



**ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE KEKİK İÇEREN  
KEÇİBOYNUZU GAMI KAPLAMASININ  
KÖFTE ÖRNEKLERİNDE  
RAF ÖMRÜNE ETKİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İsmail CEYLAN

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2024

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE KEKİK İÇEREN  
KEÇİBOYNUZU GAMI KAPLAMASININ KÖFTE  
ÖRNEKLERİNDE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

**İsmail CEYLAN**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEMMUZ 2024**

## TEZ ONAY SAYFASI

**İsmail CEYLAN** tarafından hazırlanan “Tez Onay Sayfası” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca GG / AA / YYYY tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Anabilim Dalı Adı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

**Başkan** : Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU  
Ankara Üniversite, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem AŞÇIOĞLU  
AKÜ, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER  
AKÜ, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
..... /..... /..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Bekir YALÇIN  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, 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,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**22 / 07 / 2024**

**İmza**

**İsmail CEYLAN**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE KEKİK İÇEREN KEÇİBOYNUZU GAMI KAPLAMASININ KÖFTE ÖRNEKLERİNİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

İsmail CEYLAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

Bu çalışmada köfte örneklerinin raf ömrü süresinin uzatılması amacıyla keçiboynuzu gamının (KBG) doğal antioksidan özelliklere sahip zencefil (*Zingiber officinale*), zerdeçal (*Curcuma longa*) ve kekik (*Thymus*) baharatları kullanılarak farklı oranlarda hazırlanan kaplama malzemeleri kullanılmıştır. 24 adet hazırlanmış köfte örneklerine 5 farklı örnekleme günlerinde (1,3,5,7.), tekstür profil analizi (TPA), renk analizi, pH tayini, nem, kuru madde ve TBARS analizi yapılmıştır. Köfte örneklerinde 8. Gün sonunda mikrobiyel bozulma gözlemlendiği için 10. gün örnekleri kayıt altına alınmamıştır. Analizlerde 0,5 g zencefil + 2 g KBG ve 1 g zencefil + 2 KBG , 0,5 g zerdeçal + 2 g KBG ve 1 g zerdeçal + 2 g KBG , 0,5 g kekik + 2 g KBG ve 1 g kekik + 2 g KBG ile kaplanan örnekler ile 10 günlük değerlendirme yapılmıştır. Köfte örneklerinde baharat miktarı ve bekleme süresi arttıkça pH değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Kuru madde miktarında belirli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Köfte örneklerinde baharat miktarı ve bekleme süresi arttıkça nem değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Köfte örneklerinde 0,5 g baharat içeren köfte örnekleri bekleme süresi arttıkça TBARS değerlerinden artış gözlemlenmiştir. Köfte örneklerinde 0,5 g baharat kekik baharatı içeren köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça L\*(açıklık – koyuluk) değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. a\* (kırmızılık) değerine bakıldığı zaman 0,5 g zencefil ve zerdeçal baharatı içeren köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça a\* değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre bakıldığı zaman esneklik ve kohesivlik değerlerine etkisi olmamıştır.

**2024, xi + 58 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Zencefil, Zerdeçal, Kekik, Keçiboynuzu Gamı, Köfte, Yenilebilir  
Kaplama.



## **ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

### **EFFECT OF CAROB GUM COATING CONTAINING GINGER, TURMERIC AND THYME ON THE SHELF LIFE OF MEATBALL SAMPLES**

İsmail CEYLAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Asst. Prof. Senem GÜNER

In this study, coating materials prepared using carob gum (KBG) spices with natural antioxidant properties such as ginger (*Zingiber officinale*), turmeric (*Curcuma longa*) and thyme (*Thymus*) were used in different proportions in order to extend the shelf life of meatball samples. Texture profile analysis (TPA), color analysis, pH determination, moisture, dry matter and TBARS analysis were performed on 24 prepared meatball samples on 5 different sampling days (1,3,5 and 7). Since microbial spoilage was observed in the meatball samples at the end of the 8th day, the 10th day samples were not recorded. In the analyzes, the 10-day evaluations were made with samples coated with 0.5 g ginger + 2 g KBG and 1 g ginger + 2 KBG, 0.5 g turmeric + 2 g KBG and 1 g turmeric + 2 g KBG, 0.5 g thyme + 2 g KBG and 1 g thyme + 2 g KBG. An increase in the pH values was observed as the amount of spice and storage time increased for the meatball samples. No specific change was observed in the amount of dry matter. A decrease in the moisture values was observed as the amount of spice and storage time increased for the meatball samples. In meatball samples containing 0.5 g spice, an increase in TBARS values was observed as the storage time increased. It was observed that the L\*(lightness - darkness) value of meatball samples containing 0.5 g spice and thyme decreased as the storage time increased. When the a\* (redness) value is examined, it is observed that the a\* value decreases as the holding time of the meatball samples containing 0.5 g ginger and turmeric spices increases.

When the amount and type of spices used in the meatball samples are examined, it does

not affect the elasticity and cohesiveness values.

**2024, xi + 58 pages**

**Keywords:** Ginger, Turmeric, Thyme, Carob Gum, Meatballs, Edible Coating





## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER'e saygılarımla teşekkür ederim. Eğitimime başladığım ilk andan itibaren maddi, manevi her türlü desteği veren, bugünlere gelmemde büyük emeği olan anneme, babama, ablama sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İsmail CEYLAN  
Afyonkarahisar 2024

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|                                                                                    | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                         | i     |
| ABSTRACT .....                                                                     | iii   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                     | v     |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....                                                            | vi    |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                                               | viii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                              | ix    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                             | xi    |
| 1. GİRİŞ.....                                                                      | 1     |
| 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....                                                       | 4     |
| 2.1 YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR.....                                            | 4     |
| 2.1.1 Yenilebilir Kaplamanın Tanımı ve Tarihçesi .....                             | 4     |
| 2.1.2 Yenilebilir Kaplamanın Özellikleri ve Avantajları.....                       | 5     |
| 2.1.3 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Kırmızı Et Ürünü Gıdalarda Kullanımları.... | 7     |
| 2.1.4 Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Sınıflandırılması.....                 | 9     |
| 2.1.4.1 Polisakkarit Filmler.....                                                  | 9     |
| 2.1.4.2 Protein Filmler .....                                                      | 10    |
| 2.1.4.3 Lipit Filmler .....                                                        | 11    |
| 2.1.4.4 Kompozit Filmler.....                                                      | 11    |
| 2.1.5 Yenilebilir Film Hazırlama Yöntemleri.....                                   | 12    |
| 2.1.6 Yenilebilir Filmlerin Gıdalara Uygulama Yöntemleri.....                      | 14    |
| 2.1.6.1 Daldırma Yöntemi .....                                                     | 14    |
| 2.1.6.2 Püskürtme Yöntemi .....                                                    | 14    |
| 2.1.6.3 Boyama Yöntemi .....                                                       | 14    |
| 2.1.6.4 Dökme Yöntemi.....                                                         | 15    |
| 2.1.6.5 Ekstrüzyon Yöntemi .....                                                   | 15    |
| 3. MATERYAL ve METOT .....                                                         | 22    |
| 3.1 Materyal .....                                                                 | 22    |
| 3.1.2 Zencefil, Zerdeçal ve Kekik.....                                             | 22    |
| 3.1.3 Keçi Boynuzu Gamı (KBG) .....                                                | 22    |
| 3.2 Metot .....                                                                    | 22    |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 3.2.1 Kaplama Malzemelerinin Hazırlanması.....     | 22 |
| 3.2.2 Köfte Örneklerinin Kaplanması .....          | 23 |
| 3.3 Analizler .....                                | 24 |
| 3.3.1 pH Analizi .....                             | 24 |
| 3.3.2 Kuru Madde Analizi .....                     | 24 |
| 3.3.3 Nem Ölçüm Analizi.....                       | 25 |
| 3.3.4 Renk Analizi.....                            | 25 |
| 4. BULGULAR .....                                  | 28 |
| 4.1 pH Analizleri Sonuçları .....                  | 28 |
| 4.2 Kuru Madde Analizleri Sonuçları.....           | 29 |
| 4.5 Tekstür Profil Analizleri Sonuçları (TPA)..... | 36 |
| 4.5.1 Sertlik Değeri .....                         | 36 |
| 4.5.2 Yapışkanlık Değeri.....                      | 37 |
| 4.5.3 Esneklik Değeri .....                        | 39 |
| 4.5.4 Kohesivlik Değeri .....                      | 40 |
| 4.5.5 Sakızımsılık Değeri .....                    | 41 |
| 4.5.6 Çiğnenebilirlik Değeri.....                  | 43 |
| 4.5.7 Elastikiyet Değeri.....                      | 44 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                  | 51 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                      | 57 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|   |      |
|---|------|
| g | Gram |
|---|------|

### Kısaltmalar

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>KBG</b>                | Keçi Boynuzu Gacı      |
| <b>Na<sub>2</sub>EDTA</b> | Glutasyon              |
| <b>ppm</b>                | (parts per million     |
| <b>TPA</b>                | Tekstür Profil Analizi |
| <b>TBA</b>                | Tiyobarbütirik asit    |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                             | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Şekil 2. 1</b> Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller .....                                       | 4     |
| <b>Şekil 4. 1</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin pH Değerlerinde Değişmeler .....           | 28    |
| <b>Şekil 4. 2</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin pH Değerlerinde Değişmeler .....           | 29    |
| <b>Şekil 4. 3</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değerlerinde Değişmeler .....   | 30    |
| <b>Şekil 4. 4</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değerlerinde Değişmeler .....   | 30    |
| <b>Şekil 4. 5</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Nem Değerlerinde Değişmeler .....          | 31    |
| <b>Şekil 4. 6</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Nem Değerlerinde Değişmeler .....          | 31    |
| <b>Şekil 4.7</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin L* Değerlerinde Değişmeler .....            | 33    |
| <b>Şekil 4. 8</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin L* Değerlerinde Değişmeler .....           | 33    |
| <b>Şekil 4. 9</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin a* Değerlerinde Değişmeler .....           | 34    |
| <b>Şekil 4. 10</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin a* Değerlerinde Değişmeler .....          | 34    |
| <b>Şekil 4. 11</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin b* Değerlerinde Değişmeler .....          | 35    |
| <b>Şekil 4. 12</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin b* Değerlerinde Değişmeler .....          | 36    |
| <b>Şekil 4. 13</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sertlik Değerlerinde Değişmeler .....     | 37    |
| <b>Şekil 4. 14</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sertlik Değerlerinde Değişmeler .....     | 37    |
| <b>Şekil 4. 15</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değerlerinde Değişmeler ..... | 38    |
| <b>Şekil 4. 16</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değerlerinde Değişmeler ..... | 38    |
| <b>Şekil 4. 17</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Esneklik Değerlerinde Değişmeler .....    | 39    |
| <b>Şekil 4. 18</b> Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Esneklik Değerlerinde Değişmeler .....    | 40    |

|                    |                                                                                                             |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4. 19</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değerlerinde Değişmeler.....      | 41 |
| <b>Şekil 4. 20</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değerlerinde Değişmeler.....      | 41 |
| <b>Şekil 4. 21</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sakızımsılık Değerlerinde Değişmeler.....    | 42 |
| <b>Şekil 4. 22</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sakızımsılık Değerlerinde Değişmeler.....    | 42 |
| <b>Şekil 4. 23</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Çiğnenebilirlik Değerlerinde Değişmeler..... | 43 |
| <b>Şekil 4. 24</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Çiğnenebilirlik Değerlerinde Değişmeler..... | 44 |
| <b>Şekil 4. 25</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değerlerinde Değişmeler.....     | 45 |
| <b>Şekil 4. 26</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değerlerinde Değişmeler.....     | 45 |
| <b>Şekil 4. 27</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin TBARS Değerlerinde Değişmeler.....           | 46 |
| <b>Şekil 4. 28</b> | Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin TBARS Değerlerinde Değişmeler.....           | 46 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                              | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 3.1 Kaplaması Yapılan Maddelerin İçeriği .....       | 23    |
| Çizelge 4.1 Köfte Örneklerinin pH Değeri .....               | 28    |
| Çizelge 4. 2 Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değeri .....      | 29    |
| Çizelge 4.3 Köfte Örneklerinin Nem Değeri.....               | 31    |
| Çizelge 4. 4 Köfte Örneklerinin L* Değeri.....               | 32    |
| Çizelge 4. 5 Köfte Örneklerinin a* Değeri .....              | 34    |
| Çizelge 4.6 Köfte Örneklerinin b* Değeri .....               | 35    |
| Çizelge 4.7 Köfte Örneklerinin Sertlik Değeri.....           | 36    |
| Çizelge 4.8 Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değeri .....      | 38    |
| Çizelge 4.9 Köfte Örneklerinin Esneklik Değeri .....         | 39    |
| Çizelge 4.10 Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değeri.....       | 40    |
| Çizelge 4.11 Köfte Örneklerinin Sakızimsılık Değeri .....    | 42    |
| Çizelge 4.12 Köfte örneklerinin Çiğnenebilirlik Değeri ..... | 43    |
| Çizelge 4.13 Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değeri .....     | 44    |
| Çizelge 4.14 Köfte Örneklerinin TBARS Değeri .....           | 46    |
| Çizelge 4.15 Baharat çeşitlerinin antioksidan değerleri..... | 47    |

## 1. GİRİŞ

Et; gerek besin değeri gerekse özel tat ve kokusu ile insan beslenmesinde önemli bir gıda ürünüdür. Besin maddesi olarak yüksek değerli aminoasit içeriğiyle hayvansal protein gereksinimini karşılamaktadır. Vücudun gelişiminde dokuların iyileşmesinde önemli bir rol alan et insan beslenmesinde vazgeçilmez bir gıdadır.

Dengeli beslenme; en basit anlamıyla, vücudun yapıtaşları olan protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerin gerek duyulduğu kadar tüketilmesi demektir. Protein tüketimi açısından bakıldığında, ergin bir kişinin günde yaklaşık 70 g kadar protein tüketmesi, bunun da en az yarısının hayvansal kökenli olması gerekmektedir. Toplumlarda insanların normal yaşamlarındaki hayat şartları artıkça et tüketimi de artmaktadır. Et hayvansal gıdalar arasında önemli bir yere sahiptir. Ancak et ve ürünleri günümüzde saklama koşulları kolay olmayan bir besin olmadığı için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Gıda kalitesi ve güvenliğinde, gıdanın bünyesinde bulunan proteinler, vitaminler, uçucu yağlar gibi biyomoleküllerin korunması için kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaların önüne geçerek gıdanın uzun raf ömürlü olması sağlanabilir. Gıdaların raf ömrünün kısa olmasına sebep olan gıda bozulmaları, gıda kaynaklı hastalıklara zemin hazırlamaktadır. Gıdanın transferi sırasında gıdanın kalitesini ve güvenliğini korumak için detaylı bir ambalajlama yapılmalıdır. Gıda ambalajlama, gıdanın raf ömrünü uzatmak ve güvenliğini sağlamak amacıyla bir dizi istenmeyen koşulu kontrol altına almayı hedefler. Mikroorganizmalar, kimyasal maddeler, oksijen, nem, ışık, dış kuvvet bu istenmeyen koşullardan bazılarıdır. Gıda ambalajlanması, bu tür istenmeyen koşulları kontrol ederek gıdanın raf ömrünü uzatır ve böylece taze kalmasını, besin değerlerini korumasını ve güvenliğini sağlar. Ayrıca, tüketicilere ürünle ilgili güven ve kalite sağlar (Realini, C.E., Marcos, B. 2014).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıda bileşenleri içerisinde gıdanın yüzeyinde oluşan ince protein, polisakkarit ve lipit kökenli bir katman olarak bilinmektedir. Bu filmlerin ve kaplamaların ana amaçları arasında gıdaların kalite kayıplarını ve bozulma tepkimelerini engellemek, raf ömrünü uzatmak ve duyuşal özelliklerini korumak



bulunur (Ben. A. and Kırth, I. B. (1995).

Son zamanlarda ilgi çeken yenilebilir film ve kaplama teknolojisi ürünleri, ucuz olmaları, doğal bileşiklerden oluşması, fonksiyonel özelliklerindeki çeşitlilik ve biyolojik olarak bozunabilmeleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir. (Gustavson, K. II. 1956).

Görevleri kütle aktarımına (su, gaz ve yağlar) izin vermemek, gıda bileşenleri ve katkı maddelerinin (renk bileşenleri, lezzet bileşenleri, vs.) bir aktarımı olarak sorumluluk almak ve mikrobiyel koruma sağlamaktır. Tüm bunlarla birlikte yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın kalitesini arttırmayı ve tazeliğini korumayı görev olarak kabul etmiştir. (Sarıküş, G. 2006).

Yenilebilir Filmler, biyopolimer esaslı ince materyallerdir (Yılmaz ve ark T. 2007). Yenilebilir polimer filmleri bir sınıflandırmaya almak istenilirse gıda kaplamaları veya tek başına film sargıları ve kılıfları olarak belirtilebilir. Bu biyopolimer filmler oksijen ve/veya aroma koruyucu olarak da yararlanma imkanını sağlayabilirler (Gennadios ve ark. L. B. 1997). Bu şekilde filmler mekaniksel olarak gıdayı korumak için uçucu koku ve aroma kayıplarına tedbir alabilir, görünüşte istenmeyen değişikliklere sebep olan nem ve oksijen geçişine engel olan yükseltgenme indirgenme elemanları ile gıda çürümesini ve bozulma zamanını uzatabilirler (Lacroix, M . and Ouattara, B. 2000).

Yenilebilir kaplama malzemelerinin yapısı üç tane temel bileşen olan polisakkarit, protein ve lipit kökenli maddelerden oluşmaktadır. Bu türdeki özellikleri oluşturmak hedefi ile başlıca et ve tahıl ürünleri olmak üzere gıda sanayiinde kullanımı oldukça geniştir.

Film yapımı için kullanılan malzemeler genellikle polisakkaritler, proteinler veya lipitler gibi farklı bileşiklerden oluşur. Polisakkarit esaslı olanlar; gıamlar, nişastalar, selüloz veya türevleri, protein esaslı olanlar; kolajen, zein (mısır proteini), gluten ve kazein, lipit esaslı olanlar; doğal mumlar veya aseton gliserindir. Bu malzemelerden her biri farklı özelliklere sahiptir ve uygulama alanlarına göre seçilirler. Polisakkaritler

genellikle su bariyeri sağlamakta etkilidirler, proteinler mekanik dayanıklılık için tercih edilirken, lipidler ise yağ ve oksijen bariyeri sağlamak için kullanılırlar. (Guilbert 1997).

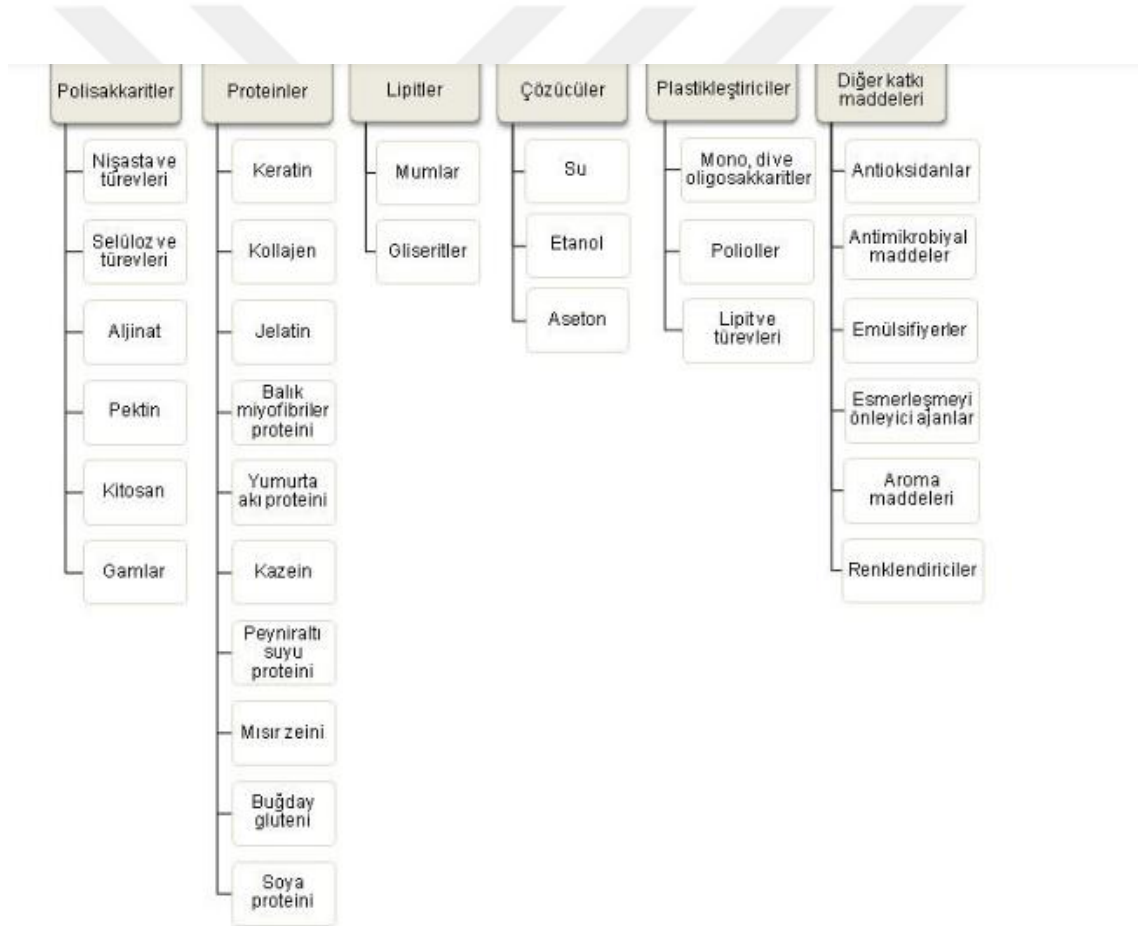
Bu tezin amacı bir polisakkarit olan keçiboynuzu gamıyla zencefil, zerdeçal ve kekik ile farklı oranlardaki karışımlarından hazırlanan kaplama malzemesinin köfte üzerinde depolama süresince yaptığı etkileri inceleyerek araştırmaktır.



## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR

Dünya nüfusunun hızla artmasına rağmen bunu karşılayacak yeterli gıda üretimi sağlanamamaktadır. Gıdaların üretimi kadar korunması da önemlidir. Gıdaların korunmasında çeşitli ambalaj malzemeleri kullanılabilmektedir. Bu malzemelerden bazıları çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda çevre kirliliğine neden olmayacak ve gıda maddelerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine katkıda bulunacak alternatif ambalaj malzemelerinin araştırılmasına başlanmıştır. Bu maddelerden biride yenilebilir film ve kaplamalardır. Yenilebilir film ve kaplamalar bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilebilmektedir.



Şekil 2. 1Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller

#### 2.1.1 Yenilebilir Kaplamanın Tanımı ve Tarihçesi

Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdalarda kalite kayıplarını önlemek ve raf ömrünü

uzatmak amacıyla gıdanın yüzeyinde ya da gıda bileşenleri arasında oluşmuş, ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayan doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir.

Yenilebilir film ve kaplamaların tarihi, gıda koruma ve muhafaza tekniklerinin gelişimine paralel olarak ilerlemiştir. Yenilebilir film ve kaplamaların erken kullanımı Çin'de mum yardımıyla yapılan kaplamalarla başlamıştır. Mum, turuncgiller gibi gıdaların üzerine uygulanarak bu gıdaların korunması ve taşınması sırasında nem kaybının önlenmesi amaçlanmıştır. Japonya'da 15. yüzyılın sonlarında yapılan denemelerde, kaynatılmış soya sütünden elde edilen ve Yuba adı verilen yenilebilir bir film geliştirilmiştir. Yuba, gıdaların kalitesinin muhafaza edilmesi ve görünümünün düzeltilmesi amacıyla kullanılmıştır (Pavlath ve ark 2009). Yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı, önceleri sadece nem kaybını önlemek amacıyla yapılan basit uygulamalardan günümüzde gıda kalite özelliklerinin iyileştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması amacıyla yönelik olarak gelişmiştir. Özellikle son yıllarda doğal ve güvenli alternatifler arayışıyla yenilebilir film ve kaplamaların araştırma ve geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır (Çağrı Mehmetoğlu, A., 2010).

### **2.1.2 Yenilebilir Kaplamanın Özellikleri ve Avantajları**

Yenilebilir film ve kaplamalar koruyucu bir görev üstlenmektedir. Bu görevleri ise, nem, gaz ve yağ migrasyonunu engellemektedir. Gıdanın işlevsel özelliklerini iletilebilmekte, uçucu bileşiklerin tutulmasını sağlayabilmekte, gıda katkı maddeleri, antioksidanlar ve antimikrobiyal maddelerin aktarımına destek olabilmektedir (Robertson, G.L., 2013). Ayrıca, kızartma işlemi uygulanacak gıdalarda, kızartma işlemi esnasında hayvansal ve bitkisel yağların aktarımı fazla olduğundan dolayı ve bu sebeple gıdalarda mikrobiyal kontaminasyon gelişimi fazla olduğu için yenilebilir film ve kaplamaların sayesinde bu durum engellenebilir. Gıdaların duysal özellikleri olan renk, parlaklık, şeffaflık, sertlik veya yapışkanlık gibi özelliklerini de yenilemek için yenilebilir ambalajlar kullanılmaktadır. İşlevsel özellik gösteren polimerlerin yapısına ve filmin içeriğine bağlı olarak değişmektedir (Pavlath ve ark 2009).

Yenilebilir film ve kaplamaların başlıca görevleri gıdaların kalite özelliklerini

geliştirerek ve raf ömürlerini uzatmakla bilinmektedir. Bu sebeple, kaslı gıdalardaki avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Gennadios ve ark 1997).

- Satış ağırlığının azalmasına neden olan nem kaybı taze veya dondurulmuş et ürünlerinde aroma, tekstür ve renk değişikliklerine sebep olmaktadır. Bu sebeple nem kaybını önlemede yardımcı olan nem bariyer özelliği gelişmiş olan yenilebilir ambalajlar et ve ürünlerinde saklanması süresince kullanılabilir.
- Tüketiciler, plastik tabak ambalajlarda taze et veya kanatlı et parçaları satın alırken depolama süresince ürünün içeriğinde yer alan su damlamakta ve tabağın tabanında birikmekte ve tüketicilerin beğenmediği görüntüler oluşmaktadır. Bu sebeple ürünün pazarlanabilme olanağını geliştirmek için ambalajların tabanında biriken suyu yapısında tutma, damlamayı engelleme özelliği olan yenilebilir filmler kullanılabilir.
- Etlerde acılaşmaya sebep olan lipid oksidasyonu ve kahverengileşmeye sebep olan miyogloblin oksidasyonunun hızı, düşük oksijen geçirgenliği özelliğine sahip yenilebilir ambalajlar tercih edilerek azaltılabilir.
- Uygulama yöntemi olarak sıcak uygulanan yenilebilir kaplama çözeltileri, ürünün üstünde bulunan proteolitik aktiviteye sahip enzimleri biraz olsun hafifletebilir ve kaslı gıdalarda bozulma nedeni ve patojen mikroorganizma oranını minimum seviye düşürebilir.
- Etlerde aroma azalmasını ve gıdanın diğer bir gıda ile koku transferini yenilebilir film ve kaplamalar yardımı ile engellenebilir.
- Et ürünlerinin oksidasyon bakımından ve mikrobiyal bakımından değişmez kılmak için antioksidan ve antimikrobiyal maddeleri taşıyıcı eleman olarak kullanan yenilebilir filmler kullanılabilir.
- Et ve ürünlerine besleyici özelliğinde geliştirme oluşturmak için uygulanan kaplamalar, kızartma esnasında yağ emilimini azaltma özelliğine de sahip

olabilir (Pavlath ve ark. 2009).

Bu önemli avantajları oluşturan yenilebilir film ve kaplamaların sağlaması gereken bazı temel özellikler vardır. Yenilebilir filmler ve kaplamalar, insan sağlığına zararlı olabilecek toksik bileşenler içermemelidir. Ayrıca, potansiyel alerjenlerden kaçınılmalıdır. Gıda ile etkileşime geçtiklerinde sindirilebilir olmalıdır. Gıda yüzeyine uygulanan yenilebilir filmler, mekanik zararları önlemeli ve gıdanın fiziksel bütünlüğünü korumalıdır. Filmler, gıdanın yüzeyine eşit bir şekilde yapışmalı ve homojen bir kaplama sağlamalıdır. Gıdanın tadını, kokusunu veya dokusunu olumsuz yönde etkilememelidir. Üretim süreci kolay ve maliyet etkin olmalıdır. Bu özellikler, yenilebilir film ve kaplamaların gıdaların kalitesini koruma ve iyileştirme amacını başarılı bir şekilde yerine getirebilmesi için kritik öneme sahiptir (Pavlath ve ark. 2009).

### **2.1.3 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Kırmızı Et Ürünü Gıdalarda Kullanımları**

Kırmızı et ve ürünlerinde kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların tercih edilmesinin bazı nedenler vardır. Yenilebilir filmler ve kaplamalar, kırmızı et ve ürünlerinin oksidatif bozulmalarına karşı koruma sağlar. Bu, etin renk stabilitesini koruyarak ve raf ömrünü uzatarak kaliteyi artırır. Bazı yenilebilir filmler ve kaplamalar, içerdikleri antimikrobiyal ve antioksidan bileşenler aracılığıyla mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir ve lipid oksidasyonunu önleyebilirler. Polisakkarit esaslı filmler ve kompozit yapılar, oksijen ve diğer gazların geçişini kontrol ederek et ürünlerinin ambalaj içindeki atmosferini yönetebilirler (Ouattara ve ark. 2000).

İşlenmiş et ürünlerinde Enterobacteriaceae üyelerinin ilerlemesini geciktirdiğini gözlemlemişlerdir. Ancak kitosan bazlı filmlerin kullanımının laktik asit bakterilerinin ilerlemesini çok fazla etkilemediğini gözlemlemişlerdir (Vargas ve ark. 2011). Taze etlerde düşük yoğunluklu polietilen filmlere kitosan eklenmesinin *L. monocytogenes*, *E. coli* ve *S. enteritidis* ilerlemesini koruduğunu ve etin doğal rengi kaybetmediğini gözlemlemişlerdir. *L. monocytogenes*'in inhibisyonunda kuvvetli olan kaplamanın kitosan bazlı kaplama olduğu da gözlemlenmiştir (Beverly ve ark. 2008). Buna karşılık, bir başına yeterli olmayan kitosan filmlerin bifteklerde *L. monocytogenes* gelişimini engellemede etkili olmadığını gözlemlemişlerdir. Son uygulanan bir

araştırma da kaplama çeşitlerinden kitosan bazlı olanlar, et ve ürünlerinin mikrobiyal değişkenlerini ilerleyişi ve raf ömrünü uzatmak için kullanılabilirliğinin uygun olduğu belirtilmiştir (Mu ve ark. 2008).

Yapılan başka bir çalışma yenilebilir film ve kaplama olan aljinat bazlı olan kaplamanın kırmızı et ve ürünlerinde uygulanmasıdır. Aljinat kaplamaların köftelerde lipit oksidasyonunun süresini uzattığı ve mikroorganizma ilerlemesinin engellediği belirtilmiştir. (Chidanandaiah, Keshri, R.C., Sanyal, M.K., 2009). Lipit oksidasyonunun denetiminde etkili olmayan nişasta-alginat-stearik asit bazlı yenilebilir filmlerin, sığır eti köftelerinde nem azalmasını engellediği gözlemlenmiştir. (Wu ve ark. 2001).

Araştırmacılar, tokoferol içeren aljinat filmlerin oksidasyonu ciddi oranda süresini uzattığını, polyester torbalarda ambalaj özelliği vakum olan aljinat filmlerle kaplanmış köfte örneklerinin daha fazla oksidasyon ve nem kaybı gösterdiğini belirlemişlerdir. Domuz etlerinin kalitesinin bozulmamasını engelleyen Sodyum aljinat filmlerin etkili olduğu da belirtilmiştir (Yu ve ark. 2008).

Protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalarının kırmızı et ve ürünlerinde uygulamalarında antimikrobiyal ve antioksidan maddelerle üretilmiş pektinlerden yararlanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, ticari üretime daha uygulanabilir olduğu tespit edilen pektin bazlı filmlerin jelatin/sodyum aljinat karma filmlerin sosis üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir (Lim ve ark. 2010). Laktik asit bakterilerinin ilerlemesini durdurmak için içeriğinde polilisilin bulunduran serum protein izolatlarından yapılan yenilebilir filmler kullanılmıştır. Bu filmler taze etlerin toplam bakteri sayılarını yüksek derecede azalttığı gözlemlenmiştir (Zinoviadou ve ark. 2010).

Serum protein izolatlı bazlı yenilebilir filmlerin üretilirken içeriğinde güvey otu esansiyel yağlar kullanılmıştır. Bu filmlerin et ürünlerinin raf ömrünü uzatmada kuvvetli olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Lisozim ve Na<sub>2</sub>EDTA ile zenginleştirilmiş zein yapılı yenilebilir filmler 5 günlük soğuk saklama zamanı boyunca sığır eti köftelerinde koliform ve toplam bakteri ilerlemesini azalttığı gözlemlenmiş ve

oksidatif stabiliteyi yüksek oranda artırmıştır (Zinoviadou ve ark. 2009).

#### **2.1.4 Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Sınıflandırılması**

Yenilebilir film ve kaplamaların yapılmasında havansal ve bitkisel kaynaklı birden fazla polisakkarit, lipid ve protein bir başına veya karışım şeklinde kullanılmaktadır. Filmlerin yapılmasında kullanılan bu üç temel maddenin film özellikleri üzerine etkileşimleri farklıdır. Farklı olmasının sebepleri arasında kimyasal yapıları önemli oranda farklılık göstermesine bağlıdır (Robertson, G.L., 2013).

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan bu üç ana maddeye genel bir bakış açıyla bakılacak olursa lipidler su aktarımını düşürmek, polisakkaritler oksijen ve diğer gazların aktarımını kontrol altına almak, proteinler ise filmlere işlevsel güç edindirmek amacı ile kullanılmaktadır. Üç ana maddeye destek olmak amacıyla yanında çözücü, plastikleştirici, emülsüfyer, antioksidan ve antimikrobiyal elemanlardan da yararlanılmaktadır (Üstünol, 2009).

##### **2.1.4.1 Polisakkarit Filmler**

Protein ve polisakkaritler genel olarak hayvan, bitki, mikrobiyal veya sentetik orjinli polimerlerdir. Hidrokolloitler adı ile de bilinen ve yapısında hidrokollitler çoklu hidroksil grupları içermektedir (Skurtys ve ark, 2010). Hidrokolloitler çeşitli avantajları ile yenilebilir film ve kaplamalar alanında geniş kullanım alanına sahiptir. En çok bilinen ve geniş kullanım alanına sahip hidrokolloidler; keçiyoynuzu zıncı, guar gum, etil selüloz, kazein ve türevleri, plastikleştiriciler ile kullanılarak jelatin ve buğday gluteni olarak bilinmektedir. Karbonhidrat olarak bilinen polisakkaritler, monosakkaritlerin glikozidik bağlarla bağlanması sonucunda oluşmaktadır (Koç ve ark., 2010). Polisakkaritlerin yenilebilir film ve kaplamalar için geniş bir kullanım alanına sahip olmasının nedenleri vardır. Polisakkaritler doğal olarak birçok bitki ve organizmada bulunur ve genellikle ekonomik olarak üretilebilirler. Bu nedenle, yenilebilir film ve kaplamalar için maliyet etkin bir seçenektirler. Polisakkaritler, film oluşturmak için uygun fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Düzgün ve pürüzsüz bir film veya kaplama oluşturma eğilimindedirler. Yüzeyler arasında iyi bir yapışma sağlayabilirler. Polisakkaritler genellikle doğal kaynaklardan elde edilir ve gıda



güvenliği açısından genellikle güvenlidirler. Bazı polisakkaritler doğal olarak antioksidan veya antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Koç ve ark., 2010). Polisakkaritlerin su buharı koruma özelliklerinin düşük olmasının sebebi hidrofilik yapıda olmalarıdır. Polisakkarit polimerlerden yapılan kaplamalar, iyi su buharı koruma özelliğine sahip olmamasına rağmen, nem kaybının süresini kısaltan bir görevli olarak gıdalarda kullanılmaktadır (Boutoom, 2008; Dursun ve Erkan, 2009).

Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamaların oluşturulmasında kullanılan maddeler; nişasta ve nişasta hidrozalatları, kitosan, agar, aljinat, karragenan, pektin, selüloz ve türevleri, maltodekstrinlerdir. (Espitia ve ark., 2014)

#### **2.1.4.2 Protein Filmler**

Proteinler, sahip oldukları görevler arasında özellikle lezzet bileşenlerinin birbirine bağlanmasında önemli rol alan kaplama malzemesidir (Giroux ve ark., 2011).

Proteinler arasında en çok ilgi gören proteinler arasında peyniraltı suyu proteinleri, kazein ve kazeinatlar vardır. Peyniraltı suyu proteinleri sıcaklığa karşı dirençli olmamaları sebebi ile az tercih edilmektedir. Jelatin, gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip olan bir protein türüdür. Jelatin, jelleşme özelliği gösterir ve bu sayede film oluşturma yeteneğine sahiptir. Jelatin, sıvı formda kolayca uygulanabilir. Jelatin emülsiyon oluşturabilir. Bu özelliklerinin sayesinde geniş bir kullanım alanı vardır (Suhag ve ark., 2020).

Protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalar oksijen, karbondioksit, aroma bileşenleri ve lipid aktarımına karşı güçlü bir koruma özelliğine sahiptirler. Ancak olumsuz özelliklerinden biri hidrofilik yapıda olduklarından dolayı su buharı geçirgenliklerinin yüksek olması bu grubun dezavantajını oluşturmaktadır (Popović ve ark., 2012). Bu konu ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda, protein filmlerin geçirgenlik özelliklerini etkileyen konsantrasyon, kompozisyon, çözeltinin pH'sı, hazırlama koşulları, büyüklük ve plastikleştirici maddelerin türü gibi tüm etkenler ileri sürülmüştür (Skurtys ve ark., 2010).

#### **2.1.4.3 Lipit Filmler**

Lipitler, yüzey aktif maddelerden, monogliseritlerden ve balmumundan oluşur ve yenilebilir film kaplamaların nem aktarımını önleyici olarak kullanılmalarının sebebi bağıl düşük polariteye sahip olmalarıdır. Bu özellikleri ile kullanıldıkları zaman ürünün parlak görünümüne sahip olmasına sağlamaktadırlar. Ürünlerin parlak görünmelerinin sebebi de ürünün solunumunu azaltarak raf ömrünün uzamasına olanak sağlamaktır. Ancak mekanik özelliklerinin zayıf olması ve üretim koşullarının bazı zorluklar yaratması, dezavantajları olarak kabul edilir (Dursun ve Erkan, 2009).

Lipitlerin nemli veya hidrofilik yüzeylere uygulanması, genellikle çekirdek materyali ile film katmanı arasındaki çekim kuvvetlerinin zayıflamasına yol açabilir. Bu durum, film veya kaplamanın mekanik dayanıklılığını azaltabilir ve istenmeyen pürüzlerin oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle, lipitlerin kullanıldığı yenilebilir film ve kaplamalarda mekanik özelliklerin iyileştirilmesi önemli bir konudur. Lipitlerin dayanıklılığını artırmak ve pürüzsüz bir kaplama oluşturmak için protein, selüloz ve türevleri gibi dayanıklı yardımcı elemanlar kullanılabilir. Bu yardımcı elemanlar, lipitlerin film oluşturma özelliklerini destekleyebilir, mekanik dayanıklılığı arttırabilir ve film ile çekirdek materyali arasındaki bağlantıyı güçlendirebilirler. (Bourtoom, 2008). Ayrıca lipid bazlı film ve kaplamalar, özellikle oksidasyona karşı hassas olan gıda bileşenlerinin korunmasında önemli bir rol oynar (Han, 2014).

#### **2.1.4.4 Kompozit Filmler**

Kompozit film ve kaplamalar, farklı kaplama materyallerinin kombinasyonu ile oluşturulan yapılar olarak tanımlanabilir. Bu kaplamalar, çeşitli yöntemlerle uygulanabilen materyalleri içerir. Kaplama materyalleri genellikle birkaç farklı yöntem kullanılarak çekirdek materyal üzerine uygulanabilir. Bu yöntemler emülsiyon yöntemi, süspansiyon yöntemi, katmanlar halinde uygulama ve çözelti yöntemi olarak uygulama işlemleridir. Bu materyal seçimi, kullanılacak çekirdek materyalinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, ayrıca kaplamanın uygulanacağı ortama bağlıdır. Örneğin, kaplamanın dayanıklılığı, yüzeyin pürüzlülüğü, kimyasal direnç gibi faktörler seçimde rol oynar. Bu kararlar, kaplamanın istenen özelliklerini sağlamak amacıyla dikkatlice

yapılmalıdır. (Koç ve ark., 2010).

Katman halinde uygulanan film ve kaplamalar, çeşitli materyallerin kombinasyonu ile oluşturulabilir ve bu sayede farklı özellikler elde edilebilir (Galus ve Kadzińska, 2015). Özellikle yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde, bariyer özellikleri ve dayanıklılık gibi önemli özelliklerin geliştirilmesi için farklı kaplama materyallerinin birleştirilmesi büyük önem taşır (Yousuf ve Qadri, 2020).

Günümüzde kompozit filmlerin özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli polimer kombinasyonları çalışılmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan bazı polimer kombinasyonları şunlardır:

- Lipit ve Hidroksipropil Metil Selüloz
- Metil Selüloz ve Yağ Asitleri
- Metil Selüloz ve Lipitler
- Peynir Altı Suyu Proteini ve Lipitler
- Jelatin ve Çözünür Nişasta
- Mısır Zeini ve Hidroksipropil Nişasta
- Hidroksipropil Nişasta ve Jelatin
- Mısır Zeini ve Mısır Nişastası
- Kazein ve Lipitler
- Soya Protein İzolatı ve Jelatin
- Soya Protein İzolatı ve Polilaktik Asit

Bu polimer kombinasyonları, farklı özelliklere sahip malzemelerin bir araya getirilmesiyle kompozit filmlerin mekanik dayanıklılığı, bariyer özellikleri, termal stabilite gibi özelliklerinin iyileştirilmesini hedefler (Bourtoom, 2008).

### **2.1.5 Yenilebilir Film Hazırlama Yöntemleri**

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde geniş bir kullanım alanına sahip olan üç önemli yöntem olan ısı jelleştirme, çözücü ayrıştırma, eriyen bir sıvı katılaştırılması yöntemleri

kullanılmaktadır. Bu üç yöntem, yenilebilir filmlerin ve kaplamaların çeşitli uygulama alanlarında kullanımını sağlayarak, gıda ambalajı, ilaç ambalajı, biyomedikal uygulamalar gibi alanlarda önemli katkılar sağlar. Her bir yöntemin avantajları ve dezavantajları bulunmakla birlikte, uygulanacak özel koşullar ve hedeflenen film özellikleri dikkate alınarak seçim yapılır (Bozkurt ve ark. 2023).

Isıl jelleşme yöntemi; özellikle protein bazlı yenilebilir filmlerin üretiminde önemli bir rol oynar. Bu yöntemde, proteinlerin moleküler yapıları sıcaklık uygulamasıyla değiştirilir ve filmin oluşumu sağlanır. Protein bazlı yenilebilir filmlerin bazı dış etkililerle bozularak primer yapılarına dönüşmektedir. Bu dış etkililer, asit, baz, çözücü veya ısı uygulaması işlemleri olarak düşünülebilir. Proteinlerin bulunduğu çözelti veya karışım, belirli bir sıcaklıkta ısıtılarak moleküler düzeyde yapı değişikliklerine uğrar. Isıl işlem sırasında, proteinler arasındaki moleküler düzeyde disülfid bağları (SS bağları) parçalanabilir. Bu bağlar genellikle proteinlerin stabilitesinden sorumludur. Isıl işlemin hemen ardından, filmin oluşumu için karışım soğutulur ve kurutulur. Bu adımlar, proteinlerin primer yapılarına dönüşmesini teşvik eder. Soğutma işlemi, parçalanmış disülfid bağlarının yeniden birleşmesini sağlamak için önemlidir. Kurutma işlemi sırasında veya sonrasında, parçalanmış disülfid bağlarının yeniden birleşmesi gerçekleşebilir. Bu, yenilebilir filmin yapısal bütünlüğünü sağlamak için kritik bir adımdır (Rhim ve Ng, 2007).

Çözücü ayrıştırma yöntemi; film oluşturma çözeltisindeki çözücülerin çözündürülmesi için makro moleküller ile bu moleküllere en uygun çözücüler birlikte kullanılması gerekmektedir. Bu işlemin ardından durmayan yapının oluşması için çözelti içerisinde çapraz bağlayıcı maddeler olan plastikleştirici maddelerin çözelti içerisinde yer alarak oluşan bir yöntemdir. Hazırlanan filmin oluşması için kurutma işlemi olması gerekir. Bu işlem için uygun bir zemin hazırlanır ve kuruması sağlanır. Kuruduktan sonra zeminden ayrıştırarak film oluşması sağlanır (Tural ve ark., 2017). Bu uygulama yaygın olarak polisakkarit bazlı film ve kaplama yapılmasında kullanılmaktadır.

Eriyen sıvının katılaşması yöntemi ise lipit bazlı yenilebilir filmlerde soğutma işlemi uygulanarak yapılan bir uygulamadır (Tural ve ark., 2017).

### **2.1.6 Yenilebilir Filmlerin Gıdalara Uygulama Yöntemleri**

Yenilebilir film kaplamaları hazırlanırken 5 adet uygulama yöntemi vardır. Bu uygulamalar; dökme, daldırma, püskürtme, boyama ve ekstrüzyon.

#### **2.1.6.1 Daldırma Yöntemi**

Daldırma yöntemi birçok avantajıyla bilinen bir kaplama yöntemidir ve özellikle düzgün olmayan cisimlerin eşit şekilde kaplanmasında etkilidir. Yüzeyi düzgün olmayan cisimler, daldırma yöntemiyle kaplama materyali içine daldırılarak eşit şekilde kaplanabilirler. Daldırma işlemi sırasında fazla kaplama materyali kolayca ayrıştırılabilir. Bu, kaplama malzemesinin israfını azaltır ve maliyetleri düşürür. Kaplama işleminden sonra, daldırma yöntemiyle kaplanan yüzeyler kolayca kurutulabilir. Bu, kaplamanın istenen özellikleri kazanması için önemlidir. Büyük boyutlu gıdaların kaplamasında tercih edilmemektedir. Et gibi kaslı gıdaların kaplamasında tavsiye edilmektedir (Pavlath ve ark. 2009).

#### **2.1.6.2 Püskürtme Yöntemi**

İnce bir tabaka şeklinde kaplama yapılması ve belirli bir yüzeyin kaplanmasının istendiği durumlarda tercih edilmektedir. Özellikle çift kaplama uygulamalarında, örneğin kalsiyum-aljinat gibi kaplama malzemeleriyle, çapraz bağlanmayı rahatlatmak ve kaplanmış gıda yüzeyinde ikinci bir film tabakası oluşturmak amacıyla kullanılır. (Üstünol, Z., 2009).

Bu yöntemde fazla miktarda kaplama materyali kullanılabilir, bu da israfı artırabilir ve maliyetleri yükseltebilir. Fazla miktarda kaplama materyali kullanımından kaynaklanan dezavantajı azaltmak için yardımcı süreçler veya ek işlemler gerekebilir. Bu, kaplamanın ürün üzerinde tek düze bir şekilde dağıtılmasını sağlamak için önemlidir (Dursun Oğur, 2012).

#### **2.1.6.3 Boyama Yöntemi**

Gıdanın istenen bir bölgesinin kaplanması işleminde eşit bir şekilde ve ince bir tabaka

oluşturulması için bu yöntem uygulanmaktadır. Sıvı haldeki kaplama çözeltisi fırça yardımıyla gıdanın üzerine boyama yapılarak gıdanın kaplanması işlemi yapılmaktadır (Polat, H., 2007). Yenilebilir kaplama uygulamalarından kurutma işlemi yapılarak homojen bir cisim oluşumu sağlanmaktadır. Kurutma işlemi oda sıcaklığında bekletilerek veya ısıtılarak yapılmaktadır. Kurutma işleminin kısa olması da tercih edilmektedir (Üstünol, Z., 2009).

#### **2.1.6.4 Dökme Yöntemi**

Bu yöntem ile film oluşturmak için; düzgün bir yüzey hazırlanması, film oluşturacak çözeltinin istenilen kalınlıkta film oluşturacak şekilde ayarlanması, çözeltinin yüzey üzerinde homojen bir şekilde dağılması ve filme uygun kurutulma işlemi yapılması gerekmektedir (Dursun Oğur, 2012). Çözelti içeriği, film döküm kalınlığı ve kurutma şartları filmin yapısını etkilemektedir (Dhanapal ve ark. 2012.). Bu yöntemle yapılan filmler, gıdanın gaz geçirgenliğini azalttığından direkt gıdanın yüzeyine kullanılmaması gerekmektedir. Bu nedenle, genellikle püskürtme ve daldırma yöntemlerine destek olmak amacı ile kullanılmaktadır (Dursun Oğur, 2012).

#### **2.1.6.5 Ekstrüzyon Yöntemi**

Ekstrüzyon yöntemi, film oluşturma işlemlerinde kullanılan ve özellikle kuru yöntem olarak da bilinen bir tekniktir. Ekstrüzyon yöntemi genellikle su ve solvent kullanımını en aza indirir veya hiç kullanmaz, bu da çevresel etkileri azaltır ve işletme maliyetlerini düşürür. Süreçlerin hızlı olmasını sağlar, bu da üretim verimliliğini artırır. Filmlerin işlevsel ve optik özelliklerinin iyileştirmesini sağlaması gibi olaylar bu yöntemin avantajlarıdır (Suhag ve ark., 2020). Gıda sektöründe, güçlü performans göstermesi, ekonomik olması, verimli olması solvent kullanmaya ihtiyaç duyulmaması, akışkanlığa karşı dirençli polimerlerin ihtiyaç duyulması, nedeni ile kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir (Raghav ve ark., 2016). Ekstrüzyon için özel ekipman ve makine gereklidir, bu ekipmanlar genellikle yüksek maliyetlidir ve bakımı pahalı olabilir. Bazı durumlarda sadece belirli sıcaklık ve nem koşullarına sahip hammadde karışımları kullanılabilir, bu da esneklik açısından sınırlı olabilir. Özel ekipmanın bakımı genellikle maliyetlidir, bu da işletme maliyetlerini artırabilir. Bu sebepleri de bu yöntemin dezavantajları olarak bilinmektedir (Andreuccetti ve ark., 2012).

## 2.2 Keçi Boynuzu Gamı ( Locust Bean Gum – LBG)

Keçi boynuzu gamı, dünya genelinde farklı isimlerle bilinen ve çeşitli endüstriyel ve gıda kullanımlarında yer alan bir maddedir. Keçi boynuzu gamı, çeşitli isimlerle anılan bir bitki ürünüdür (Glicksman, 1969; Coppen, 1995; Anonymous, 2003b). Dünya genelinde "Locust bean gum", "Carob gum", "St. John's bread", "Tragasol adhesive" veya "Algaroba" gibi isimlerle bilinir. Tarihçiler, bu gamın ilk olarak Eski Mısırlılar tarafından mumya yapımında kullanıldığını bildirmektedirler (Anonymous, 2005d). Türk Gıda Kodeksi'ne göre, keçi boynuzu gamı "Ceratonia siliqua doğal suşları tohumlarının öğütülmüş endospermileridir" şeklinde tanımlanır. Bu gam, yüksek molekül ağırlığına sahip, galaktomannan olarak adlandırılan hidrokolloidal polisakkaritlerden oluşur. Bu polisakkaritler, glikozidik bağlarla bağlı galaktopiranoz ve mannopiranoz birimlerini içerir. Avrupa Topluluğu'nda keçi boynuzu gamı E 410 koduyla tanınmaktadır. Bu kod, gıda katkı maddeleri için kullanılan bir sınıflandırmadır ve keçi boynuzu gamının çeşitli gıda ürünlerinde gıda katkı maddesi olarak kullanımını belirtir (Anonymous, 2003b).

Keçi boynuzu gamı (Ceratonia siliqua), D-mannoz ve D-galaktoz yapısal ünitelerini içeren bir polisakkarittir. Genellikle yaklaşık olarak galaktoz oranı 1:4 olarak kabul edilir ve galaktomannan tipi polisakkaritlerin temel bileşenlerindendir. Bu bileşim, keçi boynuzunun yetiştiği coğrafi bölgeye ve kullanılan yöntemlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yapısal olarak, keçi boynuzu gamı polimeri, 1-4 bağlı D-mannoz ana zinciri üzerine her 4. veya 5. üniteye 1-6 glikozitik bağ ile D-galaktoz bağlanarak yan zincir oluşturur. Bu yapı, doğal bir galaktomannan polimeridir. Önemli bir nokta olarak, keçi boynuzu gamının ürik asit içermediğini belirtmek önemlidir. Bu özellik, keçi boynuzu gamının gıda endüstrisinde güvenle kullanılmasını sağlar (Tanaka ve ark., 1998; Dunstan ve ark., 2001).

Keçi boynuzu gamı (Ceratonia siliqua), belirli özelliklere sahip bir polisakkarittir ve farklı uygulamalarda kullanılan bir doğal katkı maddesidir. Keçi boynuzu gamı, soğuk suda şişebilme özelliğine sahiptir ve ağırlığının yaklaşık 50 katı kadar suyu bünyesinde tutabilir. Bu özellik, özellikle gıda endüstrisinde ürünlerin nem tutma ve stabilizasyonunda kullanışlı olmasını sağlar (Ahraz, 2003). Yüksek çözünürlük için

keçiboynuzu gamının genellikle ısıtma işlemine ihtiyaç vardır. Yaklaşık olarak 85°C sıcaklıkta keçiboynuzu gamı tam çözünürlüğe ulaşabilir (Coppen, 1995). Guar gamı (Cyamopsis tetragonoloba) da benzer bir polisakkarittir ancak bazı farklılıkları vardır. Guar gamı, keçiboynuzu gamına kıyasla suda sadece kısmen çözünebilir. Ancak keçiboynuzu gamından daha iyi su tutma özelliklerine sahiptir. Bu özellik, özellikle jel oluşturma ve stabilizasyon gibi uygulamalarda avantaj sağlar (Saldamlı, 1998).

Keçiboynuzu gamı (*Ceratonia siliqua*), çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan ve özellikle polisakkarit yapısıyla dikkat çeken bir maddedir. Keçiboynuzu gamı, karbonhidratlar, proteinler ve diğer bitki gamlarıyla birlikte kullanılabilir. Özellikle gıda endüstrisinde jel oluşturma, stabilizasyon ve tekstüre katkı sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılır. Ayrıca farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde de bulunabilir. Keçiboynuzu gamının çözeltileri genellikle nötral tuzlardan etkilenmez. Ancak kurşun asetat ve tannik asit gibi belirli elektrolitlerle çökebilir. Keçiboynuzu gamının kimyasal reaksiyonları, diğer nötral polisakkaritlerin reaksiyonlarına benzemektedir. Bu özellik, endüstriyel işlemlerde kullanımını kolaylaştırır. Keçiboynuzu gamının esterleri ve eterleri ticari olarak üretilebilir ve endüstriyel uygulamalarda çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Ancak bu tür türevlerin gıdalarda kullanımına izin verilmemektedir. Keçiboynuzu gamı, bazı ülkelerin gıda düzenlemeleri ve standartlarına göre sınırlamalar içerebilir. Bazı yerlerde gıda katkı maddesi olarak sınıflandırılmamış olabilir veya belirli kullanımlara izin verilmeyebilir (Glicksman, 1969).

Yapılan çalışmada iyonik olmayan polisakkaritlerden guar gamı, tara gam ve keçiboynuzu gamının, buğday nişastasının jelleşme ve retrogradasyon (tekrar jelleşme) davranışlarını etkilediği araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, keçiboynuzu gamı ile buğday nişastası karışımının en iyi jelleşme özelliklerini gösterdiği belirlenmiştir (Funami ve ark. 2005).

### **2.3 Zerdeçal**

Gıdalarda antioksidan olarak kullanılan doğal kaynaklar, özellikle bitkilerin fenolik bileşikleri ve esansiyel yağlarından kaynaklanan antioksidan aktivitelere sahiptir. Son yıllarda sentetik antioksidanların potansiyel toksik etkileri konusundaki endişeler



arttıkça, doğal antioksidanlara olan ilgi de artmıştır. Bitkiler, antioksidan özelliklerini çoğunlukla polar fenolik bileşikler ve esansiyel yağlardan sağlar. Fenolik bileşikler arasında flavonoidler, tokoferoller, askorbik asit ve karotenoidler bulunur. Bu bileşikler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif stresi azaltabilirler (Özoğul vd. 2010).

Özellikle baharatlar ve şifalı bitkiler, yüksek antioksidan kapasiteleri nedeniyle dikkat çekerler. Zerdeçal (*Curcuma longa*), bu grup içinde önemli bir yer tutar. Zerdeçalın başlıca özellikleri arasında rengi (curcumin pigmenti), karakteristik aroması ve güçlü antioksidan özellikleri yer alır. Kurkumin, zerdeçalın ana aktif bileşenidir ve antioksidan aktivitesi ile bilinir. Ayrıca zerdeçal, diğer fenolik bileşikler, tokoferoller, askorbik asit ve karotenoidler gibi çeşitli antioksidan bileşikler de içerir (Maizura vd. 2011).

Zingiberaceae ailesine ait olan *Curcuma longa* L. sarıçiçekli, çok yıllık otsu bir bitkidir. Asya ülkelerinin tropik ve subtropik bölgelerinde yetişmektedir. Bitkinin toprak altında kalan ana kökleri yumurta ve armut biçiminde, yan kökleri ise yumru (rizom) biçimindedir. Bu yumrular içeriğinde sarı renk pigmentlerini bulundurmaktadır. *Curcuma longa* L. bitkisinin yumrularından köken alan bitkiye turmerik adı verilmektedir. Zerdeçalın asıl çıkış yeri Hindistan'dır. Dünyanın birçok bölgesine yaygın hale gelmiş ve Güneydoğu Asya'da yüksek bir oran yetiştirilme kapasitesine sahiptir (Akbay ve ark. 2016)

Zerdeçalın (*Curcuma longa*), gıdalarda peroksit oluşumunu engelleyerek muhafaza süresini artırdığı bilinmektedir. Bu özelliği, zerdeçalın içerdiği curcuminoidlerin ve diğer fenolik bileşiklerin güçlü antioksidan aktivitesine bağlanır. Özellikle lipit oksidasyonunu önleme konusunda etkili olduğu bildirilmiştir. Curcuminoidler, özellikle curcumin, zerdeçalın en önemli antioksidan bileşenleridir. Yapılan çalışmalar, curcuminoidlerin lipit oksidasyonunu vitamin E'den daha etkili bir şekilde inhibe edebildiğini göstermektedir. Lipit oksidasyonu, gıdalarda yağların zamanla kötüleşmesine yol açan bir süreçtir ve bu durum gıda ürünlerinin tat, koku ve besin değerini olumsuz yönde etkileyebilir. Curcuminoidlerin lipit oksidasyonu üzerindeki

etkileri, gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılmalarını teşvik etmektedir (Jayaprakasha, G.K. Jagan, L. and Sakariah, K.K., 2005).

Zhang vd. (2015), zerdeçal ve karabiber baharatlarının hamburgeri pişirme süresince, lipid peroksit oluşumunu etkileyip etkilemeyeceğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, toz zerdeçal ve karabiberin birlikte kullanılarak hamburger formülasyonuna eklenmesinin, lipid peroksidasyonunu önemli derecede azalttığı ve antioksidan aktivitesinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada tavuk kıymasına 400 ppm (parts per million) oranında zerdeçal ekstraktı ilave edilerek antioksidan özellikleri araştırılmış ve zerdeçal ekstraktının önemli ölçüde etkili olduğu bulunmuştur. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, zerdeçal ekstraktının tavuk kıymasının oksidatif bozulmasını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Zerdeçalın antioksidan özellikleri, içerdiği fenolik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Zerdeçalın antioksidan özellikleri, içerdiği fenolik bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Sharma, 1976).

#### **2.4 Kekik (*Thymus spp.*)**

Kekik, Labiatae (Ballıbabagiller) familyasına ait olan bir bitkidir. Otsu bir yapıya sahip olan kekik, keskin, yakıcı fakat hoş kokulu bir bitki olarak tanımlanır. Genellikle baharat olarak kullanılan kekik, fenolik bir lezzete sahiptir. Kekik bitkisinin uçucu yağ içeriği oldukça zengindir. Bu uçucu yağda flavonoidler, tanenler, fenolik asitler, saponinler, reçineler ve triterpenler bulunur. Bu bileşenler, kekiğin karakteristik kokusunu ve lezzetini oluşturan önemli unsurlardır (Bozkoyun Dusak, 2019)

Kekik (*Thymus vulgaris*), karvakrol, timol ve limonen gibi ana kimyasal bileşenlere sahip olan bir bitkidir. Bu baharat, Türkiye'de özellikle et yemekleri ile ilişkilendirilmiş olsa da, yurt dışında daha çok pizza gibi gıdalarda kullanıldığı görülmektedir. Kekik, Türkiye, Ortadoğu, Yunanistan, Portekiz, İspanya, Filipinler ve Latin Amerika mutfaklarında yaygın olarak tüketilmektedir. Geleneksel tıpta kekik, çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılmıştır. Özellikle soğuk algınlığı, hazımsızlık ve mide rahatsızlıklarına karşı kullanımı bilinmektedir. Antik çağlardan bu yana kekik, Hipokrat

tarafından antiseptik olarak ve mide ile solunum yolu rahatsızlıklarına karşı bir çare olarak önerilmiştir (Faleiro ve ark., 2005).

Kekik, fenolik asitler ve flavonoidler gibi antioksidanlar açısından zengin bir bitkidir. Bu bileşikler, kekiğin antioksidan aktivitesine katkıda bulunur ve serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı koruma sağlar. Ayrıca kekik, gıda kaynaklı patojenlerden biri olan *Listeria monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal aktivite gösterebilir, bu da gıda koruma ve güvenliği açısından önemli bir özelliktir (Faleiro vd., 2005). Kekik (*Thymus vulgaris*), mineral ve vitamin açısından oldukça zengin bir bitkidir. Kekik içeriğinde demir, potasyum, kalsiyum, magnezyum, selenyum ve manganez gibi mineralleri bulundurmaktadır. Bu bitki ayrıca B-kompleks vitaminleri, beta karoten, A, C, E ve K vitaminleri ve folik asit gibi birçok vitaminin de kaynağıdır. Kekik, bu zengin mineral ve vitamin içeriği ile sağlığımızı destekleyen bir bitkidir (Aquila, 2013).

## **2.5 Zencefil (*Zingiber officinale*)**

Zencefil (*Zingiber officinale*), Zingiberaceae familyasına ait olan, boyu bir metreye kadar uzayabilen, ince uzun yapraklı ve sarı-kırmızı renkli çiçekler açan bir bitkidir. Genellikle tropikal veya subtropikal iklimlerde yetişir. Zencefilin ana yetiştirme bölgeleri Çin, Hindistan, Endonezya, Vietnam, Japonya gibi tropikal veya subtropikal iklimlerdir. Zencefil (*Zingiber officinale*) kök veya rizomları, hem baharat olarak hem de tıbbi amaçlar için yetiştirilen bir bitkidir. Asya yemeklerinde önemli bir baharat olarak kullanılmaktadır ve Asya mutfağının vazgeçilmez bir parçasıdır. Aynı zamanda yıllardır Asya, Hindistan ve çeşitli Arap ülkelerinde tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır (Gücey ve ark. 2019).

Zencefil, çiğ veya pişmiş olarak kullanılabilir. Taze zencefil kökü doğrudan yemeklere doğranarak veya rendelenerek eklenir. Kurutulmuş zencefil kökü de toz haline getirilerek baharat olarak kullanılır ve birçok yemeğe tat ve aroma katar. Zencefilin toz formu genellikle çeşitli ticari baharat karışımlarında veya tatlılar, içecekler ve diğer yemeklerde kullanılır (Ungvarsky J, (2017).

Taze zencefilin besin bileşimi oldukça zengindir ve çeşitli besin öğeleri içermektedir. Yaklaşık %80.9 nem, %2.3 protein, %0.9 yağ, %1.2 mineral, %2.4 lif ve %12.3 karbonhidrat içerir. Zencefilde bulunan mineraller demir, kalsiyum ve fosfordur. Zencefilin mineralleri arasında demir, kalsiyum ve fosfor bulunmaktadır. Ayrıca zencefil, tiamin (B1 vitamini), riboflavin (B2 vitamini), niasin (B3 vitamini) ve C vitamini gibi vitaminler de içermektedir. Zencefilin besin içeriği, türüne, çeşidine, yetiştirme koşullarına, hasat zamanına, kurutma işlemine ve saklama koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir.(Ghosh, 2011).

Zencefilde bulunan uçucu yağ, bitkinin kök ve rizomlarında %1-3 arasında bulunur. Bu uçucu yağın içerdiği başlıca aktif bileşenler seskiterpenler, shogaol ve gingerol bileşenleridir. Zencefilde bulunan fenolik bileşikler ise shogaol ve gingerol bileşenleridir. Bu aktif bileşenlerin ve fenolik bileşiklerin miktarları, zencefil bitkisinin yetiştirme koşullarına, hasat zamanına ve işleme yöntemlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Kemper, 1999).

Njobdi ve ark.'nın yaptığı çalışmada kuru ve taze zencefil ekstraktlarının antibakteriyel etkilerini *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde test etmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; Her iki form da (taze ve kuru zencefil) *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel etki göstermiştir. Ancak, *Staphylococcus aureus* üzerinde taze zencefil ekstraktının daha etkili olduğu rapor edilmiştir. *Escherichia coli* bakterisine karşı ise kuru zencefil ekstraktının taze zencefile göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. (Njobdi ve ark., 2018).

Zencefilin geniş bir kullanım yelpazesi vardır ve çeşitli yiyecek ve içeceklerde yaygın olarak kullanılır. Zencefil, zencefil birası ve zencefil şarabı gibi alkollü içeceklerde tatlandırıcı ve aromatik bir bileşen olarak kullanılır. Zencefilli gazozlar ve meyve suları, zencefilin taze veya ekstrakt halinde kullanılmasıyla hazırlanabilir. Zencefil, kekler, bisküviler, kurabiyeler ve diğer tatlılar için aroma ve lezzet veren önemli bir baharattır. Hem taze zencefil kökü hem de toz zencefil kullanılabilir (Anonymous, 2019).

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Sığır Eti Kıyması**

Araştırmada kullanılan sığır eti kıyması Afyonkarahisar'daki yerel bir kasaptan temin edilmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği bölümüne ait laboratuvara getirilen sığır eti kıyması deneme hazırlanıncaya kadar +4 °C'ye sabitlenmiş soğuk depoda muhafaza edilmiştir.

##### **3.1.2 Zencefil, Zerdeçal ve Kekik**

Araştırmada kullanılan Zerdeçal, Zencefil ve kekik baharatları Afyonkarahisar'da yerel marketlerde kilitli ambalajlarda toz halinde satılan Bağdat markasına ait firmadan temin edilmiştir.

##### **3.1.3 Keçi Boynuzu Gamı (KBG)**

Araştırmada kullanılan KBG maddesi üretim yeri Türkiye'de yer alan Smart Kimya Ticaret ve Danışmanlık Limited Şirketi'nden Tito marka olarak temin edilmiştir. Toz halinde alınan KBG %12 nispi nem, 6,8 pH, %0 yağ, %0 protein, %80 karbonhidrat, %0,1 tuz ve %80 lif içeriğine sahiptir.

#### **3.2 Metot**

##### **3.2.1 Kaplama Malzemelerinin Hazırlanması**

Kaplama yapmak için kullanılacak olan kaplama maddesinin içeriğine keçi boynuzu gamı ile baharat çeşidi olarak zerdeçal, zencefil ve kekik baharatlarından yararlanılmıştır.

**Çizelge 3.1** Kaplaması Yapılan Maddelerin İçeriği

| Numune Adı                                                           | Kaplama Maddesi İçeriği  |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 0,5G ZRD. 1.GN<br>0,5G ZRD. 3.GN<br>0,5G ZRD. 5.GN<br>0,5G ZRD. 7.GN | 0,5 gr Zerdeçal 2 gr KBG |
| 1G ZRD 1.GN<br>1G ZRD 3.GN<br>1G ZRD 5.GN<br>1G ZRD 7.GN             | 1 gr Zerdeçal 2 gr KBG   |
| 0,5G ZNC. 1.GN<br>0,5G ZNC. 3.GN<br>0,5G ZNC. 5.GN<br>0,5G ZNC. 7.GN | 0,5 gr Zencefil 2 gr KBG |
| 1G ZNC 1.GN<br>1G ZNC 3.GN<br>1G ZNC 5.GN<br>1G ZNC 7.GN             | 1 gr Zencefil 2 gr KBG   |
| 0,5G KEK. 1.GN<br>0,5G KEK. 3.GN<br>0,5G KEK. 5.GN<br>0,5G KEK. 7.GN | 0,5 gr Kekik 2 gr KBG    |
| 1G KEK. 1.GN<br>1G KEK. 3.GN<br>1G KEK. 5.GN<br>1G KEK. 7.GN         | 1 gr Kekik 2 gr KBG      |

- \* GN: Gün
- \* KEK: Kekik
- \* ZNC: Zencefil
- \* ZRD: Zerdeçal

### 3.2.2 Köfte Örneklerinin Kaplanması

Köfte örneklerinin her birinin gramajı yaklaşık 18 gr olacak şekilde tartılmış ve steril bir şekilde yuvarlak hale getirilmiştir. Antioksidan aktivitelerini incelemek amacıyla kullanılan 3 farklı baharat çeşidi vardır. Her baharat çeşidi kullanılarak 2 farklı oranda kaplama malzemelerine eklenmiştir.

Örneklerin hazırlanmasında zencefil, zerdeçal ve kekik baharat çeşitlerinden değişik miktarlarda (0,5gr ve 1gr) tartılarak (RADWAG PS600C2) 100 ml saf su ile cam numune kabında ısıtıcı (Hotplate Stirrer ISOLAB) üzerinde kaynatılmıştır. Daha sonra

filtre kağıdı ( Isolab 105.12.110) ile süzölmüştür. Süzölen maddenin içine tartılan (RADWAG PS600C2) 4 gr KBG eklenerek krem kıvamına gelinceye kadar (120 °C yaklaşık olarak) ısıtılmıştır. Kaplama maddesi laboratuvar içerisinde bulunan masa üzerinde 15 dk soğutulmaya bırakılmıştır.

Tüm içerikler hazırlandıktan sonra köfte örneklerinin üzeri kaplama maddesi bir laboratuvar içerisinde bulunan küçük spatula yardımı ile kaplanmıştır.

Kaplanan köfte örnekleri cam numune kaplarına alınarak +4 °C de saklanmak üzere soğuk havaya bırakılmıştır.

### **3.3 Analizler**

Yenilebilir film ile kaplanan örnekler, depolamanın 1, 3, 5 ve 7. günlerinde pH, kuru madde, nem, renk, tekstür profil ve TBARS analizleri yapılmak üzere işleme alınmıştır.

#### **3.3.1 pH Analizi**

Kaplaması yapılan köfte örnekleri pH ölçümü yapılana kadar cam petri kaplarında +4°C de saklanmıştır. Köfte örnekleri 1. 3. 5. ve 7. günlerde olmak üzere pH analizi pH metre (Cyberscan 300) yardımı ile ölçölmüştür.

#### **3.3.2 Kuru Madde Analizi**

Köfte örneklerinin 1. 3. 5. ve 7. günlerde kuru madde analizi yapılmıştır. Her bir köfte örneğinden 5 gr tartılarak (RADWAG PS600C2) petri kabına konulmuştur. Daha sonra 24 saat bekletilmek üzere sıcaklığı 120 °C ye ayarlanmış etüve bırakılmıştır. 24 saat sonunda etüvden çıkarılan köfte numuneleri tekrar tartılarak (RADWAG PS600C2) çıkan sonuçlar not edilmiştir. Sonrasında kuru madde miktarı aşağıdaki formöle göre hesaplanmıştır;

Kuru madde Miktarı= [ (M1-M2) / m] x 100

M1:Boş petri kabı +tartılan köfte örneği

M2: Etüvden çıkan köfte örneği + petri kabı

m: Tartılan köfte örneği

### 3.3.3 Nem Ölçüm Analizi

Kaplaması yapılan 24 adet köfte örneklerinin 1. 3. 5. ve 7. günlerde nem tayini analizi yapılmıştır. Nem ölçüm analizi yapılırken örneklerden 0,300 g alınarak nem ölçüm cihazında (Sartoriu MA 45) nem ölçümü yapılmıştır.

### 3.3.4 Renk Analizi

Renk, gıdaların en etkileyici özelliklerinden biri olup, tüketici tercihini birinci dereceden etkilemektedir. Doğal gıdalar kendi renk yoğunluklarına sahip olmakla birlikte, ürünlerin rengi depolama koşulları, üretim metodları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Laokuldilok ve ark. 2016).

Renk ölçümü Chroma Meter Cr-400 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Renk ölçümü yapılmadan önce cihaz, siyah ve beyaz levhalar kullanılarak kalibre edilmiştir. Köfte örneklerinin renk değerleri  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri cinsinden kayıt altına alınmıştır. Kaplama yapılan köfte örnekleri düz temiz bir zemine konulmuştur. Daha sonra renk cihazı köfte örneklerine temas edilerek renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Kaplaması yapılan 24 adet köfte örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri 4 farklı gün olarak (1, 3, 5 ve 7.gün) ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Bu sonuçlara göre “L” değeri açıklık ve koyuluk (0’dan 100’e kadar) “+a\*” değeri kırmızılığı “+b\*” değeri ise sarılığı temsil etmektedir.

### 3.3.5 Tekstür Profil Analizleri

Gıdalarda tüketim kalitesinde doğrudan bağlı olan görüntü, lezzet, tekstür ve besin içeriği öncelikli etmenlerdir. Gıda tekstürü, ürünün dokunsal, görsel ve işitsel özellikleri aracılığıyla algılanan ve bu özelliklerin tüketicinin duyuşsal tepkilerine neden olan fiziksel özellikleridir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Bu özellikler genellikle gıdanın yapısal bileşenleri ve içyapısı ile doğrudan ilişkilidir. Gıda tekstürünün değerlendirilmesi, çeşitli metotlar vardır. Bu metotlar duyuşsal değerlendirme ve enstrümantal yöntemlerdir (Wilkinson ve ark., 2000; Ertaş ve Doğruer, 2010; Conroy ve ark., 2017). Duyuşsal değerlendirme yönteminde; eğitilmiş panelistler tarafından gerçekleştirilen testlerle gıdanın dokunsal özellikleri değerlendirilir. Dokunsal özellikler arasında sertlik,



yumuşaklık, çiğneme direnci, yapışkanlık gibi özellikler bulunur. Duyusal analiz, tüketicinin gıdaya verdiği tepkiyi daha doğrudan yansıtabilir ancak panelistlerin eğitimi, süreçlerin standartlaştırılması ve sonuçların çoğaltılabilirliği gibi zorlukları vardır. Enstrümental yönetiminde; özel cihazlar kullanılarak gıdanın mekanik özellikleri objektif olarak ölçülür. Bu metotlar genellikle daha ekonomiktir ve daha kısa sürede sonuç alınabilir. Örneğin, gıdanın kesme direnci, çiğneme direnci, elastikiyeti, viskozitesi gibi özellikleri enstrümantal olarak ölçülebilir. Enstrümantal metotlar, gıda endüstrisinde üretim süreçlerinin izlenmesi ve kalite kontrolünde yaygın olarak kullanılır. (Bourne, 2002; Barbut, 2015).

Bu çalışmada kaplaması yapılan köfte örneklerinin tekstür profil analizleri TA.HD. Plus (Stable Micro System) doku analiz cihazı yardımı ile ölçümü yapılmıştır. Kaplaması yapılan 24 adet köfte örnekleri alınıp cihazın ölçüm tabanına bırakılmıştır. Bırakılan örnekler 5 kg'lık yük hücresi ile 50 mm'lik silindirik prob kullanılarak, oda sıcaklığında ardışık olarak iki kez %20 kompresyon uygulanmıştır. İşlem şartları; ön test hızı 1 mm/sn, test hızı 5 mm/sn ve test sonrası hızı 5 mm/sn olarak belirlenmiştir. İki kez baskı yapılarak ölçümleri kayıt altına alınmıştır.

Bu ölçümlerde sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, esneklik, elastikiyet, kohesivlik değerlerinin ölçümleri yapılmıştır.

Analiz ile elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden hesaplaması yapılan parametreler aşağıda tanımlanmıştır (Garcia vd. 2002, Herrero vd. 2007, Szczesniak vd. 1963).

Sertlik: Numuneyi sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvet

Dış yapışkanlık: Numune ile ölçüm probu arasındaki yapışkan güçlerin üstesinden gelmek için gereken iş (ilk sıkıştırma sonrası apsis altında kalan alan)

Kohesivlik: Numunenin kopmadan önceki deformasyon değeri ( $A_2/A_1$ )

A1: İlk sıkıştırma için gereken toplam enerji

A2: İkinci sıkıştırma için gereken toplam enerji

Elastikiyet: Numune üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra numunenin orijinal haline dönme kabiliyeti

Sakızimsılık: Yarı katı bir et numunesini parçalara ayırarak yutmak için gereken kuvvet

Çiğnenebilirlik: Katı bir gıda maddesini yutmaya hazır hale gelene kadar çiğnemek için gereken enerji

Esneklik (resilience): Deformasyona uğrayan numunenin geri kazanımı

### **3.3.6 TBARS Analizi**

Kaplaması yapılan her bir 24 adet köfte örneklerine TBARS analizi yapılması için uygulanan işlemler şu şekildedir;

İlk önce %7,5 luk TCA ve 0,02 M TBA çözeltisi hazırlanmıştır. Köfte örneğinden 1 g tartılarak 5 mL TCA çözeltisinde parçalanmıştır. Parçalanan örnek filtre kağıdı yardımı ile süzülmüştür. Süzülen filtrattan 2 mL alınarak cam tüpe konulmuştur. Filtratın üzerine 2 mL TBA çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra vorteks işlemi yapılarak homojenizasyonu sağlanmıştır. Bu işlem 24 adet köfte örneğine ayrı ayrı uygulanmıştır. Daha sonra 24 adet cam tüp 120 °C ye belirlenen sıcak su banyosu 40 dakika boyunca bekletilmiştir. Bekletildikten sonra 5 dakika boyunca soğuk su banyosunda soğutulma işlemi yapılmıştır. Daha sonra 360 rpm’de 4 dakika boyunca santrifüj işlemi yapılmıştır. 532 nm’ye göre absorbans edilen spektrofotometrede (UV – 1800 Shimadzu UV Spectrophotometer) 24 adet köfte örneklerinin TBARS değerleri ölçülmüştür.

### **3.3.7 Antioksidan Analizi**

Örneklerin hazırlanmasında zencefil, zerdeçal ve kekik baharat çeşitlerinden değişik miktarlarda (0,5gr ve 1gr) tartılarak (RADWAG PS600C2) 100 ml saf su ile cam numune kabında ısıtıcı (Hotplate Stirrer ISOLAB) üzerinde kaynatılmıştır. Daha sonra filtre kağıdı ( Isolab 105.12.110) ile süzülmüştür. Hazırlanan örneklerden 1 ml alınarak cam tüpe aktarılmıştır. Üzerine 3,9 ml DPPH çözeltisinden eklenmiştir. Elde edilen karışım 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Ölçme yapılmadan önce örneklerle 5 ml metanol ilave edilmiştir. 100 mikrolitre etanolün içine 3,9 ml seyreltilmiş DPPH çözeltisi eklenerek kontrol örneği oluşturulmuştur. Daha sonra 517 nm ayarlanan spektrofotometre değerler ölçülmüştür.

### **3.3.8 İstatiksel Analiz**

En az iki paralel ölçümden elde edilen sonuçlar JMP Pro11 istatistik programı kullanılarak incelenmiştir. Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar one-way ANOVA kullanılarak belirlenmiştir.

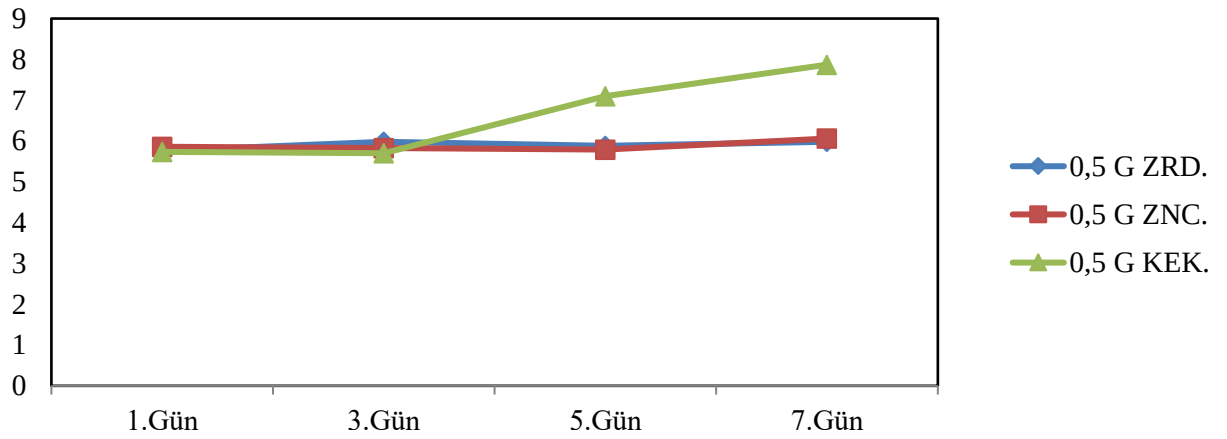
## 4. BULGULAR

### 4.1 pH Analizleri Sonuçları

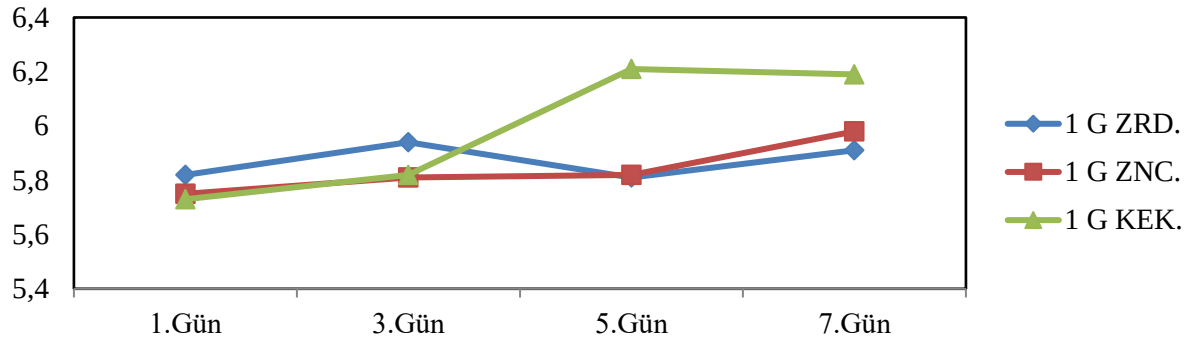
Kaplaması yapılan köfte örneklerinin 1, 3, 5 ve 7. Günlerdeki saklanma süresi boyunca pH analizinin değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca pH değeri değişimleri Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1** Köfte Örneklerinin pH Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün | 3.Gün | 5.Gün | 7.Gün |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,5G ZRD.      | 5,76  | 5,98  | 5,88  | 5,98  |
| 1G ZRD.        | 5,82  | 5,94  | 5,81  | 5,91  |
| 0,5G ZNC.      | 5,86  | 5,83  | 5,79  | 6,06  |
| 1G ZNC.        | 5,75  | 5,81  | 5,82  | 5,98  |
| 0,5G KEK.      | 5,73  | 5,70  | 7,10  | 7,87  |
| 1G KEK.        | 5,73  | 5,82  | 6,21  | 6,19  |



**Şekil 4. 1** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin pH Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 2** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin pH Değerlerinde Değişmeler

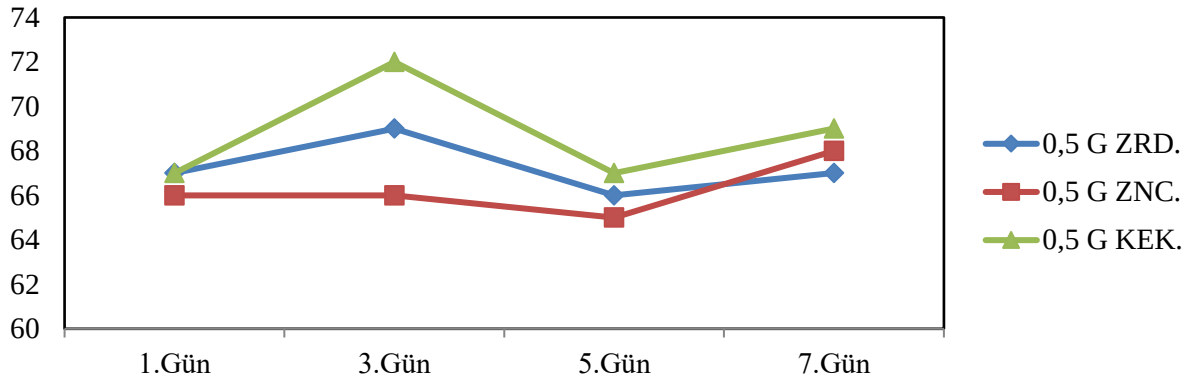
Köfte örneklerinde kullanılan baharat çeşidi ve miktarına bakıldığında tüm köfte örneklerinde baharat miktarı arttıkça pH oranında azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

#### 4.2 Kuru Madde Analizleri Sonuçları

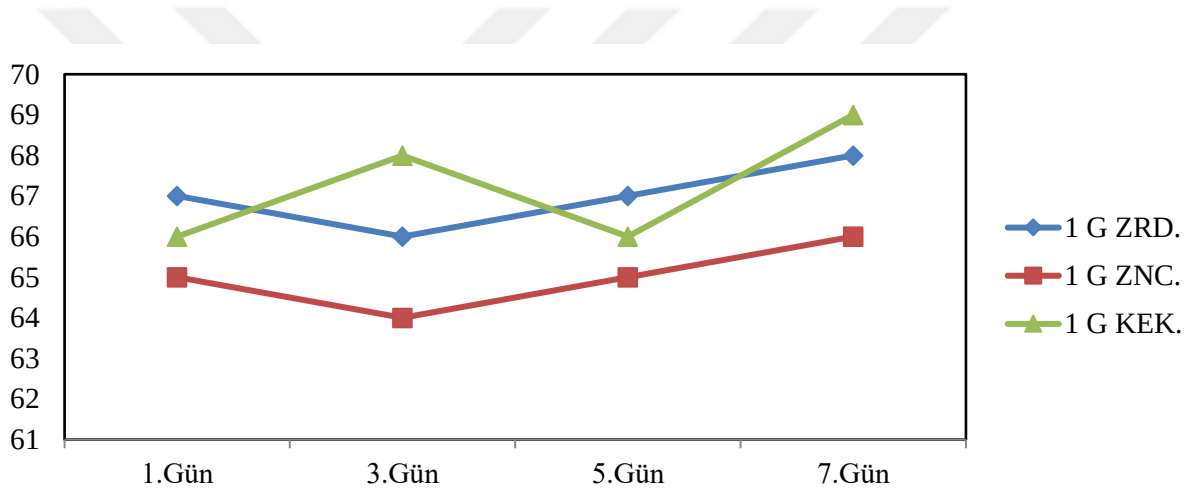
Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca kuru madde analizinin değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca kuru madde değeri değişimleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4. 2** Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün | 3.Gün | 5.Gün | 7.Gün |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,5G ZRD.      | 67    | 69    | 66    | 67    |
| 1G ZRD.        | 67    | 66    | 67    | 68    |
| 0,5G ZNC.      | 66    | 66    | 65    | 68    |
| 1G ZNC.        | 65    | 64    | 65    | 66    |
| 0,5G KEK.      | 67    | 72    | 67    | 69    |
| 1G KEK.        | 66    | 68    | 66    | 69    |



**Şekil 4. 3** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 4** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kuru Madde Değerlerinde Değişmeler

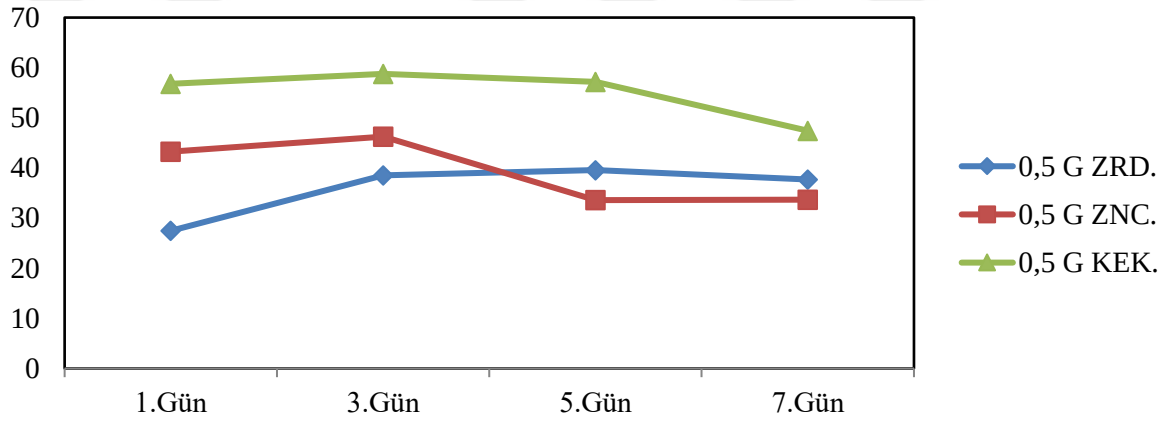
Köfte örneklerinde kullanılan baharat miktarı ve çeşidine göre Kuru madde değerlerine bakıldığında önemli bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir.

#### 4.3 Nem Analizleri Sonuçları

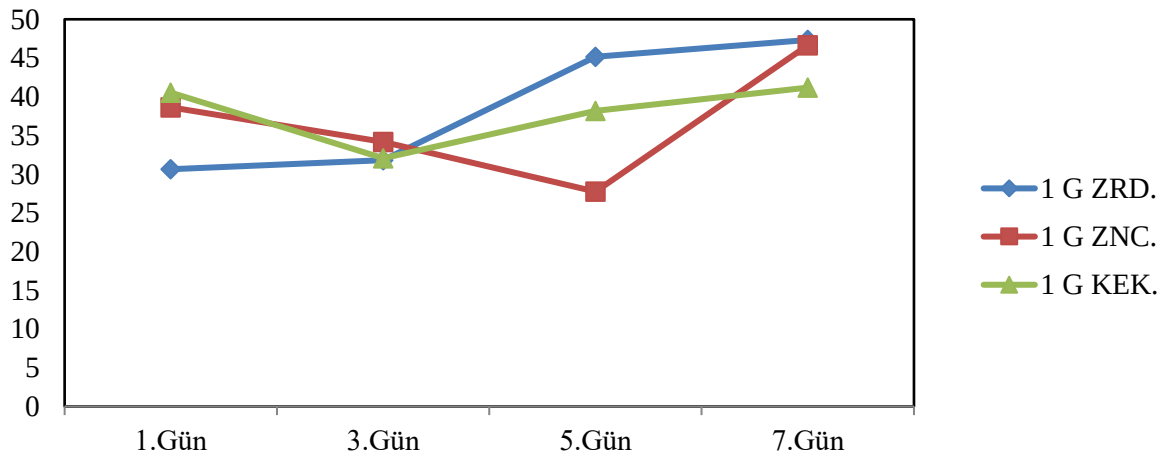
Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca kuru madde analizinin değerleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca nem değeri değişimleri Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9' da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3** Köfte Örneklerinin Nem Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün | 3.Gün | 5.Gün | 7.Gün |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,5G ZRD.      | 27,47 | 38,53 | 39,58 | 37,69 |
| 1G ZRD.        | 30,63 | 31,79 | 45,16 | 47,33 |
| 0,5G ZNC.      | 43,25 | 46,25 | 33,58 | 33,70 |
| 1G ZNC.        | 38,63 | 34,15 | 27,74 | 46,64 |
| 0,5G KEK.      | 56,76 | 58,77 | 57,15 | 47,43 |
| 1G KEK.        | 40,51 | 32,05 | 38,15 | 41,17 |



**Şekil 4. 5** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Nem Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 6** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Nem Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde baharat kullanım miktarı ve çeşidine göre bakıldığında nem değerleri köfte örneklerinde baharat miktarı arttıkça ve bekleme süresi uzadıkça nem değerlerinde azalma gözlemlenmiştir.

#### 4.4 Renk Analizleri Sonuçları

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca renk değerleri L\*, a\* ve b\* olarak değerlendirilerek tablolarda belirtilmiştir. Açıklık (+) ve koyuluk (-) değeri L\* değeri, kırmızılık (+) ve yeşillik (-) değeri a\* değeri, sarılık (+) ve mavilik (-) değeri b\* değeri temsil etmektedir.

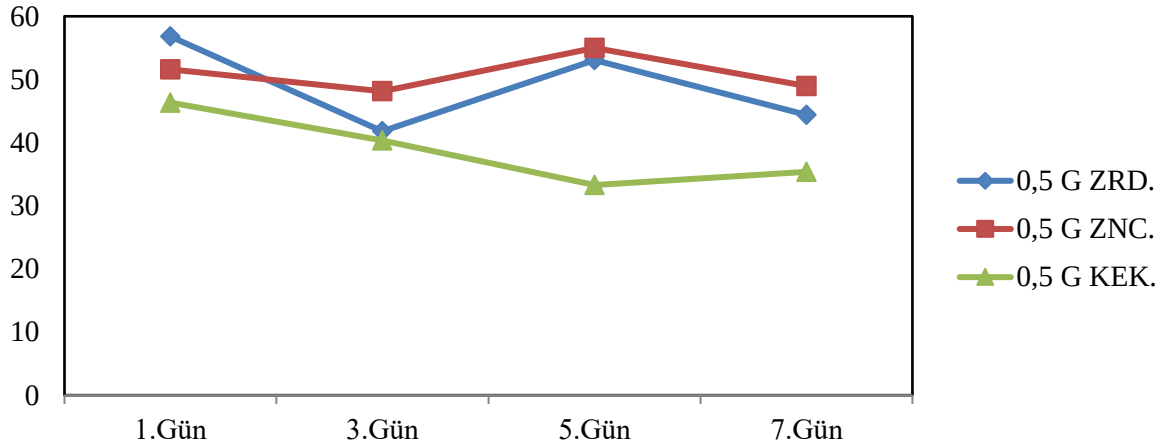
##### 4.4.1 L\* Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca L\* değerleri Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca L\* değeri değişimleri Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’ de gösterilmiştir.

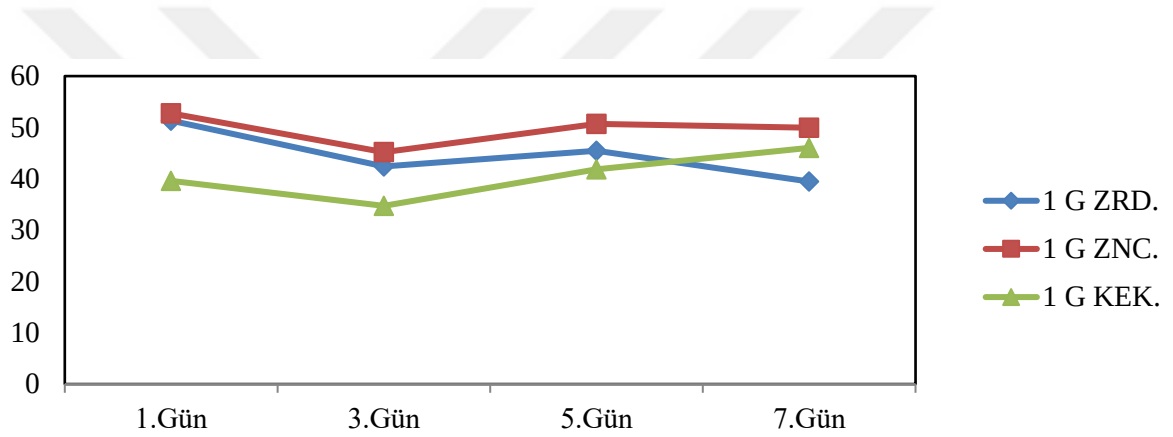
**Çizelge 4. 4** Köfte Örneklerinin L\* Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                              | 3. Gün                             | 5.Gün                             | 7.Gün                               |
|----------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 56,80 $\pm$ 3,28 <sup>A</sup>      | 41,79 $\pm$ 1,06 <sup>GHIJ</sup>   | 53,04 $\pm$ 0,90 <sup>ABC</sup>   | 44,38 $\pm$ 0,20 <sup>EFGH</sup>    |
| 1G ZRD.        | 51,32 $\pm$ 0,31 <sup>ABCDE</sup>  | 42,37 $\pm$ 2,52 <sup>FGHI</sup>   | 45,46 $\pm$ 0,64 <sup>DEFGH</sup> | 39,46 $\pm$ 2,55 <sup>HIJK</sup>    |
| 0,5G ZNC.      | 51,61 $\pm$ 1,14 <sup>ABCDE</sup>  | 48,12 $\pm$ 1,75 <sup>BCDEFG</sup> | 54,99 $\pm$ 1,54 <sup>AB</sup>    | 48,96 $\pm$ 0,36 <sup>BCDEFG</sup>  |
| 1G ZNC.        | 52,74 $\pm$ 8,56 <sup>ABCD</sup>   | 45,18 $\pm$ 5,33 <sup>DEFGH</sup>  | 50,71 $\pm$ 0,16 <sup>ABCDE</sup> | 49,94 $\pm$ 4,46 <sup>ABCDEF</sup>  |
| 0,5G KEK.      | 46,33 $\pm$ 1,93 <sup>CDEFGH</sup> | 40,36 $\pm$ 1,38 <sup>HIJK</sup>   | 33,28 $\pm$ 0,74 <sup>K</sup>     | 35,39 $\pm$ 3,29 <sup>IJK</sup>     |
| 1G KEK         | 39,57 $\pm$ 0,20 <sup>HIJK</sup>   | 34,72 $\pm$ 1,73 <sup>JK</sup>     | 41,83 $\pm$ 1,55 <sup>GHIJ</sup>  | 46,02 $\pm$ 12,08 <sup>CDEFGH</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4.7** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin L\* Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 8** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin L\* Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre incelendiğinde L\* (parlaklık) değerlerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 0,5 g olan köfte örneklerinde baharat çeşidi kekik olan köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça L\* değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 1 g olan köfte örneklerinde baharat çeşidi kekik olan köfte örneklerinde ise bekleme süresi arttıkça L\* değerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.4.2 a\* Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca a\* değerleri Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca a\* değeri değişimleri Şekil 4.13, Şekil

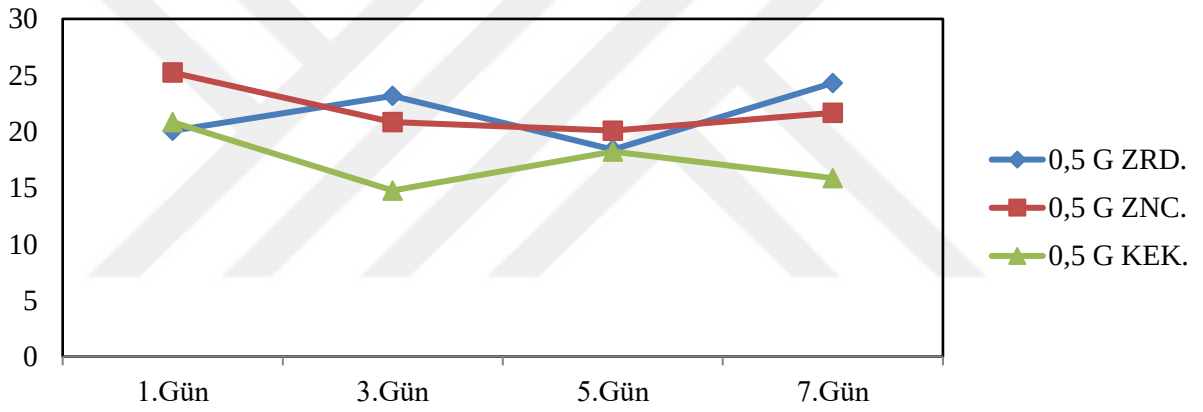


4.14 ve Şekil 4.15’ de gösterilmiştir.

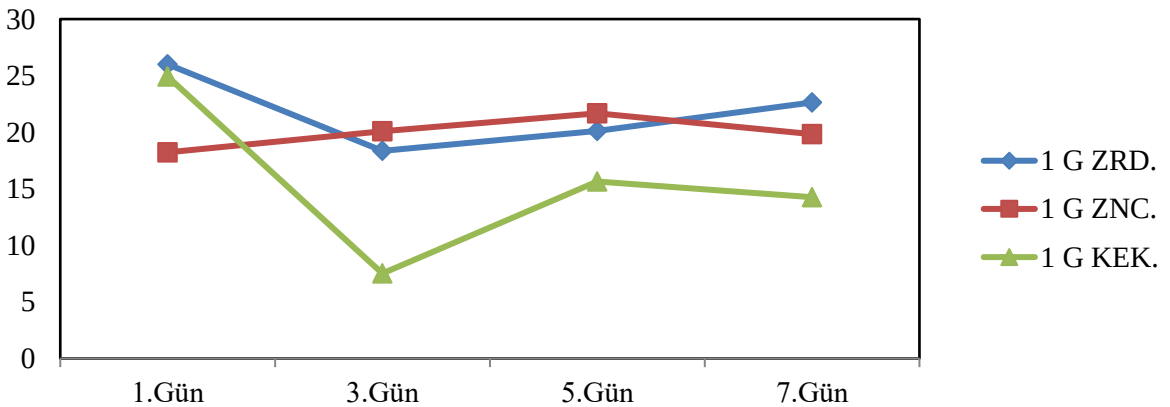
**Çizelge 4. 5** Köfte Örneklerinin a\* Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                            | 3.Gün                            | 5.Gün                             | 7.Gün                            |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 20,07 $\pm$ 1,38 <sup>CDEF</sup> | 23,17 $\pm$ 3,50 <sup>ABC</sup>  | 18,39 $\pm$ 0,43 <sup>EFG</sup>   | 24,31 $\pm$ 0,30 <sup>AA</sup>   |
| 1G ZRD.        | 26,00 $\pm$ 2,14 <sup>A</sup>    | 18,35 $\pm$ 0,15 <sup>EFG</sup>  | 20,10 $\pm$ 0,007 <sup>CDEF</sup> | 22,62 $\pm$ 0,13 <sup>ABCD</sup> |
| 0,5G ZNC.      | 25,23 $\pm$ 0,49 <sup>A</sup>    | 20,83 $\pm$ 0,67 <sup>CDEF</sup> | 19,72 $\pm$ 0,53 <sup>DEF</sup>   | 22,82 $\pm$ 3,35 <sup>ABCD</sup> |
| 1G ZNC.        | 18,22 $\pm$ 2,61 <sup>FG</sup>   | 20,08 $\pm$ 0,35 <sup>DEF</sup>  | 21,67 $\pm$ 2,08 <sup>BCDE</sup>  | 19,84 $\pm$ 2,06 <sup>CDEF</sup> |
| 0,5G KEK.      | 20,83 $\pm$ 0,28 <sup>CDEF</sup> | 14,76 $\pm$ 0,33 <sup>H</sup>    | 18,23 $\pm$ 3,34 <sup>FG</sup>    | 15,85 $\pm$ 2,74 <sup>GH</sup>   |
| 1G KEK.        | 24,92 $\pm$ 0,23 <sup>AB</sup>   | 7,51 $\pm$ 0,28 <sup>I</sup>     | 15,63 $\pm$ 0,67 <sup>GH</sup>    | 14,26 $\pm$ 0,18 <sup>H</sup>    |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4. 9** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin a\* Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 10** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin a\* Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre

incelendiğinde a\* (kırmızılık) değerlerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 0,5 g olan köfte örneklerinde kullanılan baharat çeşidi zencefil ve zerdeçal olan köfte örneklerinin a\* değerinin en az olduğu gün 5.gün olduğu gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 1 g olan köfte örneklerinde kullanılan baharat çeşidi kekik olan köfte örneklerinde ise a\* değerinin en az 3. gün olduğu gözlemlenmiştir.

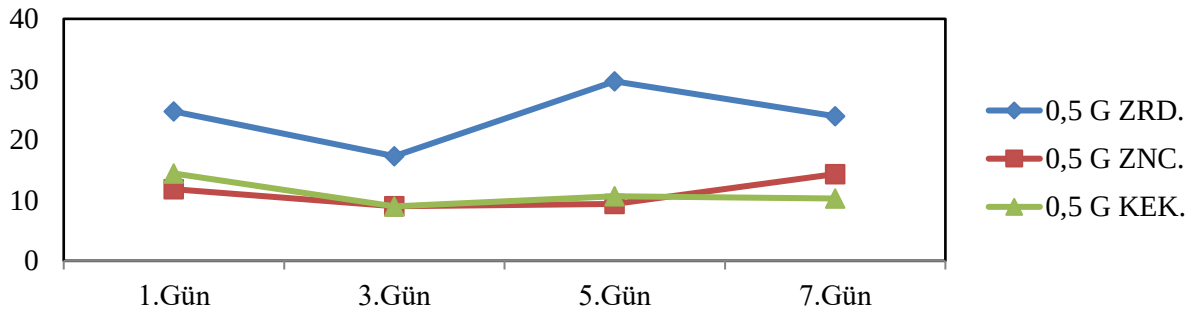
#### 4.4.3 b\* Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca b\* değerleri Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca b\* değeri değişimleri Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’ de gösterilmiştir.

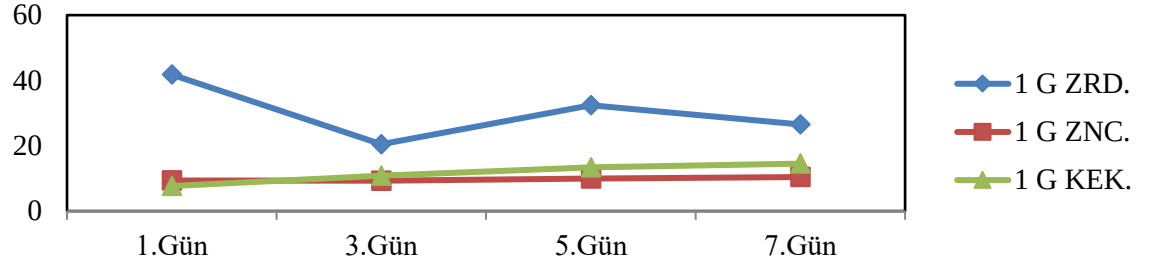
**Çizelge 4.6** Köfte Örneklerinin b\* Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                           | 3.Gün                            | 5.Gün                            | 7.Gün                            |
|----------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 24,68 $\pm$ 0,67 <sup>D</sup>   | 17,30 $\pm$ 0,21 <sup>FG</sup>   | 29,67 $\pm$ 3,11 <sup>BC</sup>   | 23,88 $\pm$ 0,42 <sup>DE</sup>   |
| 1G ZRD.        | 41,78 $\pm$ 1,78 <sup>A</sup>   | 20,46 $\pm$ 2,26 <sup>EF</sup>   | 32,45 $\pm$ 3,23 <sup>B</sup>    | 26,56 $\pm$ 1,58 <sup>CD</sup>   |
| 0,5G ZNC.      | 11,85 $\pm$ 0,91 <sup>HJK</sup> | 9,02 $\pm$ 0,33 <sup>KL</sup>    | 9,41 $\pm$ 1,03 <sup>JKL</sup>   | 14,34 $\pm$ 1,35 <sup>GHI</sup>  |
| 1G ZNC.        | 9,33 $\pm$ 0,98 <sup>KL</sup>   | 9,30 $\pm$ 0,39 <sup>KL</sup>    | 9,93 $\pm$ 0,00 <sup>JKL</sup>   | 10,41 $\pm$ 2,43 <sup>IJKL</sup> |
| 0,5G KEK.      | 14,44 $\pm$ 4,76 <sup>GH</sup>  | 9,00 $\pm$ 0,57 <sup>KL</sup>    | 10,65 $\pm$ 3,29 <sup>HJKL</sup> | 10,30 $\pm$ 1,26 <sup>JKL</sup>  |
| 1G KEK.        | 7,66 $\pm$ 1,01 <sup>L</sup>    | 10,84 $\pm$ 0,66 <sup>HJKL</sup> | 13,39 $\pm$ 3,10 <sup>GHIJ</sup> | 14,52 $\pm$ 0,73 <sup>GH</sup>   |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4. 11** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin b\* Değerlerinde Değişimler



**Şekil 4. 12** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin b\* Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre incelendiğinde b\* (sarılık) değerlerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir

Baharat kullanım miktarı 0,5 g olan bütün köfte örneklerinde b\* değerinin en az olduğu gün 3.gün olduğu ve 3.günden sonra tekrar artışa geçtiği gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 1 g olan köfte örneklerinde bütün örnekler bakıldığında kullanılan baharat çeşidi kekik olan köfte örneğinde b\* değerinin en az 1. gün olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.5 Tekstür Profil Analizleri Sonuçları (TPA)

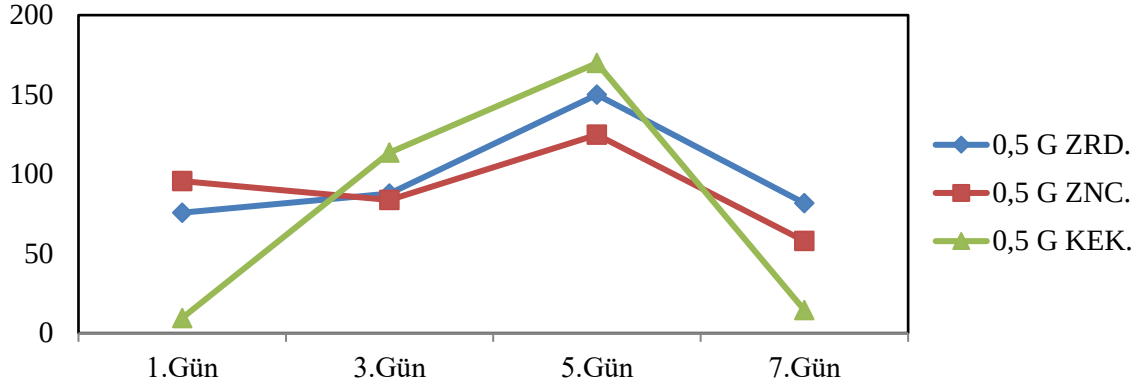
##### 4.5.1 Sertlik Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca sertlik değerleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca sertlik değeri değişimleri Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’ de gösterilmiştir.

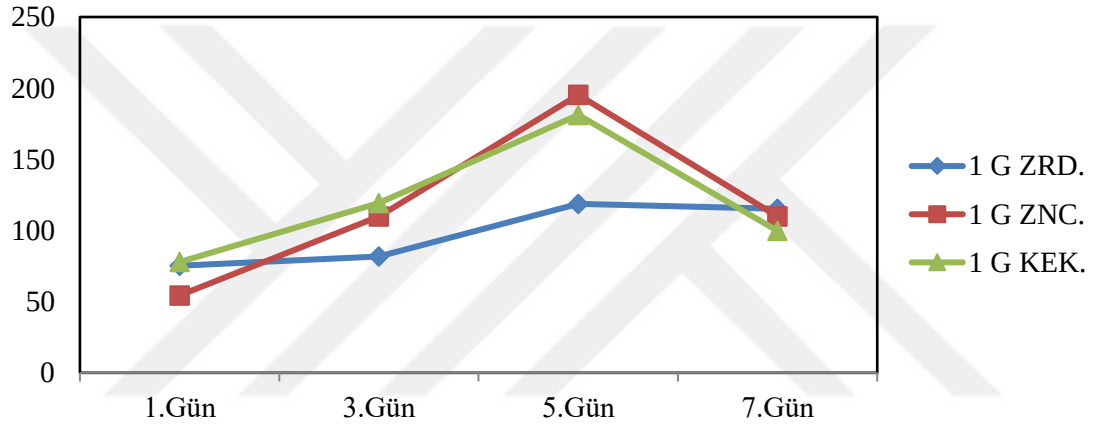
**Çizelge 4.7** Köfte Örneklerinin Sertlik Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                         | 3.Gün                         | 5.Gün                         | 7.Gün                         |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 75,73 ± 5,14 <sup>EFG</sup>   | 87,67 ± 2,93 <sup>DEFG</sup>  | 149,94 ± 25,60 <sup>BC</sup>  | 81,62 ± 18,72 <sup>DEFG</sup> |
| 1G ZRD.        | 75,25 ± 3,03 <sup>EFG</sup>   | 81,75 ± 11,67 <sup>DEFG</sup> | 118,70 ± 20,50 <sup>CDE</sup> | 115,16 ± 24,23 <sup>CDE</sup> |
| 0,5G ZNC.      | 95,61 ± 13,40 <sup>DEFG</sup> | 83,66 ± 0,65 <sup>DEFG</sup>  | 124,75 ± 29,67 <sup>CD</sup>  | 57,90 ± 16,41 <sup>FG</sup>   |
| 1G ZNC.        | 54,38 ± 9,96 <sup>G</sup>     | 109,83 ± 5,49 <sup>CDE</sup>  | 195,28 ± 0,32 <sup>A</sup>    | 109,77 ± 17,18 <sup>CDE</sup> |
| 0,5G KEK       | 9,52 ± 1,50 <sup>DEFG</sup>   | 113,61 ± 37,98 <sup>CDE</sup> | 169,81 ± 45,74 <sup>AB</sup>  | 110,08 ± 28,68 <sup>CDE</sup> |
| 1G KEK.        | 77,86 ± 13,02 <sup>EFG</sup>  | 119,34 ± 26,03 <sup>CDE</sup> | 181,18 ± 79,78 <sup>AB</sup>  | 99,79 ± 34,73 <sup>DEF</sup>  |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4. 13** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sertlik Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 14** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sertlik Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların sertlik değerinde etkisi her grup örnekte doğrusal olmadığı gözlemlenmiştir. 0,5 g kullanılan baharatlarda sertlik değerinde 5.günde maksimum değerine ulaştığı gözlemlenmiştir.

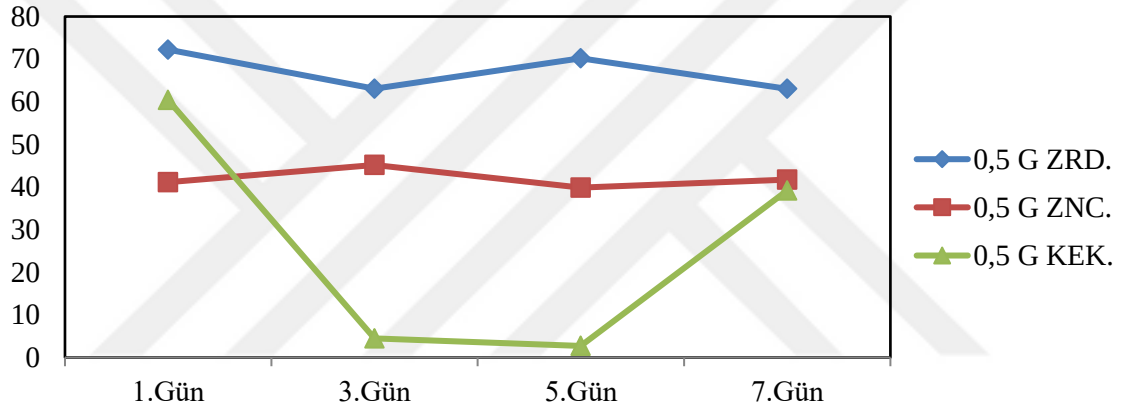
#### 4.5.2 Yapışkanlık Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca yapışkanlık değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca yapışkanlık değeri değişimleri Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de gösterilmiştir.

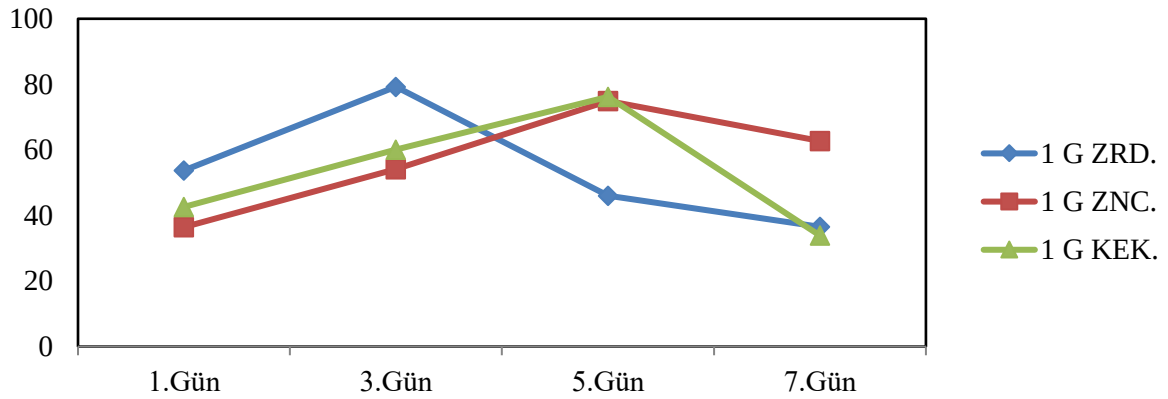
**Çizelge 4.8** Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                          | 3.Gün                          | 5.Gün                        | 7.Gün                        |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | -72,23 ± 30,11 <sup>EF</sup>   | -63,04 ± 21,43 <sup>DEF</sup>  | -70,17 ± 6,73 <sup>EF</sup>  | -63,03 ± 0,61 <sup>DEF</sup> |
| 1G ZRD.        | -53,69 ± 12,81 <sup>BCDE</sup> | -79,26 ± 6,32 <sup>F</sup>     | -46,02 ± 6,69 <sup>BCD</sup> | -36,53 ± 5,40 <sup>BC</sup>  |
| 0,5G ZNC.      | -41,12 ± 11,39 <sup>BCD</sup>  | -45,17 ± 4,61 <sup>BCD</sup>   | -39,86 ± 1,62 <sup>BCD</sup> | -41,72 ± 3,91 <sup>BCD</sup> |
| 1G ZNC         | -36,43 ± 14,30 <sup>BC</sup>   | -54,12 ± 7,14 <sup>BCD</sup>   | -74,91 ± 11,09 <sup>EF</sup> | -62,72 ± 2,96 <sup>DEF</sup> |
| 0,5G KEK       | -60,40 ± 15,26 <sup>CDEF</sup> | -4,51 ± 0,80 <sup>A</sup>      | - 2,72 ± 2,00 <sup>A</sup>   | -39,16 ± 2,79 <sup>BCD</sup> |
| 1G KEK         | -42,59 ± 23,18 <sup>BCD</sup>  | -60,07 ± 10,54 <sup>CDEF</sup> | -76,18 ± 11,22 <sup>EF</sup> | -33,87 ± 3,86 <sup>B</sup>   |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4. 15** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 16** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Yapışkanlık Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatlarda kullanım miktarına ve çeşidine göre takip edilen günler arasında farklılıklar oluşmuştur. Baharat miktarı 0,5 g olan örneklerde içeriğinde kekik olan köfte örneğinin bekleme süresi arttıkça yapışkanlığının azaldığı ancak daha sonra tekrar arttığı gözlemlenmiştir. Baharat miktarı 1 g olan köfte örneklerinde bekleme süresi arttıkça yapışkanlık oranının azaldığı gözlemlenmiştir.

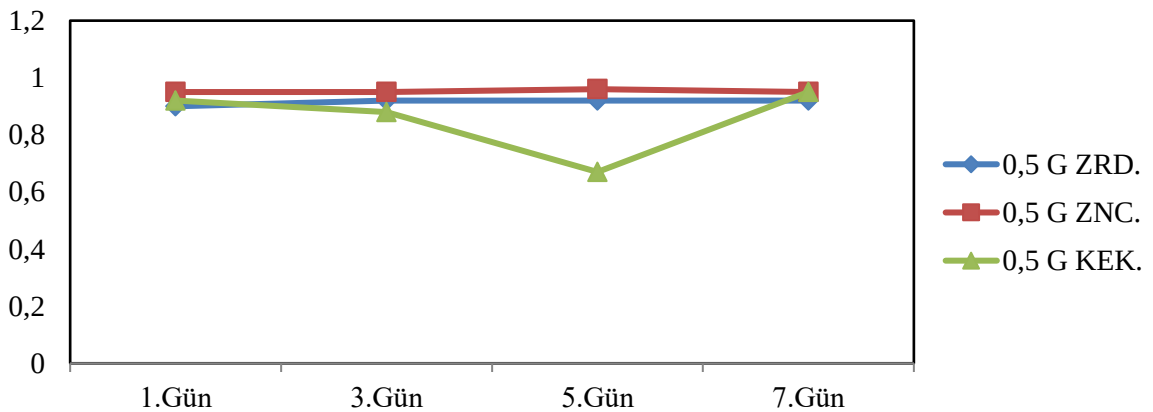
#### 4.5.3 Esneklik Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca esneklik değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca esneklik değeri değişimleri Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de gösterilmiştir.

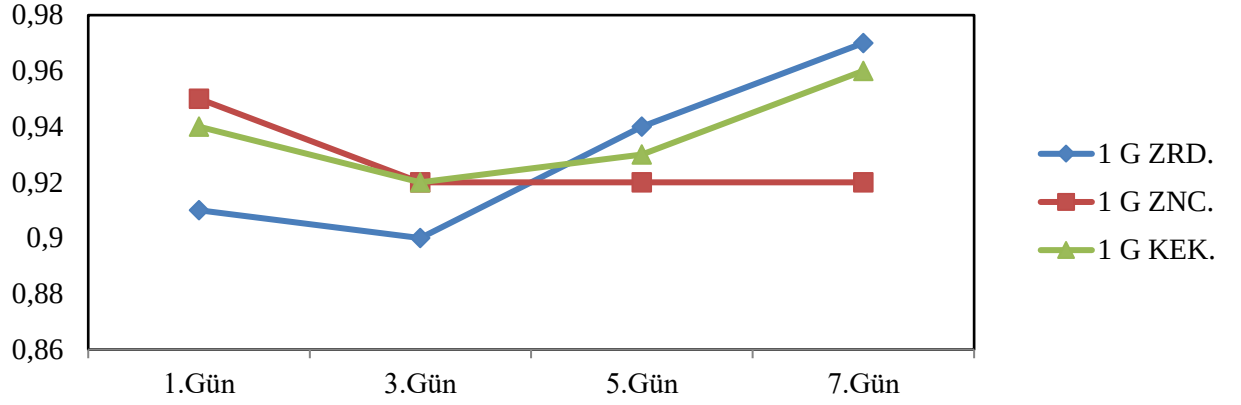
**Çizelge 4.9** Köfte Örneklerinin Esneklik Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                | 3.Gün                 | 5.Gün                 | 7.Gün                 |
|----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,5G ZRD.      | $0,90 \pm 0,01^{AB}$ | $0,92 \pm 0,01^{AB}$  | $0,92 \pm 0,003^{AB}$ | $0,92 \pm 0,004^{AB}$ |
| 1G ZRD.        | $0,91 \pm 0,01^{AB}$ | $0,90 \pm 0,007^{AB}$ | $0,94 \pm 0,01^{AB}$  | $0,97 \pm 0,01^A$     |
| 0,5G ZNC.      | $0,95 \pm 0,01^{AB}$ | $0,95 \pm 0,009^{AB}$ | $0,96 \pm 0,005^{AB}$ | $0,95 \pm 0,009^{AB}$ |
| 1G ZNC         | $0,95 \pm 0,02^{AB}$ | $0,92 \pm 0,01^{AB}$  | $0,92 \pm 0,01^{AB}$  | $0,92 \pm 0,004^{AB}$ |
| 0,5G KEK       | $0,92 \pm 0,01^{AB}$ | $0,88 \pm 0,14^B$     | $0,67 \pm 0,12^C$     | $0,95 \pm 0,006^{AB}$ |
| 1G KEK         | $0,94 \pm 0,03^{AB}$ | $0,92 \pm 0,03^{AB}$  | $0,93 \pm 0,01^{AB}$  | $0,96 \pm 0,005^{AB}$ |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 4. 17** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Esneklik Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 18** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Esneklik Değerlerinde Değişimler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarına ve çeşidine göre incelendiğinde esneklik değerlerinde ciddi bir farklılık gözlemlenmemiştir.

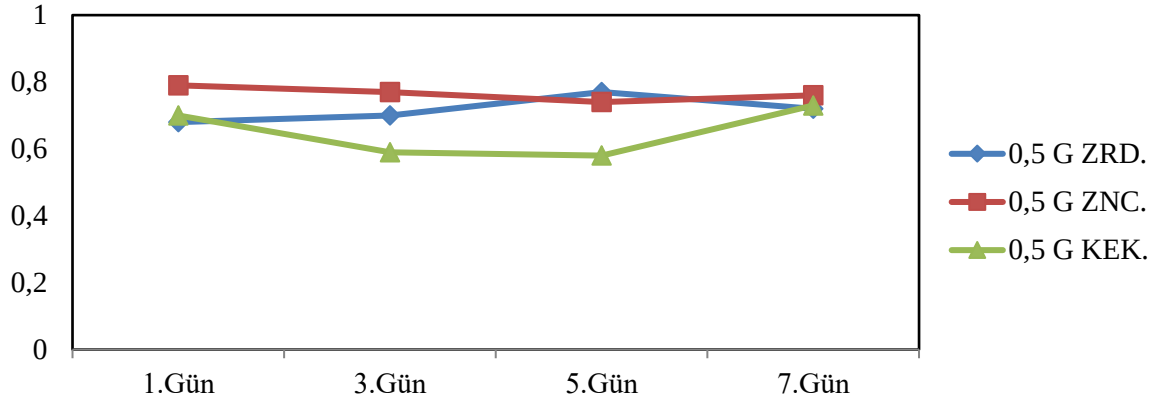
#### 4.5.4 Kohesivlik Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca kohesivlik değerleri Çizelge 4.10’da gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca kohesivlik değeri değişimleri Şekil 4.28, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da gösterilmiştir.

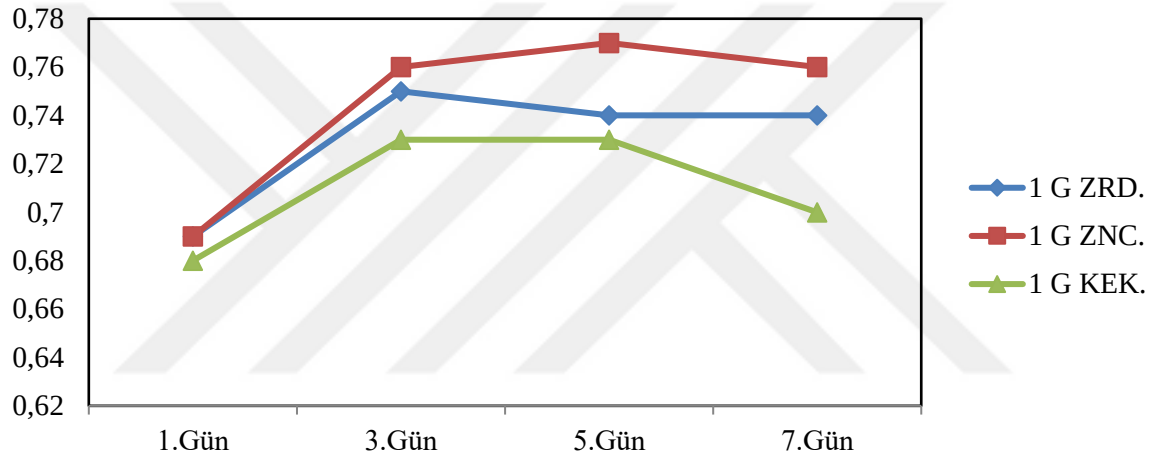
**Çizelge 4.10** Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                       | 3.Gün                     | 5.Gün                     | 7.Gün                     |
|----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 0,68 + 0,01 <sup>BC</sup>   | 0,70 + 0,05 <sup>AB</sup> | 0,77 + 0,05 <sup>AB</sup> | 0,72 + 0,05 <sup>AB</sup> |
| 1G ZRD.        | 0,69 + 0,02 <sup>ABC</sup>  | 0,75 + 0,05 <sup>AB</sup> | 0,74 + 0,05 <sup>AB</sup> | 0,74 + 0,05 <sup>AB</sup> |
| 0,5G ZNC.      | 0,79 + 0,002 <sup>A</sup>   | 0,77 + 0,06 <sup>AB</sup> | 0,74 + 0,03 <sup>AB</sup> | 0,76 + 0,05 <sup>AB</sup> |
| 1G ZNC.        | 0,69 + 0,004 <sup>ABC</sup> | 0,76 + 0,06 <sup>AB</sup> | 0,77 + 0,06 <sup>AB</sup> | 0,76 + 0,06 <sup>AB</sup> |
| 0,5G KEK.      | 0,70 + 0,01 <sup>AB</sup>   | 0,59 + 0,07 <sup>AB</sup> | 0,58 + 0,07 <sup>D</sup>  | 0,73 + 0,06 <sup>AB</sup> |
| 1G KEK 1.GN    | 0,68 + 0,001 <sup>BCD</sup> | 0,73 + 0,05 <sup>AB</sup> | 0,73 + 0,03 <sup>AB</sup> | 0,70 + 0,05 <sup>AB</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 4. 19** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 20** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Kohesivlik Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarına ve çeşidine göre incelendiğinde kohesivlik değerlerinde ciddi bir farklılık gözlemlenmemiştir.

#### 4.5.5 Sakızımsılık Değeri

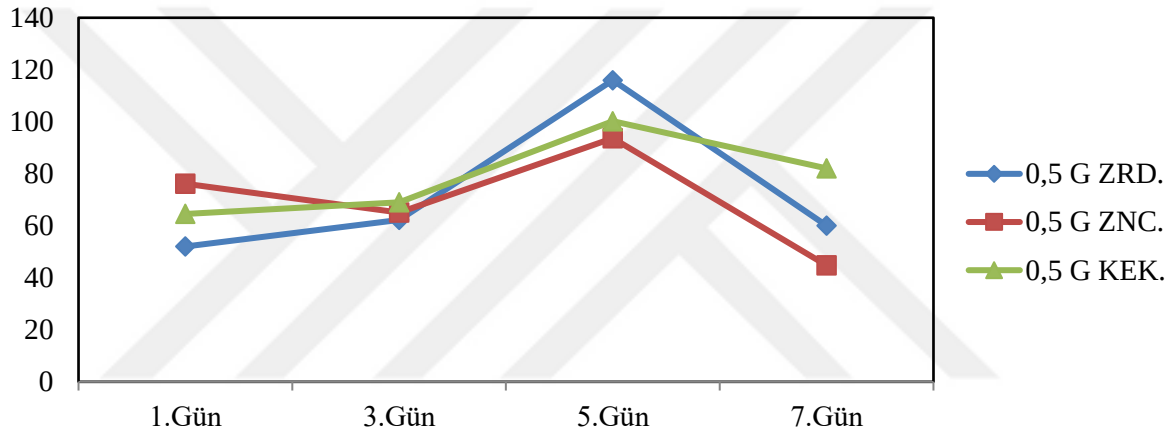
Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca sakızımsılık değerleri Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca sakızımsılık değeri değişimleri Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’de gösterilmiştir.



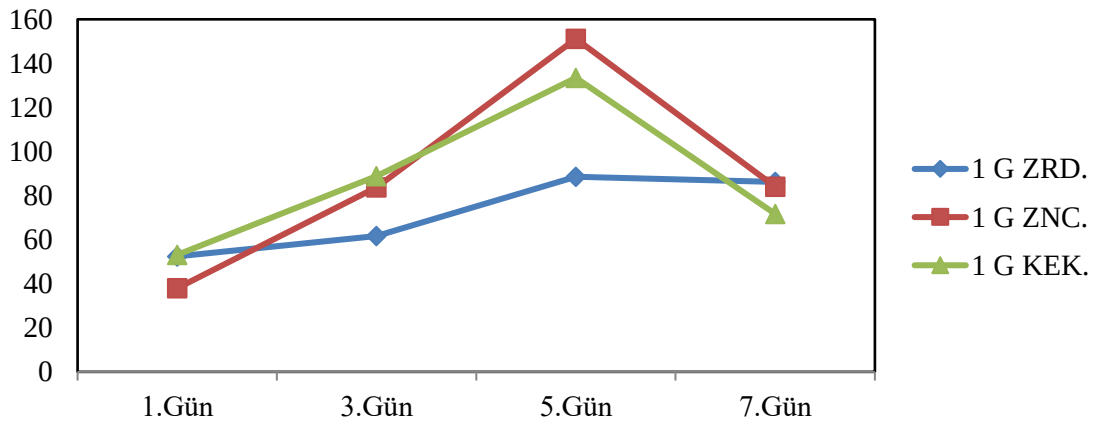
**Çizelge 4.11** Köfte Örneklerinin Sakızımsılık Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                           | 3.Gün                          | 5.Gün                         | 7.Gün                          |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 52,03 ± 2,40 <sup>FGH</sup>     | 62,27 ± 6,95 <sup>DEFGH</sup>  | 115,99 ± 11,49 <sup>ABC</sup> | 60,04 ± 18,17 <sup>DEFGH</sup> |
| 1G ZRD.        | 52,41 ± 0,36 <sup>FGH</sup>     | 61,70 ± 13,55 <sup>DEFGH</sup> | 88,54 ± 22,13 <sup>CDEF</sup> | 86,19 ± 23,83 <sup>CDEF</sup>  |
| 0,5G ZNC.      | 76,18 ± 10,38 <sup>CDEFGH</sup> | 65,09 ± 5,64 <sup>DEFGH</sup>  | 93,68 ± 26,87 <sup>BCDE</sup> | 44,77 ± 15,71 <sup>GH</sup>    |
| 1G ZNC.        | 37,98 ± 7,21 <sup>H</sup>       | 83,71 ± 11,26 <sup>CDEFG</sup> | 151,16 ± 12,81 <sup>A</sup>   | 84,00 ± 19,68 <sup>CDEFG</sup> |
| 0,5G KEK.      | 64,55 ± 0,13 <sup>DEFGH</sup>   | 69,06 ± 31,01 <sup>DEFGH</sup> | 100,23 ± 38,82 <sup>BCD</sup> | 82,03 ± 28,21 <sup>CDEFG</sup> |
| 1G KEK.        | 53,12 ± 8,99 <sup>EFHG</sup>    | 88,83 ± 25,93 <sup>CDEF</sup>  | 133,45 ± 28,37 <sup>AB</sup>  | 71,61 ± 30,51 <sup>DEFGH</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 4. 21** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sakızımsılık Değerlerinde Değişimler



**Şekil 4. 22** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Sakızımsılık Değerlerinde Değişimler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre incelendiğinde sakızimsılık değerlerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 0,5 g olan köfte örneklerinin 1. günden itibaren sakızimsılık değerinin arttığı ve 7. günden itibaren sonra tekrar sakızimsılık değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 1 g olan köfte örneklerinde de aynı gözlemlenmiştir.

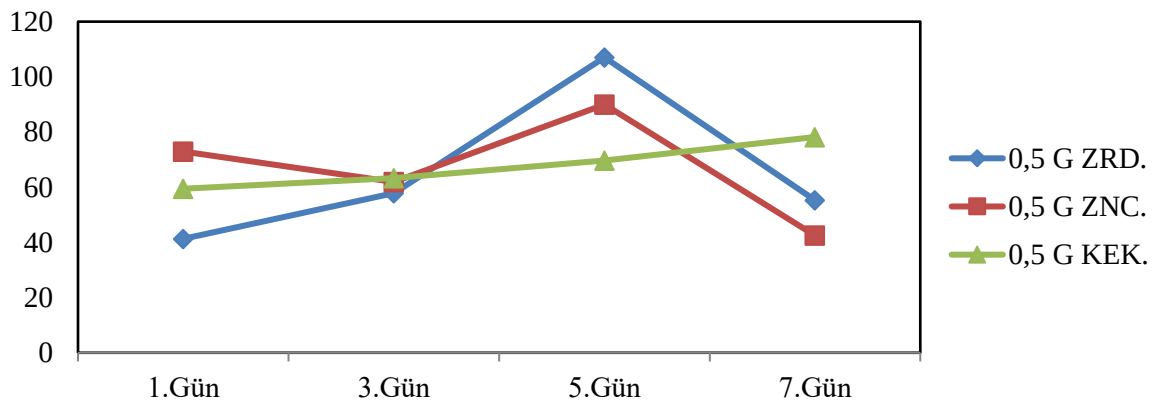
#### 4.5.6 Çiğnenebilirlik Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca çiğnenebilirlik değeri değişimleri Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da gösterilmiştir.

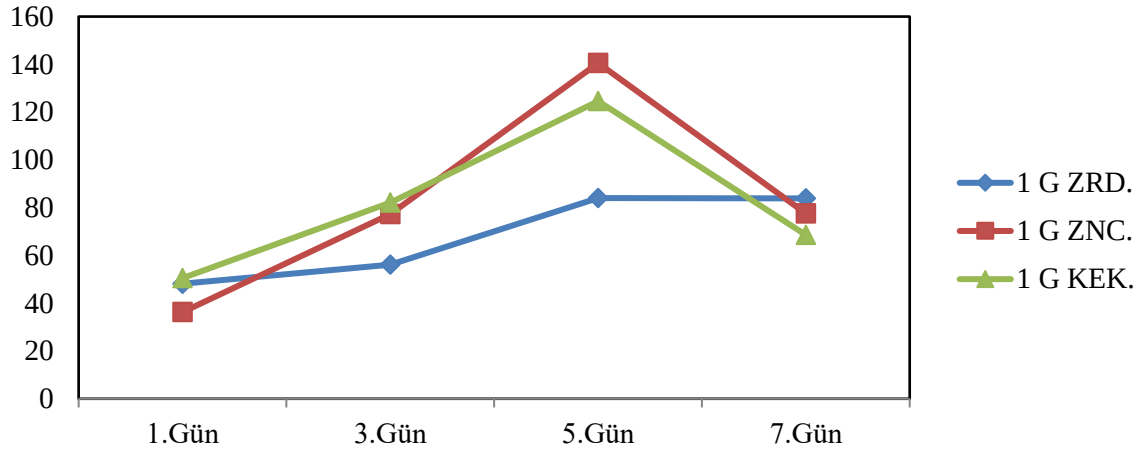
**Çizelge 4.12** Köfte örneklerinin Çiğnenebilirlik Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                             | 3.Gün                             | 5.Gün                              | 7.Gün                              |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 41,29 $\pm$ 1,38 <sup>EFG</sup>   | 57,82 $\pm$ 7,56 <sup>DEFG</sup>  | 107,03 $\pm$ 10,99 <sup>ABC</sup>  | 55,25 $\pm$ 16,96 <sup>DEFG</sup>  |
| 1G ZRD.        | 48,15 $\pm$ 0,88 <sup>EFG</sup>   | 56,17 $\pm$ 12,79 <sup>DEFG</sup> | 84,01 $\pm$ 22,36 <sup>CDE</sup>   | 83,88 $\pm$ 21,95 <sup>CDE</sup>   |
| 0,5G ZNC.      | 72,89 $\pm$ 8,71 <sup>CDEFG</sup> | 61,91 $\pm$ 5,96 <sup>DEFG</sup>  | 89,97 $\pm$ 25,33 <sup>BCD</sup>   | 42,55 $\pm$ 14,53 <sup>FG</sup>    |
| 1G ZNC.        | 36,27 $\pm$ 5,97 <sup>G</sup>     | 77,28 $\pm$ 11,37 <sup>CDEF</sup> | 140,53 $\pm$ 13,51 <sup>A</sup>    | 77,63 $\pm$ 18,63 <sup>CDEF</sup>  |
| 0,5G KEK.      | 59,44 $\pm$ 1,08 <sup>DEFG</sup>  | 63,27 $\pm$ 37,13 <sup>DEFG</sup> | 69,73 $\pm$ 38,27 <sup>CDEFG</sup> | 78,19 $\pm$ 26,42 <sup>CDEF</sup>  |
| 1G KEK.        | 50,50 $\pm$ 10,22 <sup>DEFG</sup> | 82,14 $\pm$ 24,29 <sup>CDEF</sup> | 124,58 $\pm$ 28,41 <sup>AB</sup>   | 68,64 $\pm$ 28,85 <sup>CDEFG</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 4. 23** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Çiğnenebilirlik Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 24** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Çiğnenebilirlik Değerlerinde Değişimler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre incelendiğinde çiğnenebilirlik değerlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 0,5 g ve 1 g olan köfte örneklerinde 1. günden itibaren çiğnenebilirlik değeri arttığı ve 7. günden itibaren tekrar düşüşe geçtiği gözlemlenmiştir.

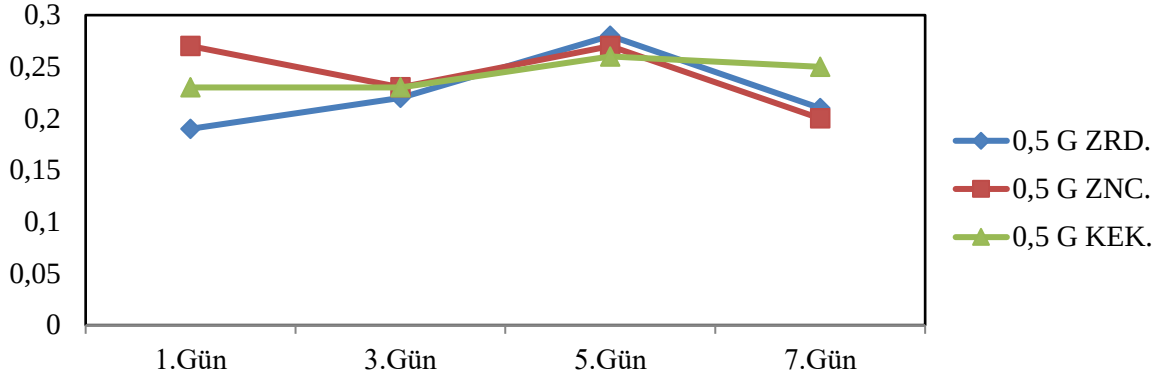
#### 4.5.7 Elastikiyet Değeri

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca elastikiyet değerleri Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca elastikiyet değeri değişimleri Şekil 4.37, Şekil 4.38 ve Şekil 4.39’da gösterilmiştir.

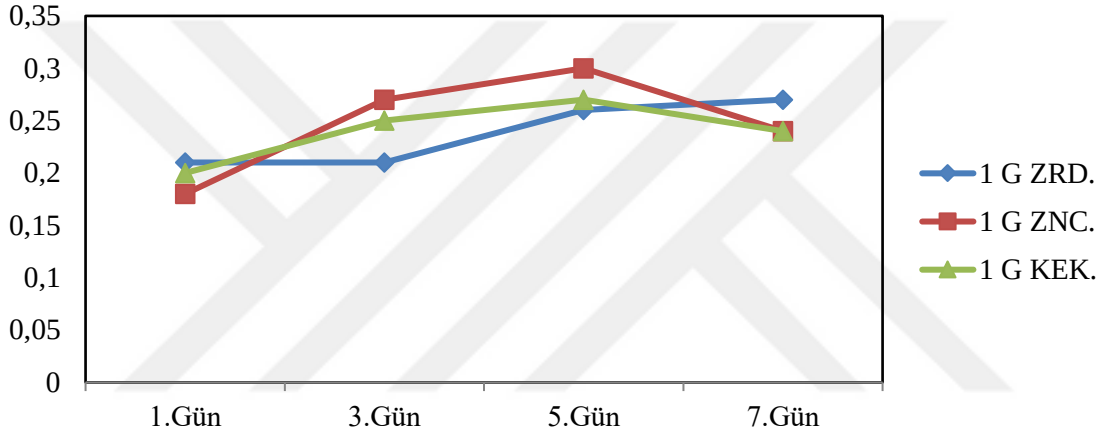
**Çizelge 4.13** Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                           | 3.Gün                          | 5.Gün                         | 7.Gün                         |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 0,19 ± 0,01 <sup>GH</sup>       | 0,22 ± 0,02 <sup>CDEFGH</sup>  | 0,28 ± 0,08 <sup>AB</sup>     | 0,21 ± 0,04 <sup>DEFGH</sup>  |
| 1G ZRD.        | 0,21 ± 0,007 <sup>CDEFGH</sup>  | 0,21 ± 0,03 <sup>CDEFGH</sup>  | 0,26 ± 0,03 <sup>ABCDEF</sup> | 0,27 ± 0,04 <sup>ABCDE</sup>  |
| 0,5G ZNC.      | 0,27 ± 0,001 <sup>ABC</sup>     | 0,23 ± 0,02 <sup>BCDEFGH</sup> | 0,27 ± 0,03 <sup>ABCD</sup>   | 0,20 ± 0,02 <sup>EFGH</sup>   |
| 1G ZNC.        | 0,18 ± 0,004 <sup>H</sup>       | 0,27 ± 0,03 <sup>ABCDE</sup>   | 0,30 ± 0,02 <sup>A</sup>      | 0,24 ± 0,03 <sup>ABCDEF</sup> |
| 0,5G KEK.      | 0,23 ± 0,006 <sup>BCDEFGH</sup> | 0,23 ± 0,03 <sup>BCDEFGH</sup> | 0,26 ± 0,02 <sup>ABCDEF</sup> | 0,25 ± 0,04 <sup>ABCDEF</sup> |
| 1G KEK.        | 0,20 ± 0,03 <sup>FGH</sup>      | 0,25 ± 0,03 <sup>ABCDEF</sup>  | 0,27 ± 0,02 <sup>ABCD</sup>   | 0,24 ± 0,04 <sup>ABCDEF</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 4. 25** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 26** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin Elastikiyet Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinde kullanılan baharatların kullanım miktarı ve çeşidine göre incelendiğinde elastikiyet değerlerinde doğrusal olmayan bir artış veya azalış olduğu gözlemlenmiştir. Baharat kullanım miktarı 0,5 g ve 1 g olan köfte örneklerinin dayanıklılığı en az 1. günde gözlemlenmiştir. En fazla ise 5. günde gözlemlenmiştir.

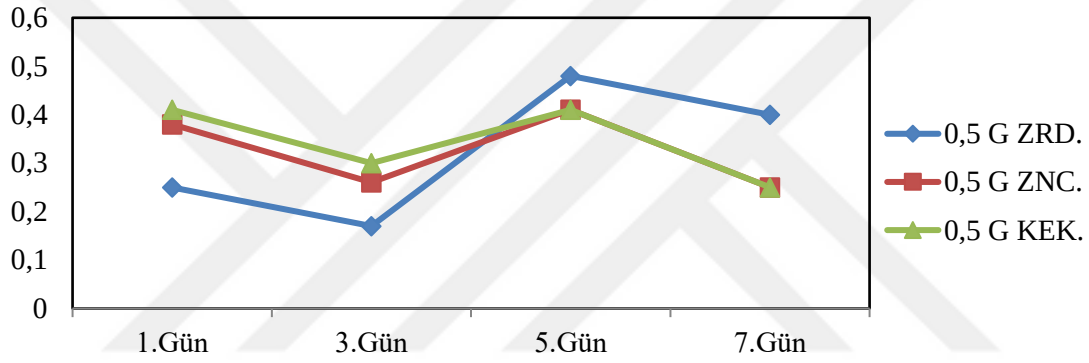
#### 4.6 TBARS Analizleri Sonuçları

Kaplaması yapılan köfte örneklerinin saklanması süresi boyunca TBARS analizinin değerleri Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Depolama süreci boyunca TBARS değeri değişimleri Şekil 4.40, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'da gösterilmiştir.

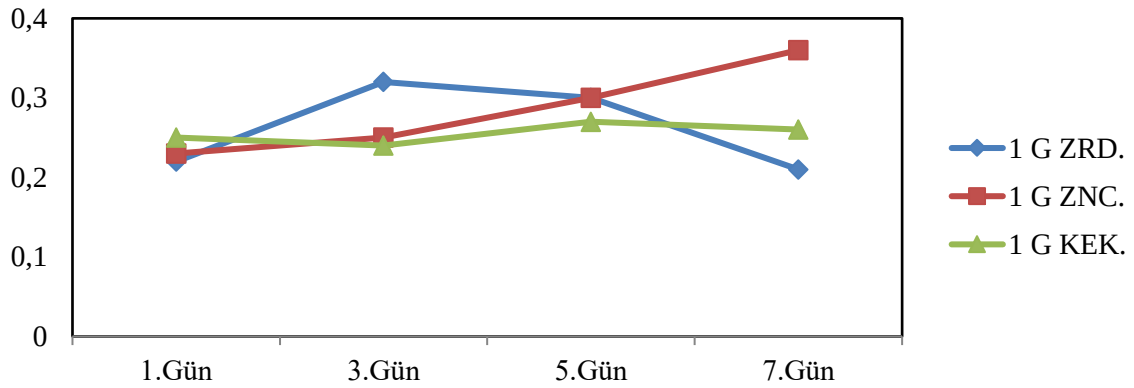
**Çizelge 4.14** Köfte Örneklerinin TBARS Değeri

| Numune Kodları | 1.Gün                     | 3.Gün                     | 5.Gün                     | 7.Gün                     |
|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0,5G ZRD.      | 0,25 ± 0,04 <sup>AB</sup> | 0,17 ± 0,005 <sup>B</sup> | 0,48 ± 0,25 <sup>A</sup>  | 0,40 ± 0,14 <sup>AB</sup> |
| 1G ZRD.        | 0,22 ± 0,01 <sup>B</sup>  | 0,32 ± 0,02 <sup>AB</sup> | 0,30 ± 0,03 <sup>AB</sup> | 0,21 ± 0,06 <sup>B</sup>  |
| 0,5G ZNC.      | 0,38 ± 0,25 <sup>AB</sup> | 0,26 ± 0,10 <sup>AB</sup> | 0,41 ± 0,17 <sup>AB</sup> | 0,25 ± 0,11 <sup>AB</sup> |
| 1G ZNC.        | 0,23 ± 0,03 <sup>AB</sup> | 0,25 ± 0,05 <sup>AB</sup> | 0,30 ± 0,02 <sup>AB</sup> | 0,36 ± 0,17 <sup>AB</sup> |
| 0,5G KEK.      | 0,41 ± 0,10 <sup>AB</sup> | 0,30 ± 0,22 <sup>AB</sup> | 0,41 ± 0,02 <sup>AB</sup> | 0,25 ± 0,04 <sup>AB</sup> |
| 1G KEK.        | 0,25 ± 0,06 <sup>AB</sup> | 0,24 ± 0,11 <sup>AB</sup> | 0,27 ± 0,10 <sup>AB</sup> | 0,26 ± 0,06 <sup>AB</sup> |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).



**Şekil 4. 27** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin TBARS Değerlerinde Değişmeler



**Şekil 4. 28** Zencefil, Zerdeçal ve Kekik Baharatı İçeren Köfte Örneklerinin TBARS Değerlerinde Değişmeler

Köfte örneklerinin TBARS değerlerine bakıldığı zaman 0,5 ve 1 g oranında kekik baharatı

içeren köfte örneğinde TBARS değerinde bekleme süresi arttıkça bir önemli bir artış veya azalış gözlemlenmemiştir. 0,5 g oranında zerdeçal baharatı içeren köfte örneğinde bekleme süresi arttıkça TBARS değerinde ciddi bir artış gözlemlenmiştir.

#### 4.7 Kullanılan Baharat Çeşitlerinin Antioksidan Analizleri Sonuçları

Kullanılan baharatların (kekik, zerdeçal ve zencefil) antioksidan değerleri çizelge 4.15’de belirtilmiştir.

**Çizelge 4.15** Baharat çeşitlerinin antioksidan değerleri

| Numune Kodları | Antioksidan Değeri            |
|----------------|-------------------------------|
| 0,5G KEKİK     | 80,97 $\pm$ 2,57 <sup>A</sup> |
| 1G KEKİK       | 82,72 $\pm$ 1,16 <sup>A</sup> |
| 0,5G ZENCEFİL  | 3,04 $\pm$ 2,03 <sup>C</sup>  |
| 1G ZENCEFİL    | 12,29 $\pm$ 2,28 <sup>B</sup> |
| 1G ZERDEÇAL    | 2,21 $\pm$ 0,20 <sup>C</sup>  |

Büyük harf sütun içindeki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

Farklı oranlarda hazırlanan baharatların antioksidan özelliğine bakıldığı zaman kekik baharatının antioksidan özelliği daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Zerdeçal baharatının 0,5 g oranında antioksidan özelliğinin olmadığı gözlemlenmiştir.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tez çalışmasında köfte örneklerinin keçiboynuzu gamı kaplamasının miktarı sabit kalmakla birlikte antioksidan özellikteki zerdeçal, zencefil ve kekik baharatlarının 2 farklı oranda kullanımlarının köfte örneklerinde raf ömrüne olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışma ile köftenin saklanma süresince oluşabilecek bozulmaların engellenmesi amacı ile bu çalışma yürütülmüştür. Keçiboynuzu gamı ile kaplanmış köfte örneklerinde kaplama içeriğinde 0,5 g ve 1 g olarak 2 farklı oranda kullanılan baharatların tüm örneklerde 7. günün sonunda bozulma tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonunda tekstürel olarak sonuçlara bakıldığında içeriğinde 0,5 g oranında baharat kullanılan köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça sertlik değerinin arttığı tespit edilmiştir. Her 2 farklı oranda baharat kullanılan köfte örneklerinde de bekleme süresi arttıkça sakızimsılık ve çiğnenebilirliğinin de arttığı tespit edilmiştir. Ancak esneklik değerlerinde çok ciddi bir farklılıklar tespit edilmemiştir.

Renk analizleri sonuçlarına bakıldığında 0,5 g oranında kekik baharatı içeren köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça parlaklığını kaybettiği gözlemlenmiştir. Zencefil baharatı içeren köfte örneklerinin 2 farklı oranda da bekleme süresi arttıkça parlaklığını koruduğu tespit edilmiştir.

pH analizinin sonuçlarına bakıldığında zencefil, zerdeçal ve kekik baharatı içeren kullanım miktarı her 2 farklı oranda da köfte örneklerinin bekleme süresi arttıkça pH değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak kekik baharatı içeren köfte örneklerinin pH oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kuru madde analizinin sonuçlarına bakıldığında köfte örneklerinin kullanım miktarı 2 farklı oranda da kuru madde miktarının çok ciddi bir şekilde değişmediği tespit edilmiştir.

Nem, gıdaların bozulmasında önemli bir faktördür çünkü yüksek su aktivitesine sahip gıdalarda mikroorganizmaların gelişimine ve çoğalmasına olanak tanır. Özellikle et ve

et ürünleri gibi yüksek su içeriğine sahip gıdalarda, ambalajdan ete doğru su transferi gerçekleşebilir. Bu durum, ambalaj içindeki suyun patojen mikroorganizmaların ve bozulmaya neden olan diğer etkenlerin gelişimine zemin hazırlar (Gaikwad ve ark., 2019). Ambalaj materyalinin içindeki nem seviyesinin kontrol edilmesi ve gerektiğinde fazla nemin ortamdan uzaklaştırılması bu nedenle büyük önem taşır. Ambalaj malzemeleri, genellikle gıdaların kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için özel olarak seçilir. Ambalaj materyali, gıdanın nem içeriğini koruyarak veya dış ortamdan gelen nemin gıdaya geçişini engelleyerek bu süreçte kritik bir rol oynar.

Nem analizlerinin sonuçlarına bakıldığında içeriğinde zerdeçal baharatı olan köfte örneklerinin nem miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bize zerdeçal baharatı içeren köfte örneklerinin zamanla bekledikçe bozulma oranının daha fazla olabileceğini göstermektedir. Kekik ve zencefil baharatı içeren köfte örneklerin de ise bekleme süresi arttıkça nem miktarının düştüğü tespit edilmiştir. Böylelikle kekik ve zencefil baharatının köfte örneklerinde daha iyi bir koruma sağladığını söyleyebiliriz.

TBARS analizlerinin sonuçlarına baktığımızda baharat kullanım miktarı 1 g olan köfte örneklerinde baharat miktarı 0,5 g olanlara göre TBARS değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum baharat miktarının fazla olması lipid oksidasyonunu azalttığı söylenebilir.

Baharatların antioksidan özelliğine bakıldığı zaman kekik baharatının antioksidan özelliğinin daha iyi olduğu zerdeçal baharatının antioksidan özelliğinin daha düşük olduğu söylenebilir.

Deneylerin sonuçlarına ve gözlemlere bakılarak baharat çeşitleri düşünülerek bir öneride bulunmak istenilirse kekik baharatın her iki oranda da köfte örneklerinin korunmasında daha iyi olduğu söylenebilir.

Sonuçlara genel olarak bakıldığı zaman zerdeçal, zencefil ve kekik içeren keçiyoynuzu gamı ile kaplanmış köfte örneklerinde 7. günün sonunda bozulduğu ve renk değişikliğine sebep olan yapısal değişiklikler meydana gelmiştir. Bu durum köfte



örneklerinin zencefil, zerdeçal ve kekik baharatları ile KBG kaplanması 7 gün boyunca korunabileceğini göstermiştir.



## 6. KAYNAKLAR

- Ahraz A., 2003. Locust Bean Gum (keçiboynuzu zımkı) E-410'un Türkiye'de Üretimi. Gıda Teknolojisi, 7 2003 36-37.
- Akbay, G. D., & Pekcan, A. G. (2016). Zerdeçal: Beslenme ve sağlık yönünden değerlendirilmesi. Beslenme ve Diyet Dergisi, 44(1), 68-72.
- Andreuccetti C, Carvalho RA, Galicia-García T, Martínez-Busto F, González-Núñez R, Grosso CR. 2012. Functional properties of gelatin-based films containing Yucca schottland extract produced via casting, extrusion and blown extrusion processes: A preliminary study. Journal of Food Engineering, 113(1):33-40
- Anonymous, 2019. Ginger (Zingiber officinale Rosc.): aromatic spice and medicinal herb., tropical biodiversity.
- Aquila, G., 2013. Bazı Türk baharat çeşitlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Barbut S, 2015. Evaluating Texture and Sensory Attributes. The Science of Poultry and Meat Processing. University of Guelph, PhD Thesis (Printed)
- Ben. A. and Kırth, I., B. 1995. Edible film coatings for meat cuts and primal meat 95. The Australian Meat Industry Research Conference, CSIRO, 10-12 September.
- Beverly, R.L., Janes, M.E., Prinyawiwatkula, W., No, H.K., 2008. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of Listeria monocytogenes. Food Microbiology 25(3): 534- 537
- Bourne MC, 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA
- Bourtoom T. 2009. Edible protein films: properties enhancement. International Food Research Journal, 16(1):1-9. ISSN:1985-4668
- Bourtoom T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal, 15(3):237-248. ISSN:0127-7324
- Bozkoyun D., 2019. Monosodium glutamatın indüklediği metabolik değişiklikler üzerine kekik yaprağının koruyucu etkisi, T.C. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Bozkurt, S., Altay, Ö., Koç, M., & Ertekin, F. K. 2023. Gıda Sistemlerinde Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 11(1), 1-9.
- Chidanandiah, Keshri, R.C., Sanyal, M.K., 2009. Effect of sodium alginate coating with

preservatives on the quality of meat patties during refrigerated ( $4 \pm 1$  °C) storage. *Journal of Muscle Foods* 20(3): 275-292

Conroy PM, O'Sullivan MG, Hamill RM, Kerry, JP, 2017. Sensory Capability of Young, Middle-Aged and Elderly Irish Assessors to Identify Beef Steaks of Varying Texture. *Meat Science*, 132: 125-130

Coppen, J.J.W., 1995. Gums, Resins and Latexes of Plant Origin. Rome: FAO, 1995 142 p.

Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., Banu, M.S., 2012. Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3: 1-10

DursunS,ErkanN.2009.Yenilebilirproteinfilmlervesuürünlerindekullanımı.JournalofFisheriesSciences.com,3(4):352

Dursun Oğur, S., 2012. Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul

Ertaş N, Doğruer Y 2010. Besinlerde Tekstür. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 7: 35-42

EspitiaPJP,DuWX,DeJesúsAvenaBustillosR,SoaresNDFF,McHughTH.2014.Ediblefilmsfrompectin:PhysicalmechanicalandantimicrobialpropertiesAreview.Foodhydrocolloids,35:287-296

Faleiro, L., Miguel, G., Gomes S., Costa, L., Venancio F., Teixeira, A., Figueiredo, A.C., Barroso J.G. ve Pedro, L.G., 2005. Antibacterial and antioxidant activities of essential oils isolated from *thymbra capitata* L.(Cav.) and *origanum vulgare* L., *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 8162- 8168.

Funami, T., KATAOKA, Y., OMOTO, T., GOTO, Y., ASAI, I., NISHINARI, K., 2005. Effects of Non-ionic Polysaccharides on the Gelatinization and Retrogradation Behavior of Wheat Starch. *Food Hydrocolloids*, 19 2005 1-13.

Gaikwad, K. K., Singh, S., Ajji, A., “Moisture absorbers for food packaging applications”, *Environmental Chemistry Letters*, 17, 609-628, 2019.

GalusS,Kadzińska,J.2015.Foodapplicationsofemulsion basedediblefilmsandcoatings.Trends inFoodScienceandTechnology,45(2):273-283

Garcia M L, Dominguez R, Galvez M D, Casas C, Selgas M D, 2002, Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages, *Meat Science*, 60, 227-236.

Gennadios, A. and Kırth, L. B. 1997. Application o f edible eoatings on meats, poultry and seafoods: a review. *Lebcism. Wiss. u. Technol* 30,337-350.

Ghosh, A.K., 2011. Zingiber officinale: a natural gold. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, Jan-Mar, 2011, ISSN:0975-6299, 2(1).

- Giroux HJ, Britten M. 2011. Encapsulation of hydrophobic aromatic whey protein nanoparticles. *Journal of Microencapsulation*, 28(5)
- Guilbert S, Bernard C and Gontard N. 1997. Recent innovation in edible and/or biodegradable packaging materials. *Food Add. and Contaminants*, 14 (6-7): 741 – 751
- Gustavson, K. II. 1956. *The Chemistry and Reactivity of Collagen*. Academic Press. New York, N Y
- Güceyü, Ç., Goncagül, G., Günaydın, E. ve Akpınar, P. 2019. Zencefil'in antibakteriyel etkisi (*Zingiber officinale*'nin (Zencefil) antibakteriyel etkisi). *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 30 (1), 44-50.
- Han JH. 2014. A review of food packaging technologies and innovations. In: *Innovations in Food Packaging*. Elsevier London. pp. 3-12.
- Herrero A M, Ordóñez J A, de Avila R, Herranz B, De la Hoz L, Cambero M I, 2007, Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics, *Meat Science*, 77, 331-338.
- Jayaprakasha, G.K. Jagan, L. and Sakariah, K.K., 2005, Chemistry and biological activities of *C. longa*. *Trends in Food Science & Technology* 16, 533–548
- Kemper, K.J., 1999. *Ginger (Zingiber officinale)*. The Logwood Herbal Task Force.
- Koç M, Sakin M, Kaymak Ertekin F. 2010. Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 79-90. Available from
- Lacroix, M. and Ouattara, B. 2000. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products: a review. *Food Res. Intl.* 33. 719-724.
- Laokuldilok, N.; Thakeow, P.; Kopermsub, P.; Utamaang, N. Optimisation of Microencapsulation of Turmeric Extract for Masking Flavour. *Food Chemistry*. 2016; 194, 695-704.
- Lim, G.O., Hong, Y.H., Song, K.B., 2010. Application of Gelidium corneum edible films containing carvacrol for ham packages. *Journal of Food Science* 75(1): 90-93.
- Mu, Y., Hudaa, N., Haiqiang, C., 2008. Control of *Listeria monocytogenes* on ham steaks by antimicrobials incorporated into chitosan-coated plastic films. *Food Microbiology* 25(2): 260-268
- Njobdi S, Gambo M, Ishaku GA, 2018. Antibacterial activity of *Zingiber officinale* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 19(1): 1-8, Article no. JABB.43534. ISSN: 2394-1081
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., Holley, R.A., 2000. Inhibition of surface

spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology* 62(1–2): 139-148.

Paramasivam M, Poi R, Banerjee H, Bandyopadhyay A. High-performance thin layer chromatographic method for quantitative determination of curcuminoids in *Curcuma longa* germplasm. *Food Chem* 2009;113:640-644.

Pavlat, A.E., Orts, W., 2009. Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p

Polat, H., 2007. İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.

Popović S, Perićin D, Vaštag T, Lazić V, Popović L. 2012. Pumpkin oil cake protein isolate films as potential gas barrier coating. *Journal of Food Engineering*, 110(3):374-379.

Raghav PK, Agarwal N, Saini M. 2016. Edible coating of fruits and vegetables: A review. *Education*, 1, 2 455-5630

Rhim J W N g P K. 2007. Natural biopolymer based nanocomposite films for packaging applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(4):411-433

Robertson, G.L., 2013. *Food Packaging: Principle and Practice*. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p

Saldamlı, İ., 1998. *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara-1998 527s.

Sharma, O. P., 1976, Antioxidant activity of curcumin and related compounds. *Biochemical Pharmacology*, 25, 1811–1812.

Sarıkuş, G. (2006). Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Skurtys O. 2010. *Food hydrocolloid edible films and coatings*. Nova Sciences Publishers, Inc

Suhag R, Kumar N, Petkoska A T, Upadhyay A. 2020. Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136, 109582

Suhit G, Meghana K, Ramesh B, Anant P. Activity of water-soluble turmeric extract using hydrophilic excipients. *Food Sci Technol* 2011;43:59-66

Szczesniak A S, Brandt M A, Friedman H H, 1963, Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation, *Journal of Food Science*, 28(4), 397-403.

- Trotter, J. A., Kadler, K. E. and Holmes, J. F. 2000. Echinoderm collagen fibrils grow by surface-nucleation and propagation from both centers and ends. *J Mol. Biol.* 300,531-540. Vachon, C., Yu,
- Tural S, Turhan S. 2017. Properties of edible films made from anchovy by-product proteins and determination of optimum protein and glycerol concentration by the TOPSIS method. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(6):640-654
- Tural, S., SARICA OĞLU, F. T., & Turhan, S. (2017). Yenilebilir film ve kaplamalar: Üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. *Akademik Gıda*, 15(1), 84-94.
- Ungvarsky J, (2017). *Ginger (Zingiber officinale)*. Salem Press Encyclopedia, © 2017 by Salem Press, Inc., A Division of EBSCO Information Services, Inc.
- Üstünoğlu, Z., 2009. Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., 2011. Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. *Procedia Food Science* 1(1): 39-43.
- Wilkinson C, Dijksterhuis GB, Minekus M, 2000. From Food Structure to Texture. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 442-450.
- Wu, Y., Rhim, J.W., Weller, C.L., Hamouz, F., Cuppett, S., Schnepf, M., 2001. Moisture loss and lipid oxidation for precooked ground-beef patties packaged in edible starch-alginate-based composite films. *Sensory and Nutritive Qualities of Foods* 66(3): 486-493
- Yılmaz, L., Akpınar Bayazit, A., Özcan Yılsay, T. 2007. Süt proteinlerinin yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2007(1)59-64
- Yousuf B, Qadri OS. 2020. Preservation of fresh-cut fruits and vegetables by edible coatings. In *Fresh-Cut Fruits and Vegetables* (pp. 225-242). Academic Press.
- Yu, X.L., Li, X.B., Xu, X.L., Zhou, G.H., 2008. Coating with sodium alginate and its effects on the functional properties and structure of frozen pork. *Journal of Muscle Foods* 19(4): 333-351.
- Zhang Y Henning, S M Lee, R P Huang, J Zerlin, A Li, Z and Heber D, 2015, Turmeric and black pepper spices decrease lipid peroxidation in meat patties during cooking, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66, 260-265.
- Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., 2010. Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef. *Food Hydrocolloids* 24(1): 49- 59.

Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science* 82(3): 338-345

### **İnternet Kaynakları**

- 1- ANONYMOUS, 2005h <http://allergyadvisor.com/index.html>.
- 2- <http://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2014/02/ginger-zingiber-officinalerosc-aromatic-spice-and-medicinal-herb/> (Eriřim Tarihi: Mayıs 2019).
- 3- <http://t.longwoodherbal.org/ginger/ginger.pdf> (Eriřim Tarihi: Mayıs 2019).
- 4- [https://www.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES\\_16\\_1\\_77\\_86](https://www.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES_16_1_77_86)