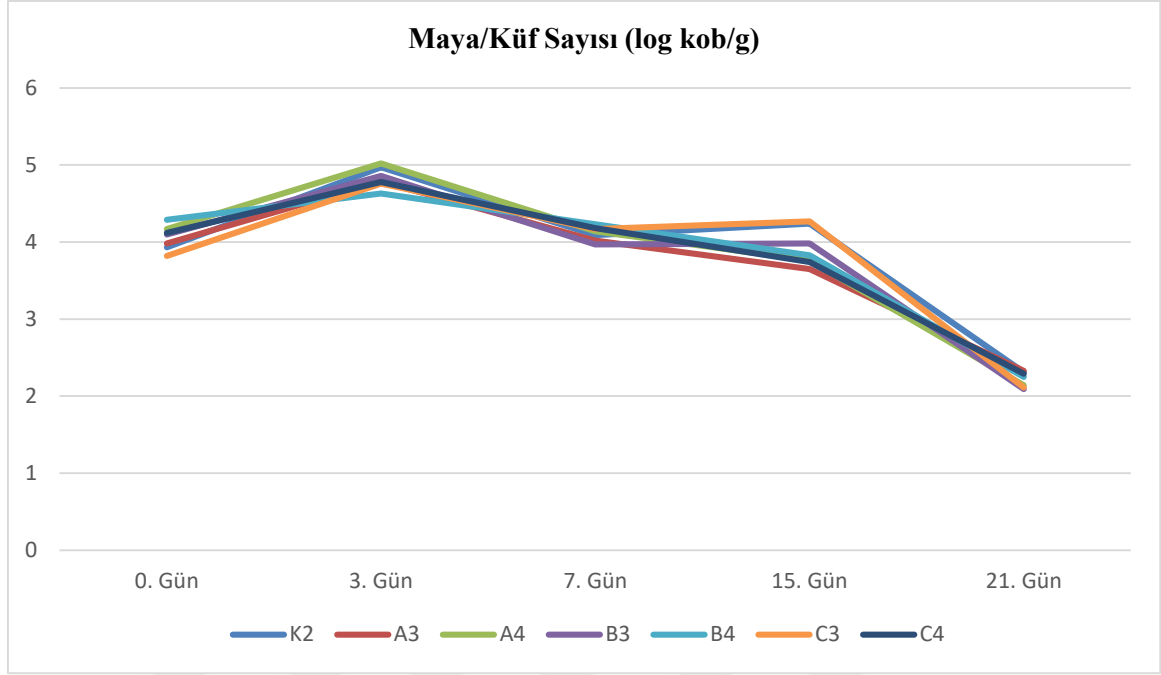
| Günler | Gruplar | <i>L. monocytogenes</i> | Toplam Bakteri Sayısı   | <i>Lactobacillus spp.</i> | Maya ve Küf             |
|--------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 15     | K2      | 3,77±0,12 <sup>a</sup>  | 6,12±0,05 <sup>a</sup>  | 6,19±0,11 <sup>a</sup>    | 4,24±0,17 <sup>a</sup>  |
|        | A3      | 3,18±0,17 <sup>b</sup>  | 6,05±0,23 <sup>ab</sup> | 5,66±0,24 <sup>bc</sup>   | 3,65±0,19 <sup>c</sup>  |
|        | A4      | 2,86±0,07 <sup>bc</sup> | 6,15±0,18 <sup>a</sup>  | 5,88±0,07 <sup>bc</sup>   | 3,76±0,09 <sup>bc</sup> |
|        | B3      | 2,96±0,22 <sup>bc</sup> | 5,93±0,10 <sup>ab</sup> | 5,93±0,10 <sup>ab</sup>   | 3,98±0,12 <sup>b</sup>  |
|        | B4      | 2,76±0,41 <sup>c</sup>  | 6,04±0,11 <sup>ab</sup> | 5,64±0,10 <sup>bc</sup>   | 3,83±0,13 <sup>bc</sup> |
|        | C3      | 2,56±0,24 <sup>c</sup>  | 6,13±0,08 <sup>a</sup>  | 5,59±0,26 <sup>c</sup>    | 4,27±0,03 <sup>a</sup>  |
|        | C4      | 2,97±0,06 <sup>bc</sup> | 5,85±0,03 <sup>b</sup>  | 5,85±0,03 <sup>bc</sup>   | 3,74±0,05 <sup>c</sup>  |
| 21     | K2      | 3,43±0,08 <sup>a</sup>  | 6,18±0,04 <sup>a</sup>  | 6,01±0,09 <sup>a</sup>    | 2,31±0,03 <sup>ab</sup> |
|        | A3      | 2,40±0,17 <sup>b</sup>  | 6,24±0,05 <sup>a</sup>  | 5,98±0,07 <sup>a</sup>    | 2,33±0,27 <sup>a</sup>  |
|        | A4      | 2,63±0,35 <sup>b</sup>  | 6,21±0,08 <sup>a</sup>  | 5,70±0,05 <sup>b</sup>    | 2,14±0,08 <sup>ab</sup> |
|        | B3      | 2,86±0,24 <sup>b</sup>  | 6,18±0,06 <sup>a</sup>  | 5,59±0,12 <sup>b</sup>    | 2,09±0,12 <sup>b</sup>  |
|        | B4      | 2,86±0,07 <sup>b</sup>  | 6,21±0,07 <sup>a</sup>  | 5,61±0,10 <sup>b</sup>    | 2,25±0,05 <sup>ab</sup> |
|        | C3      | 2,46±0,28 <sup>b</sup>  | 6,17±0,10 <sup>a</sup>  | 5,63±0,12 <sup>b</sup>    | 2,11±0,04 <sup>ab</sup> |
|        | C4      | 2,53±0,40 <sup>b</sup>  | 6,04±0,08 <sup>b</sup>  | 6,06±0,13 <sup>a</sup>    | 2,29±0,08 <sup>ab</sup> |

K<sub>2</sub>: *L. monocytogenes* kontrol, A<sub>3</sub>: %1 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, A<sub>4</sub>: %2 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, B<sub>3</sub>: %1 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, B<sub>4</sub>: %2 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, C<sub>3</sub>: %1 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, C<sub>4</sub>: %2 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.



K<sub>2</sub>: *L. monocytogenes* kontrol, A<sub>3</sub>: %1 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, A<sub>4</sub>: %2 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, B<sub>3</sub>: %1 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, B<sub>4</sub>: %2 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, C<sub>3</sub>: %1 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, C<sub>4</sub>: %2 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.1:** Farklı oranlarda propolis eklenmiş sucuk köftesi gruplarının *Listeria monocytogenes* sayısının zamana göre değişimi



K2: *L. monocytogenes* kontrol, A3: %1 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, A4: %2 kırmızımsı propolis + *L. monocytogenes*, B3: %1 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, B4: %2 kahverengi propolis + *L. monocytogenes*, C3: %1 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, C4: %2 yeşilimsi propolis + *L. monocytogenes*, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.2:** Farklı oranlarda propolis katılmış sucuk köftelerinin Maya/Küf sayılarının zamana göre değişimi

### 3.2. *L. monocytogenes* İnoküle Edilmeyen Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

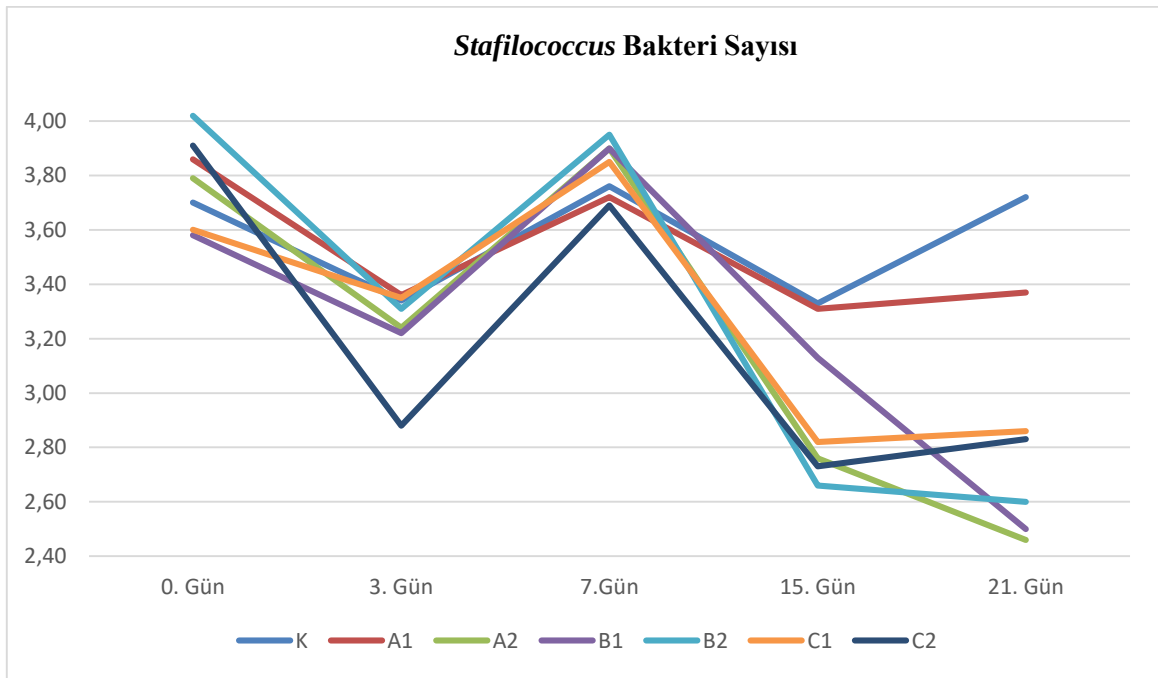
*L. monocytogenes* inoküle edilmemiş örneklerden K1 grubundaki TAMB sayısı 7. günde  $5,41 \pm 0,16$  log kob/g tespit edilmiştir. 7. günden sonra ise gruplardaki TAMB sayısında artışlar görülmüştür (Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.2.Devam).

*Staphylococcus* spp. bakteri analizinde, 3. güne kadar tüm örneklerde azalma görülmüştür. 3. günde en düşük değer  $2,88 \pm 0,34$  log kob/g değeri ile C2 grubu olmuştur. 7. güne kadar tüm gruplardaki değerlerde artış olmakla birlikte A2, C1 ve B1 örnekleri tüm günlerin en üst seviyesine ulaşmıştır.

Farklı gruplardaki *Lactobacillus* spp. sayısının günler içinde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 7. güne kadar tüm gruplardaki *Lactobacillus* spp. sayısında genel olarak artış görülmüştür. 15. günden itibaren A, B ve C gruplarında *Lactobacillus* spp. sayısının K grubuna göre azaldığı tespit edilmiştir.

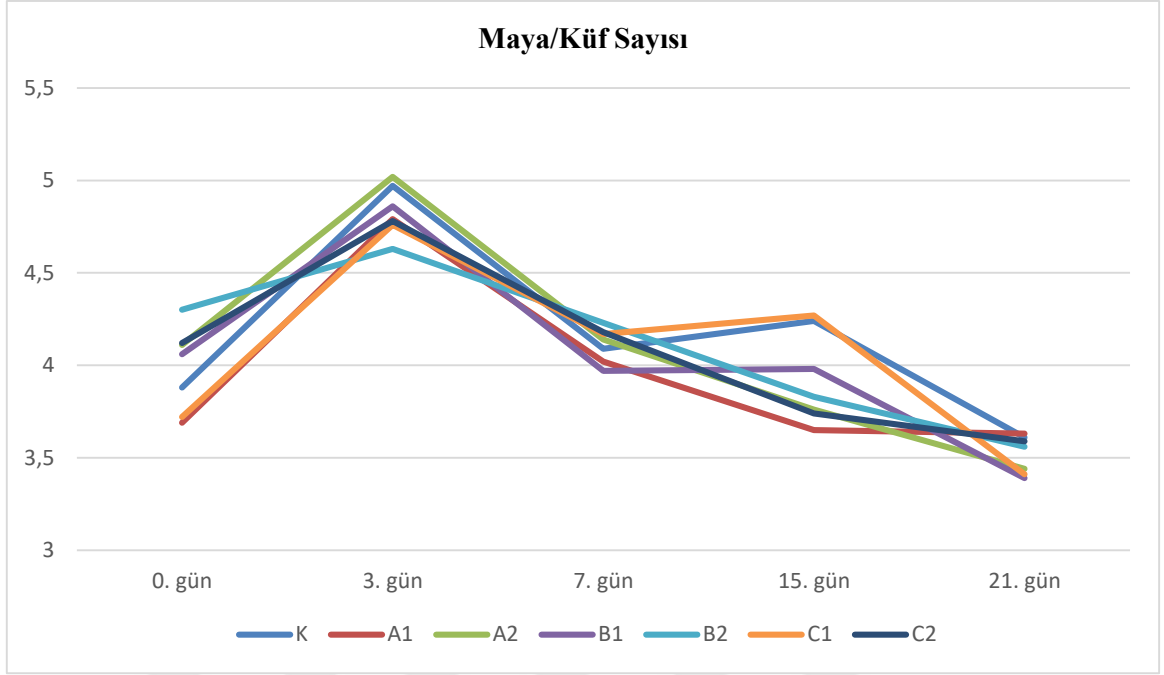
*Enterococcus* spp. sayısının 15. günde artış olduğu görülmüştür. En yüksek artış B2 grubunda kaydedilmiştir ( $3,59 \pm 0,12$  log kob/g). 21. günde K grubundaki *Lactobacillus* spp. diğer gruplara göre en yüksek seviyede kalmıştır ( $3,40 \pm 0,02$  log kob/g)

Maya ve küf sayımı analizinde, tüm gruplarda genel olarak dengeli bir artış ve azalış görülmüştür. Analizin 3. gününde maya/küf sayısı diğer günlerdeki çalışmalara göre en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Tüm günlerdeki en yüksek maya ve küf seviyesi 3. günde A2 grubunda  $5,02 \pm 0,22$  log kob/g tespit edilmiştir. 3. günden sonra Şekil 3.4'te görüldüğü üzere tüm gruplarda genel bir azalan grafiği görülmektedir.



K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.3:** Farklı oranlarda propolis katılmış *Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin *Staphylococcus* spp. sayılarının zamana göre değişimi



K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.4:** Farklı oranlarda propolis katılmış *Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin Maya/Küf sayılarının zamana göre değişimi

**Çizelge 3.2:** *L. monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)

| Günler | Gruplar | Toplam Bakteri Sayısı   | <i>Staphylococcus</i> spp. | <i>Lactobacillus</i> spp. | <i>Enterococcus</i> spp. | Maya ve Küf              |
|--------|---------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0      | K1      | 5,87±0,11 <sup>bc</sup> | 3,70±0,13 <sup>bcd</sup>   | 4,99±0,27 <sup>a</sup>    | 2,94±0,19 <sup>a</sup>   | 3,88±0,17 <sup>bc</sup>  |
|        | A1      | 5,85±0,16 <sup>c</sup>  | 3,86±0,25 <sup>abc</sup>   | 4,84±0,58 <sup>a</sup>    | 3,14±0,13 <sup>a</sup>   | 3,69±0,36 <sup>c</sup>   |
|        | A2      | 6,13±0,03 <sup>a</sup>  | 3,79±0,06 <sup>abcd</sup>  | 5,15±0,22 <sup>a</sup>    | 2,66±0,10 <sup>b</sup>   | 4,11±0,13 <sup>ab</sup>  |
|        | B1      | 5,79±0,11 <sup>c</sup>  | 3,58±0,12 <sup>d</sup>     | 5,08±0,27 <sup>a</sup>    | 3,16±0,09 <sup>a</sup>   | 4,06±0,15 <sup>ab</sup>  |
|        | B2      | 5,82±0,09 <sup>c</sup>  | 4,02±0,11 <sup>a</sup>     | 5,08±0,16 <sup>a</sup>    | 3,18±0,09 <sup>a</sup>   | 4,30±0,07 <sup>a</sup>   |
|        | C1      | 5,83±0,10 <sup>c</sup>  | 3,60±0,13 <sup>cd</sup>    | 4,74±0,43 <sup>a</sup>    | 3,15±0,14 <sup>a</sup>   | 3,72±0,10 <sup>c</sup>   |
|        | C2      | 6,04±0,02 <sup>ab</sup> | 3,91±0,02 <sup>ab</sup>    | 4,98±0,33 <sup>a</sup>    | 3,08±0,16 <sup>a</sup>   | 4,12±0,10 <sup>ab</sup>  |
| 3      | K1      | 5,93±0,23 <sup>ab</sup> | 3,34±0,04 <sup>a</sup>     | 5,64±0,04 <sup>a</sup>    | 2,82±0,24 <sup>ab</sup>  | 4,97±0,06 <sup>a</sup>   |
|        | A1      | 5,67±0,12 <sup>b</sup>  | 3,36±0,16 <sup>a</sup>     | 5,59±0,09 <sup>a</sup>    | 2,56±0,24 <sup>ab</sup>  | 4,79±0,20 <sup>a</sup>   |
|        | A2      | 6,10±0,05 <sup>a</sup>  | 3,24±0,21 <sup>a</sup>     | 5,32±0,18 <sup>b</sup>    | 2,82±0,38 <sup>ab</sup>  | 5,02±0,22 <sup>a</sup>   |
|        | B1      | 5,93±0,04 <sup>ab</sup> | 3,22±0,15 <sup>a</sup>     | 5,47±0,13 <sup>ab</sup>   | 2,86±0,07 <sup>ab</sup>  | 4,86±0,31 <sup>a</sup>   |
|        | B2      | 5,96±0,28 <sup>ab</sup> | 3,31±0,09 <sup>a</sup>     | 5,65±0,11 <sup>a</sup>    | 2,66±0,10 <sup>ab</sup>  | 4,63±0,35 <sup>a</sup>   |
|        | C1      | 6,08±0,09 <sup>a</sup>  | 3,35±0,08 <sup>a</sup>     | 5,70±0,13 <sup>a</sup>    | 2,93±0,06 <sup>a</sup>   | 4,76±0,15 <sup>a</sup>   |
|        | C2      | 5,82±0,14 <sup>ab</sup> | 2,88±0,34 <sup>b</sup>     | 5,47±0,16 <sup>ab</sup>   | 2,50±0,17 <sup>b</sup>   | 4,78±0,32 <sup>a</sup>   |
| 7      | K1      | 5,41±0,16 <sup>c</sup>  | 3,76±0,13 <sup>bc</sup>    | 5,94±0,15 <sup>ab</sup>   | 2,63±0,35 <sup>a</sup>   | 4,09±0,10 <sup>abc</sup> |
|        | A1      | 5,74±0,20 <sup>ab</sup> | 3,72±0,13 <sup>c</sup>     | 5,80±0,09 <sup>abc</sup>  | 3,11±0,13 <sup>a</sup>   | 4,02±0,13 <sup>bc</sup>  |
|        | A2      | 5,75±0,26 <sup>ab</sup> | 3,90±0,08 <sup>ab</sup>    | 6,07±0,17 <sup>a</sup>    | 2,69±0,36 <sup>a</sup>   | 4,14±0,06 <sup>abc</sup> |
|        | B1      | 5,89±0,12 <sup>ab</sup> | 3,90±0,05 <sup>ab</sup>    | 6,04±0,17 <sup>a</sup>    | 2,84±0,28 <sup>a</sup>   | 3,97±0,06 <sup>c</sup>   |
|        | B2      | 5,62±0,10 <sup>bc</sup> | 3,95±0,06 <sup>a</sup>     | 5,85±0,26 <sup>abc</sup>  | 3,05±0,09 <sup>a</sup>   | 4,23±0,10 <sup>a</sup>   |
|        | C1      | 5,63±0,04 <sup>bc</sup> | 3,85±0,02 <sup>abc</sup>   | 5,62±0,24 <sup>bc</sup>   | 2,69±0,36 <sup>a</sup>   | 4,17±0,15 <sup>ab</sup>  |
|        | C2      | 5,96±0,12 <sup>a</sup>  | 3,69±0,07 <sup>c</sup>     | 5,60±0,09 <sup>c</sup>    | 2,83±0,21 <sup>a</sup>   | 4,18±0,11 <sup>ab</sup>  |

K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Çizelge 3.2.Devam: *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log kob/g)**

| Günler | Gruplar | Toplam Bakteri Sayısı   | <i>Staphylococcus</i> spp. | <i>Lactobacillus</i> spp. | <i>Enterococcus</i> spp. | Maya ve Küf             |
|--------|---------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 15     | K1      | 6,12±0,05 <sup>a</sup>  | 3,33±0,06 <sup>a</sup>     | 6,19±0,11 <sup>a</sup>    | 3,18±0,24 <sup>b</sup>   | 4,24±0,17 <sup>a</sup>  |
|        | A1      | 6,05±0,23 <sup>ab</sup> | 3,31±0,14 <sup>a</sup>     | 5,66±0,24 <sup>bc</sup>   | 3,32±0,21 <sup>ab</sup>  | 3,65±0,19 <sup>c</sup>  |
|        | A2      | 6,15±0,18 <sup>a</sup>  | 2,76±0,15 <sup>bc</sup>    | 5,88±0,07 <sup>bc</sup>   | 3,58±0,17 <sup>a</sup>   | 3,76±0,09 <sup>bc</sup> |
|        | B1      | 5,93±0,10 <sup>ab</sup> | 3,13±0,30 <sup>ab</sup>    | 5,93±0,10 <sup>ab</sup>   | 3,47±0,12 <sup>ab</sup>  | 3,98±0,12 <sup>b</sup>  |
|        | B2      | 6,04±0,11 <sup>ab</sup> | 2,66±0,32 <sup>c</sup>     | 5,64±0,10 <sup>bc</sup>   | 3,59±0,12 <sup>a</sup>   | 3,83±0,13 <sup>bc</sup> |
|        | C1      | 6,13±0,08 <sup>a</sup>  | 2,82±0,24 <sup>bc</sup>    | 5,59±0,26 <sup>c</sup>    | 3,37±0,25 <sup>ab</sup>  | 4,27±0,03 <sup>a</sup>  |
|        | C2      | 5,85±0,03 <sup>b</sup>  | 2,73±0,23 <sup>bc</sup>    | 5,85±0,03 <sup>bc</sup>   | 3,30±0,11 <sup>ab</sup>  | 3,74±0,05 <sup>c</sup>  |
| 21     | K1      | 6,18±0,04 <sup>a</sup>  | 3,72±0,13 <sup>a</sup>     | 6,01±0,09 <sup>a</sup>    | 3,40±0,02 <sup>a</sup>   | 3,61±0,03 <sup>ab</sup> |
|        | A1      | 6,24±0,05 <sup>a</sup>  | 3,37±0,11 <sup>b</sup>     | 5,98±0,07 <sup>a</sup>    | 3,15±0,30 <sup>ab</sup>  | 3,63±0,27 <sup>a</sup>  |
|        | A2      | 6,21±0,08 <sup>a</sup>  | 2,46±0,28 <sup>d</sup>     | 5,70±0,05 <sup>b</sup>    | 3,31±0,27 <sup>ab</sup>  | 3,44±0,08 <sup>ab</sup> |
|        | B1      | 6,18±0,06 <sup>a</sup>  | 2,50±0,17 <sup>cd</sup>    | 5,59±0,12 <sup>b</sup>    | 2,95±0,16 <sup>b</sup>   | 3,39±0,12 <sup>b</sup>  |
|        | B2      | 6,21±0,07 <sup>a</sup>  | 2,60±0,30 <sup>cd</sup>    | 5,61±0,10 <sup>b</sup>    | 3,12±0,20 <sup>ab</sup>  | 3,56±0,05 <sup>ab</sup> |
|        | C1      | 6,17±0,10 <sup>a</sup>  | 2,86±0,07 <sup>c</sup>     | 5,63±0,12 <sup>b</sup>    | 3,19±0,21 <sup>ab</sup>  | 3,41±0,04 <sup>ab</sup> |
|        | C2      | 6,04±0,08 <sup>b</sup>  | 2,83±0,21 <sup>c</sup>     | 6,06±0,13 <sup>a</sup>    | 3,01±0,24 <sup>ab</sup>  | 3,59±0,08 <sup>ab</sup> |

K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

### 3.3. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

*L. monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftesi örneklerinde depolama süresi boyunca pH (asitlik), aw (su aktivitesi), TBA (Tiyobarbütirik asit), antioksidan aktivitesi değerlerinde belirgin değişimler tespit edilmiştir (Çizelge 3.3).

Başlangıç (0. gün) pH değerleri gruplar arasında 5,99 ile 6,13 arasında değişim göstermiş olup, en yüksek pH değeri A2 grubunda (6,13±0,05) ölçülmüştür. Depolama süresi ilerledikçe genel olarak Şekil 3.5'te pH değerlerinde bir azalma eğilimi görülmüştür. Özellikle 15. gün itibarıyla pH değerlerindeki düşüş daha belirgin hale gelmiş ve en düşük pH değeri B2 grubunda (5,22±0,01) ölçülmüştür. Bununla birlikte, A1 ve A2 gruplarında pH seviyelerinin nispeten daha yüksek kaldığı ve bu gruplarda daha kontrollü bir düşüş

gerçekleştirdiği görülmektedir. 21. gün sonunda ise en düşük pH değerleri C1 ve C2 gruplarında belirlenirken, kontrol grubu  $5,55 \pm 0,14$  ile diğer gruplara kıyasla daha yüksek bir pH seviyesine sahip olmuştur.

Örneklerin su aktivitesi ( $a_w$ ) 0. gün (başlangıç) analizlerinde, en yüksek su aktivitesi değeri A2 grubunda ( $0,942 \pm 0,001$ ) ölçülürken, en düşük  $a_w$  değeri C1 grubunda ( $0,925 \pm 0,003$ ) tespit edilmiştir. 21. Güne kadar genel olarak, propolis inoküle edilmiş gruplarda (A ve B grupları), kontrol grubuna (K) kıyasla daha yüksek su aktivitesi değerleri görülmüştür.

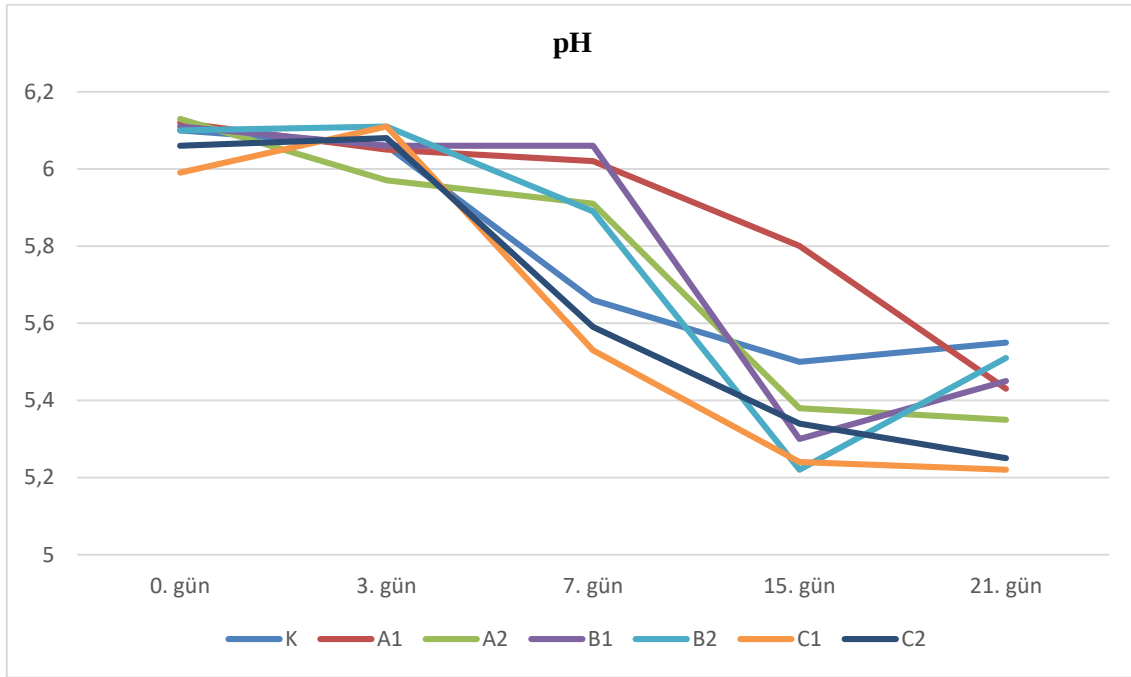
Çalışmanın başlangıcında (0. gün) en yüksek TBA değeri kontrol grubunda (K) ( $0,281 \pm 0,117$  mg/kg) ölçülmüş, en düşük TBA değerleri ise A2 grubunda ( $0,107 \pm 0,010$  mg/kg) tespit edilmiştir. 15. gün itibarıyla lipid oksidasyonunun belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. 21. gün sonunda ise en yüksek TBA değeri A1 grubunda  $0,448 \pm 0,000$  mg/kg, en düşük değer ise kontrol grubunda  $0,323 \pm 0,000$  mg/kg değerinde belirlenmiştir. Propolis içeren gruplarda (A1, A2, B1, B2, C1, C2) ölçülen antioksidan değerlerinin kontrol grubuna (K) kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu Şekil 3.6'da gözlemlenmiştir. Çalışmanın son gününe kadar (21. Gün) söz konusu antioksidan aktivitesi değerlerinin genel olarak azalma eğiliminde olduğu ancak her grupta bu durumun stabil olmadığı tespit edilmiştir.

*Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftesi örneklerinde depolama süresi boyunca (0, 3, 7, 15, 21. gün) açıklık (L), kırmızılık (a), sarılık (b) renk parametreleri üzerindeki etkileri belirtilmiştir (Çizelge 3.4).

Çalışmanın 0. gününde L değerinde kontrol grubu (K)  $47,50 \pm 1,01$  birimi ile en düşük değere sahipken propolis katılan diğer türlerde L değerinin belirgin artışı gözlemlenmektedir. Başlangıçta (0. gün) en yüksek L değeri  $51,97 \pm 0,73$  ile A1 grubu olduğu görülmüştür. 7. günde tüm gruplarda L değerleri artış göstermiştir. Özellikle A1 ( $52,78 \pm 1,29$ ) ve B2 ( $53,18 \pm 0,52$ ) grupları daha yüksek değerlere ulaşmıştır. 21. Günde de A1 grubu diğer gruplara göre ( $55,48 \pm 1,05$ ) en yüksek değeri göstermiştir.

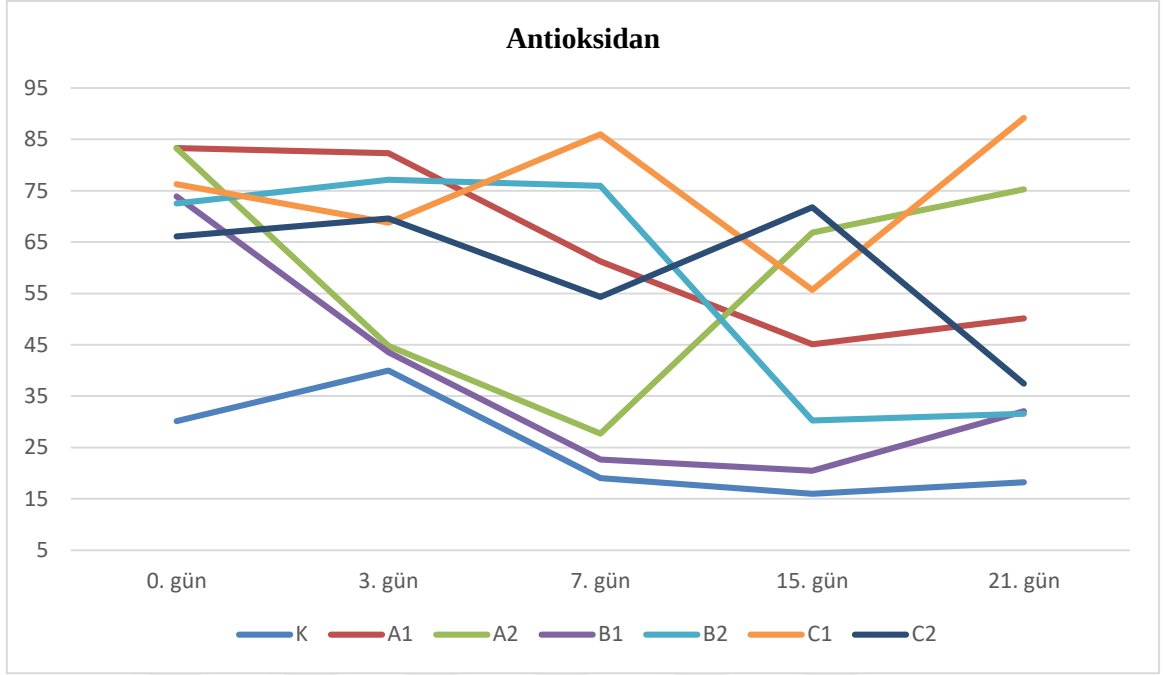
Kırmızılık (a) değerinde Şekil 3.7'deki grafiğe göre çalışmanın başlangıç gününde kontrol grubu diğer gruplara göre en az seviyede tespit edilmiştir.  $21,76 \pm 0,30$  değeri ile tüm günlere göre en yüksek seviyede a değeri 3. günde B2 grubunda tespit edilmiştir. 21. güne gittikçe B1 ve B2 gruplarında genel bir azalma görülmekte olup, en düşük değer çalışmanın 21. gününde  $15,20 \pm 0,93$  ile B2 grubunun olduğu görülmüştür.

Sarılık (b) değerleri başlangıçta A1 grubunun ( $34,91 \pm 0,41$ ) en yüksek değere sahip olduğu ve kontrol grubunun ( $29,14 \pm 1,57$ ) daha düşük bir değer sergilediği gözlemlenmiştir. Depolama süresi boyunca gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuş, özellikle A1 ve A2 gruplarının b değerlerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. B2 grubunun depolama süresinin ilerleyen günlerinde en düşük b değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Propolis ilavesi yapılan grupların sarılık değerlerinde genel olarak daha yüksek sonuçlar elde edildiği görülmüştür.



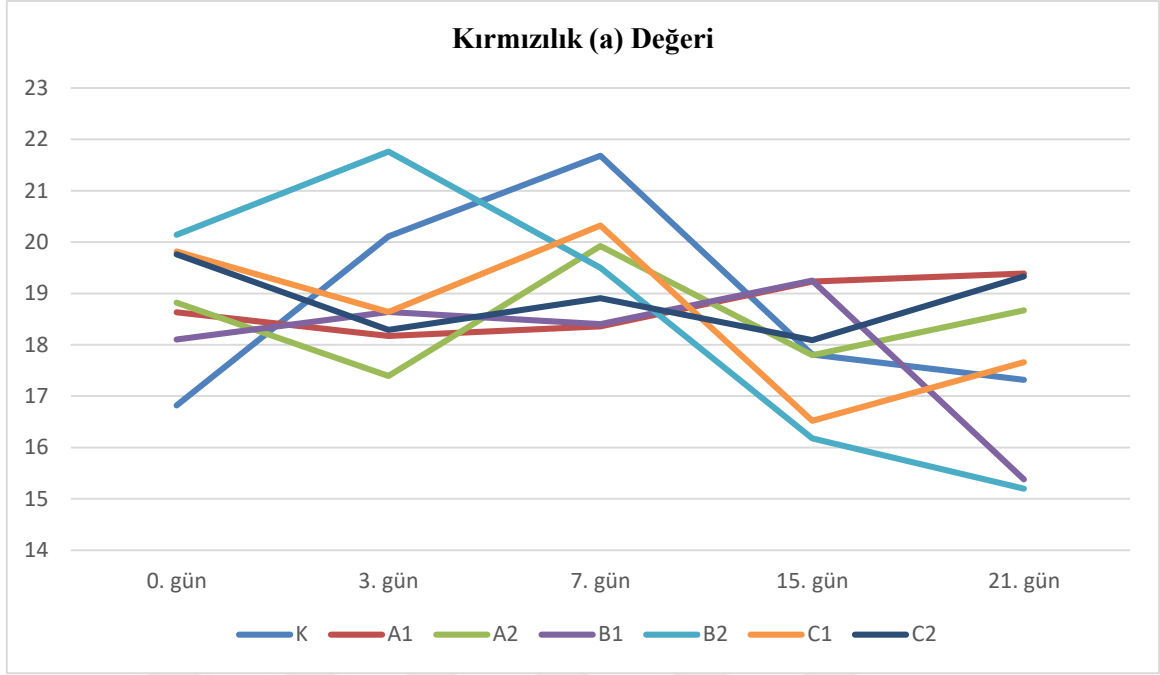
K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.5:** Farklı oranlarda propolis katılmış, *Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin pH değerlerinin zamana göre değişimi



K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.6:** Farklı oranlarda propolis katılmış, *Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin antioksidan değerlerinin zamana göre değişimi



K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.7:** Farklı oranlarda propolis katılmış, *Listeria monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin kırmızılık (a) değerlerinin zamana göre değişimi

**Çizelge 3.3:** *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Fiziko-kimyasal Analiz Bulguları

| Gün | Gruplar | pH                      | aw                         | TBA                      | Antioksidan             |
|-----|---------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0   | K1      | 6,10±0,03 <sup>ab</sup> | 0,927±0,001 <sup>c</sup>   | 0,281±0,117 <sup>a</sup> | 30,12±0,23 <sup>f</sup> |
|     | A1      | 6,12±0,02 <sup>a</sup>  | 0,941±0,001 <sup>a</sup>   | 0,185±0,010 <sup>b</sup> | 83,31±0,13 <sup>a</sup> |
|     | A2      | 6,13±0,05 <sup>a</sup>  | 0,942±0,001 <sup>a</sup>   | 0,107±0,010 <sup>b</sup> | 83,23±0,00 <sup>a</sup> |
|     | B1      | 6,11±0,02 <sup>ab</sup> | 0,935±0,004 <sup>b</sup>   | 0,119±0,007 <sup>b</sup> | 73,91±0,40 <sup>c</sup> |
|     | B2      | 6,10±0,01 <sup>ab</sup> | 0,933±0,002 <sup>b</sup>   | 0,332±0,007 <sup>a</sup> | 72,52±0,62 <sup>d</sup> |
|     | C1      | 5,99±0,02 <sup>c</sup>  | 0,925±0,003 <sup>c</sup>   | 0,176±0,004 <sup>b</sup> | 76,24±0,81 <sup>b</sup> |
|     | C2      | 6,06±0,02 <sup>b</sup>  | 0,926±0,002 <sup>c</sup>   | 0,141±0,003 <sup>b</sup> | 66,07±1,48 <sup>e</sup> |
| 3   | K1      | 6,06±0,06 <sup>a</sup>  | 0,931±0,002 <sup>a</sup>   | 0,170±0,002 <sup>e</sup> | 39,98±1,28 <sup>f</sup> |
|     | A1      | 6,05±0,03 <sup>a</sup>  | 0,923±0,001 <sup>b</sup>   | 0,167±0,003 <sup>e</sup> | 82,30±0,00 <sup>a</sup> |
|     | A2      | 5,97±0,02 <sup>b</sup>  | 0,924±0,003 <sup>b</sup>   | 0,204±0,002 <sup>d</sup> | 44,80±0,27 <sup>d</sup> |
|     | B1      | 6,06±0,01 <sup>a</sup>  | 0,929±0,000 <sup>a</sup>   | 0,244±0,005 <sup>c</sup> | 43,56±0,54 <sup>e</sup> |
|     | B2      | 6,11±0,03 <sup>a</sup>  | 0,924±0,001 <sup>b</sup>   | 0,256±0,003 <sup>b</sup> | 77,10±0,13 <sup>b</sup> |
|     | C1      | 6,11±0,04 <sup>a</sup>  | 0,917±0,002 <sup>c</sup>   | 0,241±0,002 <sup>c</sup> | 68,79±0,62 <sup>c</sup> |
|     | C2      | 6,08±0,01 <sup>a</sup>  | 0,915±0,001 <sup>c</sup>   | 0,295±0,001 <sup>a</sup> | 69,56±0,36 <sup>c</sup> |
| 7   | K1      | 5,66±0,05 <sup>c</sup>  | 0,932±0,001 <sup>c</sup>   | 0,249±0,003 <sup>d</sup> | 19,02±0,48 <sup>g</sup> |
|     | A1      | 6,02±0,01 <sup>a</sup>  | 0,934±0,001 <sup>bc</sup>  | 0,269±0,001 <sup>c</sup> | 61,26±0,54 <sup>c</sup> |
|     | A2      | 5,91±0,01 <sup>b</sup>  | 0,937±0,004 <sup>ab</sup>  | 0,238±0,001 <sup>f</sup> | 27,72±0,59 <sup>e</sup> |
|     | B1      | 6,06±0,04 <sup>a</sup>  | 0,935±0,003 <sup>abc</sup> | 0,309±0,001 <sup>b</sup> | 22,67±2,43 <sup>f</sup> |
|     | B2      | 5,89±0,06 <sup>b</sup>  | 0,939±0,001 <sup>a</sup>   | 0,267±0,000 <sup>c</sup> | 75,93±0,54 <sup>b</sup> |
|     | C1      | 5,53±0,01 <sup>d</sup>  | 0,925±0,001 <sup>d</sup>   | 0,382±0,002 <sup>a</sup> | 85,95±0,13 <sup>a</sup> |
|     | C2      | 5,59±0,09 <sup>cd</sup> | 0,933±0,000 <sup>bc</sup>  | 0,243±0,001 <sup>e</sup> | 54,35±0,23 <sup>d</sup> |

K1: Kontrol, A1: %1 kırmızımsı propolis, A2: %2 kırmızımsı propolis, B1: %1 kahverengi propolis, B2: %2 kahverengi propolis, C1: %1 yeşilimsi propolis, C2: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Çizelge 3.3.Devam:** *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Fiziko-kimyasal Analiz Bulguları

| Gün | Gruplar | pH                      | aw                        | TBA                      | Antioksidan             |
|-----|---------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 15  | K1      | 5,50±0,03 <sup>b</sup>  | 0,925±0,001 <sup>b</sup>  | 0,339±0,000 <sup>d</sup> | 16,00±2,49 <sup>g</sup> |
|     | A1      | 5,80±0,05 <sup>a</sup>  | 0,932±0,000 <sup>a</sup>  | 0,293±0,001 <sup>g</sup> | 45,11±0,47 <sup>d</sup> |
|     | A2      | 5,38±0,02 <sup>c</sup>  | 0,933±0,001 <sup>a</sup>  | 0,361±0,001 <sup>b</sup> | 66,85±0,27 <sup>b</sup> |
|     | B1      | 5,30±0,03 <sup>de</sup> | 0,926±0,001 <sup>b</sup>  | 0,342±0,000 <sup>c</sup> | 20,50±0,36 <sup>f</sup> |
|     | B2      | 5,22±0,01 <sup>e</sup>  | 0,925±0,003 <sup>b</sup>  | 0,306±0,001 <sup>f</sup> | 30,28±1,78 <sup>e</sup> |
|     | C1      | 5,24±0,06 <sup>f</sup>  | 0,926±0,003 <sup>b</sup>  | 0,336±0,000 <sup>e</sup> | 55,67±0,54 <sup>c</sup> |
|     | C2      | 5,34±0,08 <sup>cd</sup> | 0,922±0,003 <sup>b</sup>  | 0,371±0,001 <sup>a</sup> | 71,74±0,13 <sup>a</sup> |
| 21  | K1      | 5,55±0,14 <sup>a</sup>  | 0,925±0,003 <sup>b</sup>  | 0,323±0,000 <sup>f</sup> | 18,24±1,63 <sup>f</sup> |
|     | A1      | 5,43±0,04 <sup>ab</sup> | 0,935±0,004 <sup>a</sup>  | 0,448±0,000 <sup>a</sup> | 50,16±0,36 <sup>c</sup> |
|     | A2      | 5,35±0,06 <sup>bc</sup> | 0,926±0,004 <sup>b</sup>  | 0,404±0,000 <sup>b</sup> | 75,23±0,13 <sup>b</sup> |
|     | B1      | 5,45±0,06 <sup>ab</sup> | 0,933±0,003 <sup>a</sup>  | 0,350±0,000 <sup>e</sup> | 32,06±0,59 <sup>e</sup> |
|     | B2      | 5,51±0,12 <sup>a</sup>  | 0,926±0,003 <sup>b</sup>  | 0,354±0,000 <sup>d</sup> | 31,60±6,19 <sup>e</sup> |
|     | C1      | 5,22±0,03 <sup>c</sup>  | 0,926±0,004 <sup>b</sup>  | 0,379±0,000 <sup>c</sup> | 89,13±0,13 <sup>a</sup> |
|     | C2      | 5,25±0,02 <sup>c</sup>  | 0,932±0,001 <sup>ab</sup> | 0,404±0,001 <sup>b</sup> | 37,42±0,88 <sup>d</sup> |

K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Çizelge 3.4:** *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3. ve 7. Günlerde Renk Parametrelerinin Analiz Bulguları

| Gün | Gruplar | l                        | a                        | b                        |
|-----|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0   | K1      | 47,50±1,01 <sup>c</sup>  | 16,82±0,75 <sup>b</sup>  | 29,14±1,57 <sup>c</sup>  |
|     | A1      | 51,97±0,73 <sup>a</sup>  | 18,63±1,46 <sup>ab</sup> | 34,91±0,41 <sup>a</sup>  |
|     | A2      | 49,66±0,15 <sup>b</sup>  | 18,82±1,41 <sup>ab</sup> | 34,66±0,2 <sup>ab</sup>  |
|     | B1      | 49,37±1,08 <sup>b</sup>  | 18,10±0,94 <sup>ab</sup> | 33,23±0,29 <sup>ab</sup> |
|     | B2      | 50,43±1,11 <sup>ab</sup> | 20,14±1,33 <sup>a</sup>  | 34,61±1,23 <sup>ab</sup> |
|     | C1      | 49,80±1,08 <sup>b</sup>  | 19,82±2,47 <sup>a</sup>  | 32,89±0,57 <sup>b</sup>  |
|     | C2      | 49,61±1,00 <sup>b</sup>  | 19,76±0,78 <sup>a</sup>  | 33,29±1,29 <sup>ab</sup> |
| 3   | K1      | 50,39±1,09 <sup>bc</sup> | 20,11±3,10 <sup>ab</sup> | 32,00±1,50 <sup>a</sup>  |
|     | A1      | 52,31±0,65 <sup>a</sup>  | 18,17±1,15 <sup>ab</sup> | 33,13±0,35 <sup>a</sup>  |
|     | A2      | 49,03±1,11 <sup>c</sup>  | 17,39±0,17 <sup>b</sup>  | 32,50±0,07 <sup>a</sup>  |
|     | B1      | 51,11±0,36 <sup>ab</sup> | 18,64±2,69 <sup>ab</sup> | 32,72±0,56 <sup>a</sup>  |
|     | B2      | 49,76±1,04 <sup>bc</sup> | 21,76±0,30 <sup>a</sup>  | 32,79±0,64 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 50,32±0,82 <sup>bc</sup> | 18,64±2,86 <sup>ab</sup> | 32,01±0,52 <sup>a</sup>  |
|     | C2      | 50,28±0,62 <sup>bc</sup> | 18,29±1,84 <sup>ab</sup> | 31,81±1,01 <sup>a</sup>  |
| 7   | K1      | 51,29±1,02 <sup>a</sup>  | 21,68±0,47 <sup>a</sup>  | 30,73±0,50 <sup>ab</sup> |
|     | A1      | 52,78±1,29 <sup>a</sup>  | 18,36±1,98 <sup>a</sup>  | 31,04±0,47 <sup>ab</sup> |
|     | A2      | 52,14±0,29 <sup>a</sup>  | 19,92±2,32 <sup>a</sup>  | 31,12±1,46 <sup>a</sup>  |
|     | B1      | 52,04±0,71 <sup>a</sup>  | 18,40±1,92 <sup>a</sup>  | 30,60±0,81 <sup>ab</sup> |
|     | B2      | 53,18±0,52 <sup>a</sup>  | 19,50±1,74 <sup>a</sup>  | 30,73±0,50 <sup>ab</sup> |
|     | C1      | 52,29±0,06 <sup>a</sup>  | 20,32±1,79 <sup>a</sup>  | 29,58±1,03 <sup>ab</sup> |
|     | C2      | 52,50±2,53 <sup>a</sup>  | 18,91±1,64 <sup>a</sup>  | 29,39±0,85 <sup>b</sup>  |

K1: Kontrol, A1: %1 kırmızımsı propolis, A2: %2 kırmızımsı propolis, B1: %1 kahverengi propolis, B2: %2 kahverengi propolis, C1: %1 yeşilimsi propolis, C2: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

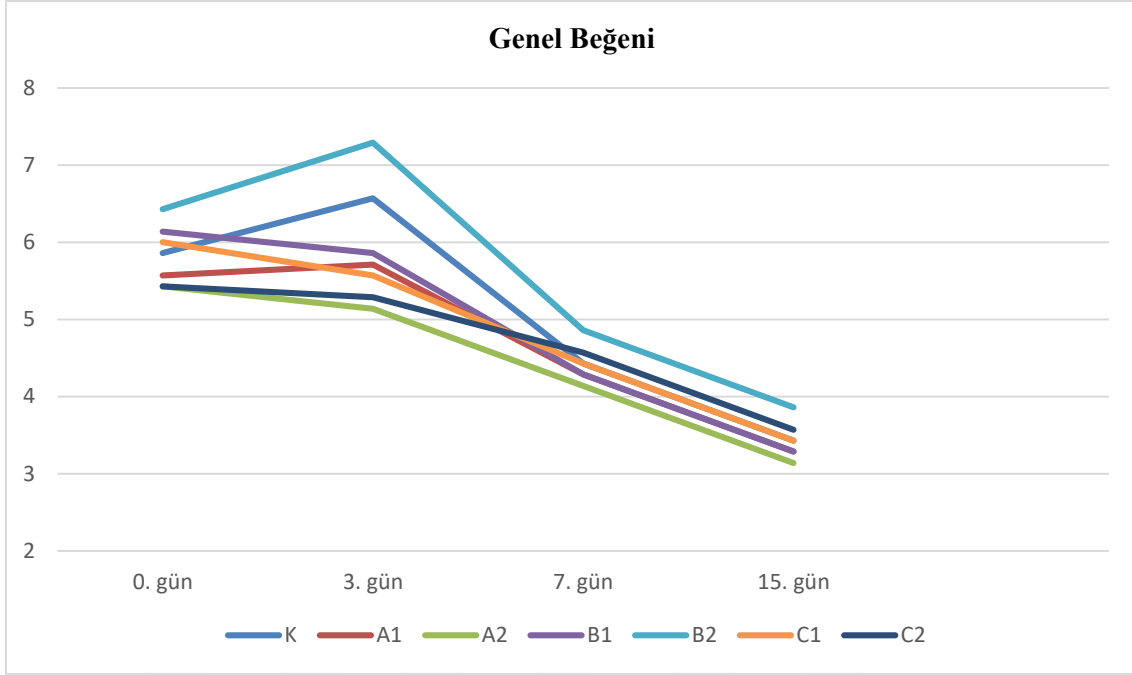
**Çizelge 3.4.Devam: *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 15. ve 21. Günlerde Renk Parametrelerinin Analiz Bulguları**

| Gün | Gruplar | l                       | a                       | b                        |
|-----|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 15  | K1      | 54,38±2,67 <sup>a</sup> | 17,81±2,50 <sup>a</sup> | 28,80±0,87 <sup>a</sup>  |
|     | A1      | 53,68±0,62 <sup>a</sup> | 19,23±1,44 <sup>a</sup> | 29,79±0,81 <sup>a</sup>  |
|     | A2      | 54,77±1,04 <sup>a</sup> | 17,80±1,08 <sup>a</sup> | 28,78±1,03 <sup>a</sup>  |
|     | B1      | 53,76±1,66 <sup>a</sup> | 19,25±3,57 <sup>a</sup> | 28,98±1,37 <sup>a</sup>  |
|     | B2      | 53,03±0,69 <sup>a</sup> | 16,18±0,97 <sup>a</sup> | 26,41±1,55 <sup>b</sup>  |
|     | C1      | 54,12±0,14 <sup>a</sup> | 16,52±5,13 <sup>a</sup> | 28,28±0,88 <sup>ab</sup> |
|     | C2      | 54,47±0,83 <sup>a</sup> | 18,09±0,39 <sup>a</sup> | 29,40±0,80 <sup>a</sup>  |
| 21  | K1      | 52,99±4,56 <sup>a</sup> | 17,32±4,00 <sup>a</sup> | 30,45±4,29 <sup>a</sup>  |
|     | A1      | 55,48±1,05 <sup>a</sup> | 19,39±1,92 <sup>a</sup> | 34,12±1,06 <sup>a</sup>  |
|     | A2      | 54,23±2,40 <sup>a</sup> | 18,67±3,66 <sup>a</sup> | 32,92±3,55 <sup>a</sup>  |
|     | B1      | 54,67±1,29 <sup>a</sup> | 15,38±0,19 <sup>a</sup> | 29,85±0,59 <sup>a</sup>  |
|     | B2      | 53,64±0,88 <sup>a</sup> | 15,20±0,93 <sup>a</sup> | 30,93±1,73 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 54,29±0,91 <sup>a</sup> | 17,66±4,84 <sup>a</sup> | 33,62±0,90 <sup>a</sup>  |
|     | C2      | 54,46±1,32 <sup>a</sup> | 19,33±2,96 <sup>a</sup> | 33,58±2,06 <sup>a</sup>  |

K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

### 3.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Sucuk köftelerinde duyusal analizlerde depolama süresi boyunca görünüş, kötü koku oluşumu, tat ve aroma, renk, tekstür ve genel beğeni parametrelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 3.5). Olgunlaşma süresi boyunca genel beğenin bazı gruplarda düştüğü görülmüştür (Şekil 3.8). Genel beğenideki görünür azalışın özellikle 3. günden itibaren başladığı tespit edilmiştir. Duyusal analizlerin, mikrobiyal yükün artması ile birlikte olası gıda zehirlenmeleri ihtimali açısından 15. güne kadar yapılması uygun görülmüştür.



K<sub>1</sub>: Kontrol, A<sub>1</sub>: %1 kırmızımsı propolis, A<sub>2</sub>: %2 kırmızımsı propolis, B<sub>1</sub>: %1 kahverengi propolis, B<sub>2</sub>: %2 kahverengi propolis, C<sub>1</sub>: %1 yeşilimsi propolis, C<sub>2</sub>: %2 yeşilimsi propolis, a-c: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

**Şekil 3.8:** Farklı oranlarda propolis katılmış, *L. monocytogenes* inoküle edilmeyen sucuk köftelerinin genel beğenilerinin zamana göre değişimi

**Çizelge 3.5:** *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmemiş Sucuk Köftelerinin 0., 3., 7. ve 15. Günlerde Duyusal Analiz Bulguları

| Gün | Gruplar | Görünüş                 | Kötü Koku Oluşumu       | Tat Aroma                | Renk                    | Tekstür                 | Genel Beğeni            |
|-----|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0   | K1      | 5,71±1,89 <sup>a</sup>  | 6,29±1,11 <sup>a</sup>  | 5,86±1,35 <sup>a</sup>   | 6,14±1,35 <sup>a</sup>  | 5,43±1,99 <sup>a</sup>  | 5,86±1,21 <sup>a</sup>  |
|     | A1      | 6,71±1,38 <sup>a</sup>  | 5,00±2,08 <sup>a</sup>  | 5,14±2,41 <sup>a</sup>   | 6,43±2,07 <sup>a</sup>  | 5,57±2,44 <sup>a</sup>  | 5,57±2,51 <sup>a</sup>  |
|     | A2      | 5,71±0,95 <sup>a</sup>  | 5,14±1,57 <sup>a</sup>  | 4,57±1,51 <sup>a</sup>   | 5,86±1,77 <sup>a</sup>  | 5,57±1,40 <sup>a</sup>  | 5,43±0,79 <sup>a</sup>  |
|     | B1      | 5,71±1,60 <sup>a</sup>  | 5,29±1,25 <sup>a</sup>  | 6,14±0,90 <sup>a</sup>   | 6,43±0,98 <sup>a</sup>  | 6,71±1,38 <sup>a</sup>  | 6,14±0,90 <sup>a</sup>  |
|     | B2      | 6,29±1,50 <sup>a</sup>  | 5,43±0,98 <sup>a</sup>  | 6,29±2,06 <sup>a</sup>   | 6,57±0,53 <sup>a</sup>  | 6,00±2,00 <sup>a</sup>  | 6,43±1,27 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 5,29±1,70 <sup>a</sup>  | 6,00±1,53 <sup>a</sup>  | 5,71±2,06 <sup>a</sup>   | 6,43±0,98 <sup>a</sup>  | 5,57±1,90 <sup>a</sup>  | 6,00±1,73 <sup>a</sup>  |
|     | C2      | 5,43±1,40 <sup>a</sup>  | 5,43±0,53 <sup>a</sup>  | 6,00±1,15 <sup>a</sup>   | 6,57±0,79 <sup>a</sup>  | 6,14±1,35 <sup>a</sup>  | 5,43±1,27 <sup>a</sup>  |
| 3   | K1      | 6,00±1,63 <sup>a</sup>  | 5,14±2,12 <sup>a</sup>  | 6,86±1,07 <sup>ab</sup>  | 5,00±1,41 <sup>b</sup>  | 5,57±0,98 <sup>ab</sup> | 6,57±0,98 <sup>ab</sup> |
|     | A1      | 5,43±0,53 <sup>a</sup>  | 4,71±1,80 <sup>a</sup>  | 6,00±2,58 <sup>abc</sup> | 5,14±1,57 <sup>ab</sup> | 5,86±0,90 <sup>ab</sup> | 5,71±1,38 <sup>bc</sup> |
|     | A2      | 6,29±1,11 <sup>a</sup>  | 4,57±0,98 <sup>a</sup>  | 4,71±2,21 <sup>c</sup>   | 5,43±1,40 <sup>ab</sup> | 4,43±1,62 <sup>b</sup>  | 5,14±1,21 <sup>c</sup>  |
|     | B1      | 5,86±1,46 <sup>a</sup>  | 4,71±1,38 <sup>a</sup>  | 5,86±1,21 <sup>abc</sup> | 6,57±0,53 <sup>a</sup>  | 5,86±1,86 <sup>ab</sup> | 5,86±1,68 <sup>bc</sup> |
|     | B2      | 6,43±2,07 <sup>a</sup>  | 6,00±0,82 <sup>a</sup>  | 7,29±1,11 <sup>a</sup>   | 6,14±1,86 <sup>ab</sup> | 6,29±1,60 <sup>a</sup>  | 7,29±0,76 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 6,29±2,21 <sup>a</sup>  | 5,00±1,41 <sup>a</sup>  | 5,14±1,46 <sup>bc</sup>  | 5,29±0,49 <sup>ab</sup> | 6,00±0,82 <sup>ab</sup> | 5,57±0,79 <sup>bc</sup> |
|     | C2      | 5,29±0,49 <sup>a</sup>  | 5,57±1,13 <sup>a</sup>  | 5,57±1,13 <sup>abc</sup> | 5,00±0,82 <sup>b</sup>  | 5,86±1,07 <sup>ab</sup> | 5,29±0,76 <sup>bc</sup> |
| 7   | K1      | 5,57±0,53 <sup>bc</sup> | 4,43±0,53 <sup>ab</sup> | 3,00±0,82 <sup>a</sup>   | 5,71±0,95 <sup>ab</sup> | 6,43±0,53 <sup>ab</sup> | 4,43±0,53 <sup>ab</sup> |
|     | A1      | 5,71±0,95 <sup>ab</sup> | 5,14±0,90 <sup>a</sup>  | 3,14±0,90 <sup>a</sup>   | 5,57±0,53 <sup>ab</sup> | 6,29±0,49 <sup>ab</sup> | 4,29±0,49 <sup>ab</sup> |
|     | A2      | 4,86±0,69 <sup>c</sup>  | 4,71±0,95 <sup>ab</sup> | 3,00±0,82 <sup>a</sup>   | 4,71±0,49 <sup>c</sup>  | 5,43±0,53 <sup>c</sup>  | 4,14±0,38 <sup>b</sup>  |
|     | B1      | 5,00±0,82 <sup>bc</sup> | 4,29±0,95 <sup>ab</sup> | 3,43±0,53 <sup>a</sup>   | 5,57±0,53 <sup>ab</sup> | 6,29±0,49 <sup>ab</sup> | 4,29±0,49 <sup>ab</sup> |
|     | B2      | 4,86±0,69 <sup>c</sup>  | 4,00±0,82 <sup>b</sup>  | 3,57±0,53 <sup>a</sup>   | 6,29±0,49 <sup>a</sup>  | 5,86±0,90 <sup>bc</sup> | 4,86±0,90 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 5,71±0,49 <sup>ab</sup> | 4,57±0,53 <sup>ab</sup> | 2,86±0,69 <sup>a</sup>   | 5,29±0,49 <sup>bc</sup> | 6,71±0,49 <sup>a</sup>  | 4,43±0,53 <sup>ab</sup> |
|     | C2      | 6,43±0,53 <sup>a</sup>  | 5,00±0,82 <sup>a</sup>  | 3,29±1,11 <sup>a</sup>   | 5,71±0,95 <sup>ab</sup> | 6,14±0,69 <sup>ab</sup> | 4,57±0,53 <sup>ab</sup> |
| 15  | K1      | 4,57±0,53 <sup>bc</sup> | 3,43±0,53 <sup>ab</sup> | 2,00±0,82 <sup>a</sup>   | 4,71±0,95 <sup>ab</sup> | 5,43±0,53 <sup>ab</sup> | 3,43±0,53 <sup>ab</sup> |
|     | A1      | 4,71±0,95 <sup>ab</sup> | 4,14±0,90 <sup>a</sup>  | 2,14±0,90 <sup>a</sup>   | 4,57±0,53 <sup>ab</sup> | 5,29±0,49 <sup>ab</sup> | 3,29±0,49 <sup>ab</sup> |
|     | A2      | 3,86±0,69 <sup>c</sup>  | 3,71±0,95 <sup>ab</sup> | 2,00±0,82 <sup>a</sup>   | 3,71±0,49 <sup>c</sup>  | 4,43±0,53 <sup>c</sup>  | 3,14±0,38 <sup>b</sup>  |
|     | B1      | 4,00±0,82 <sup>bc</sup> | 3,29±0,95 <sup>ab</sup> | 2,43±0,53 <sup>a</sup>   | 4,57±0,53 <sup>ab</sup> | 5,29±0,49 <sup>ab</sup> | 3,29±0,49 <sup>ab</sup> |
|     | B2      | 3,86±0,69 <sup>c</sup>  | 3,00±0,82 <sup>b</sup>  | 2,57±0,53 <sup>a</sup>   | 5,29±0,49 <sup>a</sup>  | 4,86±0,90 <sup>bc</sup> | 3,86±0,90 <sup>a</sup>  |
|     | C1      | 4,71±0,49 <sup>ab</sup> | 3,57±0,53 <sup>ab</sup> | 1,86±0,69 <sup>a</sup>   | 4,29±0,49 <sup>bc</sup> | 5,71±0,49 <sup>a</sup>  | 3,43±0,53 <sup>ab</sup> |
|     | C2      | 5,43±0,53 <sup>a</sup>  | 4,00±0,82 <sup>a</sup>  | 2,29±1,11 <sup>a</sup>   | 4,71±0,95 <sup>ab</sup> | 5,14±0,69 <sup>ab</sup> | 3,57±0,53 <sup>ab</sup> |

K1: Kontrol, A1: %1 kırmızımsı propolis, A2: %2 kırmızımsı propolis, B1: %1 kahverengi propolis, B2: %2 kahverengi propolis, C1: %1 yeşilimsi propolis, C2: %2 yeşilimsi propolis, a-e: Aynı sütundaki aynı günlerdeki farklı harfler gruplar arasındaki farkı göstermektedir.

#### 4. TARTIŞMA

Bu bölümde, farklı propolis türlerinin sucuk köftelerinde kullanımının *Listeria monocytogenes* üzerine etkilerine ilişkin elde edilen bulgular, mevcut literatür ışığında değerlendirilecektir. Araştırma sonuçları, propolisin antimikrobiyal etkinliği ve et ürünlerinde doğal koruyucu olarak kullanılabilirliğine dair bilimsel temelli çıkarımlar sunmaktadır. Bulguların literatürde yer alan çalışmalarla benzerlik ve farklılıkları tartışılarak, propolisin potansiyel uygulama alanları ve sınırlılıkları analiz edilecektir. Böylece, elde edilen verilerin gıda güvenliği açısından taşıdığı önem kapsamlı biçimde ortaya konulacaktır.

*L. monocytogenes* inoküle edilmiş sucuk köftelerinin *L. monocytogenes* sayısının sonuçları Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de incelendiğinde, kontrol grubunda (K2) analiz süresi boyunca bir azalma gözlemlenmiş olsa da, bu azalma diğer gruplara kıyasla daha sınırlı kalmıştır. Başlangıçta  $\log 4,35 \pm 0,05$  log kob/g olarak tespit edilen *Listeria* yükü, 21. gün itibarıyla  $\log 3,43 \pm 0,08$  log kob/g seviyesine düşmüştür. Propolis ilave edilen gruplarda ise bu azalma daha belirgin olmuştur. Örneğin, C3 grubunda *Listeria* yükü başlangıçta  $\log 4,40 \pm 0,02$  kob/g iken, 21. gün itibarıyla  $\log 2,46 \pm 0,28$  kob/g seviyesine kadar düşmüştür. Benzer şekilde, A gruplarında başlangıçta  $4,39 \pm 0,09$  ve  $4,46 \pm 0,13$  log kob/g aralığında olan değerler, 21. gün itibarıyla  $2,40 \pm 0,17$  ve  $2,63 \pm 0,35$  log kob/g aralıklarında tespit edildi. Bu durum, propolisin *L. monocytogenes* üzerindeki baskılayıcı etkisinin konsantrasyona bağlı olarak değişebileceğini ve özellikle A3 ve A4 gruplarında önemli bir antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

B gruplarında da benzer şekilde *Listeria* yükünde azalmalar gözlenmiştir. B3 grubunda *Listeria* yükü başlangıçta  $4,43 \pm 0,06$  log kob/g iken, 21. gün itibarıyla  $2,86 \pm 0,24$  log kob/g seviyesine düşmüştür. B4 grubunda ise başlangıçtaki  $4,36 \pm 0,04$  log kob/g değeri, 21. gün itibarıyla  $2,86 \pm 0,07$  log kob /g olarak ölçülmüştür. C gruplarında da *Listeria* yükünde önemli azalmalar kaydedilmiştir. C3 grubunda başlangıçta  $4,40 \pm 0,02$  log kob/g olan değer, 21. gün itibarıyla  $2,46 \pm 0,28$  log kob/g seviyesine düşerken, C4 grubunda başlangıçta  $4,37 \pm 0,05$  log kob/g olan değer, 21. gün itibarıyla  $2,53 \pm 0,40$  log kob/g seviyesine düşmüştür. Bu bulgular, Şekil 3.1’de görüldüğü üzere propolisin farklı gruplar ve konsantrasyonlarda *L. monocytogenes* üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu

göstermektedir. Özellikle %1 ve %2 oranında yeşilimsi propolislerin *L. monocytogenes* patojeni üzerinde etkilerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

*L. monocytogenes* inoküle edilen sucuk köftelerde Çizelge 3.1’de TAMB sayısı tüm gruplarda artış göstermiştir. Kontrol grubunda (K2), TAMB sayısı başlangıçta  $5,98 \pm 0,09$  log kob/g iken, 21. gün itibarıyla  $6,18 \pm 0,04$  log kob/g seviyesine ulaşmıştır. Propolis eklenen bazı gruplarda, özellikle C3 ve C4 grupları 21. günde  $6,17 \pm 0,10$  ve  $6,04 \pm 0,08$  log kob/g değerleri ile K2 grubunun altında kalmıştır. Bu da farklı oranlarda bazı propolis türlerinin TAMB sayısında baskılayıcı bir etkisinin olabileceğini göstermektedir.

*L. monocytogenes* inoküle edilen sucuk köftelerde Çizelge 3.1’de *Lactobacillus* spp. sayısında kontrol grubunda muhafaza boyunca sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Tüm muhafaza boyunca en düşük laktik asit değeri 0. günde C3 grubunda  $4,90 \pm 0,30$  log kob/g olarak tespit edilirken en yüksek değer  $6,19 \pm 0,11$  log kob/g değerinde tespit edilmiştir. Çalışmanın 21. gününe kadar propolis eklenen sucuk köftelerindeki *Lactobacillus* spp. sayısı kontrol grubuna göre daha stabil seviyede görülmektedir. Bu durum, propolisin *Lactobacillus* spp. üzerinde baskılayıcı bir etkisinin olmadığını aksine bu bakterilerin doğal gelişimini desteklediğini göstermektedir.

*L. monocytogenes* inoküle edilen propolis katkılı sucuk hamurlarında küf ve maya sayılarında, tüm gruplarda 3. güne kadar düzenli bir artış görülmüştür. Ancak 7. günden 21. güne kadar küf ve maya sayısında düşüş görülmektedir. 21. günde *Listeria* inoküle edilmiş propolisli sucuk hamurlarının ortalama maya ve küf miktarı  $2,20 \pm 0,1$  log kob/g olarak tespit edilmiş olup, kontrol grubuna ait maya küf sayısı  $2,31 \pm 0,03$  log kob/g olarak görülmüştür. Bu çalışmaya göre değişen oranlarda ve türlerde propolisli ürünlerin maya ve küf miktarının baskılanmasına etki ettiği fikrine varılabilir.

*L. monocytogenes* inoküle edilen ve edilmeyen farklı oran ve türlerde propolis ilave edilen sucuk köfteleri arasında TAMB, *Lactobacillus* spp., maya ve küfler açısından genel bir karşılaştırma yapıldığında, her iki grupta da propolis ilavesinin mikrobiyal yük üzerindeki etkisinin benzer olduğu görülmüştür. TAMB’de her iki grupta da bazı tür ve oranlarda propolis ilave edilen gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde seyrettiği tespit edilmiştir. Bu durum, propolisin mikrobiyal gelişimi baskılamadaki etkisini ortaya koymaktadır. *Lactobacillus* spp. ise her iki grupta da propolis ilavesinden olumsuz etkilenmediği ve doğal gelişimlerini sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Bu durum, propolisin *Lactobacillus* spp. üzerinde seçici bir etkisi olmadığını ve bu bakterilerin gelişimini

desteklediğini göstermektedir. Maya ve küf değerleri açısından, hem inoküle edilen hem de edilmeyen gruplarda farklı tür ve oranlarda propolis ilave edilen bazı gruplarda küf ve maya sayısında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, propolisin küf ve maya gelişimini baskılamadaki etkinliğini göstermektedir.

Sadece *L. monocytogenes* inoküle edilmemiş propolisli sucuk köftelerinde analizi yapılan *Staphylococcus* spp. ve *Enterococcus* spp. bakterileri, çalışma süresi boyunca incelenmiş ve propolisin mikrobiyal flora üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. *Staphylococcus* spp. analiz sonuçları depolama süresi boyunca kontrol ve propolis ilave edilen gruplar arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Kontrol grubunda (K), *Staphylococcus* spp. sayısı başlangıçta  $3,70 \pm 0,13$  log kob/g olarak ölçülmüş ve analiz süresi boyunca nispeten sabit bir seyir izleyerek 21. gün itibarıyla  $3,72 \pm 0,13$  log kob/g seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, kontrol grubunda *Staphylococcus* spp. gelişiminin depolama süresi boyunca baskılanmadığını göstermektedir. Propolis ilave edilen gruplar arasında, örneğin A2 ve C2 gruplarında *Staphylococcus* spp. sayısının çalışmanın 3. gününden 21. güne kadar kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde seyrettiği gözlemlenmiştir. Örneğin, A2 grubunda *Staphylococcus* spp. sayısı başlangıçta  $3,79 \pm 0,06$  log kob/g iken, 21. gün itibarıyla  $2,46 \pm 0,28$  log kob/g seviyesine düşmüştür. Benzer şekilde, C2 grubunda *Staphylococcus* spp. sayısı başlangıçta  $3,91 \pm 0,02$  log kob/g iken, 21. gün itibarıyla  $2,83 \pm 0,21$  log kob/g seviyesine gerilemiştir. Bu durum, farklı konsantrasyonlarda ve formülasyonlardaki propolisin kontrol grubuna göre *Staphylococcus* spp. bakterisi üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu göstermektedir.

*Enterococcus* spp. bakteri analizinde tüm analiz süresi boyunca en düşük değer 3. günde C2 grubunda  $2,50 \pm 0,17$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek değer ise 15. günde B2 grubunda  $3,59 \pm 0,12$  log kob/g olarak ölçülmüştür. Çalışmanın son gününde farklı oran ve türlerdeki propolis gruplarının *Enterococcus* spp. bakteri sayısı ortalaması  $3,12$  log kob/g iken, kontrol grubu  $3,40$  log kob/g olarak gözlemlenmiştir. Bu durum farklı oranlarda ve türlerde bazı propolis türlerinin *Enterococcus* spp. bakterinin üremesini baskılayabildiğini ve antimikrobiyal etkisinin olabileceğini göstermektedir.

Et ve et ürünlerine farklı tür ve oranlarda katılan propolisin antimikrobiyal ve bakterisidal etkilerinin olduğunu Rendueles vd. (2024), Güngören vd. (2023), Patiño vd. (2021), Gedikoğlu (2022), Casquete vd. (2016), Mafra vd. (2022) ve Neto vd. (2021) yaptıkları çalışmalarla göstermiştir.

Rendueles vd. (2024) yaptıkları çalışmalarda propolisin gıda kaynaklı patojenler üzerindeki antimikrobiyal etkileri ve pişmiş jambon gibi ısıtılmış işlem görmüş gıda ürünlerinde koruyucu olarak kullanılabilirliği ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ve *Clostridium sporogenes* gibi önemli gıda patojenleri üzerinde yapılan deneysel analizler, propolisin bu mikroorganizmaların büyümesini kontrol etme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Ancak, bu etkinlik, kullanılan formülasyonlara ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Çalışmada, propolisin seçilen gıda kaynaklı patojenler üzerindeki etkinliği, minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) ve minimum bakterisidal konsantrasyon (MBC) değerleri ile değerlendirilmiştir. *L. monocytogenes*'in MIC değeri 156.25–312.5 µg/mL arasında değişirken, MBC değeri 312.5 µg/mL olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, propolisin *L. monocytogenes* üzerinde inhibitör bir etki gösterdiğini ancak tam bakterisidal etkinliğin daha yüksek konsantrasyonlarda sağlandığını ortaya koymaktadır. *Clostridium sporogenes* ve *Bacillus cereus* gibi spor oluşturan bakteriler üzerinde yapılan analizlerde, MIC değerleri 156.25 µg/mL'ye kadar düşmüş, bu da propolisin sporlu bakterilere karşı güçlü bir inhibitör etkisi olduğunu göstermiştir. Ancak *Staphylococcus aureus* için MIC ve MBC değerleri 625 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Bu da propolisin bu patojene karşı daha düşük bir etkinlik gösterdiğini göstermektedir.

Güngören vd. (2023) yaptıkları çalışmada vakum paketlenmiş sıcak füme alabalık filetolarının mikrobiyal kalitesini değerlendirmek amacıyla aerobik mezofilik bakteriler (AMB), psikrotrofik bakteriler (PB), mezofilik laktik asit bakterileri (LAB), lipolitik bakteriler ve maya-küf grupları üzerinde propolis ekstraktının (PE) farklı konsantrasyonlarda (%0.25, %0.50, %1 ve %3) antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. AMB üzerinde yapılan analizde çiğ filetoların başlangıç AMB değeri  $4.65 \pm 0.26 \log_{10}$  CFU/g olarak ölçülmüştür. Fümeleme sonrasında ise AMB seviyeleri kontrol grubunda  $2.41 \pm 0.58 \log_{10}$  CFU/g iken, %3 PE grubunda bu değer  $1.52 \pm 0.47 \log_{10}$  CFU/g'ye düşmüştür. Depolama süresi sonunda ise kontrol grubu 56. günde  $6.26 \pm 0.53 \log_{10}$  CFU/g seviyesine ulaşırken, %3 PE grubu  $4.39 \pm 0.95 \log_{10}$  CFU/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, propolisin AMB seviyelerini kontrol etmede etkili olduğunu göstermektedir. Maya ve küf analizinde ise AMB gibi aynı doğrultuda sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda Güngören vd. (2023), propolis ekstraktının farklı

konsantrasyonlarda uygulanmasının, vakum paketlenmiş sıcak füme alabalık filetolarında mikrobiyal büyümeyi etkili bir şekilde kontrol ettiğini göstermektedir. Özellikle %1 ve %3 PE uygulamaları, aerobik mezofilik bakteriler, psikrotrofik bakteriler, laktik asit bakterileri, lipolitik bakteriler ve maya-küf gruplarını baskılamada etkili bulunmuştur. Ancak %3 propolis ekstratlı örnekler duyuusal özellik yönünden olumsuz sonuçlar vermişt r.

Pati o vd. (2021) yaptıkları çalışmada; propolis etanolik ekstraktının lezzetini geliştirme stratejileri ve sığır etinde antimikrobiyal etkileri üzerinde analizler yapmışlardır. Çalışmada, sığır etinin mikrobiyal kalitesini değerlendirmek amacıyla toplam aerobik mezofiller ve *Enterobacteriaceae* bakteri düzeyleri analiz edilmiştir. Hazırlanan farklı biçimlerdeki propolis ekstratı (PE) grubu, mikrobiyal büyümeyi kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde yavaşlatmıştır. Toplam aerobik mezofiller açısından PE2 grubu, 7. günde 0.77 log birimlik bir azalma ile en etkili sonuçları göstermiştir. Ayrıca, kontrol grubunda 10. günde mikrobiyal seviyeler Avrupa normlarında belirtilen yasal sınır olan  $5 \times 10^5$ - $5 \times 10^6$  CFU/g seviyesine ulaşmış ve 14. günde bu sınırın üzerine çıkmıştır ( $>7$  log CFU/g). *Enterobacteriaceae* açısından ise PE2 grubu, 1.45 log birimlik azalma ile en yüksek etkinliği göstermiştir. Bu bulgular, farklı biçimlerdeki propolis gruplarının antimikrobiyal özelliklerinin hem toplam aerobik mezofiller hem de *Enterobacteriaceae*  zerinde belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Gediko lu, (2022), köfteler üzerinde yaptığı çalışmada propolis ekstraktının *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., *L. monocytogenes* ve bazı gram negatif bakteriler üzerinde etkisi üzerine çalışmalarda bulunmuştur. Yapılan analizlerde, Türk propolis ekstraktının gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi disk difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, propolis ekstraktının özellikle gram pozitif bakterilere karşı güçlü bir antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle *Staphylococcus epidermidis*  zerinde 26.5 mm'lik inhibisyon ile en yüksek antimikrobiyal aktivite gözlemlenmiştir. *Enterococcus faecalis* (16 mm) ve *L. monocytogenes* (15 mm) gibi gram pozitif bakterilere karşı da güçlü inhibisyon etkileri rapor edilmiştir. Gram negatif bakterilere yönelik analizlerde ise daha sınırlı bir antimikrobiyal aktivite gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, gram negatif bakterilerin dış zar yapılarının propolis ekstraktının antimikrobiyal etkisine karşı direnç oluşturabileceğini düşündürmüştür (Gediko lu, 2022).

Yapılan mikrobiyolojik çalışmalarda propolis, gıda kaynaklı patojenlerin ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini kontrol etmede potansiyel bir doğal antimikrobiyal ajan olarak öne çıkmaktadır. Propolisin etkinliği kullanılan konsantrasyona, formülasyona ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, yüksek konsantrasyonlarda duyuşal özellikler üzerinde olumsuz etkiler gözlenebileceğı için, uygulama sırasında bunun dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yaptığımız çalışmadaki farklı gruplara ait ürünlerin pH değerleri, analiz süresi boyunca belirgin bir değişim göstermiştir. İlk gün itibarıyla (0. gün), tüm grupların pH değerleri 5,99 ile 6,13 arasında değişmiş ve bu değerler, kırmızı et ürünleri için tipik bir pH aralığını yansıtmaktadır. Depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte (3., 7., 15. ve 21. günler), pH değerlerinde genel bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu durum, mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan organik asitlerin birikimiyle açıklanabilir. Özellikle, 21. gün itibarıyla kontrol grubunun pH değeri 5,55 olarak ölçülmüş ve bu değer, başlangıç pH değerine kıyasla anlamlı bir düşüş göstermiştir ( $p<0,05$ ). İlk 7 gün boyunca propolisli gruplar, kontrol grubuna kıyasla ortalama pH değerlerini daha iyi korumuş ve mikrobiyal aktiviteyi baskılamıştır. Ancak, 15. ve 21. günlerde propolisli grupların ortalama pH değerleri kontrol grubuna göre daha düşük seviyede tespit edilmiştir. Bu durum, depolama süresi uzadıkça propolisin etkinliğinin azaldığını veya mikrobiyal aktivitenin bu gruplarda yeniden hızlandığını gösterebilir.

Gotardo vd. (2023), nitriti azaltılmış kuzu sosislerinde yaptığı çalışmada, farklı oranlarda ve kombinasyonlarda propolisle kombine edilmiş 4 farklı kuzu sosisi grubunda pH ölçümleri yapmıştır. Yapılan ölçümlerde propolis ekstraktı ve nitrit indirgenmesinin kuzu sosislerin pH değerlerini etkilediğı ve depolama süresi boyunca pH' da genel bir düşüş olduğu görülmüştür. Ancak 21. gün itibarıyla gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Gotardo vd, 2023).

Su aktivitesi (aw) analizinde, kontrol grubunun aw değerleri 0,925-0,932 aralığında sabit bir seyir izlerken, propolisli gruplarda bu değerler gruplara göre farklılık göstermiştir. A1 (0,932-0,941) ve A2 (0,933-0,942) gruplarında daha yüksek aw değerleri ölçülmüş, bu durum bu gruplarda suyun daha serbest halde olduğunu ve mikrobiyal büyüme açısından daha elverişli bir ortam oluşturabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, C1 (0,925-0,926) ve C2 (0,922-0,926) gruplarında daha düşük aw değerleri ölçülmüş, bu da bu

grupların su aktivitesini daha etkin bir şekilde kontrol ederek mikrobiyal büyümeyi sınırlama potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak, propolisli gruplar arasında C1 ve C2, kontrol grubuna kıyasla daha düşük aw değerleri ile su aktivitesini daha iyi kontrol etmiştir. Bu durum, bu grupların gıdaların mikrobiyal stabilitesini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Mafra vd. (2022), “Tilapia” adlı salamda yaptıkları çalışmada su aktivitesinin (aw) değerlerinin, olgunlaşma süreci boyunca azaldığını göstermiş ve tüm formülasyonlarda Brezilya mevzuatında belirtilen maksimum sınır olan 0,92’nin altında kaldığını tespit etmişlerdir. Başlangıçta hazırlanan tüm formülasyonların aw değeri 0,96 olarak ölçülmüş, 16. gün sonunda ise F1 (%0.01 BHT- Butylated Hydroxytoluene) formülasyonu 0.81, F3 (%0,4 RPHE- Red Propolis Hydroalcoholic Extract) formülasyonu 0.85 ve F5 (kontrol grubu) formülasyonu 0,80 olarak kaydedilmiştir. RPHE içeren F3 formülasyonu, diğer formülasyonlara göre daha yüksek bir aw değerine sahip olmasına rağmen bu değer mikrobiyolojik güvenlik sınırları içerisinde kalmıştır. Su aktivitesindeki bu azalma, salamın mikrobiyolojik güvenliğini artırmış ve olgunlaşma sırasında stabilitesine olumlu katkı sağlamıştır.

TBA analizi sonucunda, farklı propolis türleri ve konsantrasyonlarının lipid oksidasyonu üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Kontrol grubu (K1), başlangıçta (0. gün)  $0,281 \pm 0,117$  µg MDA/g değerine sahipken, bu değer 21. günde  $0,323 \pm 0,000$  µg MDA/g olarak ölçülmüştür. Kırmızımsı propolisin %2 oranında kullanıldığı A2 grubunda, başlangıçta en düşük TBA değeri ( $0,107 \pm 0,010$  µg MDA/g) elde edilmiş ve bu etkinin 7. gün  $0,238 \pm 0,001$  µg MDA/g seviyesine kadar sürdüğü görülmüştür. Kahverengi propolisin %2 oranında ilave edildiği B2 grubunda ise başlangıç değeri  $0,332 \pm 0,007$  µg MDA/g olarak ölçülmüş, bu değer 7. günde  $0,267 \pm 0,000$  µg MDA/g’a düşmüş, ancak 21. günde  $0,354 \pm 0,000$  µg MDA/g’a yükselmiştir. Yeşilimsi propolisin %2 oranında kullanıldığı C2 grubunda başlangıçta  $0,141 \pm 0,003$  µg MDA/g gibi düşük bir oksidasyon seviyesi tespit edilmiş, ancak bu değer 21. günde  $0,404 \pm 0,001$  µg MDA/g olarak ölçülmüştür. Sonuçlar, özellikle kırmızımsı propolisin (%2 oranında) lipid oksidasyonunu başlangıçta en etkili şekilde baskıladığını, ancak tüm gruplarda zamanla oksidasyon seviyelerinin arttığını ortaya koymuştur.

Vargas-Sánchez vd. (2019), çeşitli türlere ait köftelerde yaptıkları çalışmada oksidatif stabiliteyi arttırmayı amaçlamıştır. Çalışmada lipid oksidasyonunun göstergesi olan TBA

analizinde propolis etanol ekstraktı (PEE) ilavesinin oksidasyonu belirgin şekilde inhibe ettiği bulunmuştur. PEE ile muamele edilen sığır ve domuz köftelerinde TBA değerleri kontrol gruplarına kıyasla sırasıyla %88,7 ve %80 oranında azalmıştır. Aynı zamanda sadece propolislerin değil sentetik antioksidanların da lipid oksidasyonuna etkisi ölçülmüştür. Propolis ilavesinin inhibisyon etkisi ile sentetik antioksidanlar BHT (Butylated Hydroxytoluene) (%86,2) ve Asc (Ascorbic acid) (%75,5) karşılaştırıldığında propolis etanol ekstraktı daha yüksek bulunmuştur.

Yazgan vd. (2020), propolisli sardalya filetolarındaki yaptıkları çalışmada, tüm gruplarda TBA değeri 0.62 mg MDA/kg olarak ölçülmüş, kontrol grubunda bu değer 15. gün itibarıyla 1.00 mg MDA/kg'a ulaşarak oksidatif bozulmanın arttığını göstermiştir. Buna karşın, %0.8 etanolik propolis (PE) uygulanan grupta TBA değeri 0.64 mg MDA/kg seviyesinde kalmış ve lipid oksidasyonunun önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. TBA değerlerinin 1-2 mg MDA/kg seviyesinin altında kalması, balık etinin kabul edilebilir tat ve koku sınırları içinde olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, propolis ekstraktlarının özellikle etanolik formunun oksidatif bozulmayı yavaşlatarak lipid oksidasyonuna karşı etkili bir koruma sağladığını ve böylece balık filetolarının raf ömrünü uzattığını ortaya koymaktadır.

Antioksidan aktivite analiz sonuçları, farklı propolis türleri ve konsantrasyonlarının sucuk köftelerindeki antioksidan kapasiteyi önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Kontrol grubu (K1), 0. günde en düşük antioksidan aktiviteye ( $30,12 \pm 0,23$ ) sahipken, bu değer 21. günde  $18,24 \pm 1,63$  olarak daha da azalmıştır. A ve B grupları, analiz sonuna kadar genellikle en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiş, özellikle 0. günde ortalama  $78,24 \pm 0,06$  ve 3. günde ortalama  $61,94 \pm 0,00$  gibi yüksek değerler elde edilmiştir. Yeşilimsi propolisin %1 oranında kullanıldığı C1 grubunda ise 7. günde  $85,95 \pm 0,13$  ve 21. günde  $89,13 \pm 0,13$  ile antioksidan aktivitenin en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Kahverengi propolisin %2 oranında kullanıldığı B2 grubunda 3. günde  $77,10 \pm 0,13$  gibi yüksek bir değer elde edilse de, 21. günde bu değer  $31,60 \pm 6,19$ 'a düşmüştür. Sonuçlar, farklı propolis türlerinin başlangıçta güçlü bir antioksidan etki sağladığını, ancak bu etkinin zamanla azaldığını göstermiştir. Özellikle kırmızımsı propolisin (%1 oranında-A1) ve yeşilimsi propolisin (%1 oranında-C1) uzun süreli antioksidan kapasiteyi desteklediği tespit edilmiştir.

Marcinkowska-Lesiak vd. (2021), domuz fletolarına propolis ekstratlı jelâtin kaplayarak propolisin antioksidan aktivitesini ölçmüştür. Sonuçlara göre, elde edilen propolis ekstraktının DPPH radikal süpürme aktivitesi  $\%90,77 \pm 1,71$  olarak belirlenmiştir. Bu yüksek antioksidan aktivitenin, propolisin fenolik bileşikler bakımından zengin olmasından kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Sucuk köftelerinde yapılan parlaklık (L) analiz değerlerine göre, gruplar arasında günlere bağlı olarak farklılıklar gözlemlenmiştir. 0. günde, en yüksek L değeri A1 grubunda ( $51,97 \pm 0,73$ ) tespit edilirken, en düşük değer K1 grubunda ( $47,50 \pm 1,01$ ) kaydedilmiştir. 3. günde, parlaklık değerleri genel olarak artış göstermiş ve A1 grubu ( $52,31 \pm 0,65$ ) yine en yüksek değere sahip olmuştur. 7. gün itibarıyla tüm gruplarda parlaklık değerlerinde önemli bir artış gözlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. 15. ve 21. günde ise parlaklık değerleri en yüksek seviyelere ulaşmış, tüm gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Özellikle A1 ve A2 grupları, 15. ve 21. günde diğer gruplarla benzer şekilde yüksek parlaklık değerleri sergilemiştir. Bu sonuçlar, propolis uygulamalarının depolama süresi boyunca parlaklık değerlerini koruma veya artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bernardi vd. (2013), İtalyan tipi salamalarda yaptıkları çalışmada, yapay antioksidan yerinde doğal olarak propolisi tercih etmişlerdir. Propolis içeren salamalar ile kontrol grubundaki salamalar arasında L değeri açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu durum, propolisin (hem serbest hem de mikro enkapsüle formda) ışıklık değerini olumsuz yönde etkilemediğini ve salamaların renk stabilitesini koruduğunu göstermektedir. Başlangıçta (hamur aşamasında) L değeri 54,32 olarak kaydedilmiş, işlenmiş salamda bu değer 40,86'ya düşmüş ve 90 günlük saklama süresi sonunda 39,38'e kadar gerilemiştir. L değerlerindeki bu değişim, İtalyan tipi salamalar için literatürde bildirilen değerlerle uyumlu olduğu belirtilmiştir.

Kırmızılık (a) analizleri sonucunda, 0. günde, en yüksek kırmızılık değeri B2 grubunda ( $20,14 \pm 1,33$ ) tespit edilirken, en düşük değer K1 grubunda ( $16,82 \pm 0,75$ ) kaydedilmiştir. 3. günde, kırmızılık değerleri genel olarak artış göstermiş ve B2 grubu ( $21,76 \pm 0,30$ ) en yüksek değere ulaşmıştır. 7. günde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ve kırmızılık değerleri nispeten dengeli bir şekilde dağılmıştır. 15 ve 21. günde, kırmızılık değerlerinde genel bir düşüş gözlenmiştir. A2, C1 ve C2 grupları, aynı günlerde diğer gruplarla benzer şekilde kırmızılık değerlerini korumuşlardır. Bu sonuçlar,

propolis uygulamalarının kırmızılık değerlerini depolama süresi boyunca belirli bir seviyede tutma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Coró vd. (2020), yaptıkları çalışmada, kurutulmuş ve tuzlanmış et ürünlerinde depolama süresince kırmızılık (a) değerlerinde belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Başlangıçta en yüksek kırmızılık değeri, sodyum nitrit içeren standart formülasyonda ( $T_0$ :  $12,09 \pm 0,80$ ) gözlemlenirken, bu değer çalışmanın 60. gününde  $9,40 \pm 2,64$ 'e düşmüştür. Benzer şekilde, yerba mate (EM) içeren formülasyonda kırmızılık değeri başlangıçta  $5,89 \pm 1,11$  iken, 60. gün sonunda  $5,03 \pm 0,09$  olarak kaydedilmiştir. Propolis (PRO) içeren formülasyonda ise başlangıç değeri  $9,48 \pm 0,46$ 'dan  $4,69 \pm 1,60$ 'a düşmüştür. Azalan kırmızılık değerleri, depolama süresince hemogloblin türevlerinin oksidasyonu ve metmiyogloblinin artışıyla ilişkilendirilmiştir. Özellikle nitrit içeren formülasyonlarda daha yüksek kırmızılık değerleri korunmuş olsa da, yerba mate ve propolis gibi doğal antioksidanların bu parametre üzerinde sınırlı etkisi olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, depolama süresince ürünün renk stabilitesini etkileyen oksidatif süreçlerin kontrol altına alınmasında nitritin rolünün önemli olduğunu, ancak doğal antioksidanlarla bu etkinin kısmen desteklenebileceğini ortaya koymaktadır.

Sarılık (b) değerleri incelendiğinde, depolama süresi boyunca gruplar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. 0. günde, propolis uygulanan grupların genel ortalaması (A1, A2, B1, B2, C1, C2) 33,43 civarında iken, kontrol grubu (K1) daha düşük bir değere sahipti ( $29,14 \pm 1,57$ ). 3. günde tüm grupların ortalama sarılık değeri 32,33 civarına yaklaşarak benzerlik göstermiştir. 7. günde, A2 grubu  $31,12 \pm 1,46$  ile en yüksek değeri korurken, C2 grubu  $29,39 \pm 0,85$  ile en düşük değeri göstermiştir. 15. günde ise B2 grubunun sarılık değeri ( $26,41 \pm 1,55$ ) belirgin bir düşüş sergilerken, diğer gruplar arasında değerler daha dengeli bulunmuştur (ortalama 28,91). 21. günde propolis uygulanan grupların genel ortalaması yeniden yükselerek 32,84'e ulaşmış ve özellikle A1 grubu ( $34,12 \pm 1,06$ ) en yüksek değeri göstermiştir. Bu bulgular, propolis uygulamalarının depolama süresi boyunca sarılık değerlerini belirli bir seviyede koruma veya artırma potansiyeline sahip olduğunu, ancak bu etkinin uygulama türüne ve depolama süresine bağlı olarak değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Coró vd. (2020), çalışmalarında, kurutulmuş ve tuzlanmış et ürünlerinin depolama süresi boyunca sarılık (b) değerlerinde belirgin bir artış tespit edilmiştir. Sarılık değerlerindeki bu artış, depolama sırasında metmiyogloblinin yüzeyde birikmesi ve ürünün

kahverengimsi bir renk almasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, çalışma süresince meydana gelen yüzeysel dehidrasyonun, pigmentlerin yoğunlaşmasına ve sarılık değerlerinin yükselmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Bu bulgular, doğal antioksidanların sarılık değişimini tamamen engelleyemediğini, ancak oksidatif süreçlerin kontrolünde kısmi bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, depolama süresi boyunca gruplar arasında görünüş, kötü koku, tat/aroma, renk, tekstür ve genel beğeni kriterlerinde farklılıklar gözlenmiştir. 0. günde tüm gruplar genel olarak yüksek puanlar alırken, özellikle B2 grubunun genel beğeni değeri ( $6,43 \pm 1,27$ ) en yüksek olarak tespit edilmiştir. Depolamanın üçüncü gününde, genel beğeni açısından B2 grubu ( $7,29 \pm 0,76$ ) diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ancak, 7. ve 15. günlerde tüm gruplarda duysal özelliklerde belirgin bir düşüş gözlenmiş, özellikle A2 ve B2 gruplarındaki tat ve aroma değerleri (sırasıyla  $3,00 \pm 0,82$  ve  $2,57 \pm 0,53$ ) en düşük seviyelere inmiştir. Bununla birlikte, renk ve tekstür kriterlerinde C1 ve C2 grupları depolama süresi boyunca daha yüksek puanlar alarak duysal özelliklerini nispeten korumuştur. Bu bulgular, propolis uygulamasının duysal özelliklerin korunmasında sınırlı bir etkiye sahip olduğunu, ancak bazı gruplarda özellikle kısa depolama sürelerinde olumlu sonuçlar verebildiğini göstermektedir.

Mehdizadeh vd. (2019), tavuk göğüs etinin doğal yollarla ambalajlanması hakkındaki yaptıkları çalışmada duysal analizler, tat, renk, koku, doku ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinden 9 puanlık hedonik ölçekle değerlendirilmiştir. CH-PE1%-Z1% (propolis ekstratı içeren) grubu, depolama süresi boyunca tat (7.8), renk (4.5-4.1), koku (7.6-8.1), doku (8.8) ve genel kabul edilebilirlik (7.3-8.2) açısından en yüksek puanları alarak kabul edilebilirlik sınırını korumuştur. Kontrol grubunda ise bu değerler depolama süresince belirgin şekilde düşmüştür (örn. genel kabul edilebilirlik 7.2'den 1.4'e). Bu sonuçlar, propolis ekstratı içeren kitosan kaplamalarının duysal özellikleri koruma ve raf ömrünü uzatma konusunda etkili olduğunu göstermektedir.

Yazgan vd. (2020), yaptıkları çalışmada 0. günde tüm gruplarda duysal parametreler sifıra yakın değerlerde ölçülmüş, ancak depolama süresi boyunca bu değerlerde artış gözlemlenmiştir. Kontrol grubu, 7. günde 1.05 demerit puanına ulaşarak panelistler tarafından tüketim için kabul edilemez bulunmuş ve raf ömrü sona ermiştir. Buna karşılık, 0.4% ve 0.8% etanolik propolis (PE) uygulanan gruplarda duysal kalite 15. güne kadar

korunmuş, 0.4% ve 0.8% su bazlı propolis (PW) uygulanan gruplarda ise raf ömrü sırasıyla 11 ve 13 gün olarak belirlenmiştir. Bu değerler ile, özellikle etanolik propolis ekstraktlarının duyusal kaliteyi korumada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde Payandan vd. (2017), farklı konsantrasyonlarda (%7, %5, %3) etanol ve su bazlı propolis ekstraktlarının kıyılmış *Cyprinus carpio* balığına uygulanmasının analiz süresi boyunca duyusal özelliklerde (renk, koku, doku ve genel kabul edilebilirlik) iyileşme sağladığını bildirmiştir.

Özelikle et ve et ürünlerinde propolis kullanılarak yapılan çalışmalarda duyusal analizlerde kabul edilebilirlik genellikle propolisin oranına, yağ veya su bazlı olmasına, türüne göre farklılık göstermiştir. Aynı zamanda çalışmanın kaçınıcı gününde yapıldığı da analizi etkileyen önemli bir faktördür.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sucuk köftelerinde %1-%2 kırmızımsı propolis, %1-%2 kahverengimsi propolis ve %1-%2 yeşilimsi propolis kullanılabilirliği ve *L. monocytogenes* üzerine etkileri incelenmiştir ve elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Propolis ilavesi, *L. monocytogenes* bakterisinin üremesini etkili bir şekilde baskılamış ve bu etkinin propolis türüne ve konsantrasyonuna bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle, kontrol grubunda bulunan bakteri miktarı analizin 3. 15. ve 21. günlerinde en yüksek seviyede görülmüştür. Kontrol grubuna nispeten propolisli gruplardaki bakteriler bu günlerde daha düşük seviyede kalmıştır. Farklı oranlarda kırmızımsı propolis, en güçlü antimikrobiyal etkiyi göstermiş ve 21. gün itibarıyla *Listeria* yükünü en düşük seviyeye düşürmüştür. Yeşilimsi propolis, benzer şekilde etkili bir antimikrobiyal performans sergilemiş, ancak kırmızımsı propolisten biraz daha düşük bir etki göstermiştir. Kahverengi propolis, *Listeria* üzerinde baskılayıcı bir etki göstermiş olmakla birlikte, kırmızımsı ve yeşilimsi propolis kadar etkili olmamıştır. Bu durum, kırmızımsı ve yeşilimsi propolisin *L. monocytogenes* kontrolünde daha uygun olduğunu göstermektedir. Propolis ilavesi lipid oksidasyonunu (TBA) başlangıçta baskılamış, özellikle kırmızımsı propolis (%2) lipid oksidasyonunu en etkili şekilde inhibe etmiştir. Ancak, depolama süresi boyunca tüm gruplarda oksidasyon seviyelerinde artış gözlenmiştir. Bu da propolisin, depolamanın başlarında lipid oksidasyonunu baskılaması yönünden önemli olduğunu göstermektedir.

TMBA ve diğer bakteriyel analizlerde genel olarak yeşilimsi propolisin bazı günlerde bakteri üremesini baskıladığı tespit edilmiştir. Bu da bazı tür ve orandaki propolislerin ürünün raf ömrünü uzatabileceğini göstermektedir.

Propolisin en önemli özelliği olan antioksidan aktivitesinin analizinde kırmızımsı propolis (%1 ve %2) ve yeşilimsi propolis (%1), antioksidan kapasiteyi en yüksek seviyede tutmuş, kontrol grubuna kıyasla gözle görülür bir üstünlük sağlamıştır. Kahverengimsi propolis, kırmızımsı ve yeşilimsi propolis türüne göre daha az antioksidan etki göstermiş olsa da, kontrol grubuna göre antioksidan aktivitesi fazla seviyede tespit edilmiştir. Bu da propolislerin yapay katkı maddeleri yerine alternatif doğal bir antioksidan olarak kullanılabilirliğine işaret etmektedir.

Renk parametrelerinden parlaklık (L) analizinde, çalışmanın 0., 7. ve 15. günlerinde propolisli gruplara ait parlaklık değerleri kontrol grubuna göre daha fazla tespit edilmiştir. Bu da propolisin gıdada parlaklığa önemli bir katkı sağladığını göstermektedir. Depolama süresinin 21. gününe kadar parlaklıkta genel bir artış görülmüştür.

Kırmızılık (a\*) analizinde çalışmanın 3. gününe kadar %2 oranlı kahverengi propolis (B<sub>2</sub>) ürünün kırmızılığını arttırdığı görülmüştür. Diğer günlerde kırmızı propolislerin kontrol grubuna göre kırmızılık parametreleri daha fazla olmuş olsa da, yeşilimsi propolisler diğer türler kadar etkili olamamıştır. Bu analiz, bazı tür ve oranlarda propolislerin kullanımının ürünün kırmızılığına etkisini kanıtlar niteliktedir.

Sucuk köftelerinde tüm gruplarda 15. güne kadar sarılık (b\*) değerinde bir düşüş görülmüş, 21. günde ise ani artış gerçekleşmiştir. Bu durum şu nedenlerden dolayı olabilir: Propolisin, antioksidan özellikleriyle bilinir ve bu özellikler, oksidasyon süreçlerini yavaşlatabilir. Ancak depolama süresinin ilerleyen dönemlerinde, propolisin antioksidan kapasitesinin azalması veya tükenmesi, pigmentlerin yeniden aktifleşmesine ve sarılık değerlerinde artışa yol açmış olabilir. Aynı zamanda 21. günde bazı mikrobiyolojik aktivitenin hızlanması sonucu da gerçekleşebilir. Sonuç olarak propolislerin ürünün sarılık oranına belli bir güne kadar olumlu etkide bulunduğu görülmüştür.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, sucuk köftelerinin renk, koku, tat, doku ve genel beğeni parametreleri üzerinde farklı propolis türleri ve konsantrasyonlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Renk değerlendirmesinde, bazı propolis uygulanan gruplarda (kahverengi ve yeşilimsi propolis) kontrol grubuna kıyasla daha yüksek değerler elde edilmiş ve bu durum propolisin renk stabilitesini koruyucu etkisine bağlanmıştır.

Yapılan koku analizlerine göre, düşük konsantrasyonlarda propolis uygulanan grupların daha yüksek kabul gördüğü, ancak yüksek konsantrasyonlarda bazı gruplarda hafif olumsuz algıların olduğu gözlemlenmiştir. Bu da kabul edilebilir değeri yakalamak için farklı oranlarda propolis denemesi çalışmalarının yapılması gerektiğini göstermektedir.

10 uzman panelist tarafından yapılan tat incelemelerinde çalışmanın 3. gününe kadar tüm gruplarda aynı seyrinde sonuç oluşmuştur. Genel mikrobiyal bozulma, kötü tat ve koku oluşumu gibi nedenlerden dolayı analiz 15. güne kadar yapılmış, 3. günden 15. güne kadar grupların aromalarında görünür bir düşüş gözlemlenmiştir. Her analiz gününde en çok sevilen %2 oranında kahverengi propolis içeren grup (B<sub>2</sub>) olmuştur. Bu da belli bir güne

kadar bazı türde ve orandaki propolis türlerinin ürünün tadını bozmadığını, aksine propolis katılmamış halinden daha çok beğenildiğini göstermektedir.

Panelistlerin genel beğenilerine göre, tüm gruplar arasından en beğenileni %2 oranında kahverengi propolis içeren B2 grubunun olduğu görülmüştür. Kontrol grubuna nispeten yeşilimsi propolisin bazı oranlarının sevildiği görülse de kırmızı propolis, kontrol grubundan daha az sevilmiştir.

Bu çalışmada, sucuk köftelerinde farklı propolis türlerinin ve konsantrasyonlarının mikrobiyal, duyuusal ve fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkilerinin sonuçları kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Çalışmada elde edilen sonuçlar, propolisin özellikle *L. monocytogenes* gibi gıda kaynaklı patojenlerin kontrolünde etkili bir doğal antimikrobiyal ajan olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda, propolisin et ürünlerinde daha geniş ölçekli uygulamalarla kullanım potansiyeli araştırılabilir.
2. Propolisin diğer et ürünleri (örneğin, salam, sosis ve pastırma gibi fermente veya işlenmiş ürünler) ve süt ürünleri gibi farklı gıda matrislerindeki etkileri incelenebilir. Böylece propolisin gıda endüstrisinde daha yaygın bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilebilir.
3. Depolama süresi boyunca propolisin etkinliğinde azalmalar gözlemlenmiştir. Bu nedenle, propolisin etkisini uzun vadede koruyabilmek için farklı depolama koşulları (örneğin, sıcaklık, ambalajlama teknikleri) optimize edilmelidir.
4. Propolis, diğer doğal antimikrobiyal ve antioksidan ajanlarla (örneğin, bitkisel ekstraktlar, esansiyel yağlar) kombine edilerek kullanılabilir. Bu tür kombinasyonların sinerjik etkileri araştırılarak daha etkili formülasyonlar geliştirilebilir.
5. Çalışmada, yüksek konsantrasyonlarda propolisin bazı duyuusal parametreler üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, özellikle duyuusal kabul edilebilirliği artırmak için propolisin düşük konsantrasyonlarda veya farklı formülasyonlarla kullanımı üzerine çalışmalar yapılabilir.
6. Kırmızımsı, kahverengi ve yeşilimsi propolis türlerinin farklı oranlarda etkileri incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda, farklı coğrafi bölgelerden elde edilen

propolislerin kimyasal bileşimleri ve etkinlikleri karşılaştırılarak daha kapsamlı veriler elde edilebilir.

7. Propolisin gıda endüstrisinde ticari olarak uygulanabilirliği için maliyet etkinliği analizleri yapılmalı ve endüstriyel ölçekli üretim süreçlerine entegrasyonu araştırılmalıdır.
8. Propolisle zenginleştirilmiş ürünlerin tüketici kabulü üzerine yapılacak çalışmalar, bu tür ürünlerin pazarlanabilirliği ve tüketici beklentilerini karşılayabilmesi açısından önemli bilgiler sağlayabilir.
9. Propolisin antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin moleküler düzeyde mekanizmaları daha detaylı araştırılarak, etkisinin optimize edilmesine yönelik stratejiler geliştirilebilir.
10. Propolisin gıda katkı maddesi olarak kullanımı ile ilgili ulusal ve uluslararası standartlar ve yasal düzenlemeler üzerinde çalışmalar yapılmalı, bu alandaki eksiklikler giderilmelidir.



## 6. KAYNAKLAR

- Aung, M. M., Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, 39: 172-184.
- Attia, G. H., Marrez, D. A., Mohammed, M. A., Albarqi, H. A., Ibrahim, A. M., Raey, M. A. E. (2021). Synergistic effect of mandarin peels and hesperidin with sodium nitrite against some food pathogen microbes. *Molecules*, 26(11): 3186.
- Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B. (2014). Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. *Chemistry Central Journal*, 8: 1-8.
- Belias, A., Bolten, S., Wiedmann, M. (2024). Challenges and opportunities for risk and systems based control of *Listeria monocytogenes* transmission through food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(6): e70071.
- Bernardi, S., Fávaro-Trindade, C. S., Trindade, M. A., Balieiro, J. C. D. C., Cavenaghi, A. D., Contreras-Castillo, C. J. (2013). Italian-type salami with propolis as antioxidant. *Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti*, 25(4).
- Carpentier, B., Cerf, O. (2011). Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal Of Food Microbiology*, 145(1): 1-8.
- Carreira-Casais, A., Lourenço-Lopes, C., Otero, P., Carpena Rodriguez, M., Gonzalez Pereira, A., Echave, J., Soria-Lopez A., Chamarro F., Prieto M. A., Simal-Gandara, J. (2022). Chapter Application of Green Extraction Techniques for Natural Additives Production.
- Casquete, R., Castro, S. M., Jácome, S., Teixeira, P. (2016). Antimicrobial activity of ethanolic extract of propolis in “Alheira”, a fermented meat sausage. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1): 1125773.
- Ciobanu, M. M., Flocea, E. I., Boișteanu, P. C. (2024). The impact of artificial and natural additives in meat products on neurocognitive food perception: A Narrative Review. *Foods*, 13(23): 3908.
- Coró, F. A. G., Gaino, V. O., Carneiro, J., Coelho, A. R., Pedrão, M. R. (2020). Control of lipid oxidation in jerked beef through the replacement of sodium nitrite by natural extracts of yerba mate and propolis as antioxidant agent. *Brazilian Journal of Development*, 6(1): 4834-4850.

- de Medeiros Neto, M. S., Rodrigues, A. A., Rodrigues, M. D. S. A., dos Santos Araújo, A., da Silva, O. S., de Freitas, P. V. C., Sousa, B. J. (2021). Effect of the addition of Brazilian red propolis extract in ground beef. *Research, Society and Development*, 10(2)
- Demir, G., Gökoğlu, F., Kılıçkalkan, B., Baş, B. B., Altun, H. (2020). Knowledge, attitudes and behaviors of female and male consumers on food additives.
- Devequi-Nunes, D., Machado, B. A. S., Barreto, G. D. A., Rebouças Silva, J., da Silva, D. F., da Rocha, J. L. C., Brandão, H. N., Borges, V. M., Umsza-Guez, M. A. (2018). Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. *PLoS One*, 13(12): e0207676.
- Doulgeraki, A. I., Paramithiotis, S., Kagkli, D. M., Nychas, G. J. E. (2010). Lactic acid bacteria population dynamics during minced beef storage under aerobic or modified atmosphere packaging conditions. *Food microbiology*, 27(8): 1028-1034.
- World Health Organization. (2019). *The state of food security and nutrition in the world 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns* (Vol. 2019). Food & Agriculture Org.
- Farber, J. M., Peterkin, P. (1991). *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological reviews*, 55(3): 476-511.
- Ferreira, J. M., Fernandes-Silva, C. C., Salatino, A., Negri, G., Message, D. (2017). New propolis type from north-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(11): 3552-3558.
- Freires, I. A., de Alencar, S. M., Rosalen, P. L. (2016). A pharmacological perspective on the use of Brazilian red propolis and its isolated compounds against human diseases. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 110: 267-279.
- Gandhi, M., Chikindas, M. L. (2007). *Listeria*: a foodborne pathogen that knows how to survive. *International Journal of Food Microbiology*, 113(1): 1-15.
- Gedikoğlu, A. (2022). Antimicrobial and antioxidant activities of commercialized Turkish propolis extract, and application to beef meatballs. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(10): 2021-2029.
- Gotardo, L. R. M., Carvalho, F. A. L. D., Gomes Quirino, D. J., Favaro-Trindade, C. S., Alencar, S. M. D., Oliveira, A. L. D., Trindade, M. A. (2023). Study of the oxidative and microbiological stability of nitrite-reduced, vacuum-packed, refrigerated lamb sausages supplemented with red propolis extract. *Foods*, 12(24): 4419.

- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J. B., Christensen, A. B., Givskov, M. (2002). Food spoilage interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78(1-2): 79-97.
- Gupta, P., Adhikari, A. (2022). Novel approaches to environmental monitoring and control of *Listeria monocytogenes* in food production facilities. *Foods*, 11(12): 1760.
- Güngören, A., Patir, B., Özpolat, E. (2023). The effect of propolis application on quality properties of vacuum-packed hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*, Walbaum 1792) fillets during cold storage. *LWT*, 184: 115084.
- Havelaar, A. H., Kirk, M. D., Torgerson, P. R., Gibb, H. J., Hald, T., Lake, R. J., Praet, N., Bellinger, D. C., de Silva, N. R., Gargouri, N., Speybroeck, N., Cawthorne, A., Mathers, C., Stein, C., Angulo, F. J., Devleeschauwer, B., World Health Organization Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group. (2015). World Health Organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010. *PLoS medicine*, 12(12): e1001923.
- ISO 11290-1, 2017, Microbiology of the food chain , Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp., Part 1: Detection method.
- ISO 16649-1, 2018, Microbiology of the food chain, Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*, Part 1: Colony-count technique at 44 degrees C using membranes and 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide.
- ISO 16654, 2001, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157.
- ISO 21527-1, 2014, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds, Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95
- ISO 21528-2, 2004, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae, Part 2: Colony-count method.
- ISO 4832, 2006, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of coliforms, Colony-count technique.
- ISO 4833, 2013, Microbiology of the food chain, Horizontal method for the enumeration of microorganisms, Part 1: Colony count at 30 degrees C by the surface plating technique.
- ISO 6579-1, 2017, Microbiology of the food chain, Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*, Part 1: Detection of *Salmonella* spp.

- ISO 6618, 2017, Sensory analysis - Methodology - General guidance
- ISO 6888-1, 2018, Microbiology of the food chain, Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci, Part 1: Method using Baird-Parker agar medium.
- ISO 7899-1, 2002, Water quality detection and enumeration of intestinal enterococci in surface and waste water, Part 1: Miniaturized method (most probable number) by inoculation in liquid medium.
- Johler, S., Guldemann, C. (2021). An introduction to current trends in meat microbiology and hygiene. *Current Clinical Microbiology Reports*, 1-5.
- Jones, G. S., D'Orazio, S. E. (2013). *Listeria monocytogenes*: Cultivation and Laboratory Maintenance. *Current Protocols in Microbiology*, 31(1): 9B-2.
- Karthik, C., Mavelil-Sam, R., Thomas, S., Thomas, V. (2024). Cold plasma technology based eco-friendly food packaging biomaterials. *Polymers*, 16(2): 230.
- Kolbeck, S., Abele, M., Hilgarth, M., Vogel, R. F. (2021). Comparative proteomics reveals the anaerobic lifestyle of meat-spoiling *Pseudomonas* species. *Frontiers in Microbiology*, 12: 664061.
- Kosalec, I., Pepeljnjak, S., Bakmaz, M. (2005). Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products. *Acta Pharmaceutica*, 70(1): 99-109.
- Koutsoumanis, K. P., Sofos, J. N. (2004). Comparative acid stress response of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella Typhimurium* after habituation at different pH conditions. *Letters in Applied Microbiology*, 38(4): 321-326.
- Kumar, P., Mahato, D. K., Kamle, M., Mohanta, T. K., Kang, S. G. (2017). Aflatoxins: A global concern for food safety, human health and their management. *Frontiers in Microbiology*, 7: 2170.
- Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K. (2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6): 796-812.
- Lakicevic, B., Jankovic, V., Pietzka, A., Ruppitsch, W. (2023). Wholegenome sequencing as the gold standard approach for control of *Listeria monocytogenes* in the food chain. *Journal of Food Protection*, 86(1): 100003.
- Leeuwendaal, N. K., Stanton, C., O'toole, P. W., Beresford, T. P. (2022). Fermented foods, health and the gut microbiome. *Nutrients*, 14(7): 1527.

- Patiño, C. L., Arroqui, C., Horvitz, S., Virseda, P. (2021). Strategies to enhance propolis ethanolic extract's flavor for its use as a natural preservative in beef. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9(2): 521-532.
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Gomez, B., Barba, F. J., Mora, L., Pérez-Santaescolástica, C., Toldrá, F. (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products, A review. *Trends in Food Science & Technology*, 79: 136-147.
- Lulietto, M. F., Evers, E. G. (2020). Modelling and magnitude estimation of cross-contamination in the kitchen for quantitative microbiological risk assessment (QMRA). *EFSA Journal*, 18: e181106.
- Luna, L. G. (1968). Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, New York.
- Mafrá, J. F., de Santana, T. S., Cruz, A. I. C., Ferreira, M. A., Miranda, F. M., Araújo, F. M., Ribeiro P. R., Evangelista-Barreto, N. S. (2022). Influence of red propolis on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of tilapia (*Oreochromis niloticus*) salami. *Food Chemistry*, 394: 133502.
- Marcinkowska-Lesiak, M., Wojtasik-Kalinowska, I., Onopiuk, A., Zalewska, M., Poltorak, A. (2021). Application of propolis extract in gelatin coatings as environmentally friendly method for extending the shelf life of pork loin. *Coatings*, 11(8): 979.
- Massomian, A., Rashidimehr, A., Mohammadi-Nasrabadi, F., Khoshtinat, K., Esfarjani, F. (2025). Salt contents in fermented dairy products: A strategic blueprint for healthier intake. *Food Science & Nutrition*, 13(1): e4762.
- Mehdizadeh, T., Langroodi, A. M. (2019). Chitosan coatings incorporated with propolis extract and *Zataria multiflora* boiss oil for active packaging of chicken breast meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141: 401-409.
- Mielnik, M. B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., Skrede, G. (2006). Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT-Food science and technology*, 39(3): 191-198.
- Mironova, I. V., Galieva, Z. A., Konovalov, S. A., Bychkova, T. S., Baydan, D. V., Rozhkov, K. A. (2020). Enrichment of milk ice cream with bee products. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 613, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.
- Montgomery, D. C. (2017). Design and analysis of experiments. John Wiley and Sons.

- Morales, F. J., Jiménez-Pérez, S. (2001). Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. *Food Chemistry*, 72(1): 119-125.
- NicAogáin, K., O'Byrne, C. P. (2016). The role of stress and stress adaptations in determining the fate of the bacterial pathogen *Listeria monocytogenes* in the food chain. *Frontiers in Microbiology*, 7: 1865.
- Nuriler, T., Uyarcan, M. (2024). Fonksiyonel et ürünlerinin üretiminde probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik kullanımına yönelik yeni eğilimler. *Gıda*, 49(1): 25-38.
- Özer, E. D. (2020). Propolis and potential use in food products. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(5): 1139-1144.
- Paramasivam, A., Murugan, R., Jeraud, M., Dakkumadugula, A., Periyasamy, R., Arjunan, S. (2024). Additives in processed foods as a potential source of endocrine-disrupting chemicals: A Review. *Journal of Xenobiotics*, 14(4): 1697-1710.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63: 233-239.
- Pasupuleti, V. R., Sammugam, L., Ramesh, N., Gan, S. H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017(1): 1259510.
- Payandan, E., Sayyed-Alangi, S. 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.
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., Gniewosz, M. (2019). Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality, a review. *Trends in Food Science & Technology*, 83: 53-62.
- Popova, M., Trusheva, B., Bankova, V. (2021). Propolis of stingless bees: A phytochemist's guide through the jungle of tropical biodiversity. *Phytomedicine*, 86: 153098.
- Przybyłek, I., Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11): 2047.
- Radoshevich, L., Cossart, P. (2018). *Listeria monocytogenes*: Towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*, 16(1): 32-46.

- Rendueles, E., Mauriz, E., Sanz-Gómez, J., González-Paramás, A. M., Adanero-Jorge, F., García-Fernández, C. (2024). Exploring propolis as a sustainable bio-preservative agent to control foodborne pathogens in vacuum-packed cooked ham. *Microorganisms*, 12(5): 914.
- Rippa, A., Bilei, S., Peruzzy, M. F., Marrocco, M. G., Leggeri, P., Bossù, T., Murru, N. (2024). Antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* strains isolated in food and food-processing environments in Italy. *Antibiotics*, 13(6): 525.
- Sadıgzade Zengin, Z. (2024). Fermente sucuk kalite özellikleri üzerine farklı propolis türlerinin etkisinin araştırılması.
- Saint-Eve, A., Irlinger, F., Pénicaud, C., Souchon, I., Marette, S. (2021). Consumer preferences for new fermented food products that mix animal and plant protein sources. *Food Quality and Preference*, 90: 104117.
- Sapie, S. R., Kamari, A., Jumadi, J. (2023). A brief review of propolis as an additive in biopolymer matrix films for food packaging. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2556, No. 1). AIP Publishing.
- Shao, X., Wang, H., Song, X., Xu, N., Sun, J., Xu, X. (2024). Effects of different mixed starter cultures on microbial communities, taste and aroma compounds of traditional Chinese fermented sausages. *Food Chemistry: X*, 21: 101225.
- Silva-Carvalho, R., Baltazar, F., Almeida-Aguiar, C. (2015). Propolis: A complex natural product with a plethora of biological activities that can be explored for drug development. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(1): 206439.
- Silveira, M. A. D., de Souza, S. P., dos Santos Galvão, E. B., Teixeira, M. B., Gomes, M. M. D., Damiani, L. P., Bahiense, B. A., Cabral, J. B., De Oliveira, C. W. L. M., Mascarenhas, T. R., Pinheiro, P. C. G., Alves, M. S., de Melo, R. M. V., Berretta, A. A., Leite, F. M., Nonaka C. K. V., Souza B. S. F., Mendes, A. V. A., da Guarda, S. F., da Hora Passos, R. (2022). The use of standardized Brazilian green propolis extract (EPP-AF) as an adjunct treatment for hospitalized COVID-19 patients (BeeCovid2): A structured summary of a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 23(1): 255. *Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020: 1-13.
- Sperber, W. H., Doyle, M. P. (2009). Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages (pp. 235-236). New York, NY, USA: Springer.

- Strange, R. (2018). Alerts for policy makers extracted from papers published during 2017 in volume 9 of Food Security. *Food Security*, 10: 243-246.
- Swaminathan, B., Gerner-Smidt, P. (2007). The epidemiology of human listeriosis. *Microbes and Infection*, 9(10): 1236-1243.
- T.C. Resmî Gazete. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. 13.2.2025. Sayı:32812, Başbakanlık Basımevi, Ankara
- Teshome, E., Forsido, S. F., Rupasinghe, H. V., Olika Keyata, E. (2022). Potentials of natural preservatives to enhance food safety and shelf life: A review. *The Scientific World Journal*, 2022(1): 9901018.
- Turkal, G. (2024). Fermente sucuk üretiminde farklı tuz oranlarının *Staphylococcus aureus*' un enterotoksin üretme yeteneği üzerine etkisinin belirlenmesi.
- Uçak, İ. (2020). Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık burgerlerin oksidatif, mikrobiyal ve duyu kalite değişimlerinin incelenmesi. *Food and Health*, 6(4): 238-247.
- United Nations. (2022). Sustainable development goals. Goal 2: Zero Hunger.
- Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., Teillant, A., Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18): 5649-5654.
- Van Boekel, M. A., ter Steeg, P. F., Dahoe, A. E. (2020). Co-optimization of safety, quality and legislation: Opening Pandora's box. *Current Opinion in Food Science*, 35: 65-71.
- Vargas-Sánchez, R. D., Torrescano-Urrutia, G. R., Torres-Martínez, B. D. M., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Sánchez-Escalante, A. (2019). Propolis extract as antioxidant to improve oxidative stability of fresh patties during refrigerated storage. *Foods*, 8(12): 614.
- Yazgan, H., Burgut, A., Durmus, M., Kosker, A. R. (2020). The impacts of water and ethanolic extracts of propolis on vacuum packaged sardine fillets inoculated with *Morganella psychrotolerans* during chilly storage. *Journal of Food Safety*, 40(2): e12767.
- Yilmaz Topcam, M. M., Arslan, B., Soyer, A. (2024). Sucuk, Turkish-Style fermented sausage: Evaluation of the effect of bioprotective starter cultures on its microbiological, physicochemical, and chemical properties. *Applied Microbiology*, 4(3): 1215-1231.

- Yoshie-Stark, Y., Bez, J., Wada, Y., Wäsche, A. (2004). Functional properties, lipoxygenase activity, and health aspects of *Lupinus albus* protein isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(25): 7681-7689.
- Zhang, S., Willett, S. A., Hyatt, J. R., Martini, S., Akoh, C. C. (2021). Phenolic compounds as antioxidants to improve oxidative stability of menhaden oil-based structured lipid as butterfat analog. *Food Chemistry*, 334: 127584.
- Zhao, X., Lin, C. W., Wang, J., Oh, D. H. (2014). Advances in rapid detection methods for foodborne pathogens. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(3): 297-312.
- Zhu, T., Yang, C., Bao, X., Chen, F., Guo, X. (2022). Strategies for controlling biofilm formation in food industry. *Grain & Oil Science and Technology*, 5(4): 179-186.

