

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BİTKİ UÇUCU YAĞ / ÖZÜTLERİ KULLANILARAK AKTİF YENEBİLİR  
FİLMLERİN ÜRETİMİ VE PİLİÇ ETİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Yahya IMAR**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2021**

**ANTALYA**

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİTKİ UÇUCU YAĞ/ ÖZÜTLERİ KULLANILARAK AKTİF YENEBİLİR**  
**FİMLERİN ÜRETİMİ VE PİLİÇ ETİ ÜZERİNE ETKİSİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Yahya IMAR**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 16/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU (Danışman)

Doç. Dr. Mehmet Seçkin ADAY

Dr. Öğr. Üyesi Firuze ERGİN

## ÖZET

# BİTKİ UÇUCU YAĞ/ ÖZÜTLERİ KULLANILARAK AKTİF YENEBİLİR FİLMLERİN ÜRETİMİ VE PİLİÇ ETİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

**Yahya IMAR**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU**

**Temmuz 2021; 73 sayfa**

Bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada sodyum kazeinat - nişasta karışımlarından sade ve aktif yenilebilir filmler üretilmiş ve filmlerin özellikleri belirlenmiştir. İkinci aşamada aktif ve sade filmler piliç etlerine sarılmış ve yenilebilir filmlerin piliç etlerinin raf ömrü üzerine etkisi belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise yenilebilir filmlerle sarılan piliç etleri pişirilmiş ve filmlerin pişirilen et kalitesi üzerine etkisi belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, sodyum kazeinat - nişasta hazırlanan film çözeltilerine tuz, sarımsak ekstraktı defne ve karabiber oleoresinleri, eklenerek aktif filmler üretilmiştir. Hem sade hem de aktif film üretiminde kırıyım pencereyi kurutma sistemi kullanılmıştır. Üretilen filmlerin mekanik özellikleri (gerilme kuvveti, yüzde uzama miktarı), su buharı geçirgenliği ve yüzde suda çözünürlüğü belirlenmiştir. Aktif filmlerin gerilme mukavemetinin sade filmlere göre daha kötü olduğu, su buharı geçirgenliğinin de fazla olduğu ancak suda çözünürlüğünün daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aktif filmlerin Salmonella'ya karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında piliç etleri, sade ve aktif filmlerle sarılarak + 4°C depolanmış, 0., 4., 8., 11., 15 ve 19. günlerinde toplam koliform ile toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik bakteri (TPB) miktarı, pH ve ağırlık kaybındaki değişimler tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasının birinci tekerrüründe kullanılan etlerin başlangıç toplam koliform yükü fazla olduğu için (ortalama  $1,2 \times 10^4$  kob/g), 4. günde kontrol ve sade filmle sarılan örneklerde kötü koku oluştuğu örneklerin bozulduğu ancak aktif filmle sarılan örneklerde 8. günde dahi henüz kötü koku oluşmadığı ve bozulmadığı belirlenmiştir. İkinci tekerrürde kullanılan ve + 4°C depolanan kontrol piliç etlerinde 8. günde 4,02 log kob/g bir artış gözlemlendiği halde başlangıç mikroorganizma yükünün az olması ( $1,85 \times 10^3$ ) nedeniyle henüz bozulmadığı ancak kontrol örneklerinin 11. günde bozulduğu görülmüştür. Sade filmle sarılan örneklerinde 14. günde bozulduğu, aktif filmle sarılan örneklerin ise 19 günlük depolama sonrasında dahi toplam koliform sayısının 4,86 log kob/g arttığı ve örneklerin henüz bozulmadığı tespit edilmiştir.

Koliform bakteri sayısındaki değişimin TMAB sayısındaki değişime paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

TPB sayısı üzerine filmlerin etkinliği 2. tekerrür sonuçlarında net bir şekilde görülmüştür. 4. gündeki sade ve aktif filmle sarılı örneklerin TPB sayısının 0. günden daha az olduğu, yani bu filmlerin antimikrobiyal etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca bu örneklerin 8. gündeki TPB sayısının başlangıçtaki sayıya yakın olduğu bulunmuştur.

Birinci tekerrürde kontrol örneklerin pH değerinin 4. günde 6.36 dan 7.42 çıktığı ikinci tekerrürde ise ilk sekiz gün pH değerinin 6.69 civarında sabit kaldığı daha sonra hızla arttığı belirlenmiştir. Yenilebilir film ile sarılmış örneklerde depolamanın ilk günlerinde pH değerinde düşüş gözlenmiş daha sonra pH değerinin arttığı belirlenmiştir. Aktif filmle kaplanmış örneklerin 19. gündeki pH değerinin 6.58 olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın 3. Aşamasında, filmle sarılmış piliç etleri 200°C’de 30 dakika pişirilmiş, örneklerdeki pişirme kaybı, renk değişimi belirlenmiş tekstür analizi (kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri) yapılmış ve duyuusal değerlendirme yapılarak da piliç etinin lezzeti ve yumuşaklığı saptanmıştır.

Yapılan bir çalışma olmamakla beraber piyasada satılan tavuk pişirme poşeti olarak bilinen PET bazlı poşetlerinde pişirme kaybını önleyerek piliç etinin daha yumuşak olmasına neden olduğu bilinmektedir. Ancak bu poşetlerin su buharı

geçirgenlikleri çalışmamızda üretilen filmlere göre çok düşük olduğu için, su kaybı çok düşük oranda gerçekleşmekte, bu nedenle bu poşetlerde pişirilen piliçler fırında kızarmışla haşlanmış tavuk tadı arasında bir lezzete sahip olmaktadır. Çalışmamızda ürettiğimiz filmlerle sarılan piliç etleri pişirildiğinde ise fırında kızarmış lezzetinden ödün vermeden daha yumuşak ve daha sulu olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlemimiz duyusal değerlendirme sonuçlarına da yansımıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Yenebilir film, Oleoresin, Defne yaprağı, Sarımsak ekstraktları, Karabiber, Piliç eti, Pişirme

**JÜRİ:** Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Doç. Dr. Mehmet Seçkin ADAY

Dr. Öğr. Üyesi Fıruze ERGİN

## **ABSTRACT**

### **Using Plant Essential Oils/ Extracts for Production of Active Edible Films and Determination Its Effects on The Chicken Meat**

**Yahya IMAR**

**M.Sc. Thesis in Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU**

**June 2021; 73 pages**

This study was conducted in in three stages. In the first stage, without adding and active edible films were produced from sodium caseinate - starch mixtures and the properties of the produced films were determined. In the second stage, produced without adding and active films were wrapped in chicken meat and the effect of edible films on the shelf life of chicken meat was determined. In the third stage, chicken meat wrapped with produced edible films was cooked and the effect of the films on the quality of the cooked meat was determined.

In the first stage of the study, active films were produced by adding salt, garlic extract, bay leaf and black pepper oleoresins to the film solutions prepared with sodium caseinate-starch. A diffusion window drying system is used in the production of both without adding and active films. The mechanical properties (tensile strength, percent elongation), water vapor permeability and percent water solubility of the produced films were determined. It has been determined that the tensile strength of the active films is worse than the without adding films, the water vapor permeability is higher, but the water solubility is lower. In addition, active films have been found to have an antimicrobial effect against salmonella.

In the second stage of the study, the changes in the total amount of coliform, mesophilic and psychrophilic aerobic bacteria, pH and weight loss were determined on the 0th, 4th, 8th, 11th, 15th and 19th days of chicken meat wrapped in without adding and active films and stored at + 4°C. has been done. Changes in microorganism contents were determined on the 0th and 19th days.

In the second stage of the study, control, plain and active film-wrapped chicken meats were stored at +4°C, and changes in TMAB, coliform and TPB development, weight loss, pH and color values were monitored. Since the meat used in the first replication had a high initial Collection Mesophilic aerobic bacteria (TMAB) load (average  $8.04 \times 10^5$  cfu/g), bad odor occurred in the control and without adding film-wrapped samples on the 4th day, but in the samples that were deteriorated, the samples that were wrapped with active film were still bad even on the 8th day. It was determined that there was no odor and no deterioration.

Samples used in the second iteration and stored at 4°C had an increase on day 8 of 3.53 logarithm cfu/g, however it was not spoiled due to the lower initial number of microorganisms ( $2.43 \times 10^5$ ). It was determined that the normal membrane-coated samples were denatured on the 14th day, while the coliform bacteria number of the active membrane-coated samples increased by 4,86 logarithm cfu/g even after 19 days of storage, the samples were not spoiled.

It was determined that the change in the number of coliform bacteria was parallel to the change in the number of TMAB.

The effectiveness of the films on the total number of TPB was clearly seen in the results of the second iteration. It is seen that the TPB number of without adding and active film-coated samples on day 4 is less than on day 0, that is, these films have an antimicrobial effect. It was also found that the TPB number on day 8 of these samples was close to the initial number.

In the first replication, the pH value of the control samples increased from 6.36 to 7.42 on the 4th day. The pH value decreased in the first days of storage in the samples wrapped with edible film, then it was determined that the pH value increased. It was determined that the pH value of the samples coated with the active film on the 19th day was 6.58, that is, it was lower than the value on the first day.

In the third phase of the study, film-wrapped chicken meat was cooked at 200°C for 30 minutes, cooking loss and color change in cooked chicken meat were

determined, texture analysis (shear strength and shear energy values) was performed, and the savour and tenderness of chicken meat was determined by Sensory evaluation.

Although there has not been much similar study, it is known that PET bags sold in the market, known as chicken cooking bags, prevent cooking loss and cause chicken meat to become softer. However, because the water vapor permeability of these bags is very low compared to the films we produced, the water loss occurs at a very low rate. It has been observed that the film-wrapped chicken meat we produced is more tender and juicier when cooked, without sacrificing the flavor of oven roasted. This observation was also reflected in the results of the sensory evaluation.

**KEYWORDS:** Edible film, Oleoresin, Bay leaf, garlic extracts, Black pepper, Chicken meat, Cooking oleoresins

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY

Asst. Prof. Dr. Fırzuze ERGİN

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her konuda destek olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve çalışmalarımda yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU'ya, yüksek lisans eğitimi konusunda beni cesaretlendiren, destekleyen, samimiyetini her zaman hissettiren ve beni doğru yönde yönlendiren Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ, Dr. Öğr. Üyesi Muammer DEMİR, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TORUN'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında mikrobiyoloji bilgisiyle beni aydınlatan, manevi desteğiyle her zaman yanımda olan, nasihatlerini unutamayacağım sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Firuze ERGİN'e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen gsevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Ceren MUTLU, Arş. Gör. Yunus Emre KISAÇ, Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZETE

Onlarla tanıştığım için kendimi şanslı hissettiğim, çok sevgili dostlarım, manevi destekçilerim Hazal ÖZHANLI, Merve AL, Hajer GHARBI, Yousef ALHALLAQ, Gülderen COŞGUN'a teşekkür ederim.

Kelimelerle ifade edilemeyecek kadar çok fedakârlıkta bulunan canım, sevgili annem Amna AMAR'a teşekkürü bir borç biliyorum. Bu çalışmamı annemin ruhuna armağan ediyorum.

Maddi ve manevi desteğini tüm hayatım boyunca hissettiğim sevgili aileme sonsuz teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖZET.....                                                                                   | i   |
| ABSTRACT.....                                                                               | iv  |
| ÖNSÖZ .....                                                                                 | vii |
| AKADEMİK BEYAN .....                                                                        | xi  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                                | xii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                        | xiv |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                     | xvi |
| 1. GİRİŞ .....                                                                              | 1   |
| 2. KAYNAK TARAMASI .....                                                                    | 3   |
| 2.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar .....                                                | 3   |
| 2.2. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Yapısı ve İşlevi .....                                | 4   |
| 2.2.1. Protein esaslı yenilebilir film ve kaplamaların yapısı ve işlevi .....               | 4   |
| 2.2.2. Polisakkarit esaslı yenilebilir film ve kaplamaların yapısı ve işlevi.....           | 6   |
| 2.3. Doğal Aktimikrobiyal Maddeler .....                                                    | 9   |
| 2.4. Aktif Ambalajlama .....                                                                | 10  |
| 2.5. Yenilebilir Film Yapımında Kullanılan Doğal Antimikrobiyal Baharat Uçucu Yağları ..... | 11  |
| 2.5.1. Sarımsak .....                                                                       | 11  |
| 2.5.2. Defne yaprağı.....                                                                   | 13  |
| 2.5.3. Karabiber .....                                                                      | 15  |
| 2.6. Yenebilir Film ve Kaplamaların Piliç Etine Uygulanması.....                            | 16  |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                                  | 21  |
| 3.1. Materyal.....                                                                          | 21  |
| 3.2. Metot .....                                                                            | 21  |
| 3.2.1. Sarımsak ekstraktının elde edilmesi .....                                            | 21  |
| 3.2.2. Yenebilir filmlerin üretimi.....                                                     | 21  |
| 3.2.3. Yenebilir filmlerde yapılan analizler .....                                          | 23  |
| 3.2.3.1. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkisinin belirlenmesi .....                    | 23  |
| 3.2.3.2. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri .....                                      | 24  |
| 3.2.3.3. Film kalınlığının ölçülmesi .....                                                  | 25  |
| 3.2.3.4. Su buharı geçirgenliği tayini .....                                                | 25  |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3.5. Filmlerin saf suda çözünürlüğünün belirlenmesi.....                    | 27 |
| 3.2.3.6. Nem içeriğinin belirlenmesi.....                                       | 27 |
| 3.2.4 Çiğ piliç etinde yapılan analizler .....                                  | 28 |
| 3.2.4.1. Piliç etlerinin yenebilir filmlerle sarılması .....                    | 28 |
| 3.2.5 Depolama sırasında piliç etindeki mikrobiyal değişimin belirlenmesi..     | 28 |
| 3.2.5.1. Piliç etlerinde ph tayini .....                                        | 28 |
| 3.2.5.2. Piliç etlerinde ağırlık kaybı analizi .....                            | 29 |
| 3.2.5.3. Piliç etlerinde renk değerlerinin ölçülmesi .....                      | 29 |
| 3.2.6. Pişmiş piliç etinde yapılan analizler .....                              | 30 |
| 3.2.6.1. Pişirme kaybı .....                                                    | 30 |
| 3.2.6.2. Pişmiş piliç etinde renk analizi .....                                 | 30 |
| 3.2.6.3. Tekstür analizi.....                                                   | 31 |
| 3.2.6.4. Duyusal değerlendirme .....                                            | 31 |
| 3.2.7. İstatistiksel yöntem .....                                               | 33 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                   | 34 |
| 4.1. Ön Deneme Sonuçları .....                                                  | 34 |
| 4.2. Yenebilir Filmlere Ait Bulgular .....                                      | 35 |
| 4.2.1. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkinliği.....                        | 35 |
| 4.2.2. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri .....                            | 37 |
| 4.2.3. Yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlükleri.....                       | 39 |
| 4.2.4. Yenebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri .....                      | 40 |
| 4.2.5. Yenebilir filmlerin su aktivitesinin belirlenmesi .....                  | 42 |
| 4.3. Yenebilir Filmlerle Sarılmış Çiğ Piliç Etlerine Ait Bulgular .....         | 43 |
| 4.3.1. Mikrobiyolojik analizler .....                                           | 43 |
| 4.3.2. pH değeri .....                                                          | 50 |
| 4.3.3. Ağırlık kaybı.....                                                       | 52 |
| 4.3.4. Renk değerleri.....                                                      | 53 |
| 4.4. Yenebilir Filmler ile Sarılıp Pişirilmiş Piliç Etlerine Ait Bulgular ..... | 56 |
| 4.4.1. Pişirme kaybı .....                                                      | 56 |
| 4.4.2. Renk değerleri.....                                                      | 57 |
| 4.4.3. Tekstür analizine ait bulgular .....                                     | 59 |
| 4.4.4. Duyusal değerlendirme .....                                              | 60 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 6. SONUÇLAR .....  | 63 |
| 7. KAYNAKLAR ..... | 67 |
| ÖZGEÇMİŞ           |    |



## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bitki Uçucu Yağ/ Özütleri Kullanılarak Aktif Yenebilir Filmlerin Üretimi ve Piliç Eti Üzerine Etkisinin” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

16/07/2021

Yahya IMAR

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| cm             | : Santimetre            |
| d              | : Devir                 |
| dk             | : Dakika                |
| g              | : Gram                  |
| kg             | : Kilogram              |
| mg             | : Miligram              |
| mL             | : Mililitre             |
| mm             | : Milimetre             |
| MPa            | : Megapaskal            |
| L              | : Litre                 |
| s              | : Saniye                |
| sa             | : Saat                  |
| T <sub>g</sub> | : Camsı geçiş sıcaklığı |
| T <sub>k</sub> | : Kritik T değeri       |
| T <sub>m</sub> | : Erime sıcaklığı       |
| Mm             | : Mikrometre            |
| μL             | : Mikrolitre            |
| ΔH             | :Erime ısı              |

### Kisaltmalar

|                |                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------|
| GM             | : Gerilme mukavemeti                                     |
| HSD            | : Tukey'in dürüst anlamlılık fark değeri                 |
| L              | : Film kalınlığı                                         |
| MORS           | : Meullenet–Owens's razor shear blade                    |
| NS             | : Nişasta – sodyum esaslı yenebilir film                 |
| PET            | : Polietilen tereftalat                                  |
| PVC            | : Polivinil klorür                                       |
| SBG            | : Su buharı geçirgenliği                                 |
| SBGH           | : Su buharı geçirgenliği hızı                            |
| SK             | : Sodyum kazeinat esaslı yenebilir film                  |
| W <sub>0</sub> | : Sıfırıncı günlük ağırlık                               |
| W <sub>i</sub> | : Günlük ağırlık                                         |
| ABD            | : Amerika Birleşik Devletleri                            |
| MC             | : Metil selüloz                                          |
| OTf            | : Ovotransferrin                                         |
| EDTA           | : Etilendiamintetraasetik asit tetrasodyum tuzu dihidrat |
| PS             | : potasyum sorbat                                        |
| GSE            | : üzüm çekirdeği özütü                                   |
| N              | : Nisin                                                  |
| MA             | : Malik asit                                             |
| κCF            | : κ-carrageenan bazlı filmin                             |
| K              | : Kontrol                                                |

|            |                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------|
| BF         | : Baharat içeren yenabilir filmle                          |
| F          | : Baharat içermeyen filmler                                |
| $\Delta P$ | : Kap içi ve dışı arasındaki kısmi su buharı basıncı farkı |
| % UM       | : Yüzde uzama miktarı                                      |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.2.</b> Amilozun yapısı ve Amilopektinin yapısı .....                                                                                                                                                                                                                       | 7  |
| <b>Şekil 2.3.</b> Nişasta-su karışımının ısıtılması ve retrogradasyonu (I) soğuk su içerisinde nişasta granülleri, (IIa) şişmiş nişasta granülleri, (IIb) amilozun granül dışına çıkması, (IIIa) amiloz retrogradasyonu, (IIIb) amilopektin retrogradasyonu (Goesaert vd. 2005). .... | 8  |
| <b>Şekil 2.4.</b> sarımsak ve sarımsak yağı .....                                                                                                                                                                                                                                     | 12 |
| <b>Şekil 2. 5.</b> Defne yaprağı ve meyvesi .....                                                                                                                                                                                                                                     | 13 |
| <b>Şekil 2.6.</b> Karabiber Ağacı.....                                                                                                                                                                                                                                                | 15 |
| <b>Şekil 3.1.</b> Filmli üretiminde kullanılan kırınım pencereli kurutma tekniği ve elde edilen filmler .....                                                                                                                                                                         | 23 |
| <b>Şekil 3. 2.</b> Germe testinde kullanılan çeneler fotoğrafı .....                                                                                                                                                                                                                  | 25 |
| <b>Şekil 3.3.</b> Su buharı geçirgenliği (SBG) ölçümleri .....                                                                                                                                                                                                                        | 26 |
| <b>Şekil 3.4.</b> Nem içeriğini ölçümleri.....                                                                                                                                                                                                                                        | 27 |
| <b>Şekil 3. 1.</b> Duyusal analiz formu.....                                                                                                                                                                                                                                          | 32 |
| <b>Şekil 4.1.</b> A:%30 sodyum kazeinat ve %70 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler B: %50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler .....                                                              | 34 |
| <b>Şekil 4.2</b> A:%50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına hazırlanan %25 gliserin eklenerek aktif filmler B: %50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler .....                                                               | 35 |
| .....                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 36 |
| <b>Şekil 4.3.</b> A: <i>Salmonella enterica</i> DSMZ 18524 ekilmiş agar üstünde aktif film (BF) B: <i>Salmonella enterica</i> DSMZ 18524 ekilmiş agar üstünde kontrol film .....                                                                                                      | 36 |
| <b>Şekil 4.4.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde TMAB kolonileri sayısının depolama süresince değişimi (1: birinci tekerrür 2: ikinci tekerrür, K: kontrol, F: sade film, BF: aktif film).....                                                                             | 44 |
| <b>Şekil 4.5.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde koliform bakteri kolonilerinin sayısının depolama süresince değişimi (iki tekerrür ve iki paralel değerlerin ortalamasıdır) .....                                                                                         | 46 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Toplam psikrofil bakteri koloni sayısının depolama süresince değişimi.....                                                                                                                                                                                          | 48 |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.7.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi ..... | 50 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Piliç etlerinde ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi .....                | 52 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 2.1.</b> Amiloz ve amilopektinin yapısal karşılaştırması.....                                                                                                                                              | 7  |
| <b>Çizelge 2.2.</b> Gıdalarda kullanılan baharatların antimikrobiyal bileşenleri ve hedef mikroorganizmaları (Al-Wabel ve Fat'hi 2013).....                                                                           | 10 |
| <b>Çizelge 2. 3.</b> Çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler (Anonim 2006).....                                                                                                                              | 17 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> <i>Salmonella enterica</i> DSMZ 18524'e karşı BF ve F filmlerin oluşturduğu zon çapına (mm) uygulanan varyans analizi.....                                                                        | 36 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> <i>Salmonella enterica</i> DSMZ 18524'e karşı BF ve F filmlerin oluşturduğu zon çapı (mm) değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) ..... | 36 |
| <b>Çizelge 4.3</b> Farklı içerikteki yenebilir filmlere ait kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı sonuçları .....                                                                                       | 38 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerlerine uygulanan varyans analizi .....                                                                                                   | 39 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....                                              | 39 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Filmlerin saf sudaki çözünürlük değerleri .....                                                                                                                                                   | 39 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Filmlerin saf sudaki çözünürlük değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları.....                                                                                                               | 40 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Filmlerin saf sudaki çözünürlük değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                           | 40 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> Yenebilir filmlere ait kalınlık, eğim, su buharı geçirgenliği hızı ve su buharı geçirgenliği değerleri .....                                                                                      | 41 |
| <b>Çizelge 4.10.</b> Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su buharı geçirgenliği değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları .....                                                                             | 41 |
| <b>Çizelge 4.11.</b> Su buharı geçirgenliği değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                               | 41 |
| <b>Çizelge 4.12.</b> Yenebilir filmlere ait su aktivitesini değerleri .....                                                                                                                                           | 42 |
| <b>Çizelge 4.13.</b> Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su aktivitesini değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları .....                                                                                    | 43 |

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.14.</b> Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su aktivitesi değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                 | 43 |
| <b>Çizelge 4.15.</b> TMAB sayısı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlar .....                                                                                                                                    | 44 |
| <b>Çizelge 4.16.</b> TMAB sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                                                      | 45 |
| <b>Çizelge 4.17.</b> Koliform bakteri kolonilerinin sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçlar .....                                                                                                            | 46 |
| <b>Çizelge 4.18.</b> Koliform Bakteri sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....                                                                           | 47 |
| <b>Çizelge 4.19.</b> Toplam psikrofilik bakteri kolonilerinin sayısına uygulanan varyans analiz sonuçlar.....                                                                                                           | 48 |
| <b>Çizelge 4.20.</b> Toplam psikrofilik Bakterileri sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                            | 49 |
| <b>Çizelge 4.21.</b> Piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi sonuçları ..                                                                                                                           | 51 |
| <b>Çizelge 4.22.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....            | 51 |
| <b>Çizelge 4.23.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi sonuçları .....                                                                                   | 53 |
| <b>Çizelge 4.24.</b> Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde Ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) ..... | 53 |
| <b>Çizelge 4.25.</b> Depolama boyunca piliç etlerinin renk değerlerindeki değişim .....                                                                                                                                 | 54 |
| <b>Çizelge 4.26.</b> Depolama süresince piliç etlerine ait L, a ve b değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları .....                                                                                              | 54 |
| <b>Çizelge 4.27.</b> Piliç etlerine ait L, a ve b değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                           | 55 |
| <b>Çizelge 4.27.</b> Pişirilen piliç etlerin pişirme kaybı değerleri.....                                                                                                                                               | 56 |
| <b>Çizelge 4.28.</b> Pişirilen piliç etlerin pişirme kaybı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlar.....                                                                                                           | 57 |

|                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.29.</b> Pişirme kaybı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....                                                                                   | 57 |
| <b>Çizelge 4.30.</b> Pişirilmiş piliç etlerine ait $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değerleri.....                                                                                                                                        | 58 |
| <b>Çizelge 4.31.</b> Pişirilmiş piliç etlerine ait $L$ , $a$ ve $b$ değerlerine uygulanan varyans analizi.....                                                                                                                  | 58 |
| <b>Çizelge 4.32.</b> Farklı içerikteki yenabilir filmler ile sarılıp pişirilmiş piliç etlerine ait $L$ , $a$ ve $b$ değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) ..... | 58 |
| <b>Çizelge 4.32.</b> Pişmiş piliç eti örneklerine ait kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri.....                                                                                                                            | 59 |
| <b>Çizelge 4.33.</b> Kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....                                                                                                                                                | 60 |
| <b>Çizelge 4.39.</b> Kesme kuvveti ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....                                                                                            | 60 |
| <b>Çizelge 4.40.</b> Pişmiş piliç eti örneklerine ait lezzet ve yumuşaklık sıralama testi sonuçları .....                                                                                                                       | 61 |
| <b>Çizelge 4.41.</b> Pişmiş piliç eti örneklerine ait lezzet ve yumuşaklık Friedman Testi sonuçları .....                                                                                                                       | 61 |

## 1. GİRİŞ

Son zamanlarda tüketicilerin et ürünlerine yönelik olarak taleplerinde meydana gelen değişimler ambalajlama teknolojilerinin de değişmesine neden olmuş, gıda kalitesi ve güvenliği açısından antimikrobiyal ve antioksidant ambalajlama gibi yeni gıda ambalajlama teknolojilerini ortaya çıkarmıştır (Suppakul vd. 2003). Ayrıca, son yıllarda ambalajlama metotlarına yönelim raf ömrünü artırma fonksiyonu üzerine olmuştur. Bu konudaki önemli gelişmelerden biri de yenilebilir film ve kaplamalardır (Aguirre-Joya vd. 2018). Ambalajlar, koruyucu içeren ve ürünü koruyan çok yönlü fonksiyonlara sahiptir. Bu kapsamda kullanılan antimikrobiyal ve antioksidant ambalajlar, ambalaj materyaline ilave edilen çeşitli maddelerin gıdaya kontrollü bir şekilde salınımını sağlayarak gıda ve ambalaj malzemesinde bulunan mikroorganizmaların gelişimlerini belirli düzeyde veya tamamen engellemekte ve yağ oksidasyonu reaksiyonlarını engelleyerek, ürünün daha uzun raf ömrüne sahip olmasını sağlamakta ve daha etkin bir şekilde korunmasına yardımcı olmaktadır (Sofi vd. 2018; Nwakaudu vd. 2015).

Karabiber, kekik ve sarımsak tüketim alışkanlığı bakımından baharatlar içinde ilk sırada yer almaktadırlar ve dünyada kullanılan en önemli, en popüler ve en yaygın baharatlar arasında değerkendirilmektedir.. Gıdalara aroma-lezzet kazandırmak, renk vermek ve işlenmiş gıdaları muhafaza etmek için baharatlar yoğun bir kullanıma sahiptir.

Çeşitli baharat ve bitkisel kaynaklardan özütlenerek elde edilen doğal özütler, aroma etkilerinin yanında güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olan organik antimikrobiyal maddelerdir (Al-Wabel vd. 2013). Kekik, zeytin yaprağı, mercanköşkü, sumak, biberiye, sarımsak, bergamut, yeşil çay ve üzüm çekirdeği özütleri gibi fenolik bileşikler yüksek oranda içeren esansiyel yağlar, gıda kaynaklı patojenlere karşı güçlü antibakteriyel etkiye sahiptirler (Nychas 1995). Baharat ve bitki özütlerindeki antimikrobiyal etkiden yapılarındaki fenolik bileşikler sorumludur. Baharat ve bitki özütlerinin, antimikrobiyal etkisi mikroorganizmaların hücre zarındaki fosfolipid tabakasının bozularak, enzim sisteminin bloke edilmesidir (Ling 2004).

Sağlıklı yaşam için yeterli ve dengeli beslenmek gerekmektedir. Ortalama ağırlıkta bir insanın günde yaklaşık olarak 35 g veya her kg vücut ağırlığı için 0.5 g hayvansal

protein tüketmesi gerekmektedir. Özellikle beyin gelişiminin hızlı olduğu 0-3 yaş arası dönemde hayvansal proteinin önemi daha büyüktür (World Health Organization, 2000).

Tavuk eti ekonomik olarak üretilen bir gıda maddesidir. Çabuk ve kolay hazırlanabilir, yüksek biyolojik değeri sahip ve kolay sindirilebilir bir gıdadır. Tavuk etleri kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalara karşı en duyarlı gıdalardandır. Bozulma birçok nedene bağlı oluşabilen kompleks bir işlemdir. Gıdalarda gelişen mikroorganizmalar bozulmanın en önemli nedenidir. Buna ek olarak gıdanın aşırı sıcaklığa maruz kalması, ve ışıkla teması nedeniyle tekstürünün değişimi, ayrıca oksidasyon yüzünden yağların kötü koku oluşturmaları gibi durumlarda da gıdalar tüketici tarafından satın alınmayacak hale gelebilmektedir. Yani bozulma hem kimyasal hem de mikrobiyal sebeplere bağlı olabilmektedir. Taze kanatlı etleri üretim tekniğine ve ambalajına bağlı olarak genellikle 8-12 gün arasında bir raf ömrüne sahiptir (Anonim 2014). Piliç etlerinin en iyi şekilde muhafaza edilmesi, raf ömrünün artırılması için ambalajlama sektöründe var olan teknolojilerde iyileştirmeler yapılmasını gerektirmekte ve bu nedenle yeni teknolojilerin oluşturulması için çalışmalar hızla devam etmektedir. Çünkü piliç eti iyi bir şekilde muhafaza edildiğinde halk sağlığı korunacak ve ekonomik kayıplar azaltılacaktır. Yenebilir filmler ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok yenebilir filmlerin özelliklerinin geliştirilmesi ve ürünlerin raf ömürlerini artırmaya yöneliktir. Ancak literatürde yenebilir filmlerle bir ürünün ambalajlanıp, daha sonra pişirilmesine yönelik az çalışmalara rastlanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, sodyum kazeinat – nişasta esaslı yenebilir filmler üretilmiş ve bu filmlere belirli oranlarda baharat oleoresinleri (Defne yaprağı, Karabiber ve Sarımsak) ilave edilmiştir. Üretilen filmlerin antibakteriyal etkinliği ve mekaniksel özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerine bakılarak seçilen filmler ile piliç etleri sarılarak 19 gün boyunca +4°C’de depolanmıştır. Depolama sürecinde piliç etlerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel değişimi tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada filmlerden piliç etlerine aroma geçişinin sağlanması amaçlanmış olup, yenebilir film ile sarılan piliç etleri depolamanın 4. gününde 200°C sıcaklıkta 30 dakika süre ile pişirilmiş, yenebilir filmlerin piliç etinin pişme kalitesi, tekstürel ve duyu özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Ambalaj, gıda tedarik zincirinde kritik bir rol oynamaktadır. Ambalajlanan gıdaların, dış etkenlerden korunması bu noktada temel amaçtır. Ambalajlar, mikroorganizmalara, darbe, basınç, sıcaklık ve hava koşullarına karşı koruma, aynı zamanda, istenmeyen kimyasal ve biyolojik değişiklikleri önleme, üretimden nihai tüketime kadar gıda kalitesini ve güvenliğini sürdürme gibi işlevlere sahiptir (Coles vd. 2003).

Günümüzde sentetik malzemelerin çevre üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle geleneksel (petrol bazlı) gıda ambalaj malzemeleri yerine kullanılabilecek, biyopolimerlerden biyobozunur ve çevre dostu ambalaj filmleri geliştirmek için büyük çaba harcanmaktadır.

### 2.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar

Raf ömrünü uzatmak amacıyla gıda maddelerinin ambalajlanmasında kullanılan ve gıda maddesi ile birlikte tüketilebilen maddeler, yenilebilir ambalajlar olarak adlandırılmaktadır (Pavlath ve Orts 2009). Yenilebilir ambalajlar; yenilebilir kaplamalar, yenilebilir filmler, yenilebilir torbalar ve yenilebilir tabakalardan oluşmaktadır. Kalınlığı 254 µm'den büyük olan yenilebilir tabakalar, kalınlığı 254 µm'den küçük olan yenilebilir filmler ve torbalar gıda maddesinden ayrı olarak üretilmektedir. Yenilebilir kaplamalar, gıda maddesinin direkt yüzeyinde oluşturulan ince tabakalar olarak tanımlanmaktadır (Robertson 2013).

Biyobozunur ambalaj materyalleri içinde, genel olarak fiziksel stres ve oksidasyona karşı iyi bir bariyer oluşturmaları nedeniyle değişik biyopolimerlerden üretilen yenilebilir film ve kaplamalar son zamanlarda popüler hale gelmiştir (Embuscado ve Huber 2009; Debeaufort vd. 1998).

Yenilebilir filmlerin nem, oksijen, aroma ve migrasyonla madde geçişi özellikleri film formülasyonuna ilave edilen antioksidanlar, antimikrobiyaller, renk maddeleri, aroma maddeleri ve baharatlar gibi katkı maddelerinden etkilenmektedir (Pranoto vd. 2005).

## 2.2. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Yapısı ve İşlevi

Günlük gıdalarımızın ana bileşenleri (proteinler, karbonhidratlar ve lipitler), yenilebilir filmlerin hazırlanması için tek olarak ya da birleştirilerek kullanılabilir. Genel bir kural olarak, su geçişini azaltmak için yağlardan yararlanılırken, polisakkaritler ve proteinler ise, filmlere mekanik stabilite kazandırmak, oksijen ve diğer gaz geçişini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Film hazırlamak için kullanılan üç ana bileşenin kimyasal yapıları büyük ölçüde farklılık gösterdiğinden dolayı her bir bileşenin genel film özelliklerine katkıda bulunduğu özellikler de farklıdır (Üstünol 2009).

### 2.2.1. Protein esaslı yenilebilir film ve kaplamaların yapısı ve işlevi

Çeşitli bitkisel protein kaynaklardan elde edilen filmler ve kaplamalar üzerinde yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları son 30 yılda hız kazanmıştır. Hem hayvan hem de bitki kaynaklı proteinlerden filmler ve kaplamalar elde edilmektedir. Kazein, zein, kolajen, buğday gluteni, keratin, yumurta albümini, peynir altı suyu ve soya proteinleri gibi yenilenebilir kaynaklardan filmler ve kaplamalar yapılmıştır. Tarımsal proteinlerden yapılanlar, tarımsal ürünler, yan ürünler ve atık yönetimi için yeni alternatifler yaratır ve bunların tümü gıda işlemlerinin ekonomisini olumlu yönde etki etmektedir (Embuscado ve Huber 2009).

Protein bazlı filmler ve kaplamalar üç ana bileşenden oluşan çözeltilerden hazırlanır; protein, plastikleştirici ve çözücü. Meydana getirilen filmin özellikleri, film veya kaplama bileşenlerinin içsel özelliklerinden ve dış işleme faktörlerinden etkilenmektedir (Panyam ve Kilara 1996). Proteinlerin içsel özellikleri arasında amino asit bileşimi, kristallik oranı (protein ve / veya plastikleştirici), hidrofobiklik / hidrofiliklik, yüzey yükü, moleküler boyut ve üç boyutlu yapısı yer almaktadır. Proteinlerin amino asit bileşimine bağlı olarak üretilen yenilebilir filmler çok farklı fiziksel özellikler göstermektedir. Sistein varlığı potansiyel disülfid köprüsü oluşumuna olanak sağlamaktadır ve  $\beta$ -laktoglobulinde (peynir altı suyu proteini ana bileşeni) sistein oranı diğer bileşiklere göre yüksektir. Yapısında yüksek oranda lösin, alanin ve diğer polar olmayan amino asitleri içeren proteinler daha hidrofobik karakterdedir ( $\alpha$ -zein gibi). Alanin, glisin, izolösin, lösin, metiyonin, fenilalanin, prolin, valin, triptofan apolar; asparagin, sistein, glutamin, serin, treonin, tirozin polar; arginin, aspartik asit, glutamik

asit, lisin ve histidin ise iyonik yüklü bileşikler olup, filmlerin hidrofilik özellik göstermesine neden olmaktadır. Kaplama yapımındaki dışsal faktörler işleme sıcaklığı, kurutma koşulları, pH, iyonik güç, işleme ve depolama sırasındaki bağıl nemdir (Dangaran vd. 2009).

Su ve etanol, tüketimleri güvenilir olduğu için yenilebilir filmler ve kaplamalar yapmak için tercih edilen çözücülerdir. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan, gliserin, propilen glikol, polipropilen glikol, sorbitol ve sukroz yaygın plastikleştiricilerdir. Fosfolipitler ve yağ asitleri gibi lipit ve türevleri, yaygın olmamakla birlikte, yenilebilir filmlerde ve kaplamalarda plastikleştirici olarak kullanılmaktadır. En etkili plastikleştirici sudur. Bir plastikleştiricinin etkinliği üç şeye bağlıdır; boyut, şekil ve protein matrisiyle uyumluluktur (Sothornvitve Krochta 2001).

Proteinlerden yenilebilir filmler ve kaplamalar oluşturma'nın birkaç yolu vardır ve bunların tümü nihai film veya kaplamanın özelliklerini etkilemektedir. Protein filmleri bir çözücünün ilavesiyle polipeptid zincirlerinin kısmi denatürasyonu, pH değişimi, çapraz bağlanmayı sağlayan bir elektrolitin eklenmesi ve/veya ısı uygulanması sayesinde oluşturulmaktadır (Krochta vd. 1994; Debeaufort vd. 1998).

Protein bazlı film ve kaplamalar çok iyi gaz bariyerleri (özellikle oksijene karşı) olup, antioksidan ve antimikrobiyal maddeler, emülsüfyerler, esmerleşmeyi önleyici ajanlar, aroma maddeleri, renklendiriciler ve diğer fonksiyonel maddeler gibi gıda katkı maddeleri ile birleştirilerek kullanılabilir (Ouattara vd. 2002). Protein bazlı film ve kaplamalar protein zincirleri arasındaki güçlü bağ nedeniyle çatlamaya yatkın olabilir. Ayrıca protein bazlı film ve kaplamalar yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptir. Bu özellikler protein kompozisyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Chen vd. 2019).

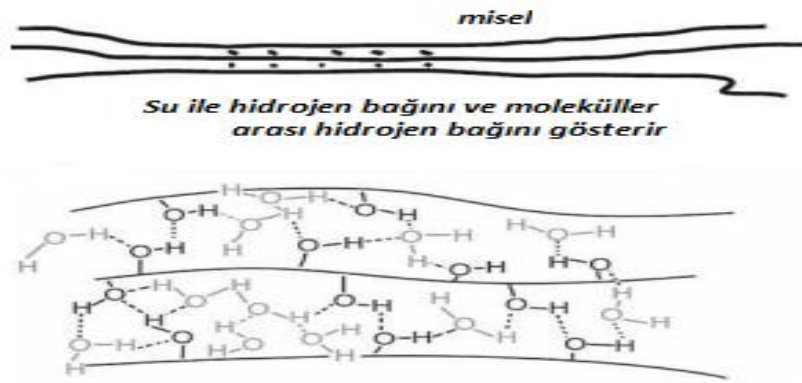
Sodyum kazeinat (NaCAS), bir süt proteini olan kazeinin asit ile çöktürülmesinden sonra sodyum hidroksit (NaOH) ile etkileşiminden elde edilmektedir. Sodyum kazeinatın kökeni süt proteini olduğu için protein içeriği bakımından oldukça zengindir. Sodyum kazeinat proteini %86.5, yağı %2, laktozu %0.3 oranında içermekte olup, pH değeri 6.6-7.0 arasında değişmektedir. Sodyum kazeinat doğal olarak çok fazla polar gruplara sahip

olduğu için düşük  $O_2$  ve  $CO_2$  gazı geçirgenliği göstermektedir. Fakat hidrofilik yapıya sahip olduğu için su buharı geçirgenlikleri yüksektir.

Sarioğlu ve Öner (2006), yaptıkları çalışmada yenilebilir filmle kaplamanın kaşar peynirlerinin kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya göre, kaşar peynirlerini sorbitol içeren ve sodyum kazeinattan elde edilen yenilebilir filmle kaplamanın, peynirlerin kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel özelliklerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirlenmiştir.

### 2.2.2. Polisakkarit esaslı yenilebilir film ve kaplamaların yapısı ve işlevi

Polisakkaritler, çok yüksek moleküler ağırlıklı makromoleküllerdir ve suda yüksek oranda çözünmektedirler. Su içinde çözünür ve yoğun hidrojen bağları oluşturmaktadırlar. Polisakkaritler moleküllerinin boyutu ve bileşimi nedeniyle, polimer zincirleri arası hidrojen bağının bir sonucu olarak sulu çözeltilerde yoğunlaşma ve / veya jel oluşturma (misel olarak adlandırılan düzenli bir yapı oluşturma) kabiliyetine sahiptirler (Şekil 2.1). Polisakkarit çözeltileri bir yüzeye dökülüp kurutulduğunda, belirli elastikiyet, gerilme mukavemeti, berraklık ve çözünürlük özelliklerine sahip bir film elde edilebilir. Polisakkaritlerden yapılan filmlerin nitelikleri, moleküler yapılarındaki farklılıklardan ve polimer zincirleri arasındaki moleküller arası hidrojen bağının derecesinden etkilenmektedir.



**Şekil 2.1** Suda polisakkaritlerin hidrasyonu sırasında oluşan moleküller arası hidrojen bağı (Pavlath ve Orts 2009)

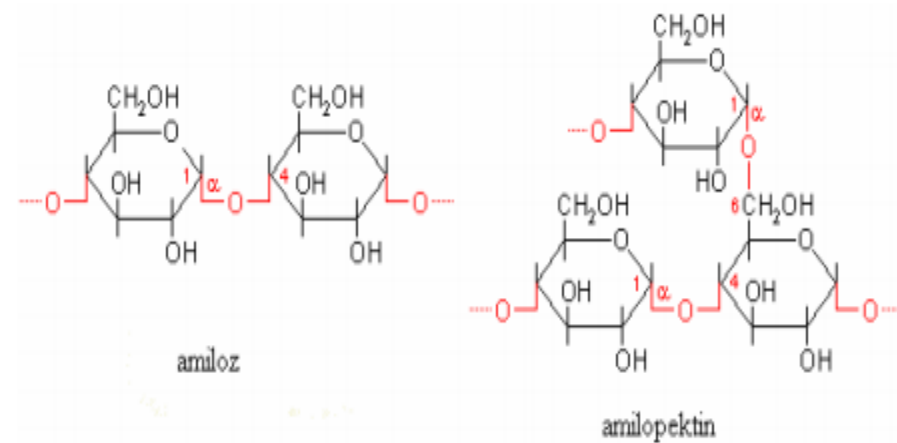
Birçok polisakkarit ve türevleri iyi film oluşturma özellikleri, kolay elde edilebilmeleri ve düşük maliyette olmaları nedeniyle yenilebilir film ve kaplama

üretiminde kullanılmaktadır. Polisakkarit esaslı yenilebilir film ve kaplamalar; nişasta, nişasta türevleri, selüloz, selüloz türevleri, aljinat, karragenan, kitosan, pektinat ve çeşitli polisakkaritlerden yapılmaktadır. Nişastayla birlikte selüloz ve selüloz türevleri (eter ve ester türevleri) film oluşturmak için kullanılan en önemli hammaddelerdir (Lacroix ve Tien, 2005).

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde nişasta ve nişasta türevlerinin kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir. Nişasta, düz zincir şeklindeki amiloz ve dallı amilopektin olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Amiloz, 500 ile 2000 glikoz monomerinden oluşmaktadır. Zincir tamamen  $(1 \rightarrow 4)$ ,  $\alpha$  glikozidik bağlarından düzenlenmektedir (Şekil 2.2). Amilopektin ise  $(1 \rightarrow 4)$ ,  $\alpha$  glikozidik bağla bağlanmış 20-30 glikoz monomerli düz zincirlerin  $(1 \rightarrow 6)$ ,  $\alpha$  glikozidik bağla bağlanması ile oluşmuş yüzlerce daldan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Genel olarak nişastalar %20-25 amiloz ve % 75-80 amilopektin ihtiva etmektedirler (Bertoft, 2017).

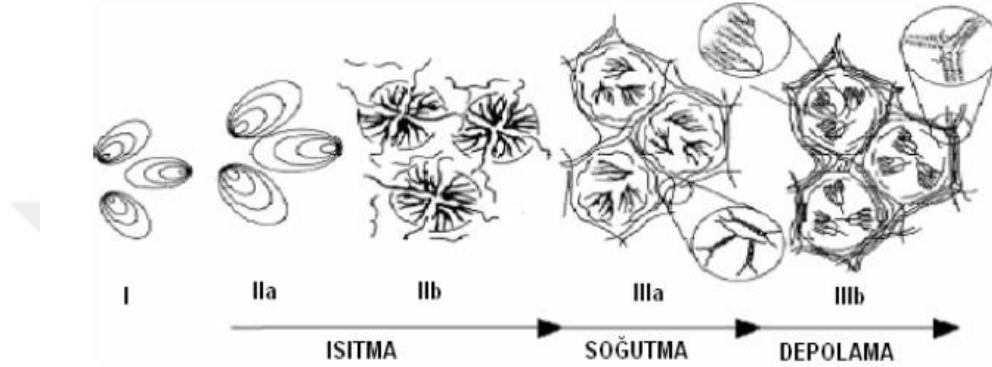
**Çizelge 2.1.** Amiloz ve amilopektinin yapısal karşılaştırması

| Karakter                 | Amiloz          |  | Amilopektin     |
|--------------------------|-----------------|--|-----------------|
| Granüldeki yüzde         | %15- 35         |  | %65 -85         |
| $\alpha$ -1,6 dallarının | <%1             |  | %4 – 6          |
| Molekül kütlesi (Da)     | $10^4$ - $10^5$ |  | $10^7$ - $10^8$ |
| Polimerizasyon           | $10^2$ - $10^3$ |  | $10^3$ - $10^4$ |
| Zincir uzunluğu          | 3 -1000         |  | 3 -50           |



**Şekil 2.2.** Amilozun yapısı ve Amilopektinin yapısı

Yüksek oranda amiloz içeren nişasta polimer film ve kaplama oluşumu için iyi bir kaynaktır. Amiloz içeren her tür nişastadan bir film veya kaplama yapılabilir (Uluöz vd. 1974). Saf amiloz solüsyonu saatler içinde retrograde olurken amilopektin solüsyonunun retrogradasyonu birkaç gün içinde olmaktadır (Şekil 2.3). Amiloz/Amilopektin oranı nişastanın yapısını ve özelliklerini etkilemektedir (Jiang ve Liu, 2002).



**Şekil 2.3.**Nişasta-su karışımının ısıtılması ve retrogradasyonu (I) soğuk su içerisinde nişasta granülleri, (IIa) şişmiş nişasta granülleri, (IIb) amilozun granül dışına çıkması, (IIIa) amiloz retrogradasyonu, (IIIb) amilopektin retrogradasyonu (Goesaert vd. 2005)

Bir film veya kaplama çözelti formülasyonuna katkı maddeleri eklenerek kaplama tabakasının veya bağımsız filmin performansı iyileştirilebilir. Yenilebilir film veya kaplamaların genel esnekliğini ve uzayabilirliğini geliştirmek için bu polimerlere plastikleştiriciler eklenmektedir. Polihidrik alkoller, propilen glikol, gliserin, sorbitol, şekerler ve diğer polioller en yaygın plastikleştirici türleridir. Filmi hidratlı tutularak yeterli esneklik sağlayan gliserinin plastikleştirici olarak kullanımı yaygındır (Zhang ve Han 2006). Maltodekstrinler, nispeten daha düşük moleküler ağırlıkları ve hafif higroskopik özellikleri nedeniyle, plastikleştirme ve nemlilik etkisi yoluyla nişasta filmlerinin kırılma dayanımını biraz azaltabilirler. Nişasta bazlı filmlerin ve kaplamaların yapışkanlığını azaltmak için polisorbitatlar, lesitin ve diğer yüzey aktif maddeler kullanılabilir. Bir kaplama çözeltisine lipidlerin eklenmesi, elde edilen kaplamanın nem bariyer özelliklerini iyileştirebilir. Filmlerin nem bariyeri özelliklerinin iyileştirilmesinde yüksek erime noktalı mumların eklenmesinin özellikle etkili olduğu gösterilmiştir (Han vd. 2006).

Nişasta bazlı yenilebilir filmler kavramının, gıda endüstrisine çeşitli çözümler sağlamak için önemli bir potansiyele sahip olduğu kabul edilmektedir. Nişastanın kullanımın avantajları; doğada bol miktarda bulunması nedeniyle nispeten düşük maliyeti olması, performansını değiştirmek ve iyileştirmek için bir dizi değişikliğe (kimyasal ve genetik) tabi tutulabilmesidir. Nişasta bazlı kaplamaların birçok başarılı uygulamasında, performans özelliklerini artırmak ve iyileştirmek için başka polimerler eklenebilmektedir. Bunlar, nem kaybını önlemek için gumları veya parlaklık ve yapışkanlık özelliklerini değiştirmek için maltodekstrinleri veya performanslarını ve işlevselliğini iyileştirmek için selülozik veya protein bazlı bileşenleri içerebilmektedir.

### 2.3. Doğal Aktimikrobiyal Maddeler

Dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmakta ve tüm yıl boyunca herkesin yeterli miktarda güvenli ve besleyici gıdaya erişebilmesi isteniyorsa gıda israfının önlenmesi gerekmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre, tüm gıdaların yaklaşık üçte biri gıda tedarik zinciri boyunca kayıp uğramakta veya israf edilmektedir. Gıda kaybı ve israfına genellikle gelişmiş işleme teknolojilerinin kullanılmaması neden olmaktadır. Farklı kategorideki kayıpların detayı aşağıdaki gibidir; kök bitkiler (%40–50), meyveler ve sebzeler (%35), balık ve deniz ürünleri (%30), tahıllar (%20), et, yağlı tohumlar ve süt ürünleri (%20) (Rezaeive Liu2017).

Gıda bozulmalarının başlıca nedenlerinden biri olan mikroorganizma kaynaklı gıda bozulmaları, gıda israfına, gıda güvensizliği sorunlarına ve önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Mikrobiyal gıda bozulmasını kontrol etmek ve ürünün raf ömrünü uzatmak için çeşitli sentetik kimyasal koruyucular (benzoat, propiyonat, sorbat, nitrat, nitrit ve sülfidler) kullanılmaktadır. Sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sentetik koruyucuların kullanımından giderek vazgeçilmektedir (Saeed vd. 2019).

İnsanoğlu ilk olarak tuz, odun tütsüsü, baharatlar ve şeker gibi gıdaları koruyucu gıda katkı maddesi olarak kullanmıştır. Günümüzde, gıda sanayisinde özellikle doğal kaynaklı antimikrobiyal bileşiklerin kullanıldığı biyo-koruma metotlarına olan ilginin gün geçtikçe artmasıyla birlikte, doğal antimikrobiyal ajanların gıdalarda kullanım potansiyeli de artış göstermiştir (Şengün ve Öztürk 2018). Doğal olarak oluşan antimikrobiyaller, güvenlikleri ve toksik olmayan durumları nedeniyle araştırmacılar ve gıda üreticileri arasında dikkat çekmiştir. Nisin, bitki uçucu yağları ve natamisin gibi

doğal koruyucular, bozulmaya ve patojenik mikroorganizmalara karşı çok güçlü aktiviteye sahiptir (Rico vd. 2007). Çizelge 2.2 çeşitli bitki ve baharatların antimikrobiyal bileşenleri ve nispi antimikrobiyal etkililiğini ve çeşitli mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkileri gösterilmektedir.

**Çizelge 2.2.** Gıdalarda kullanılan baharatların antimikrobiyal bileşenleri ve hedef mikroorganizmaları (Al-Wabel ve Fat'hi 2013)

| Baharat / Oleoresin | Antimikrobiyal Bileşen (ler) | İçeriği (%) | Önleyici etki | Hedeflenen Mikroorganizmalar                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------|-------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sarımsak            | Allisin                      | 0,3-0,5     | Güçlü         | <i>Escherichia coli</i> , <i>E. coli</i> 0157: H7, <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>mycotoxigenic Aspergillus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> |
| Hardal              | Alil izotiyosiyanat          | 0,5-1,0     | Güçlü         | <i>Mikotoksijenik Aspergillus</i>                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tarçın              | Cinnamaldehyde, Eugenol      | 0.5-2.0     | Güçlü         | <i>Mikotoksijenik Aspergillus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i>                                                                                                                                                                                        |
| Karanfil            | Eugenol                      | 16-18       | Güçlü         | <i>Mikotoksijenik Aspergillus</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i>                                                                                                                                                                                                                         |
| Adaçayı             | Timol, Eugenol               | 0.7-2.0     | Orta          | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                                                                                                                                                                                                  |
| Kekik               | Timol, Karvakrol             | 0.8-0.9     | Orta          | <i>Mikotoksijenik Aspergillus</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>E. coli</i> 0157: H7                                                                                                                                                                   |
| Defne yaprağı       | 1,8-sineol                   | 47.5-59.1   | Orta          | <i>Clostridium botulinum</i>                                                                                                                                                                                                                                                            |

#### 2.4. Aktif Ambalajlama

Aktif ambalajlama teknolojisi, gıda bozulma reaksiyonlarının hızının azaltılması ve raf ömrünün daha da uzatılabilmesi amacıyla, ambalaj içerisine çeşitli aktif bileşenler eklenerek veya ambalajlanmış ürün içine ayrı tablet veya kesecikler halinde konularak ambalaja bazı ek işlevler kazandırılmasıdır. Aktif ambalajlama sistemleri korunacak olan kalite özelliğine bağlı olarak farklı çözümler sunmaktadır. Örneğin ürününün

oksidasyonunun yavaşlatılması gerekiyorsa, ambalaj ortamında oksijen tutucu ya da antioksidan içeren aktif sistemler kullanılmalıdır (Yildirim vd. 2018).

Antimikrobiyal etkili ambalajlama sistemi ise, ambalaja antimikrobiyal maddelerin ilave edilmesi (antimikrobiyal madde) veya antimikrobiyal polimerik materyallerin kullanılması ile geliştirilmektedir. Genellikle ambalajlarda antimikrobiyaller salınım (gıda ya da ambalaj üst boşluğuna migrasyon şeklinde), absorpsiyon (örneğin oksijen absorbe eden sistemler) veya immobilizasyon şeklinde işlev görmektedir (Huang vd. 2019).

## **2.5. Yenilebilir Film Yapımında Kullanılan Doğal Antimikrobiyal Baharat Uçucu Yağları**

### **2.5.1. Sarımsak**

Sarımsak (*Allium sativum* L.), 50 – 60cm yükseklikte, yeşilimsi beyaz veya pembe çiçekli, otsu bir kültür bitkisidir. Çok kuvvetli ve keskin bir kokusu ve yakıcı bir lezzeti vardır. Bileşiminde karbonhidratlar (glukoz ve sakkaroz), vitaminler (A, B<sub>6</sub>, C ve E) ve eterli uçucu yağlar (allisin, alliin ve öjenol), selen ve skordein taşımaktadır. Bu uçucu yağlarda özellikle allil disülfür bulunmaktadır. Bu bileşik kükürtlü bir aminoasit olan allinnin allinaz enzimi etkisi ile parçalanarak allisini vermesi, allisinin de su veya su buharı içinde, allil disülfüre dönüşmesi sonucu meydana gelmektedir. Sarımsağa özel lezzetini ve kokusunu veren taşıdığı kükürtlü uçucu yağdır (Salahuddin 2019; Bisen ve Emerald 2016). Yapılan çalışmalarda besiyeri içerisinde sarımsak yağının belirli patojen mikroorganizmalara karşı inhibitor etki gösterdiğini tespit edilmiştir. Han vd. (1995), 1 mg sarımsak allisinin (alil 2-propen tiyosülfonat) antibiyotik aktivitesinin ortalama 15 IU penisiline karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Sarımsaktaki allisin, RNA sentezine müdahale ederek *Salmonella Typhimurium*'a karşı antibakteriyel aktivite göstermiştir (Feldberg vd. 1988).



**Şekil 2.4.** sarımsak ve sarımsak yağı

Pranoto vd.. (2005) yaptıkları çalışmada sarımsak yağın bir antibakteriyal ajan olarak aljinat esaslı yenilebilir film içerisine ilave etmişlerdir. Dört patojen bakteri türüne karşı %0.1 v/v oranındaki sarımsak yağı *in vitro* olarak test edilmiştir. Nutrient bulyon besiyerine katılan %0,1 v/v sarımsak yağı, *S. Typhimurium*, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*'un canlı hücre sayısını sırasıyla 1.24, 2.28, 4.31 ve 5.61 log kob/g olarak 24 saat inkübasyon periyodu sonunda azaltmıştır. Antimikrobiyal aljinat film %0.4 v/v oranında sarımsak yağı içerecek şekilde hazırlanmıştır; en fazla inhibitör etki *B. cereus*'a sonrasında ise *S. aureus*'a karşı olmuştur. Üretilen filmlerin gerilme gücü ve uzama miktarı % 0.3 ve % 0.4 v/v oranında sarımsak yağı içermelerine göre değişim göstermiştir. % 0.4 v/v oranında sarımsak yağı ile su buharı geçirgenliği önemli oranda azalmıştır. Çalışma sonucunda filmde % 0.1 v/v oranındaki sarımsak yağı varlığının tüm bakterilerin gelişimine inhibisyon etki gösterdiği ve inhibisyon derecesinin mikroorganizmanın Gram boyama özelliğine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Genel olarak Gram (+) mikroorganizmaların Gram (-) olanlara göre daha fazla duyarlı olduğu bulunmuştur.

Arora ve Kaur (1999) yaptıkları çalışmada çeşitli baharat ekstraktlarını ve genelde kullanılan kemoterapötik maddeleri bazı patojen bakterilere ve mayalara karşı kullanmışlardır. Çalışmada sarımsak, karanfil, karabiber, kırmızıbiber ve nistatin kullanılmıştır. Kullanılan baharatlardan yalnızca karanfil ve sarımsağın antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Sarımsak ekstraktı (0.1ml) inkübasyonun ilk saatinde *Staphylococcus epidermis* ve *Salmonella Typhi*'nin %93'ünü, 3 saat sonunda tamamının gelişimini engellenmiştir. Sarımsak ekstraktı mayaların tamamını 1 saatte tahrip ederken, karanfil 5 saatte inhibe etmiştir. Bazı bakteriler sarımsak, karanfil ve

nistitin'e karşı direnç göstermiştir. Bütün mayalar nistitine karşı duyarlık göstermiş fakat sarımsak nistitinden daha fazla antikandidal aktivite göstermiştir.

### 2.5.2. Defne yaprağı

*Laurus nobilis* L. (Lauraceae), maki florasının bir bitkisi olan defne; çok yıllık, 10 metre boylarında ve yaprağını dökmeyen, sık dallı ve yuvarlak tepeli olan bir bitkidir. Akdeniz bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Taze sürgünleri yeşil olup sonraları kırmızı siyah ve tüysüzdür (Başer vd, 2018). Yaprakları güzel kokuludur. Meyvesi zeytine benzer (Şekil 2.5). Siyah renkli, nohut büyüklüğünde olan tohumlarının dışında oldukça yağlı ince bir et kalınlığı vardır. Meyveler yapraklardan çok daha fazla yağ içerir. Hem uçucu yağlar hem de tohum yağları kozmetik, gıda, kimyasal ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Defne yaprağı 5-10 cm uzunluğunda, kenarları hafif dalgalı, eliptik yapıda ve her iki uca doğru sivrilmektedir. Yaprığın üst yüzü parlak koyu yeşil rengindedir. Taze defne yaprağı açık yeşil renkte ve ince damarlıdır (Şekil 2.5). Taze yaprakların aromatik kokusu azdır (Yurtlu vd. 2010).



**Şekil 2. 5.** Defne yaprağı ve meyvesi

Tanrıverdi vd. (1992) yaptığı çalışmada defne yaprağının uçucu yağında 35 farklı bileşik tespit etmiştir. Bu 35 bileşik toplam yaprak uçucu yağının % 90-94'ünü oluşturmaktadır. Yaprak uçucu yağındaki 1,8sineolün ana bileşik olduğu ve % 63 ile literatürdeki diğer değerlerden yüksek olduğu bulunmuştur. Uçucu madde miktarı; Temmuz-Eylül aylarında toplanan yapraklarda ve Ekim ayında toplanan meyvelerde en

fazla miktarda bulunmaktadır. Defne yapraklarından elde edilen uçucu yağlar, farmakolojik faaliyetleri ile hem geleneksel hem de modern tıpta önemini halen korumaktadır. Çalışmalar, defne yaprağı uçucu yağının antioksidan, antikonvülsan, antiinflamatuvar, antiviral, antikolinerjik, antibakteriyel ve antifungalaktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Bu farmakolojik özelliklere sahip güçlü bir tıbbi ve aromatik bitki olan defne yaprağı kozmetik kullanımlarda rapor edilmiştir. Defne yaprak uçucu yağı, kepek önleyici aktivitesi nedeniyle saç losyonlarının hazırlanmasında ve sedef hastalığının tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca defne (*Larus nobilis*) yapraklarının ağızda çiğnenmesiyle ağız kokuları giderilebilmektedir (Sarıkaya ve ark., 2017; Erden, 2005; Asımgil, 1993; Baytop, Rose, 1999; 1999; Schnaubelt, 1999; Wyk ve Wink, 2004).

Smith-Palmer vd. (1998) broth dilusyon metodu ile farklı uçucu yağların gıda kaynaklı patojenlere (*E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella Enteridis*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*) karşı aktivitelerini değerlendirdikleri çalışmalarında kekik, karanfil, tarçın ve defne uçucu yağlarının bakteriyostatik konsantrasyonlarını % 0.075 ve daha düşük düzeyde tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada uçucu yağlara en dirençli patojen *C. jejuni*, en duyarlı patojen ise *L. monocytogenes* olarak saptanmıştır.

Güçbilmez (2014), yaptığı çalışmada, içeriğinde hiçbir madde bulunmayan zein filmin kalınlığının en fazla olduğunu, kalınlık miktarlarının sırasıyla zein film> defne esansiyel yağ içeren> defne ve kekik esansiyel yağ içeren> potasyum sorbat içeren> portakal esansiyel yağ içeren> kekik esansiyel yağ içeren zein film olduğunu ve yenilebilir filmlerin kalınlıklarının 0.100- 0.139 mm arasında olduğunu tespit etmiştir.

Erkan vd(2011b) yaptıkları çalışmada, sıcak dumanlanmış alabalık filetolarında vakum paketlenme yapılan örneklerin kontrol grubunda psikrotrofik bakteri ve toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün depolamanın 4. haftasında tüketilebilir limit değerini aştığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada depolamanın 4. haftasında % 1 v/w biberiye yağı, defne yağı, limon yağı, çörek otu eklenmiş ve vakum paketlenmiş örneklerde 1.0-1.5 log kob/g daha düşük psikrotrofik bakteri ve mezofilik aerobik bakteri yükü tespit edilmiştir.

### 2.5.3. Karabiber

Karabiber, Güney Hindistan'ın Batı Ghats bölgesinde yaprak dökmeyen ormanlarına özgü, çok yıllık, odunsu, yaprak dökmeyen bir bitkidir. *Piper nigrum* L.'nin (Familya: Piperaceae) olgun meyvelerinden elde edilir (Şekil 2.6). Biber asmalarının, 5-6 m yüksekliğinde ve 1.0-2.0 m çapında ve oval şekilde büyük yaprakları vardır. Salkım şeklinde bir arada olan küçük-beyaz çiçekleriolup, her salkımda yaklaşık 20-30 adet meyvesi bulunmaktadır (Akgül 1993).



**Şekil 2.6.** Karabiber Ağacı

Baharatlar arasında karabiber ilk sırada yer alır. Dünyada en önemli, en popüler ve en yaygın kullanılan baharattır. İşlenmiş gıdaları tatlandırmak ve muhafaza etmek için geniş mutfak kullanımlarına sahiptir ve tıbbi açıdan önemlidir (Peter 2001). Uluslararası ticareti yapılan toplam baharatın yaklaşık %34'ünü karabiber oluşturmaktadır. ‘Siyah altın’ veya ‘baharat kralı’ olarak da adlandırılan karabiberin tarihi, baharat ticareti kadar eskidir. Güney Batı Hindistan, özellikle Güney Yarımada Hindistan'ın (Malabar Sahili) batı kıyı bölgelerinde, karabiber tanelerinin çok değerli olduğu ve para yerine kullanıldığı bildirilmektedir (Farrell 1990).

Karabiber kalitesine iki bileşen katkıda bulunur; keskinliğe katkıda bulunan piperin, aroma ve lezzetten sorumlu olan uçucu yağ. Kurutulmuş toz biberin solvent (aseton, etanol, etil asetat veya etilen diklorür gibi) ekstraksiyonu ile üretilen karabiber oleoresini, hem aroma hem de keskinlik ilkelerini içermektedir. Dolayısıyla karabiberin kimyası, onun temel (uçucu) yağı ve piperinin kimyasıdır. Karabiber oleoresini; konsantre ve hijyenik bir üründür ve hacminin azalması nedeniyle depolamada daha az yere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında karabiber oleoresini ışık, ısı, neme ve oksijen

duyarlıdır. Bu gibi istenmeyen koşullar kısa raf ömrüne neden olmaktadır (Gorgani vd., 2017).

Karabiber, antioksidan ve antimikrobiyal özellikler de dahil olmak üzere bir dizi fonksiyonel özellik göstermektedir. Antimikrobiyal özelliğinden dolayı karabiber ilavesi gıdaların saklama kalitesini artırıp bozulmalarını önlemektedir. Karabiber uçucu yağının *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus albus*, *Clostridium diphtheriae*, *Shigella dysenteriae*, *Streptomyces faecalis*, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., vb. için inhibitör olduğu bulunmuştur ( Zou vd., 2015).

Zarai vd.. (2011) yaptıkları çalışmada çeşitli çözelti (kloroform, etil asetat, etanol ve metanol) ekstraktlarıyla saflaştırılmış piperin ve piperik asiti; *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis* ve *Bacillus subtilis*'a karşı kullanmışlardır. Ekstraktlar, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin çoğuna karşı farklı derecelerde antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Rahman vd.. (2011), doğal baharat gruplarını içme suyundan izole edilen *E.coli*'ye karşı kullanmışlardır. Yapılan çalışmada, karabiber ekstraktında bulunan en büyük fitokimyasalın ve aktif yapının piperin olduğu, piperinin de *E.coli* üzerine inhibe edici özelliğinin bulunduğu belirtilmiştir. Piperinin antibakteriyel aktivitesinin, molekülün aromatik halkasına bağlı olan konjuge çift bağlardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

## 2.6. Yenebilir Film ve Kaplamaların Piliç Etine Uygulanması

Kanatlı etler biyolojik değeri yüksek protein kaynağı içermekte, ayrıca lezzet özelliklerinin yanı sıra, beslenme açısından önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri, özellikle yağ asitlerini ve aminoasitleri yeterli miktarda yapısında bulundurmakta olup bu nedenlerden dolayı kişilerin metabolik ihtiyaçlarının karşılanmasında çok uygun besin öğeleri olarak nitelendirilmektedir (Marangoni vd. 2015).

Kanatlı eti için bozulma ürünün, insan tüketimini için uygun olmayan halegelmesi şeklinde açıklanabilmektedir. Bu durum kanatlı etlerinde oluşan, her türlü kabul edilemeyen ve hoş olmayan koku, renk ve tat değişiklikleri olarak belirtilmektedir.

Bozulma birçok nedene bağlı olarak gerçekleşebilmektedir. Bozulma hem mikrobiyal hem de kimyasal sebeplere bağlıdır. Gıdalarda gelişen ve metabolize olan mikroorganizmalar bozulmanın en önemli nedenidir. Buna ek olarak gıdanın ışık ve aşırı sıcaklık nedeniyle tekstürün değişimi, hava ile okside olan yağların kötü koku oluşturmaları gibi durumlarda da gıdaların tüketilmeyecek duruma gelmesine neden olabilmektedir (Patterson ve McMeekin 1981).

Kanatlı etinde büyük çoğunlukla *Escherichia*, *Enterobacter*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella*, *Acinetobacter/Moraxella*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Campylobacter* ve *Staphylococcus* türleri gibi çeşitli mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalardan kanatlı etinin raf ömrünü *Flavobacterium*, *Acinetobacter/Moraxella* ve *Pseudomonas* türleri etkileyebilmekte ve farklı bozulmalara yol açabilmektedirler. Birincil üretim ve mezbaha düzeylerinde yanlış uygulamalar çiğ kanatlı etinin gıda kaynaklı patojenlerle kontamine olmasının önemli nedenlerindendir (Rouger vd. 2017). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği'ne göre çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler Çizelge 2.3'te verilmiştir (Anonim 2006).

**Çizelge 2. 3.** Çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler (Anonim 2006)

|                              | N | C | m                   | M                 |
|------------------------------|---|---|---------------------|-------------------|
| Aerobik mezofilik bakteri    | 5 | 2 | $5.0 \times 10^5$   | $5.0 \times 10^6$ |
| <i>Escherichia coli</i>      | 5 | 2 | $5.0 \times 10^2$   | $5.0 \times 10^3$ |
| <i>Pseudomonas</i>           | 5 | 2 | $5.0 \times 10^4$   | $5.0 \times 10^5$ |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 5 | 2 | $5.0 \times 10^2$   | $5.0 \times 10^3$ |
| <i>Salmonella spp.</i>       | 5 | 0 | 25 g'da bulunmamalı |                   |

n: Analize alınacak numune sayısı, c: m ile M arasındaki sayıda mikroorganizma ihtiva eden kabul edilebilir en fazla analize alınacak numune sayısı, m: (n – c) sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı, M: c sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısıdır.

Kanatlı etlerinin korunmasında bilinen en iyi yöntem +4°C'de soğuk muhafazadır. Sıcaklığın düşürülmesi ile enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar yavaşlamakta ve mikroorganizmaların gelişimi yavaşlayarak gıdaların raf ömrü uzatılmaktadır. Kanatlı etlerinin raf ömrü mevcut mikroorganizma türüne, sayısına, depolama şartlarına ve paketlenme yöntemlerine göre değişmektedir. Karkas yüzeyindeki mikrobiyal yükün az olmasının yanı sıra mikroorganizmaların gelişmelerinin yavaşlatılması ile kanatlı etinin

raf ömrü uzatılmaktadır (Stonehouse ve Evans 2015). Kanatlı karkaslarında paketlenme ve soğuk zincir uygulaması iyi bir koruma sağlasa da yapılan araştırmalar kanatlı etlerinin 0°C'de 10 gün, 1°C'de 8 gün ve 4°C'de 6 günde tüketim özelliğini kaybettiğini ortaya koymuştur. 4°C'de muhafaza edilen kanatlı etlerinin bozulmasına neden olan mikroorganizmaların başında psikrofil grubu bozulma yapıcı bakteriler gelmektedir. Mikrobiyal bozulmanın başlangıcı olarak kabul edilen kötü koku, yüzey alanda toplam bakteri sayısının  $10^7$  kob/cm<sup>2</sup> seviyesine ulaştığı zaman ortaya çıkmaktadır (Mulder 1983).

Ambalajlama endüstrisindeki hızlı gelişime paralel olarak, son zamanlarda, kanatlı etlerinin korunmasında yeni teknolojiler ortaya çıkmakta ve ambalaj materyalleri de geliştirilmektedir. Bu teknolojilerden biri olan yenilebilir film ve kaplamalar, raf ömrünü uzatmak amacıyla kanatlı etlerinin ambalajlanmasında kullanılan ve etler ile birlikte tüketilebilen ambalajlardır. Önceleri, genellikle depolama sırasında nem kaybını önlemek amacıyla kullanılan bu ambalajlar, günümüzde gıdaların raf ömrünün uzatılması ve kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bu ambalajlar, antimikrobiyal ve antioksidan bileşiklerle kombine edilerek gıdalarda mikrobiyolojik bozulmaları, lipid oksidasyonunu ve istenmeyen renk oluşumunu engellemektedirler (Véronique 2008). Kanatlı etleri, depolama sırasında meydana gelen biyokimyasal ve mikrobiyal değişiklikler nedeniyle çabuk bozulan ve raf ömrü nispeten kısa olan ürünlerdir. Bu yüzden, kanatlı etlerinin depolama süresince bozulmalarının geciktirilerek korunmalarında modern ambalajlama teknolojileri önem taşımaktadır.

Yenilebilir film ve kaplamaların tek başına veya antioksidan ve antimikrobiyal etkili bileşenlerle zenginleştirildikten sonra kanatlı eti ve ürünlerinde kullanımları üzerine de birçok araştırma bulunmaktadır. Fernández-Pan vd. (2014) karanfil esansiyel yağları ve güvey otu ile zenginleştirilmiş serum protein izolatu bazlı yenilebilir filmleri tavuk göğüs etlerine uygulamış ve filmlerin antimikrobiyal etkinliklerinin esansiyel yağ türü, esansiyel yağ miktarı ve analiz edilen mikroorganizma grubuna göre değişiklik gösterdiğini bildirilmişlerdir. 20 g/kg düzeyinde güvey otu esansiyel yağı içeren filmlerle kaplanan örneklerin raf ömrünün kontrol grubuna göre iki kat daha uzun olduğunu ve çoğu mikroorganizma grubunun tüketim için kabul edilebilir sınır değerlerin altında kaldığını rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada Ovotransferrin (OTf) içeren  $\kappa$ -carrageenan bazlı filmin (KCF) *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus* ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Ayrıca, KCF-OTf ile paketlenen taze tavuk göğsü üzerindeki etkileri de 5°C'de saklama süresince takip edilmiştir. KCF-OTf'nin, *E. coli*'ye antimikrobiyal aktivitesinin düşük olduğu (inhibisyon bölgesinin çapı <2 mm idi), ancak 5 mM EDTA (inhibisyon bölgesinin çapı 2-5 mm) varlığında etkinin arttığı tespit edilmiştir. Depolamanın 7. gününde FCF-PS-EDTA ile kaplanmış tavuk göğsündeki toplam mikroorganizma ve *E. coli*'nin gelişiminin inhibe edildiği belirlenmiştir. (Seol vd. 2009).

Doğal antioksidan olarak çemen otu, biberiye veya E vitamini eklenen yumurta akı çözeltisiyle kaplamanın, çiğ ve pişmiş kanatlı göğüs eti üzerine antioksidan etkisi araştırılmıştır. Çiğ ve pişmiş örneklerde yapılan çalışmalarda sadece yumurta akı çözeltisiyle kaplamanın, lipid oksidasyonuna karşı en etkili olduğunu bulunmuştur Armitage vd. 2002).

Gadang vd. (2008) hindi sosislerinin mikrobiyolojik kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla peynir altı suyu proteinleriyle hazırladıkları çözeltiye nisin, üzüm çekirdeği ekstresi, malik asit ve EDTA'yı ilave ederek, antibakteriyel özellikte yenabilir filmler hazırlamışlardır. Hindi sosislerinin *L. monocytogenes*, *E. coli* O157: H7 ve *Salmonella Typhimurium* gelişimi üzerine filmlerin etkisi belirlenmiştir. Örnekler 28 gün 4°C'de depolanmıştır. *L. monocytogenes* popülasyonu (5.5 log / g), GSE (%0.5) ve MA (%1.0) ile kombine nisin (6000 IU/g) içeren örneklerde 4°C'de 28 gün sonra 2.3 log/g'ye düşmüştür. *S. Typhimurium* popülasyonu (6.0 log/g), N, MA, GSE ve EDTA kombinasyonunu içeren WPI ile kaplanmış numunelerde 4°C'de 28 gün sonra yaklaşık 1 log birim düşmüştür. *E. coli* O157: H7 popülasyonu (6.15 log/g), N, MA ve EDTA ile birleştirilmiş WPI kaplaması içeren numunelerde 28 gün sonra 4.6 log birim azalmıştır.

Emiroğlu vd. (2010) yaptıkları çalışmada sırasıyla %1, 2, 3, 4 ve 5 *Oreganum heracleoticum* L. esansiyel yağı veya *Thymus vulgaris* L. esansiyel yağı ilave edilmiş soya protein filmleri kullanmışlardır. Bu filmlerin *Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lactobacillus plantarum*'a karşı antibakteriyel özelliklerini inhibisyon zon testi ile belirlemişlerdir. Esansiyel yağ ilave edilmeyen filmlerde inhibisyon alanı görülmezken, esansiyel yağ ilave edilenlerde,

%1’lik olanlarda bile, inhibisyon alanı oluşumu gözlenmiştir. Konsantrasyon artıkça inhibisyon alanı oluşumu da artmıştır. Ayrıca %5’lik esansiyel yağ içeren filmler sığır kıyması üzerinde denenmiş ve sığır kıymasından alınan örneklerde koliform ve *Pseudomonas spp*, sayılarında düşüş gözlenmiş, örnekteki laktik asit bakterileri ve *Staphylococcus spp.* uygulamadan etkilenmemiştir.

Bizim çalışmamızda da filmlere ilave edilen baharat oleoresinleri (defne yaprak ve karabibe yağı) ve sarımsak ekstrekte sayesinde piliç etlerine aroma kazandırılması, yenebilir filmlere antibakteriyel özellik verilmesi; piliç etinin raf ömrünün uzatılması ve yenebilir filmlerin, piliç etinin pişme kalitesi, tekstür ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yenebilir film kullanılan piliç etlerinin pişme sırasında piliç etinden su kaybını ve yağ salınımını azaltıp, daha yumuşak ve daha lezzetli ürün elde etmek ve filmleri poşet şeklinde üretme olanağını araştırarak, mevcut fırın poşeti adı altında satılan plastik poşetlere alternatif bir ürün geliştirmek hedeflenmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Film üretiminde kullanılan Protap SHV6 marka sodyum kazeinat Tunçkaya Kimyevi Maddeler Ticaret ve Sanayi Limited Şirketi (İstanbul, TÜRKİYE)'den satın alınmıştır. Patates nişastası ise Cargill Tarım ve Gıda San Tic. A.Ş. (İstanbul, TÜRKİYE)'den temin edilmiştir. Film üretiminde plastikleştirici olarak da gliserin (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan Has Tavuk ve Banvit marka piliç eti (derisiz ve kemiksiz üst but) kesimden bir gün sonra satın alınmış ve bekletilmeden laboratuvara getirilmiş, aynı gün içerisinde çalışmaya alınmıştır. Çalışma başlayıncaya kadar piliç etleri +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir.

Filmlere antibakteriyel etki ve lezzet özelliği kazandırmak için aktif bileşik olarak ilave edilen karabiber ve defne yaprağı uçucu yağları Defne & Doğa Şirketi (Antalya, Türkiye)'den satın alınmıştır. Çalışmada kullanılan sarımsak ise piyasadan temin edilmiştir.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Sarımsak ekstraktının elde edilmesi

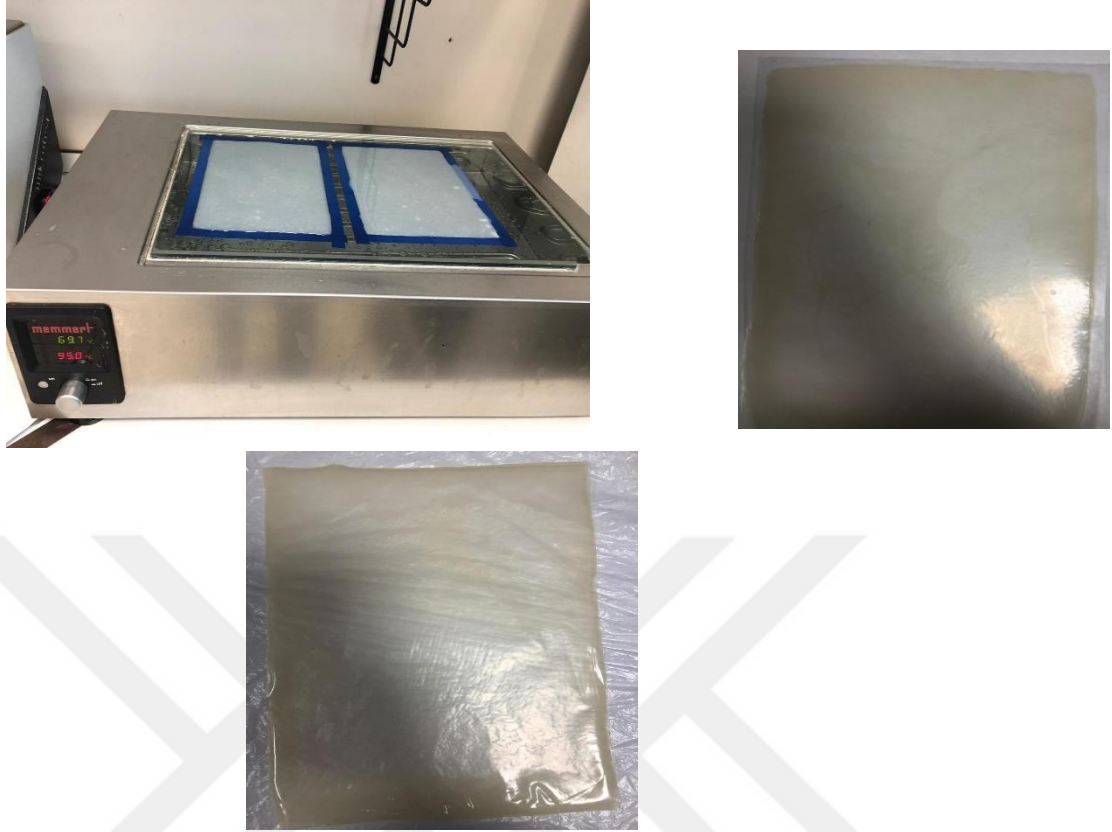
50 gram sarımsak soyularak dişlerine ayrılmış ve sarımsak ezeceğinde ezilmiştir. Elde edilen sarımsak püresine 100 ml distile su ilave edilerek, manyetik karıştırıcıda 60 dak karıştırılmıştır. Karışım buzdolabında iki saat bekletilmiştir. Daha sonra büyük partikülleri uzaklaştırmak için karışım kaba 45µm'lik tel elekle süzölmüştür. Süzölen kısım 4500 rpm'de 15 dak santrifüj edilmiştir. Tüplerdeki sıvı kısım pipet yardımıyla alınıp, dipteki tortu ise ortamdan uzaklaştırılmıştır. (Rode ve ark.,1989).

##### 3.2.2. Yenebilir filmlerin üretimi

Film üretiminde sodyum kazeinat ve patates nişastası kullanılmıştır. Sodyum kazeinat, kazeinin asidik ortamda çöktürülmesi, sodyum hidroksit ile nötrleştirilip

ekstrüderde yüksek basınç ve sıcaklık altında kazeinata dönüştürülmesi ve sonra da öğütülüp, kurutulması ile elde edilmektedir (Uslu 2001). (Anonim 2010).

Çalışmada 2 farklı film üretilmiş ve üretim dökme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Bu amaçla sodyum kazeinat (10.5 g)- patates nişastası (10.5 g) karışımı 279 g su içinde çözülerek %7 film oluşturu polimer içeren çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilere plastikleştirici olarak çözeltideki toplam polimer miktarının %25'i kadar gliserin (5.25 g) eklenmiştir. Karışım bir el blenderı (Bosh, Almanya) ile 10 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra film çözeltileri ısıtıcı manyetik karıştırıcıda (Memmert, Schwabach, Almanya) 200°C, 480 rpm'de 30 dakika karıştırılmış ve 95°C'de su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Film çözeltileri soğutulup direk dökülerek sade filmler elde edilmiştir. Baharatlı filmlerin ise hazırlanmasında film çözeltisine %17 tuz (3.75g), sarımsak ekstraktı (1.05 g), karabiber (1.05 g) ve defne yaprağı uçucu yağının (1.05 g) her birinden toplam polimer miktarının %5'i kadar, eklenmiştir. Baharat oleoresinleri eklendikten sonra karışım 5 dakika bir el blenderı (Bosh, Almanya) ile karıştırılmıştır. Ultrasonik su banyosunda (Bandelin sonorex, Berlin, Almanya) 5 dakika gaz giderme işlemi yapıldıktan sonra döküm yapılmıştır. Film çözeltileri, kırınım pencere kurutma cihazı üzerine yerleştirilen 1 mm kalınlığında PVC plastik film üzerine dökülerek, film kuruyuncaya kadar bekletilmiştir (yaklaşık 1 saat).



**Şekil 3.1.** Filmi üretiminde kullanılan kırımım pencereli kurutma tekniği ve elde edilen filmler

### 3.2.3. Yenebilir filmlerde yapılan analizler

#### 3.2.3.1. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkisinin belirlenmesi

Sarımsak ekstraktı, defne yaprak yağı ve karabiber oleoresini ilave edilmiş yenebilir filmlerde, antibakteriyel etkinin belirlenmesi için Almanya Mikroorganizmalar ve Hücre Kültürü Koleksiyonu (DSMZ, Braunschweig, Almanya)’ndan temin edilen *Salmonella enterica* subs. *enterica* serovar Typhimurium LT (Leelingen Type) 2 (DSM 18522) (Gram-) kullanılmıştır. Bu mikroorganizmalar genel amaçlı besiyerlerinden olan Tryptic Soy Broth besiyerinde 37°C de 48 saat inkübasyona bırakılarak geliştirilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Antibakteriyel etkinin belirlenmesi, agar disk difüzyon metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonucunda gelişen,  $10^5 - 10^6$  kob/mL aralığındaki mikroorganizmalardan besiyerine (Nutrient Agar) 0.1 mL ekim yapılmıştır. Filmlerden kesilen diskler (çap = 20 mm) petri kutularının ortasına gelecek şekilde besiyerlerine

yerleştirilmiştir. Daha sonra da petri kutuları 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Film disklerinin çevresinde gözlemlenen inhibisyon alanı (mm cinsinden) bir kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Pranoto vd. 2005).

### 3.2.3.2. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri

Filmlerin gerilme (G) ve kopma uzaması (KU) gibi mekanik özellikleri TA-XT Plus Texture Analyser cihazı (TA-XT32, Stable Micro System, Godalming, İngiltere) kullanılarak ASTM (1995) yöntemine göre belirlenmiştir. 100x25 mm boyutlarında kesilen örnekler 25°C’de %50±3 nispi nemde çalışan iklimlendirme dolabında (ID 400 Nüve, Ankara, Türkiye) 5 gün süreyle şartlandırılmıştır. Biri sabit plakaya diğeri hareketli yük hücresine bağlı iki çene arasına sıkıştırılan örnekler de 1 mm/saniye hızla germe testi yapılmıştır. İki çene arası başlangıç mesafesi 50 mm’ye ayarlanmıştır.

Test sırasında 2 kg’lık yük hücresi kullanılmış ve cihaz analize 5 g kuvvet algılanınca başlamıştır. Test sonuçları Texture Exponenet 32 (Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere) yazılım programı tarafından “kuvvet-film uzama miktarı grafiğine” dönüştürülmüş ve algılanan maksimum kuvvet (N) ve film kopuncaya kadar filmde gerçekleşen uzama miktarı (mm) yazılıma hesaplattırılmıştır. Germe testinde kullanılan çenelere ait görseller Şekil 3.2’de gösterilmiştir (Uslu 2007).

Aşağıda verilen (3.1) ve (3.2) bağıntıları kullanılarak gerilme mukavemeti (GM) ve kopma anındaki % uzama miktarı (UM) bulunmuştur (Cho ve Rhee 2002).

$$GM \text{ (Pa)} = \frac{\text{Algılanan Maksimum Kuvvet (N) Başlangıç}}{\text{Film Kesit Alanı (m2)}} \quad (3.1)$$

$$\% \text{ UA} = \frac{\text{Uzama Miktarı}}{\text{Başlangıç Uzunluğu}} \times 100 \quad (3.2)$$



**Şekil 3. 2.** Germe testinde kullanılan çeneler fotoğrafı

#### **3.2.3.3. Film kalınlığının ölçülmesi**

Film kalınlığı dijital mikrometre (Fowler, Newton, Massachusetts, Amerika) cihaz kullanılarak ölçülmüştür. Film kalınlığının (mm) belirlenmesi için elde edilen filmten 100x25 mm olacak şekilde 5 numune kesilmiştir. Ölçüm boyutlarında kesilen film numuneleri rastgele seçilmiş 5 farklı noktasından yapılmıştır ve ortalama kalınlık bulunmuştur (Fernández-Pan vd. 2012).

#### **3.2.3.4. Su buharı geçirgenliği tayini**

Su buharı geçirgenliği (SBG) ölçümleri gravimetrik olarak ASTM standart metodu E 96-95 (1995) modifiye edilerek yapılmıştır. Bu amaçla 80 mm çapında ve 25 mm yükseklikteki pleksiglas su buharı geçirgenliği ölçüm kaplarına 90 ml saf su doldurulup, 100 mm çapında dairesel olarak kesilen filmler, su buharı geçirgenlik düzeneği ölçüm kapları üzerine arada hiç hava boşluğu kalmayacak şekilde vazelin ile yapıştırılmıştır. Daha sonra film üstüne sıkıştırma halkası yerleştirilmiştir. Kaplar 25°C sıcaklık, 150 m/dk hava akış hızına ve %50±3 nisbi neme sahip iklimlendirme kabinine (ID 400 Nüve, Ankara, Türkiye) konmuştur. Örneklerin dengeye gelmesi için yeterli süre beklendikten sonra her 2 saatte bir ve toplam 6 kez petri kapları tartılarak, kaplarda meydana gelen ağırlık değişimi bulunmuştur (McHugh vd. 1993; Parris vd. 1997; Ryu

vd. 2002). Örneklerin dengeye gelmesi için yeterli süre beklendikten sonra her 2 saatte bir ve toplam 7 kez petri kapları tartılarak, kaplarda meydana gelen ağırlık değişimi bulunmuştur.

Kaplardaki ağırlık değişiminin zamana bağlı grafiği çizilip, grafiğin eğimi hesaplanmıştır. Su buharı geçirgenlik hızı (SBGH), eğimin film yüzey alanına bölünmesi ile bulunmuş (bağıntı 3.3) ve su buharı geçirgenliği (SBG) de bağıntı (3.4)'e göre hesaplanmıştır (McHugh vd. 1993; Parris vd. 1997; Ryu vd. 2002).

$$SBGH = \left( \frac{\text{Eğim}}{\text{Alan}} \right) \left( \frac{\text{g}}{\text{sam}^2} \right) \quad (3.3)$$

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = \frac{SBGH \times L}{\Delta P} \left( \frac{\text{g} \times \text{mm}}{(\text{sa} \times \text{kPa} \times \text{m}^2)} \right) \quad (3.4)$$

SBG: Su Buharı Geçirgenliği

SBGH: Su Buharı Geçirgenliği Hızı

L: Film kalınlığı (mm)

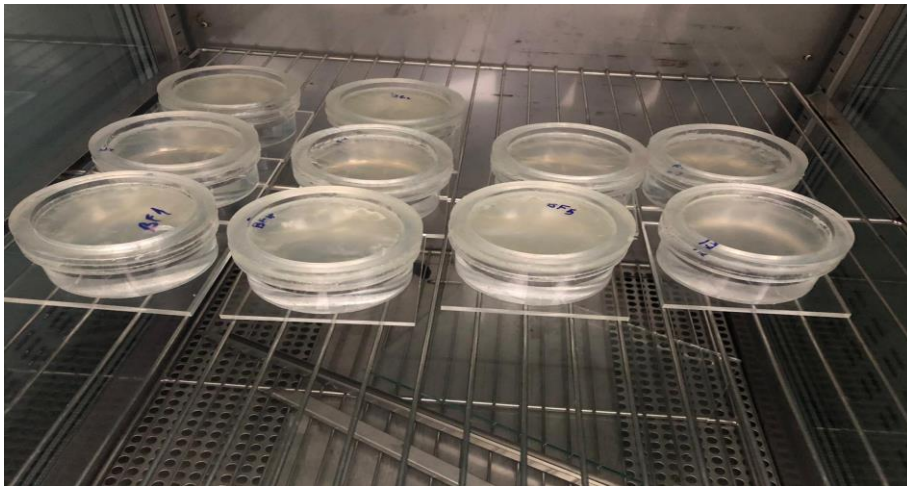
$\Delta P$ : Kap içi ve dışı arasındaki kısmi su buharı basıncı farkı

$P_2 = 3.169 \text{ kPa}$  ( $25^\circ\text{C}$  saf suyun buhar basıncı)

$\%50 = P_1 / P_2$

$P_1 = 1.5845$

$\Delta P = P_2 - P_1 = 1.5845$



**Şekil 3.3.** Su buharı geçirgenliği (SBG) ölçümleri

### 3.2.3.5. Filmlerin saf suda çözünürlüğünün belirlenmesi

Yenilebilir film numuneleri 80x80 mm<sup>2</sup> boyutlarında kesilerek, 70°C'lik etüvd.e (Memmert, Schwabach, Almanya) sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiş, başlangıç kuru ağırlığı belirlenmiştir. Daha sonra filmler, 100 ml saf su içeren behere daldırılmıştır. Beherlerin ağzı parafilmle (Parafilm M, Chicago, IL., Amerika) kapatılmıştır. 25°C'de 24 saat bekletilmiş ve kalan çözünmemiş film kısmı 70°C'de etüvd.e (Memmert, Schwabach, Almanya) kurutulup tartılmıştır. Sonuçlar bağıntı (3.5)'e göre hesaplanarak % olarak verilmiştir (Parris vd. 1997; Ryu vd. 2002).

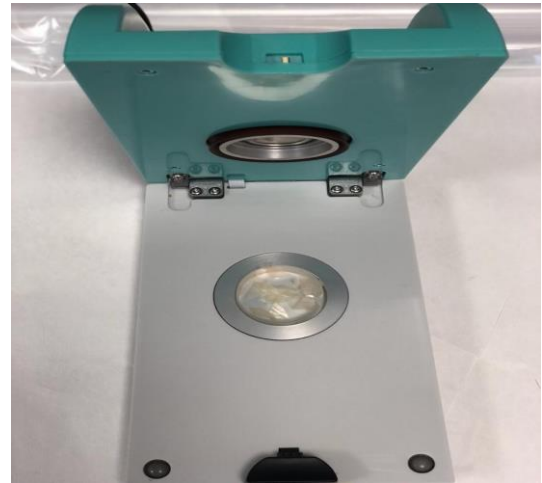
$$\% \text{ Suda Çözünürlük} = \frac{W_0 - W_{24}}{W_0} \times 100 \quad (3.5)$$

W<sub>0</sub>: Filmin başlangıç kuru ağırlığı

W<sub>24</sub>: 24 saat sonra çözünmeyen filmin kuru ağırlığı

### 3.2.3.6. Nem içeriğinin belirlenmesi

Yenilebilir filmlerin su aktivitesi 25°C, %50 bağıl nemde şartlandırıldıktan sonra, su aktivitesi cihazı (Labswift, Novasina AG, Lachen, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.4.** Nem içeriğini ölçümleri

### 3.2.4 Çiğ piliç etinde yapılan analizler

#### 3.2.4.1. Piliç etlerinin yenabilir filmlerle sarılması

Çiğ piliç etleri (derisiz ve kemiksiz üst but) 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubunu (K) oluşturmuş ve hiçbir işlem yapılmamıştır. İkinci grupta, piliç etleri sade filmler (F) ile tamamen sarılmıştır. Üçüncü grupta ise piliç etleri tuz, sarımsak ekstraktı, karabiber ve defne yaprak uçucu yağı içeren yenabilir filmler (BF) ile tamamen sarılmış ve bütün örneklerde sarma işlemi sırasında filmlerin uç kısımlarının katlanarak tavuk etinin altına getirilmesi sağlanmıştır. Örnekler +4°C de 19 gün süreyle depolanmıştır. Ayrıca kontrol grubu ve filmle kaplanan örneklerin konulduğu tabakların üzerleri depolama sırasında streç film (Cook, Ankara, Türkiye) ile kapatılmıştır.

#### 3.2.5 Depolama sırasında piliç etindeki mikrobiyal değişimin belirlenmesi

Mikrobiyolojik analizler +4°C depolanan örneklerde 0., 4., 8. 11., 15. ve 19. günlerin sonunda mikrobiyolojik analiz yapılmıştır. Analizlerde toplam koliform ile toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik bakteri (TPB) sayısı belirlenmiştir.

Aseptik olarak tartılan piliç eti örnekleri (10 g), 90 ml seyreltme çözeltisi (Ringer) ile karıştırılmış ve 1 dakika homojenize edilerek (Seward stomacher 80, Londra, İngiltere) gerekli seyreltmeler yapılmıştır. Piliç eti homojenatlarının seri dilüsyonlarından ( $10^1 - 10^7$ ) alınan örnekler (0.1 mL) uygun katı besiyerine sahip petri kutularının yüzeyine yayılmıştır. Örneklerdeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) kullanılmış ve 30°C de 24 saat inkübe edilmiş (Velp Scientifica Foc 225'i, Usmate, İtalya); koliform bakteri sayısının belirlenmesi için Violet Red Bile Agar (VRB) kullanılmış ve 37°C de 48 saat etüvd.e (Memmert, Schwabach, Almanya) inkübe edilmiştir (Lu vd. 2009; Emiroğlu vd. 2010). Bakteri sayısı  $\log_{10}$  koloni oluşturma birimi kob/g örnek olarak ifade edilmiştir.

#### 3.2.5.1. Piliç etlerinde pH tayini

pH değeri, 10 g piliç eti ve 90 ml saf su Ultra Turrax® T25 (IKA, Staufen, Almanya) ile karıştırılarak 1 dakika homojenize edildikten sonra pH metre (WTW Multi 3410 Set 1, Weilheim, Almanya) ile ölçülmüştür. pH ölçümleri 0., 4., 8., 12. günlerde her

gruptan alınan örnekler kullanılarak yapılmıştır (Emiroğlu vd. 2010). pH metrede ölçüm yapılan sıcaklık değerleri de belirtilmiş ve pH değerlerinin sıcaklık değerlerinden etkilenmemesi için genellikle benzer sıcaklık değerlerinde (oda koşullarında) çalışılmaya özen gösterilmiştir.

### 3.2.5.2. Piliç etlerinde ağırlık kaybı analizi

Yenebilir filmlerin nem kaybını önlemede etkisini belirlemek amacıyla piliç etinde meydana gelen su kaybı belirlenmiştir. Örnekler depolama süresince her iki gün arayla tartılarak kaydedilmiştir. Örneklerde meydana gelen su kaybı ağırlık kaybı olarak ifade edilmiş ve aşağıdaki formülle (3.6) belirlenmiştir (Lu vd. 2009).

$$\% \text{ Ağırlık kaybı} = \frac{(W_0 - W_i)}{W_0} \times 100 \quad (3.6)$$

$W_0$ = sıfırmıncı günkü ağırlık (g),

$W_i$ = i. günkü ağırlık (g)

### 3.2.5.3. Piliç etlerinde renk değerlerinin ölçülmesi

Piliç etlerinde renk değerleri ölçümü beyaz kalibrasyon plakası ( $L=96.86$ ,  $a=-0.07$ ,  $b=1.98$ ) ile kalibre edilmiş renk ölçüme cihazı (Minolta CR 400, Osaka, Japonya) ve CIA-Lab renk skalası kullanılarak yapılmıştır. CIA-Lab renk skalası üç boyutlu renk ölçümünü esas alınmıştır ve bunlar  $L=0$  ile  $100$  arası siyahlık ve beyazlık,  $a=-80$  ile  $+100$  arası yeşillik ve kırmızılık,  $b=-80$  ile  $+70$  arası mavilik ve sarılık boyutunu veya yerini gösterir. Her ölçümden önce cihaz, beyaz kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir (Kim vd. 2002).

### 3.2.6. Pişmiş piliç etinde yapılan analizler

Piliç eti örnekleri depolamanın 4. gününde 200°C’da 30 dakika süreyle elektrikli fırında (HC744540 Siemens, Münih, Almanya) pişirilmiştir.



**Şekil 3.5.** Piliç eti örnekleri depolamanın 4. gününde pişirmeden önce ve pişirdikten sonra

#### 3.2.6.1. Pişirme kaybı

Yenebilir filmle sarılmış ve sarılmamış piliç etleri pişirmeden önce ve pişirildikten sonra tartılarak kaydedilmiştir ve % pişirme kaybı bağıntı (3.7) ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Pişirme Kaybı} = \frac{PW_0 - PW_i}{PW_0} \times 100 \quad (3.7)$$

PW<sub>0</sub>: Pişirmeden önceki ağırlık

PW<sub>i</sub>: Pişirdikten sonraki ağırlık

#### 3.2.6.2. Pişmiş piliç etinde renk analizi

Piliç etleri pişirildikten sonra renk değerleri, renk ölçüm cihazı (Minolta CR 400, Osaka, Japonya) ve CIA-Lab renk skalası kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm, pişirme sonrası piliç üzerindeki film tabakası tamamen ayrılıp alınarak gerçekleştirilmiştir (Kim vd. 2002).

### 3.2.6.3. Tekstür analizi

Piliç eti örneklerinin tekstür analizi için kesme testi uygulanmıştır. Bu amaçla “Meullenet-Owens Razor Shear Blade (MORS)” kesme aparatı ile teçhiz edilmiş, 5 kg yük hücrelerine sahip tekstür analiz cihazı (TA-Xt plus, Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere) kullanılmıştır. Analiz sırasında örnekler 10 mm/s hızla, 20 mm derinlikte kesilmiş, veriler Texture Exponent 32 version 6.0.6.0 (Stable Micro Systems Godalming, Surrey, UK) ile değerlendirilerek, kesme kuvveti (Razor Blade Shear Force Max-N) ve kesme enerjisi (Razor Blade Shear Energy-N.mm) değerleri hesaplanmıştır (Xiong vd. 2006).

### 3.2.6.4. Duyusal değerlendirme

Depolamanın 4. gününde, kontrol grubu (K), BF ve F filmlerle sarılmış piliç etleri 200°C’ de 30 dakika pişirildikten sonra duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede “Basit Sıralama Testi” kullanılmıştır.

Pişmiş tavuk etleri 803 (K), 635 (BF), 741 (F), numaralarıyla kodlanmıştır. Parantez içerisindeki numaralar pişirme öncesi piliç etlerinin hangi filmle kaplandığını göstermektedir.

Sıralama Testi, Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans ve doktora öğrencileri arasından seçilen 13 paneliste yaptırılmıştır. Her üç örneği içeren bir grup oluşturulmuş ve duyusal analiz için panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden, bu grup içerisinde yer alan örnekleri ayrı ayrı değerlendirmeleri; En çok tercih ettiğini birinci sırada, hiç tercih etmediği örneği üçüncü sırada olacak şekilde sıralamaları istenmiştir (Şekil 3.3) (Anonim 2012).

## SIRALAMA TESTİ (Lezzet)

Panelistin adı – soyadı:

Tarih: 21 /06/2021

Ürün: Piliç Eti

Size sunulan pişmiş tavuk etlerini soldan başlayarak tadınız. Örnekler arasında bir miktar su içiniz. En lezzetliye 1 en az lezzetliye 3 vererek sıralayınız.

| Sıra            | Örnek Kodu |
|-----------------|------------|
| 1 (En lezzetli) |            |
| 2               |            |
| 3 (Lezzetsiz)   |            |

Not : beğenmeme sebebi: .....

## SIRALAMA TESTİ (Sertlik- Çiğnenebilirlik)

Panelistin adı – soyadı:

Tarih: 21 /06/2021

Ürün: Piliç Eti

Sertlik: Isırıldığında azı dişleri tarafından uygulanan kuvvettir.

Çiğnenebilirlik : Lokma büyüklüğündeki örneği yutmaya hazır hale gelinceye kadarki çiğneme sayısı.

Size sunulan pişmiş tavuk eti örneklerini soldan başlayarak azı dişlerinizle ısırınız. Örneğin sertliğini, en yumuşak örneğe 1, en sert örneğe 3 vererek sıralayınız.

Daha sonra saniyede 1 çiğneme yapacak şekilde örneği çiğneyerek, yutmaya hazır hale gelinceye kadarki çiğneme sayısını not ediniz.

| Sıra            | Örnek Kodu | Çiğneme Sayısı |
|-----------------|------------|----------------|
| 1 (En yumuşak ) |            |                |
| 2               |            |                |
| 3 (En sert)     |            |                |

Şekil 3. 1. Duyusal analiz formu

### 3.2.7. İstatistiksel yöntem

Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilere varyans analizi (ANOVA) varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalar arası farklılıklar, %5 güven aralığında ( $P < 0.05$ ) ve farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd. 1987).

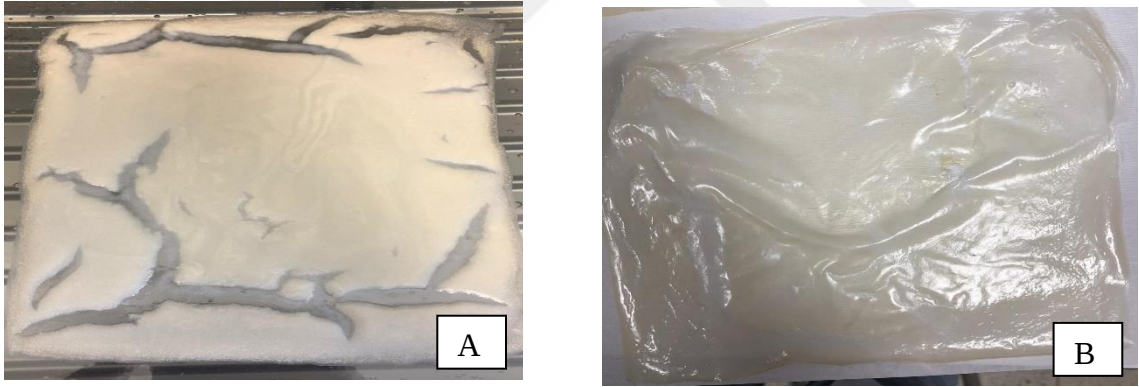


## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Ön Deneme Sonuçları

Yenebilir film üretimi için yapılan ön denemelerde nişasta ve sodyum kazeinat bazlı filmlere aktif maddeler (%17 tuz ve % 5 sarımsak ekstraktı, % 5 karabiber yağı ve % 5 defne yaprağı yağı) ilave edilerek filmler üretilmiş ve piliç eti (kemiksiz üst but) bu filmlerle sarılıp, 2 saat bekletildikten sonra pişirilmiştir. Aktif maddeler içeren filmlerle sarılarak pişirilen piliç etlerinin lezzetinin ön değerlendirmede beğenilmesi nedeniyle film üretiminde yukarıda belirtilen oranlarda tuz, sarımsak ekstresi, karabiber ve defne yağı kullanılmasına karar verilmiştir.

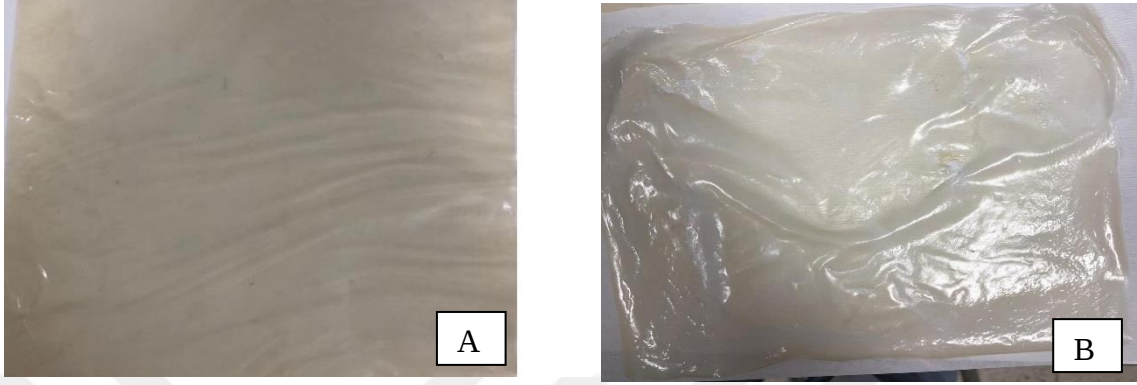
Aktif filmler %30 sodyum kazeinat ve %70 nişasta karışımından çözeltiler hazırlanarak üretilmiştir. Ancak üretilen bu filmlerin çatladığı gözlenmiştir. Daha düzenli film elde etmek için %50'lik sodyum kazeinat ve %50'lik nişasta karışımından filmler hazırlanmış ve bu filmlerde çatlama gözlenmemiştir. Bu nedenle aktif film üretiminde %50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımı kullanılmasına karar verilmiştir.



**Şekil 4.1.** A:%30 sodyum kazeinat ve %70 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler B: %50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler

Filmlerde plastikleştirici olarak gliserin kullanılmıştır. Uygun gliserin miktarı belirlemek için denemeler yapılmıştır. Film oluşturan polimere %35 kadar gliserin eklendiğinde filmlerin gerilme mukavemetinin düşük ve çok esnek olduğu görülmüştür. %30 gliserin eklenerek üretilen filmlerinde uygun olmadığı bulunmuştur. %25 oranında gliserin ilave edilerek üretilen filmlerin yeterli mukavemete ve esnekliğe sahip olduğu

gözlenmiştir. Bu oranı filmlerin yapısının düzgün ve üretmek istediğimiz film için yeterli olduğuna ve filmlerin %25'lik gliserin çözeltiden hazırlanmasına karar verilmiştir.



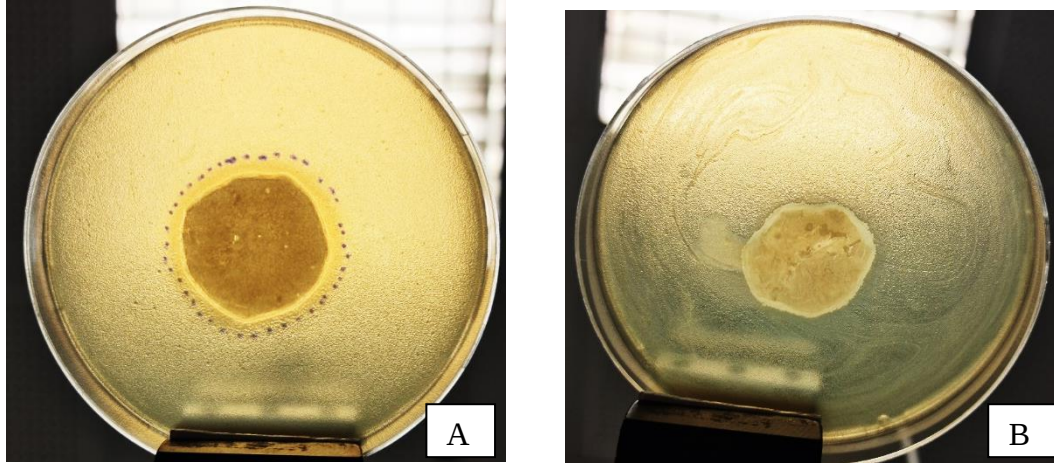
**Şekil 4.2** A:%50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına hazırlanan %25 gliserin eklenerek aktif filmler B: %50 sodyum kazeinat ve %50 nişasta karışımına %35 gliserin eklenerek hazırlanan aktif filmler

Film çözeltilerimi dökmek için uygun film de denenerek bulunmuştur. Film çözeltileri Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE) ile kaplanmış cam plakalara dökülmüştür. Filmler kuruduktan sonra LDPE'ye yapıştığı bu nedenle zor ayrıştığı görülmüştür. Filmler PVC asetat filmler üzerine döküldüğünde ise aynı sıcaklıklarda daha geç kuruduğu ve Polivinil klorür (PVC) yüzeyinden kolay bir şekilde çıkarıldığı gözlenmiştir.

## 4.2. Yenebilir Filmlere Ait Bulgular

### 4.2.1. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkinliği

Kontrol filmin (F) ve aktif madde (tuz, sarımsak ekstraktı, defne yaprak yağı ve karabiber yağı) içeren filmin (BF) *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı antibakteriyel etkileri agar disk difüzyon metodu kullanılarak belirlenmiştir ve zon inhibisyon alanları ölçülmüştür (Şekil 4.3, Çizelge 4.1). sade filmde zon inhibisyon alanı gözlenmezken, aktif filmin *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı antibakteriyel etki gösterdiği ve (13,6 mm) çapında zon oluşturduğu bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).



**Şekil 4.3.** A: *Salmonella enterica* DSMZ 18524 ekilmiş agar üstünde aktif film (BF) B: *Salmonella enterica* DSMZ 18524 ekilmiş agar üstünde kontrol film

**Çizelge 4.1.** *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı BF ve F filmlerin oluşturduğu zon çapına (mm) uygulanan varyans analizi

| Varyasyon kaynakları | Antimikrobiyal aktivitesi (mm) |        |          |
|----------------------|--------------------------------|--------|----------|
|                      | S.D                            | K.O    | F        |
| Film içeriği         | 2                              | 277.30 | 1638.27* |
| Hata                 | 2                              | 0.17   |          |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.2.** *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı BF ve F filmlerin oluşturduğu zon çapı (mm) değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | n | Antimikrobiyal aktivitesi (mm) |
|--------------|---|--------------------------------|
| BF           | 3 | $33.60 \pm 0.58^a$             |
| F            | 3 | $20.00 \pm 0.00^b$             |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Antibakteriyel etki, aktif filmin içeriğinde bulunan sarımsak ektraktı, karabiber ve defne yağından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada kekik, nane, adaçayı, karabiber ve sarımsak ekstralarının *Bacillus subtilis* ve *Salmonella enteritidis*'e karşı antibakteriyel aktivitesi belirlenmiş, kullanılan tüm ekstraktların *Bacillus subtilis* ve *Salmonella enteritidis*'e karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Al-Turki, 2007).

Merghni vd. (2016) yaptıkları çalışmada defne yağının *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivitesini gösterdiği ve 6.75 ile 16.5 mm arasında inhibisyon zon oluşturduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, başka bir çalışmada defne yağının gram-negatif bakterilere karşı daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Göksen vd. 2017).

#### 4.2.2. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri

Bu çalışmada sodyum kazeinat-patates nişastasından üretilen filmlerin mekanik özellikleri aynı nemde gerçekleştirilmiştir ve film numuneleri her iki film için eşit neme ulaşılana kadar 3 gün boyunca bir nemlendiriciye yerleştirilmiştir.

Sodyum kazeinat-patates nişastasından üretilen filmlerin yaklaşık kalınlıkları, gerilme mukavemetleri (GM), uzama miktarları (UM) Çizelge 4.3'te, bunlara uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Kalınlık sonuçları incelendiğinde, BF filmlerinin F filmlerine göre daha kalın olduğunu göstermiştir. Tuz, sarımsak ekstraktı, defne yaprak yağı ve karabiber yağı ilavesinin film kalınlığı üzerinde anlamlı ( $P < 0.05$ ) etkisi gözlemlenmiştir.

Gerilme mukavemeti, filmin kopmaya karşı direncini ifade ederken, yüzde uzama miktarı (kopma öncesi uzama), kopmadan önceki filmin gerilme kabiliyetini ifade etmektedir. Her iki özellikte ambalaj materyali için çok önemlidir (Krochta ve Johnston, 1997). BF filmlerinin gerime mukavemeti, F filmlerinkine göre önemli ( $P < 0.01$ ) ölçüde düşük olduğu ancak BF filmlerinin yüzde uzama miktarının ise daha yüksek ( $P < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur. GM'deki düşüşün ve UM'deki artışın, BF film üretimi sırasında ilave edilen tuz ve sarımsak ekstraktı, defne ve karabiber yağının polimer zincirleri arasındaki mesafeyi açmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan benzer bir çalışmada %35 gliserin eklenerek üretilen sodyum kazeinat-nişasta (1:1) filmlerinin GM değerlerinin  $3,80 \pm 0,47$  MPa, UM değerlerinin  $35,99 \pm 8,32$  olduğu ve filmlere %15 kekik-kimyon oleoresini eklendiğinde GM değerlerinin  $2,72 \pm 0,24$  MPa düştüğü ancak uzama miktarının değişmediği bildirilmiştir (Küçüközet, 2015).

**Çizelge 4.3** Farlı içerikteki yenebilir filmlere ait kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı sonuçları

| Muameleler | Kalınlık (μm) | UM (%) | GM (MPa) |
|------------|---------------|--------|----------|
| BF1        | 185.8         | 40.37  | 0.57     |
| BF1        | 183.4         | 34.75  | 0.44     |
| BF1        | 183.2         | 39.60  | 0.48     |
| BF1        | 185.0         | 40.66  | 0.51     |
| BF2        | 174.8         | 39.24  | 0.83     |
| BF2        | 177.2         | 45.84  | 0.68     |
| BF2        | 176.4         | 41.89  | 0.70     |
| BF2        | 176.2         | 46.09  | 0.56     |
| BF3        | 190.6         | -      | -        |
| BF3        | 189.6         | 29.04  | 0.29     |
| BF3        | 171.6         | 32.42  | 0.53     |
| BF3        | 176.2         | 31.84  | 0.52     |
| BF4        | 167.8         | 38.16  | 0.62     |
| BF4        | 166.6         | 30.13  | 0.53     |
| BF4        | 175.6         | 21.85  | 0.47     |
| BF4        | 173.4         | 27.65  | 0.45     |
| BF5        | 186.0         | 49.91  | 0.71     |
| BF5        | 194.8         | 40.46  | 0.77     |
| BF5        | 180.0         | 34.11  | 0.73     |
| BF5        | 169.0         | -      | -        |
| F1         | 140.8         | 31.00  | 8.53     |
| F1         | 159.2         | 37.01  | 2.85     |
| F1         | 139.6         | 22.19  | 3.36     |
| F1         | 171.2         | 31.67  | 5.21     |
| F2         | 156.2         | 31.14  | 3.24     |
| F2         | 170.4         | 15.41  | 6.30     |
| F2         | 167.6         | 28.66  | 5.25     |
| F2         | 135.6         | 40.45  | 5.90     |
| F3         | 150.2         | 27.49  | 4.60     |
| F3         | 145.6         | 35.62  | 4.46     |
| F3         | 196.6         | 21.86  | 4.04     |
| F3         | 122.0         | 22.65  | 5.81     |
| F4         | 155.6         | 26.59  | 1.88     |
| F4         | 172.8         | 25.62  | 2.23     |
| F4         | 143.6         | 29.90  | 2.52     |
| F4         | 163.4         | 35.38  | 2.12     |
| F5         | 153.8         | 31.52  | 4.08     |
| F5         | 112.6         | 29.44  | 4.08     |
| F5         | 141.2         | 28.78  | 3.16     |
| F5         | 156.4         | 38.78  | 2.97     |

**Çizelge 4.4.** Kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerlerine uygulanan varyans analizi

| Varyasyon kaynakları | GM (MPa) |      |       | UM (%) |        |         |
|----------------------|----------|------|-------|--------|--------|---------|
|                      | S.D      | K.O  | F     | S.D    | K.O    | F       |
| Film içeriği         | 5        | 3.48 | 2.56* | 5      | 537.61 | 11.38** |
| Hata                 | 29       | 1.36 |       | 17     | 47.25  |         |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.5.** Gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | n  | GM (MPa)            | UM (%)             | n  | Kalınlık ( $\mu$ m) |
|--------------|----|---------------------|--------------------|----|---------------------|
| BF           | 18 | $0.578 \pm 0.137^b$ | $36.89 \pm 7.23^a$ | 20 | $0.179 \pm 0.01$    |
| F            | 20 | $4.130 \pm 1.677^a$ | $29.56 \pm 6.22^b$ | 20 | $0.151 \pm 0.01$    |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.2.3. Yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlükleri

Farlı içeriğe sahip yenebilir filmlerin sudaki çözünürlük yüzdeleri Çizelge 4.6'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'te ve değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8'te verilmiştir.

Nişasta ve sodyum kazeinat bazlı filmlere aktif madde ilavesi filmlerin saf sudaki çözünürlüklerini önemi ölçüde ( $P < 0.01$ ) azalttığı tespit edilmiştir. BF filmlere ilave edilen hidrofobik özellikteki defne ve karabiber yağının filmlerin suda çözünürlüğünü düşürdüğü tahmin edilmektedir.

**Çizelge 4.6.** Filmlerin saf sudaki çözünürlük değerleri

|            | Filmler | Saf sudaki çözünürlük (%) |
|------------|---------|---------------------------|
| Tekerrür1  | F       | 66.20                     |
|            | F       | 69.86                     |
|            | BF      | 62.30                     |
|            | BF      | 66.55                     |
| Tekerrür 2 | F       | 73.83                     |
|            | F       | 74.54                     |
|            | F       | 66.40                     |
|            | BF      | 54.13                     |
|            | BF      | 62.21                     |
|            | BF      | 59.38                     |

**Çizelge 4.7.** Filmlerin saf sudaki çözünürlük değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Saf sudaki çözünürlük (%) |         |        |
|----------------------|---------------------------|---------|--------|
|                      | S.D                       | K.O     | F      |
| Film içeriği         | 2                         | 239.918 | 7.223* |
| Hata                 | 4                         | 33.216  |        |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.8.** Filmlerin saf sudaki çözünürlük değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | n | Saf sudaki çözünürlük (%) |
|--------------|---|---------------------------|
| F            | 5 | $70.1666 \pm 3.96^a$      |
| BF           | 5 | $60.9124 \pm 4.58^b$      |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlüklerine (%) ait varyans analizi sonuçlarına göre filmlerin saf sudaki çözünürlüklerinin film içeriğinden önemli derecede ( $p < 0.01$ ) etkilenmektedir.

Benzer şekilde Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiği yenebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve kimyon yağı ilave ettiğinde filmlerin sudaki çözünürlüklerini önemi ölçüde azalttığı tespit etmiştir.

#### 4.2.4. Yenebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri

Gıda ile çevre atmosferi arasındaki nem transferini azaltmak için filmlerin su buharı geçirgenliği (SBG) mümkün olduğunca düşük olması istenmektedir. Geçirgenlik, polimer içeriğindeki suyun çözünürlüğüne ve difüzyonuna bağlıdır. Filmlerin geçirgenliği, film yapısı, plastikleştirici, ortamın bağıl nemi ve çevrenin sıcaklığından etkilenmektedir (Kaynak yazmalısın). Sodyum kazeinat ve nişasta esaslı filmlere oleoresin ilavesi ve oleoresin ilave etmeden filmlerin su buharı geçirgenliği değerleri Çizelge 4.9' de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.9.** Yenebilir filmlere ait kalınlık, eğim, su buharı geçirgenliği hızı ve su buharı geçirgenliği değerleri

|            | Filmler | Eğim<br>$\frac{g}{sa.}$ | Kalınlık<br>$mm$ | SBGH<br>$\frac{g}{sa. m^2}$ | SBG<br>$\frac{g \cdot mm}{sa. kPam^2}$ |
|------------|---------|-------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| 1.Tekerrür | BF      | 0.3510                  | 0.168            | 17.4627                     | 1.8559                                 |
|            | BF      | 0.3600                  | 0.176            | 17.9104                     | 1.9872                                 |
|            | BF      | 0.3050                  | 0.183            | 15.1741                     | 1.7506                                 |
| 2.Tekerrür | BF      | 0.3560                  | 0.172            | 17.7114                     | 1.9248                                 |
|            | BF      | 0.3580                  | 0.186            | 17.8109                     | 2.0885                                 |
| 1.Tekerrür | F       | 0.2670                  | 0.123            | 13.2836                     | 1.0345                                 |
|            | F       | 0.2280                  | 0.186            | 11.3433                     | 1.3330                                 |
|            | F       | 0.2590                  | 0.160            | 12.8856                     | 1.3028                                 |
| 2.Tekerrür | F       | 0.3080                  | 0.140            | 15.3234                     | 1.3500                                 |
|            | F       | 0.3080                  | 0.198            | 15.3234                     | 1.9110                                 |

**Çizelge 4.10.** Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su buharı geçirgenliği değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Su buharı geçirgenliği değerleri $\frac{g \cdot mm}{sakPA m^2}$ |            |         |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|---------|
|                      | S.D                                                             | K.O        | F       |
| Film içeriği         | 2                                                               | 0.71593705 | 18.24** |
| Hata                 | 4                                                               | 0.03924454 |         |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.11.** Su buharı geçirgenliği değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | n | Su buharı geçirgenliği değerleri $\frac{g \cdot mm}{sakPA m^2}$ |
|--------------|---|-----------------------------------------------------------------|
| BF           | 5 | 1.921 $\pm$ 0.128 <sup>a</sup>                                  |
| F            | 5 | 1.386 $\pm$ 0.320 <sup>b</sup>                                  |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre (P<0.05) farklı olduğunu göstermektedir.

Varyans analizi sonuçları film içeriğinin su buharı geçirgenliğini önemli düzeyde (p<0.05) etkilediğini göstermektedir (Çizelge 4.10). BF filmlerinin su buharı geçirgenliği F filmlerden daha yüksek bulunmuştur. Küçüközet (2015) tarafından yapılan çalışmada sodyum kazeinat ve nişasta bazlı filmlerin SBG değeri 3.42 $\pm$ 1.53 g.m/m<sup>2</sup> s Pa iken %10 oranında kekik ve kimyon yağı ilavesiyle bu değer 3.07 $\pm$ 0.78 g.m/m<sup>2</sup> sPa'ya kadar azalmıştır. Her ne kadar bu çalışmada ilave edilen defne ve karabiber yağının filmlerin SBG değerini düşürücü etkisi beklenmişse de film üretiminde %17 oranında ilave edilen

tuzun film içerisinde suyun hem çözünürlüğünü artırarak, hem de polimer zincirleri arasında boşlukları artırarak suyun daha kolay difüzyonla ilerlemesini sağlayarak BF filminin SBG artırdığı düşünülmektedir.

Wang vd. (2007), yaptıkları çalışmada karboksimetil selüloz (CMC), jelatin, peynir altı suyu proteini izolatu, patates nişastası, sodyum kazeinat ve sodyum aljinat ile hazırlanan yenilebilir filmlerle yapılan çalışmada sodyum kazeinat en düşük su buharı geçirgenliğine birisini olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada sodyum kazeinat filmin uzama yüzdesi ve gerilme gücü iyi özelliklere sahiptir olduğu belirtilmiştir.

#### 4.2.5. Yenebilir filmlerin su aktivitesinin belirlenmesi

BF Yenebilir filmlerin örneklerinde su aktivitesini değeri en düşük 0,532, en yüksek ise 0,541 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.12.). BF yenebilir filmlerin örneklerinde ise su aktivitesinin değeri en düşük 0,560, en yüksek ise 0,568 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.12.).

**Çizelge 4.12.** Yenebilir filmlere ait su aktivitesini değerleri

| BF yenebilir filmlerin su aktivitesinin | F yenebilir filmlerin su aktivitesinin |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 0,523                                   | 0,560                                  |
| 0,535                                   | 0,568                                  |
| 0,537                                   | 0,565                                  |
| 0,541                                   | 0,562                                  |
| 0,538                                   | 0,563                                  |

Su aktivitesi bakımından BF yenebilir filmlerin, F yenebilir filmlere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek su aktivitesideğerleri ( $P<0.05$ ) F filmlere aitken, BF filmlerin su aktivitesini içeriğinde önemli ( $P<0.05$ ) azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç baharat yağının hidrofobikliğiyle bağlantılıdır. Film üretiminde %17 oranında ilave edilen tuzun film içerisinde suyun kaybını artırması, polimer zincirleri arasında boşlukları fazlalaştırarak suyun daha kolay buharlaşmasını sağlaması ndan dolayı olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.13.** Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su aktivitesini değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Su aktivitesi değerleri |            |        |
|----------------------|-------------------------|------------|--------|
|                      | S.D                     | K.O        | F      |
| Film içeriği         | 2                       | 5.45       | 1.256* |
| Hata                 | 4                       | 0.03924454 |        |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.14.** Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin su aktivitesi değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | n | Su aktivitesi değerleri          |
|--------------|---|----------------------------------|
| BF           | 5 | 0,5348 $\pm$ 0. 007 <sup>b</sup> |
| F            | 5 | 0,5636 $\pm$ 0. 003 <sup>a</sup> |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

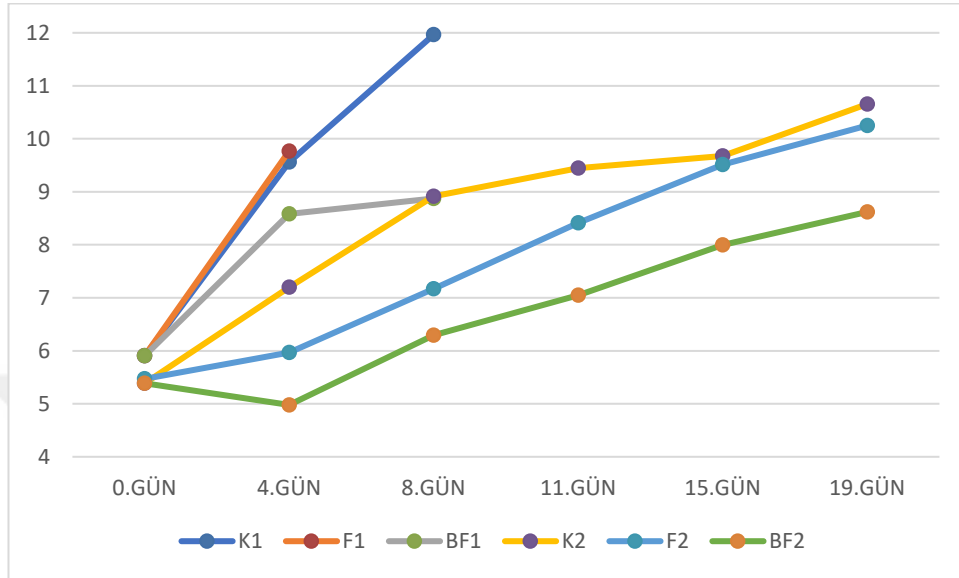
### 4.3. Yenebilir Filmlerle Sarılmış Çiğ Piliç Etlerine Ait Bulgular

#### 4.3.1. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizleri için birinci tekerrürde Hastavuk marka piliç etleri kullanılmıştır. Ancak ilk gün yapılan mikrobiyolojik analizlerde bakteriyel yükün fazla çıkması nedeniyle ikinci tekerrürde Banvit marka piliç etleri kullanılmıştır. Her iki markaya ait piliç etleri örneklerinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayısındaki depolamaya bağlı değişim Şekil 4.4 ve bunlara uygulanan varyans analiz ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.15. ve Çizelge 4.15. verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında birinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinde TMAB sayısının  $3,64 \times 10^5$  ile  $9,59 \times 10^5$  kob/g (ortalama  $8,04 \times 10^5$ ) arasında, ikinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinde TMAB sayısı ise  $1,70 \times 10^5$  ile  $3,08 \times 10^5$  kob/g arasında (ortalama  $2,43 \times 10^5$ ) değiştiği bulunmuştur. Her iki tekerrürde kullanılan piliç eti örneklerindeki TMAB sayısının Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği izin verilen maksimum değerlerin altında olduğu Ancak birinci tekerrürde kullanılan piliç etlerindeki TMAB ortalama sayısının ikinci tekerrürdekinin 3.31 katı olduğu görülmektedir. Bu nedenle birinci tekerrürde + 4°C 4 gün depolanan kontrol ve sade filmle sarılan örneklerde 3.6 log kob/g bir artış gözlenmiş, örneklerde kötü koku oluştuğu ve örneklerin bozulduğu tespit edilmiştir.

Ancak BF örneklerinde 8. günde dahi TMAB sayısında sadece 3.1 log kob/g bir artış gözlenmiş ve örnekleri de henüz kötü kolu oluşmadığı belirlenmiştir.



**Şekil 4.4.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde TMAB kolonileri sayısının depolama süresince değişimi (1: birinci tekerrür 2: ikinci tekerrür, K: kontrol, F: sade film, BF: aktif film)

**Çizelge 4.15.** TMAB sayısı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Toplam Mezofilik Aerobik Bakterileri Tekerrür 1 |         |           | Toplam Mezofilik Aerobik Bakterileri Tekerrür 2 |        |           |
|----------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------|-------------------------------------------------|--------|-----------|
|                      | S.D                                             | K.O     | F         | S.D                                             | K.O    | F         |
| Muamele              | 3                                               | 16.09   | 732.65*   | 2                                               | 37.233 | 2601.08*  |
| İnteraksiyon         | 1                                               | 1752.84 | 41673.45* | 1                                               | 727.87 | 85779.44* |
| Hata                 | 18                                              | 0.02    |           | 9                                               | 0.01   |           |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

İkinci tekerrürde kullanılan ve + 4°C depolanan kontrol piliç etlerinde 8. günde 3.53 log kob/g bir artış gözlemlendiği halde başlangıç mikroorganizma yükünün az olması nedeniyle henüz bozulmadığı ancak kontrol örneklerinin 11. günde bozulduğu görülmüştür. Her iki tekerrür sonuçları incelendiğinde piliç etinde TMAB sayısının 10<sup>9</sup> kob/g'ı geçtiğinde bozulma gerçekleştiği görülmektedir. F grubu örneklerinde 11. Günde henüz bozulmadığı ancak 14. günde TMAB sayısı 3.24 x10<sup>9</sup> ulaşarak bozulduğu, BF

grubu örneklerde ise 19. Günlük depolama sonrasında dahi TMAB sayısının  $4.17 \times 10^8$  kob/g civarında olduğu ve örneklerin henüz bozulmadığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.16.** TMAB sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

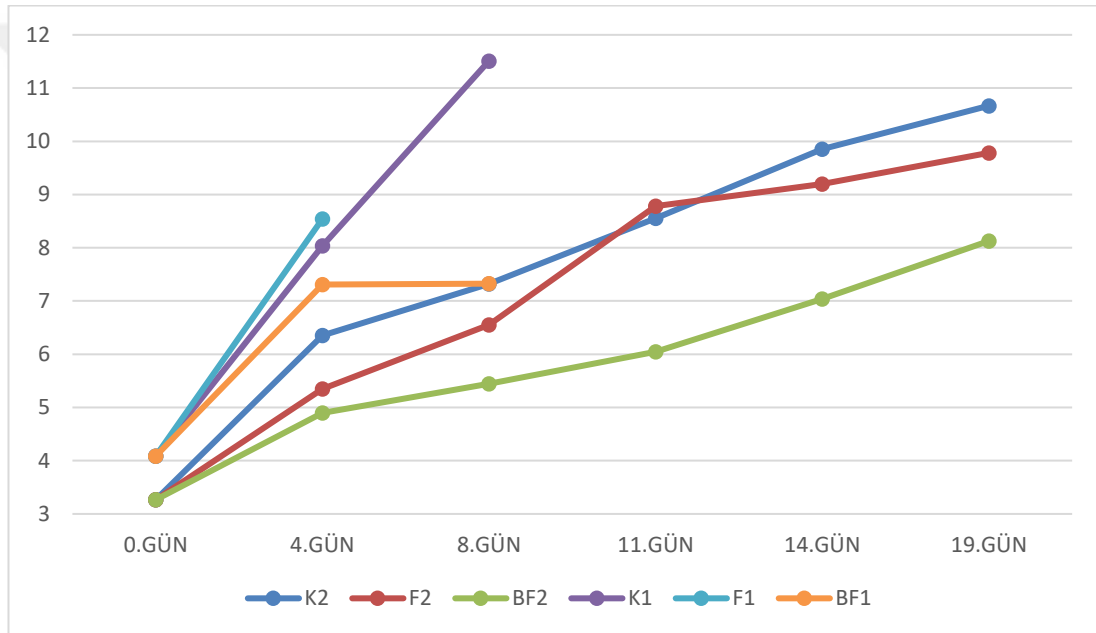
| Zaman   | Muamele | Tekerrür 1       | Tekerrür 2       |
|---------|---------|------------------|------------------|
| 0. gün  | K       | 5.91 $\pm$ 0.09  | 5.39 $\pm$ 0.12  |
|         | F       | 5.91 $\pm$ 0.09  | 5.39 $\pm$ 0.12  |
|         | BF      | 5.91 $\pm$ 0.09  | 5.39 $\pm$ 0.12  |
| 4. gün  | K       | 9.56 $\pm$ 0.08  | 7.20 $\pm$ 0.16  |
|         | F       | 9.77 $\pm$ 0.09  | 5.66 $\pm$ 0.15  |
|         | BF      | 8.58 $\pm$ 0.04  | 4.98 $\pm$ 0.26  |
| 8. gün  | K       | 11.96 $\pm$ 0.17 | 8.91 $\pm$ 0.21  |
|         | F       | -                | 7.17 $\pm$ 0.13  |
|         | BF      | 8.87 $\pm$ 0.13  | 6.29 $\pm$ 0.15  |
| 11. gün | K       | -                | 9.45 $\pm$ 0.13  |
|         | F       | -                | 8.41 $\pm$ 0.19  |
|         | BF      | -                | 7.05 $\pm$ 0.08  |
| 15. gün | K       | -                | 9.68 $\pm$ 0.29  |
|         | F       | -                | 9.52 $\pm$ 0.20  |
|         | BF      | -                | 7.99 $\pm$ 0.08  |
| 19. gün | K       | -                | 10.65 $\pm$ 0.26 |
|         | F       | -                | 10.25 $\pm$ 0.04 |
|         | BF      | -                | 8.62 $\pm$ 0.06  |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Depolama boyunca elde edilen TMAB sayılarına uygulanan varyans analizi sonuçları film uygulamasının istatistiksel açıdan önemli ( $p < 0,01$ ) olduğunu ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da 1. Tekerrürde aktif filmin, 2. tekerrürde ise hem sade ve özellikle de aktif filmlerin TMAB sayısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir ( $p < 0,01$ ). Bu sonuçların sade filmlerin piliç eti ile oksijen temasını kısmen de olsa kesmesi nedeniyle aerobik mikroorganizma gelişimini baskılamasından, aktif filmlerin ise buna ilaveten sarımsak ekstraktı, defne ve karabiber yağının etkisiyle antimikrobiyal aktivite göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Protein bazlı film ve kaplamalar çok iyi gaz bariyerleridir (özellikle oksijene karşı) (Ouattara vd. 2002). Literatürde sarımsak ekstraktı ve defne yaprak oleoresinlerin bakteri gelişimini engelleyici etki gösterdiği bildirilmiştir. (Karsha ve Lakshmi 2010; Ozdemir vd. 2018).

Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinattan ürettiği yenebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve kimyon yağı ilave ettiğinde filmlerin tavuk eti örneklerini soğuk olarak depolanması sürecindeki mikrobiyolojik kalitesini incelemiştir. Farklı filmler ile kaplanmış çiğ piliç etleri örneklerinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteriler sayıları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli görülmemiştir.

Kontrol ve filmlerle sarılmış örneklerin +4°C depolanması sırasındaki koliform bakteri değişimi Şekil 4.5.'de log<sub>10</sub> kob/g cinsinden gösterilmiştir. Koliform bakteri sayılarına uygulanan varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17. ve Çizelge 4.18. verilmiştir.



**Şekil 4.5.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde koliform bakteri kolonilerinin sayısının depolama süresince değişimi (iki tekerrür ve iki paralel değerlerin ortalamasıdır)

**Çizelge 4.17.** Koliform bakteri kolonilerinin sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Tekerrür 1 |         |            | Tekerrür 2 |          |            |
|----------------------|------------|---------|------------|------------|----------|------------|
|                      | S.D        | K.O     | F          | S.D        | K.O      | F          |
| Muamele              | 3          | 55.173  | 4942.956*  | 5          | 28.629   | 565.211*   |
| İnteraksiyon         |            | 467.480 | 49029.453* | 1          | 1229.054 | 38172.345* |
| Hata                 | 9          | 0.01    |            | 18         | 0.03     |            |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.18.** Koliform Bakteri sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| zaman   | Muamele | Tekerrür 1       | Tekerrür 2       |
|---------|---------|------------------|------------------|
| 0. gün  | K       | 4.09 $\pm$ 0.15  | 3.27 $\pm$ 0.14  |
|         | F       | 4.09 $\pm$ 0.15  | 3.27 $\pm$ 0.14  |
|         | BF      | 4.09 $\pm$ 0.15  | 3.27 $\pm$ 0.14  |
| 4. gün  | K       | 8.04 $\pm$ 0.10  | 6.35 $\pm$ 0.27  |
|         | F       | 8.54 $\pm$ 0.09  | 5.35 $\pm$ 0.09  |
|         | BF      | 7.31 $\pm$ 0.07  | 4.90 $\pm$ 0.30  |
| 8. gün  | K       | 11.51 $\pm$ 0.05 | 7.32 $\pm$ 0.08  |
|         | F       | -                | 6.55 $\pm$ 0.22  |
|         | BF      | 7.33 $\pm$ 0.05  | 5.45 $\pm$ 0.27  |
| 11. gün | K       | -                | 8.56 $\pm$ 0.27  |
|         | F       | -                | 8.78 $\pm$ 0.26  |
|         | BF      | -                | 6.05 $\pm$ 0.08  |
| 15. gün | K       | -                | 9.85 $\pm$ 0.32  |
|         | F       | -                | 9.20 $\pm$ 0.17  |
|         | BF      | -                | 7.04 $\pm$ 0.10  |
| 19. gün | K       | -                | 10.67 $\pm$ 0.16 |
|         | F       | -                | 9.78 $\pm$ 0.15  |
|         | BF      | -                | 8.13 $\pm$ 0.17  |

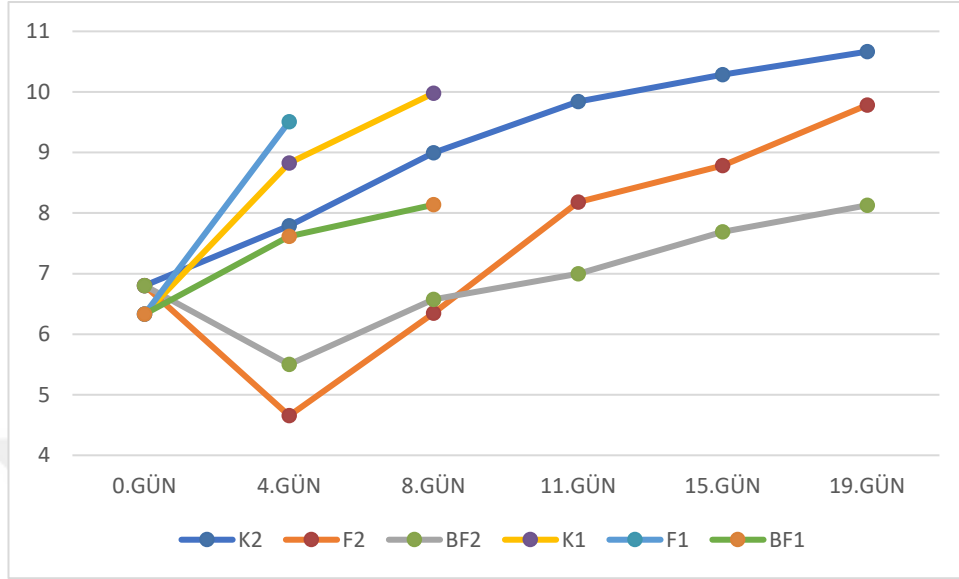
Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Depolamanın başlangıcında birinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin koliform bakteri sayısı  $8,00 \times 10^3$  ile  $2,90 \times 10^4$  kob/g arasında, ikinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin koliform bakteri sayısının ise  $1,20 \times 10^3$  ile  $2,40 \times 10^3$  kob/g arasında olduğu gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği'ne göre çiğ kanatlı etlerinde bulunmasına izin verilen koliform sayısı bulunmamaktadır. Ancak koliform bakterilerinin önemli bir kısmını oluşturan *E. Coli*'nin  $5.0 \times 10^3$  kob/g aşmaması gerektiği bildirilmektedir.

Depolama sırasında örneklerde koliform bakteri sayısındaki değişim TMAB sayısındaki değişime büyük oranda benzerlik göstermektedir. Koliform bakterilerin, bu çalışmada kullanılan piliç etlerindeki TMAB'leri önemli bir kısmını oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca hem sade hem de aktif filmlerin TMAB üzerinde gösterdikleri etkiye çok benzer şekilde koliform bakterilerini de etkilediği görülmektedir.

Kontrol ve filmlerle sarılmış örneklerin  $+4^\circ\text{C}$  depolanması sırasındaki toplam psikrofil bakteri (TPB) değişimi Şekil 4.5.'de  $\log_{10}$  kob/g cinsinden gösterilmiştir. TPB

sayılarına uygulanan varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.19. ve Çizelge 4.20.'de verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Toplam psikrofil bakteri koloni sayısının depolama süresince değişimi.

**Çizelge 4.19.** Toplam psikrofilik bakteri kolonilerinin sayısına uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Tekerrür 1 |        |           | Tekerrür 2 |         |           |
|----------------------|------------|--------|-----------|------------|---------|-----------|
|                      | S.D        | K.O    | F         | S.D        | K.O     | F         |
| Muamele              | 2          | 13.91  | 685.16*   | 5          | 9.13    | 215.16*   |
| İnteraksiyon         | 1          | 650.16 | 18426.02* | 1          | 1322.90 | 15215.55* |
| Hata                 | 9          | .02    |           | 18         | 0.51    |           |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

Depolamanın başlangıcında birinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin TPB sayısı  $6.61 \times 10^5$  ile  $9.55 \times 10^5$  kob/g arasında, ikinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin TPB sayısı ise  $1,70 \times 10^5$  ile  $3,02 \times 10^5$  kob/g arasında değiştiği gözlenmiştir.

Depolamanın başlangıcında birinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin TPB sayısı  $6.61 \times 10^5$  ile  $9.55 \times 10^5$  kob/g arasında, ikinci tekerrürde kullanılan piliç etleri örneklerinin TPB sayısı ise  $1,70 \times 10^5$  ile  $3,02 \times 10^5$  kob/g arasında değiştiği gözlenmiştir.

**Çizelge 4.20.** Toplam psikrofilik Bakterileri sayısı ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| zaman   | Muamele | Tekerrür 1      | Tekerrür 2       |
|---------|---------|-----------------|------------------|
| 0. gün  | K       | 6.33 $\pm$ 0.13 | 6.80 $\pm$ 0.23  |
|         | F       | 6.33 $\pm$ 0.13 | 6.80 $\pm$ 0.23  |
|         | BF      | 6.33 $\pm$ 0.13 | 6.80 $\pm$ 0.23  |
| 4. gün  | K       | 8.83 $\pm$ 0.08 | 7.79 $\pm$ 0.34  |
|         | F       | 9.51 $\pm$ 0.06 | 4.65 $\pm$ 0.52  |
|         | BF      | 7.61 $\pm$ 0.28 | 5.50 $\pm$ 0.23  |
| 8. gün  | K       | 9.98 $\pm$ 0.19 | 8.99 $\pm$ 0.01  |
|         | F       | -               | 6.35 $\pm$ 0.16  |
|         | BF      | 8.14 $\pm$ 0.09 | 6.57 $\pm$ 0.39  |
| 11. gün | K       | -               | 9.84 $\pm$ 0.13  |
|         | F       | -               | 8.18 $\pm$ 0.13  |
|         | BF      | -               | 6.99 $\pm$ 0.08  |
| 15. gün | K       | -               | 10.29 $\pm$ 0.21 |
|         | F       | -               | 8.78 $\pm$ 0.37  |
|         | BF      | -               | 7.69 $\pm$ 0.11  |
| 19. gün | K       | -               | 10.67 $\pm$ 0.16 |
|         | F       | -               | 9.78 $\pm$ 0.15  |
|         | BF      | -               | 8.13 $\pm$ 0.17  |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P<0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.6 verilen 2. tekerrür sonuçları incelendiğinde 4. gündeki F ve BF örneklerin TPB sayısının 0. Günden daha az olduğu, yani bu filmlerin antimikrobiyal etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca bu örneklerin 8. gündeki TPB sayısının başlangıçtaki sayıya yakın olduğu görülmektedir.

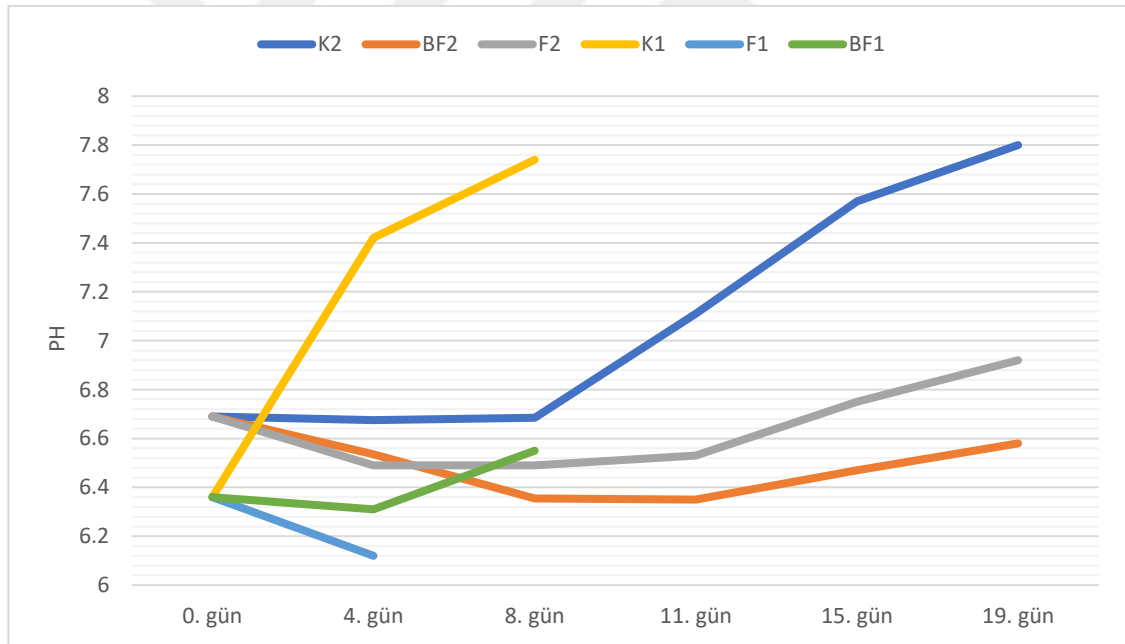
TMAB ve koliform sonuçlarına benzer olarak film uygulamasının istatistiksel açıdan önemli ( $p<0,01$ ) olduğunu görülmektedir. Yine diğer bakteri sonuçlarında olduğu gibi 1. Tekerrürde aktif filmin, 2 tekerrürde ise hem sade ve özellikteki aktif filmlerin TMAB sayısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiği yenilebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve Kimyon yağı ilave ettiğinde yenilebilir film uygulanan tüm örneklerde tavuk eti örneklerini soğuk olarak depolanması sürecindeki mikrobiyolojik kalitesini incelemiştir. Farklı filmler ile kaplanmış çiğ piliç etleri örneklerinde psikrofilik bakteriler sayıları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli görülmemiştir.

Birinci tekerrüre ait mikrobiyolojik analiz sonuçları taşıma aşamasının her hangi bir aşamasında soğuk zincir kopsa dahi BF filminin piliç etlerinin raf ömrünü koruyabileceğini göstermektedir. İkinci tekerrür sonuçları ise +4°C 8 gün olan piliç etinin raf ömrünün, BF filmi ile ambalajlanarak 19 güne çıkarılabileceğini göstermektedir.

#### 4.3.2. pH değeri

Et ve et ürünlerinde mikrobiyal faaliyetler sonucu oluşan uçucu aminli bileşikler, biyojen aminler ve amonyak, etin pH'nın yükselmesine neden olmaktadır. Lakik asit bakterileri ise etin pH değerinin düşmesine neden olabilmektedir. Birinci tekerrürde kullanılan kontrol piliç etlerinin pH değerleri 4.günde 6,36 dan 7,42'ye yükselirken, 2. tekerrürde kullanılan piliç etlerini pH değeri ilk 8 gün 6,8-6,9 civarında sabit kalmış daha sonra yani bozulma başladıktan sonra pH değeri artmaya başlamıştır. Filmle sarılmış örneklerin pH değerlerinin önce bir miktar düştüğü sonra arttığı görülmüştür (Şekil 4. 7).



**Şekil 4.7.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi

pH değerindeki bu düşüşün filmlerin piliç etinin oksijenle temasını kısmen de olsa azaltması bakterilerin laktik asit fermentasyonu gerçekleştirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Normal canlı kanatlı etinin pH'sı yaklaşık 7.2'dir. Etlerin, kesimden hemen sonra 7.2-7.4 olan pH'sı, 5.0-5.5'e kadar düşmekte, sonra tekrar yükselmeye

başlamaktadır. Tüketilebilir etin pH'ı 5,2 ila 7,0 arasında değişebilir. Buna göre, K grup 11. günde bozulurken, diğer gruplar tüketimine uygun kalıştır. 18. günde, sade filmi ile kaplanan ette pH 7'ye yaklaşmaya başlamış, baharatlı filmin ise pH değeri 7'nin altında kalmıştır. BF tavuk etleri hala tüketimine uygun söyleyebilir.

**Çizelge 4.21.** Piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Tekerrür 2 |        |          |     |        |          |
|----------------------|------------|--------|----------|-----|--------|----------|
|                      | S.D        | K.O    | F        | S.D | K.O    | F        |
| Muameler             | 2          | 1.35   | 1228.95* | 5   | .061   | 152.083* |
| İnteraksiyon         | 1          | 244.99 | 2449926* | 1   | 530.40 | 1326010* |
| Hata                 | 3          | 0      |          | 6   | 0      |          |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.22.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| zaman   | Muameler | n | Tekerrür 1      | Tekerrür 2      |
|---------|----------|---|-----------------|-----------------|
| 0. gün  | K        | 2 | 6.37 $\pm$ 0.01 | 6.71 $\pm$ 0.03 |
|         | F        | 2 | 6.37 $\pm$ 0.01 | 6.71 $\pm$ 0.03 |
|         | BF       | 2 | 6.31 $\pm$ 0.03 | 6.71 $\pm$ 0.03 |
| 4. gün  | K        |   | 7.40 $\pm$ 0.01 | 6.68 $\pm$ 0.01 |
|         | F        |   | 6.13 $\pm$ 0.03 | 6.49 $\pm$ 0.01 |
|         | BF       |   | 6.31 $\pm$ 0.04 | 6.54 $\pm$ 0.04 |
| 8. gün  | K        |   | 7.99 $\pm$ 0.01 | 6.69 $\pm$ 0.01 |
|         | F        |   | -               | 6.49 $\pm$ 0.01 |
|         | BF       |   | 6.56 $\pm$ 0.03 | 6.36 $\pm$ 0.02 |
| 11. gün | K        |   | -               | 7.11 $\pm$ 0.01 |
|         | F        |   | -               | 6.53 $\pm$ 0.01 |
|         | BF       |   | -               | 6.35 $\pm$ 0.01 |
| 15. gün | K        |   | -               | 7.57 $\pm$ 0.01 |
|         | F        |   | -               | 6.75 $\pm$ 0.01 |
|         | BF       |   | -               | 6.47 $\pm$ 0.01 |
| 19. gün | K        |   | -               | 7.80 $\pm$ 0.01 |
|         | F        |   | -               | 6.92 $\pm$ 0.01 |
|         | BF       |   | -               | 6.58 $\pm$ 0.01 |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre (P<0.05) farklı olduğunu göstermektedir.

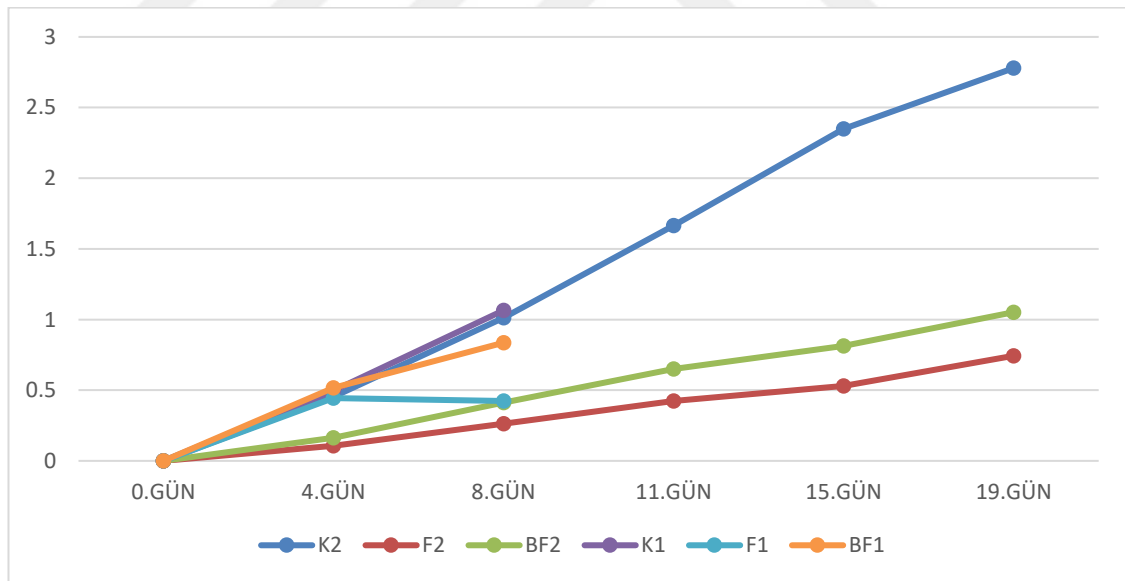
Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, tüm periyotlarda K grubunun pH değeri yenilebilir film uygulanmış gruplardan daha yüksek bulunmuştur (p<0,05).

Benzer şekilde Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiği yenilebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve kimyon yağı ilave ettiğinde yenilebilir film uygulanan tüm örneklerde gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, tüm periyotlarda kontrol grubunun pH değeri yenilebilir film uygulanmış gruplardan daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Masniyom vd. (2002) Biberiye , karanfıl ekstraktı kaplanmış ve 4°C'de depolanan piliç etlerinde depolama süresince pH artışını engellemiştir. Biberiye , karanfıl ile kaplanmış, kontrol için ölçülen  $6.66 \pm 0.02$  ile karşılaştırıldığında pH'ın yalnızca  $5.48 \pm 0.06$ 'lık bir düzeye ulaşmasına neden iyi etkiye sahip ( $P > 0.05$ ) olduğunu tespit etmiştir. Kontrol numunelerinin pH artışına ( $P < 0.05$ ), depolama sırasında Amonyak birikimi ve amino asit bozunma ürünleri pH'da artışa neden olmaktadır.

#### 4.3.3. Ağırlık kaybı

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan piliç etlerin ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca belirlenen ağırlık kaybı değerleri Şekil 4.8'te verilmiştir.



**Şekil 4.8.** Piliç etlerinde ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi

Varyans analizi sonuçlarına göre piliç etlerinin filmle sarılması ağırlık kaybı değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunurken, depolama süresinin ve film depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.23).

**Çizelge 4.23.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Ağırlık kaybı Tekerrür 1 |       |         | Ağırlık kaybı Tekerrür 2 |       |          |
|----------------------|--------------------------|-------|---------|--------------------------|-------|----------|
|                      | S.D                      | K.O   | F       | S.D                      | K.O   | F        |
| Muameler             | 2                        | .061  | 7.539** | 5                        | .726  | 46.729*  |
| interaksiyon         | 1                        | 1.434 | 27.57*  | 1                        | 3.189 | 205.210* |
| Hata                 | 3                        | 0.02  |         | 6                        | 0.01  |          |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.24.** Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde Ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Muameler | n | Ağırlık kaybı Tekerrür 1       | Ağırlık kaybı Tekerrür 2       |
|----------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| K        | 2 | 1.065 $\pm$ 0.032 <sup>a</sup> | 2.785 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup> |
| F        | 2 | 0.42 $\pm$ 0.020 <sup>c</sup>  | 0.74 $\pm$ 0.019 <sup>c</sup>  |
| BF       | 2 | 0.84 $\pm$ 0.040 <sup>b</sup>  | 1.05 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>  |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre (P<0.05) farklı olduğunu göstermektedir.

En yüksek ağırlık kaybı değerine kontrol örneği sahipken, en düşük ağırlık kaybı değerine F ile sarılan örneği sahip olduğu bulunmuştur. F filminin BF filmine göre daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olması, F filmi ile sarılan örneklerdeki ağırlık kaybın daha düşük olmasına neden olmuştur.

Benzer şekilde Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiği yenilebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve Kimyon yağı ilave ettiğinde yenilebilir film uygulanan tüm örneklerde gruplar arası karşılaştırma yapılmıştır. tüm periyotlarda kontrol grubunun ağırlık kaybı yenilebilir film uygulanmış gruplardan daha düşük bulunmuştur (p<0,05).

#### 4.3.4. Renk değerleri

Çiğ piliç etleri örneklerinde depolama boyunca renk değerlerinin (L\*, a\*, b\* ) değişimi Çizelge 4.25. verilmiştir.

F ile kaplanmış Piliç etleri örneklerinden görüldüğü üzere L, a ve b değerlerinde diğerlerine göre daha fazla düşüşe neden olmuştur (p<0,05). Genel olarak k ile kaplanmış Piliç etlerde L\* değeri yani daha açık renk gözlenmiştir.

**Çizelge 4.25.** Depolama boyunca piliç etlerinin renk değerlerindeki değişim

| Süre   | K     |      |       | F     |       |       | BF    |      |       |
|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|        | L*    | a*   | b*    | L*    | a*    | b*    | L     | a*   | b*    |
| 0.gün  | 53.79 | 1.04 | 6.92  | 53.79 | 1.04  | 6.92  | 53.79 | 1.04 | 6.92  |
|        | 48.42 | 2.26 | 3.75  | 48.42 | 2.26  | 3.75  | 48.42 | 2.26 | 3.75  |
|        | 51.53 | 0.99 | 6.34  | 51.53 | 0.99  | 6.34  | 51.53 | 0.99 | 6.34  |
|        | 52.95 | 2.73 | 6.22  | 52.95 | 2.73  | 6.22  | 52.95 | 2.73 | 6.22  |
| 4.gün  | 58.06 | 2.35 | 9.83  | 50.68 | 3.19  | 7.82  | 50.75 | 4.73 | 5.66  |
|        | 52.65 | 4.48 | 7.77  | 51.48 | 2.91  | 9.7   | 59.43 | 7.64 | 9.66  |
|        | 60.44 | 6.65 | 13.16 | 51.47 | 2.57  | 8.84  | 49.24 | 7.17 | 6.77  |
|        | 60.02 | 0.33 | 11.57 | 55.79 | 13.01 | 11.98 | 56.57 | 2.41 | 11.67 |
| 14.gün | 60.57 | 0.02 | 10.31 | 57    | 14.21 | 14.64 | 53.18 | 1.72 | 10.3  |
|        | 66.66 | 2.45 | 11.05 | 58.21 | 4.66  | 11.77 | 52.66 | 2.34 | 1.42  |
|        | 52.78 | 1.1  | 5.51  | 49.8  | 4.24  | 5.02  | 59.02 | 0.71 | 7.62  |
|        | 55.13 | 2.45 | 5.9   | 50.17 | 3.47  | 5.94  | 63.46 | 0.15 | 10.38 |
| 18.gün | 55    | 0.24 | 7.12  | 54.21 | 11.62 | 6.64  | 60.77 | 0.07 | 7.4   |
|        | 60.62 | 6.12 | 13.85 | 53.17 | 2.07  | 2.61  | 49.53 | 8.99 | 4.49  |
|        | 62.1  | 4.36 | 12.59 | 51.27 | 6.18  | 4.32  | 55.71 | 3.03 | 10.96 |
|        | 64.03 | 6.81 | 14.2  | 46.8  | 6.48  | 4.85  | 54.27 | 7.23 | 6.7   |

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.26) göre farklı yenebilir filmler ile sarılıp depolanmış piliç etlerinin L değerleri üzerine, film içeriğinin ve depolama süresinin  $p < 0.01$  önem seviyesinde, depolama süresinin a değeri üzerine ise  $p < 0.05$  önem seviyesinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca film içeriğinin ve depolama süresi da b değerleri üzerine önemli derecede ( $p < 0.01$ ) etki ettiği bulunmuştur.

**Çizelge 4.26.** Depolama süresince piliç etlerine ait L, a ve b değerlerine uygulana varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | l*  |       |        | a   |       |        | b   |        |       |
|----------------------|-----|-------|--------|-----|-------|--------|-----|--------|-------|
|                      | S.D | K.O   | F      | S.D | K.O   | F      | S.D | K.O    | F     |
| Muameler             | 3   | 30.97 | 6.05*  | 3   | 95.50 | 2.59** | 3   | 65.04  | 6.08* |
| interaksiyon         | 1   | 364.7 | 21.456 | 1   | 61.70 | 2.915  | 1   | 21.878 | 1.36* |
| Hata                 | 36  | 15.79 |        | 36  | 9.131 |        | 36  | 10.691 |       |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.27.** Piliç etlerine ait L, a ve b değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Muameler/<br>Süre |        | L*                             | a*                           | b*                            |
|-------------------|--------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| K                 | 0.gün  | 51.67 $\pm$ 2.36 <sup>a</sup>  | 1.76 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup> | 5.81 $\pm$ 1.41 <sup>a</sup>  |
|                   | 4.gün  | 57.79 $\pm$ 3.58 <sup>a</sup>  | 3.45 $\pm$ 2.72 <sup>b</sup> | 10.58 $\pm$ 2.32 <sup>a</sup> |
|                   | 14.gün | 58.79 $\pm$ 6.18 <sup>a</sup>  | 1.50 $\pm$ 1.18 <sup>b</sup> | 8.19 $\pm$ 2.89 <sup>a</sup>  |
|                   | 18.gün | 60.44 $\pm$ 3.88 <sup>a</sup>  | 4.38 $\pm$ 2.95 <sup>b</sup> | 11.94 $\pm$ 3.29 <sup>a</sup> |
| F                 | 0.gün  | 51.67 $\pm$ 2.36 <sup>a</sup>  | 1.76 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup> | 5.81 $\pm$ 1.41 <sup>a</sup>  |
|                   | 4.gün  | 52.36 $\pm$ 2.32 <sup>b</sup>  | 5.42 $\pm$ 5.07 <sup>a</sup> | 9.59 $\pm$ 1.77 <sup>a</sup>  |
|                   | 14.gün | 53.80 $\pm$ 4.43 <sup>b</sup>  | 6.65 $\pm$ 5.07 <sup>a</sup> | 9.34 $\pm$ 4.63 <sup>a</sup>  |
|                   | 18.gün | 51.36 $\pm$ 3.28 <sup>b</sup>  | 6.59 $\pm$ 3.91 <sup>a</sup> | 4.61 $\pm$ 1.66 <sup>b</sup>  |
| BF                | 0.gün  | 51.67 $\pm$ 2.36 <sup>a</sup>  | 1.76 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup> | 5.81 $\pm$ 1.41 <sup>a</sup>  |
|                   | 4.gün  | 53.80 $\pm$ 4.81 <sup>b</sup>  | 5.49 $\pm$ 2.42 <sup>a</sup> | 8.44 $\pm$ 2.73 <sup>b</sup>  |
|                   | 14.gün | 57.08 $\pm$ 5.14 <sup>b</sup>  | 1.23 $\pm$ 0.98 <sup>b</sup> | 7.43 $\pm$ 4.21 <sup>a</sup>  |
|                   | 18.gün | 55.07 $\pm$ 4.63 <sup>ab</sup> | 4.83 $\pm$ 4.04 <sup>b</sup> | 7.39 $\pm$ 2.69 <sup>ab</sup> |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Depolama sürecinde piliç etinin renk değerleri incelendiğinde; K grubu L değerinin 3. günden 18. gün önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) artış görülmektedir. BF, F grupları L değerinin 3. günden 14. gün önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) artış görülmektedir. 14. gün sonra L değerinin düşmeye başlamıştı. Renk değerlerinden a değerinde ise 3. günden 18. gün önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) artış görülmektedir. Yani 3. günden 18. gün piliç etindeki beyaz kısımların kırmızıya döndüğü söylenebilir. Çalışmanın sonuçları, piliç etinin renginin pH'daki değişimden etkilendiğini göstermiştir. Tavuk etinin pH değerindeki düşüş, L\* değerinde artışa neden olmuştur.

Çiğ kanatlı eti hava ile temasını kaldığında, etteki miyoglobin, renk veren pigment olan oksimiyoglobini oluşturmaktadır. Oksijenin içinden geçmesine izin veren plastik bir sargının kullanılması, kesilmiş etlerin bu kırmızı rengi korumasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, miyoglobin ve oksimiyoglobinin oksijen ile sürekli teması, eti kahvereng-kırmızıya çeviren bir pigment olan metmiyoglobinin oluşumaktadır. Bu renk değişimi tek başına ürünün bozulduğu anlamına gelmez (Luno, 2000).

Çiğ kanatlı eti rengi mavisi beyazdan-sarıya kadar değişir. Bu renklerin hepsi normal olarak kabul edilir ve ırk, egzersiz, yaş ve diyetin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Karoten, miyoglobin ve hemoglobin içeriği taze ete karakteristik rengi kazandıran önemli faktörlerdir ve bu pigmentlerin etteki konsantrasyonuna göre etin rengi değişir. Diyetteki belli aminoasitlerin, vitaminlerin, minerallerin ve besin madde

yoğunluklarının farklı düzenlemeleri etteki bu pigmentleri, glikojen içeriğini ve et rengini etkileyebilmektedir. Et rengindeki varyasyon kas pH'ı ile doğrudan ilişkilidir. pH koyu renkli kaslarda daha yüksek, açık renkli kaslarda ise düşüktür (Fletcher, 199).

Benzer şekilde Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiği yenebilir filmlere ambalajlarda etler 4°C'de 10 gün depolanmıştır. Depolama sürecinde piliç etinin renk değerleri incelenmiştir. L değerinin 3. gün önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) azaldığı, 3. günden 10. güne kadar olan süreçte ise L değerlerinin değişmediği görülmüştür. Renk değerlerinden a değerinde ise sadece 10. günde  $p<0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir artış görülmüştür. Bu çalışmada renk değerleri ile bizim bulduğumuz renk değerleri arasında farklar görülmektedir. Bu durumun piliçlerin markası farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.4. Yenebilir Filmler ile Sarılıp Pişirilmiş Piliç Etlerine Ait Bulgular

##### 4.4.1. Pişirme kaybı

Kontrol ve filmlerle sarılı örnekler dört gün depolandıktan sonra pişirilmiştir. Piliç etlerin pişirme kaybı değerlerine uygulana varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre piliç etlerinin filmle sarılması pişirme kaybı değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli etkisi olduğu bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

**Çizelge 4.27.** Pişirilen piliç etlerin pişirme kaybı değerleri

| Muameleler | % Pişirme Kaybı Tekerrür 1 | % Pişirme Kaybı Tekerrür 2 |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| K          | 43.55252                   | 45.45                      |
| K          | 44.79383                   | 43.05                      |
| F          | 31.07453                   | 34.90                      |
| F          | 26.60473                   | 37.01                      |
| BF         | 34.27284                   | 38.82                      |
| BF         | 30.6651                    | 36.61                      |

**Çizelge 4.28.** Pişirilen piliç etlerin pişirme kaybı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Pişirme Kaybı |        |         |
|----------------------|---------------|--------|---------|
|                      | S.D           | K.O    | F       |
| Muameler             | 2             | 20.11  | 21.64** |
| Hata                 | 6             | 153.24 |         |

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı ve (\*\*) P < 0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.29.** Pişirme kaybı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Muameler | PİŞİRME KAYBI                 |
|----------|-------------------------------|
| K        | 44.21 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup> |
| F        | 35.09 $\pm$ 4.57 <sup>b</sup> |
| BF       | 32.40 $\pm$ 3.48 <sup>b</sup> |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre (P<0.05) farklı olduğunu göstermektedir.

Kontrol örneğinin pişirme kaybı değeri filmle sarılı örneklerden önemli ölçüde yüksek olduğu filmle sarılı örneklerin pişirme kaybı değerleri arasında fark olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.29). Küçüközet ve Uslu (2018) sodyum kazeinat ve sodyum kazeinat-nişasta karışımı bazlı filmlerin piliç etlerinde pişirme kaybı değerlerini kontrol örneğine göre azalttığını bildirmişlerdir. Her iki çalışmada benzerlik gösterse de bu çalışmada hem kontrol hem de filmle sarılı örnekte pişirme kaybı daha fazla gerçekleşmiştir. Bunun nedeninin farklı marka piliç eti kullanılmasından ve pişirme işlemi parametrelerinden (süre, sıcaklık vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.4.2. Renk değerleri

Çizelge 4.30 pişirilen piliç etleri örneklerinde renk değerleri verilmiştir. Farklı içerikteki yenabilir filmler ile kaplanmış Piliç etleri örneklerinin L, a ve b değerleri üzerine istatistiksel açıdan herhangi bir etkisinin olmadığı göstermiştir.

Farklı içerikteki yenabilir filmler ile kaplanmış Piliç etleri örneklerinin L, a ve b değerleri üzerine istatistiksel açıdan herhangi bir etkisinin olmadığı göstermiştir.

**Çizelge 4.30.** Pişirilmiş piliç etlerine ait L\*, a\* ve b\* değerleri

|             | PİŞMİŞ K |       |       | PİŞMİŞ F |       |       | PİŞMİŞ BF |       |       |
|-------------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|             | L*       | a*    | b*    | L*       | a*    | b*    | L*        | a*    | b*    |
| 1. Tekerrür | 62.97    | 9.25  | 28.52 | 62.97    | 9.25  | 28.52 | 44.04     | 14.13 | 25.59 |
|             | 68.87    | 5.35  | 25.18 | 68.87    | 5.35  | 25.18 | 40.30     | 11.18 | 25.30 |
|             | 60.75    | 9.05  | 26.49 | 60.75    | 9.05  | 26.49 | 60.71     | 13.93 | 33.71 |
|             | 64.66    | 7.39  | 28.57 | 50.56    | 14.64 | 25.67 | 44.29     | 11.31 | 20.05 |
|             | 57.96    | 8.44  | 37.93 | 64.99    | 12.46 | 26.84 | 46.30     | 6.99  | 23.07 |
|             | 63.14    | 5.95  | 30.34 | 51.72    | 12.85 | 26.25 | 44.63     | 10.59 | 23.48 |
|             |          |       |       |          |       |       |           |       |       |
| 2. Tekerrür | L*       | a*    | b*    | L*       | a*    | b*    | L*        | a*    | b*    |
|             | 48.26    | 11.58 | 26.24 | 57.14    | 6.36  | 21.96 | 66.32     | 5.87  | 28.35 |
|             | 52.02    | 12.87 | 31.88 | 54.83    | 8.32  | 28.67 | 67.25     | 8.48  | 33.47 |
|             | 50.06    | 10.81 | 19.23 | 59.67    | 4.42  | 21.42 | 71.04     | 6.85  | 23.44 |
|             | 56.41    | 6.97  | 31.3  | 60.22    | 9.68  | 28.83 | 67.81     | 8.53  | 25.31 |
|             | 52.64    | 11.3  | 15.5  | 56.02    | 12.28 | 26.9  | 65.32     | 4.47  | 26.23 |
|             | 48.65    | 12.07 | 28.52 | 54.51    | 10.43 | 21.4  | 71.44     | 6.65  | 22.5  |
|             | 52.69    | 9.7   | 21.21 | 57.25    | 4.83  | 25.92 | 61.5      | 9.97  | 32.57 |
|             | 43.36    | 14.86 | 18.24 | 56.5     | 10.28 | 19.45 | 63.55     | 7.76  | 29.27 |

**Çizelge 4.31.** Pişirilmiş piliç etlerine ait L, a ve b değerlerine uygulanan varyans analizi

| Varyasyon kaynakları | L  |        |      | a  |       |      | b  |       |      |
|----------------------|----|--------|------|----|-------|------|----|-------|------|
|                      | SD | K.O    | F    | SD | K.O   | F    | SD | K.O   | F    |
| Film içeriği         | 2  | 25.675 | 0.27 | 2  | 1.429 | 0.14 | 2  | 7.26  | 0.69 |
| Hata                 | 26 | 96.14  |      | 26 | 10.41 |      | 26 | 19.86 |      |

**Çizelge 4.32.** Farklı içerikteki yenabilir filmler ile sarılıp pişirilmiş piliç etlerine ait L, a ve b değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Film içeriği | L                | A               | B                |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|
| BF           | 57.20 $\pm$ 3.68 | 9.25 $\pm$ 1.63 | 27.48 $\pm$ 1.16 |
| F            | 58.52 $\pm$ 8.48 | 9.59 $\pm$ 1.41 | 25.68 $\pm$ 4.76 |
| K            | 57.45 $\pm$ 7.25 | 9.08 $\pm$ 4.28 | 25.88 $\pm$ 5.21 |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P < 0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Farklı içerikteki yenabilir filmler ile kaplanmış Piliç etleri örneklerinin L, a ve b değerleri üzerine istatistiksel açıdan herhangi bir etkisinin olmadığı göstermiştir.

Filmle sarmanın pişmiş piliç etinin renk değeri üstünde anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.31). Yapılan bir çalışmada da filmle sarma işleminin pişmiş piliç

etindeki renk değerleri üzerine istatistiksel açıdan herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Küçüközet ve Uslu 2018).

#### 4.4.3. Tekstür analizine ait bulgular

Pişmiş piliç etlerine Meullenet-Owens Razor Shear Blade (MORS) kesme aparatı ile kesme işlemi yapılmıştır. Elde edilen veriler Texture Exponent 32 version 6.0.18.0 (Stable Micro Systems Godalming, Surrey, UK) ile değerlendirilmiş; bu sistemle hesaplanan kesme kuvveti Newton (N) cinsinden ve kesme enerjisi değerleri N.mm cinsinden Çizelge 4.32’de verilmiştir.

**Çizelge 4.32.** Pişmiş piliç eti örneklerine ait kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri

| Muameler |   | 1. Tekerrür       | 2. Tekerrür       |
|----------|---|-------------------|-------------------|
|          |   | Kesme kuvveti (N) | Kesme kuvveti (N) |
| K        | 1 | 29.45             | 33.90             |
| K        | 1 | 29.77             | 30.54             |
| K        | 1 | 29.69             | 34.12             |
| K        | 1 | 32.77             | 30.41             |
| K        | 2 | 31.47             | 31.09             |
| K        | 2 | 29.71             | 31.04             |
| K        | 2 | 29.64             | 35.09             |
| K        | 2 | 35.84             | 34.60             |
| F        | 1 | 29.45             | 17.70             |
| F        | 1 | 29.77             | 17.42             |
| F        | 1 | 29.69             | 17.68             |
| F        | 1 | 32.77             | 21.14             |
| F        | 2 | 34.60             | 34.48             |
| F        | 2 | 28.83             | 18.79             |
| F        | 2 | 29.52             | 34.63             |
| F        | 2 | 32.36             | 19.34             |
| BF       | 1 | 31.53             | 29.66             |
| BF       | 1 | 29.33             | 17.10             |
| BF       | 1 | 32.49             | 18.25             |
| BF       | 1 | 28.93             | 18.49             |
| BF       | 2 | 29.68             | 16..94            |
| BF       | 2 | 30.36             | 18.72             |
| BF       | 2 | 28.81             | 18.49             |
| BF       | 2 | 32.40             | 20.17             |

Varyans analizi sonucuna göre kesme kuvveti (N) değerleri üzerine filmle sarma işleminin önemli derecede ( $p<0.05$ ) etki ettiği görülmektedir (Çizelge 4.33.). Film içerisinde pişirilen örneklerin kontrol grubu örneklerine göre kesme kuvveti daha düşük olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.33.** Kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Kesme kuvveti (N) |        |       |
|----------------------|-------------------|--------|-------|
|                      | S.D               | K.O    | F     |
| Muameler             | 2                 | 161.25 | 7.07* |
| Hata                 | 29                | 22.80  |       |

(\*)  $P < 0.01$  düzeyinde farklılığı ve (\*\*)  $P < 0.05$  düzeyinde farklılığı göstermektedir.

**Çizelge 4.39.** Kesme kuvveti ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

| Muameler | n  | Kesme kuvveti (N)  |
|----------|----|--------------------|
| K        | 16 | $31.82 \pm 2.21^a$ |
| F        | 16 | $26.76 \pm 6.78^b$ |
| BF       | 16 | $25.63 \pm 6.12^b$ |

Değişik harfler ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre ( $P<0.05$ ) farklı olduğunu göstermektedir.

Yenebilir filmlerle sarılarak pişirme işlemi, K grubu örneklerine göre, piliç etindeki kesme kuvveti değerlerini %18,2 civarında düşürmüştür. Farklı içerikteki filmlerin kullanımı ise piliç etlerinde ölçülen kesme kuvveti değerleri üzerine önemli bir etki ( $p<0.05$ ) göstermiştir.

Küçüközet ve Uslu (2018) yaptıkları çalışmada Yenebilir filmlerle sarılarak pişirme işlemi, kontrol grubu örneklerine göre, piliç etindeki kesme kuvveti değerlerini %40 ve kesme enerjisi değerlerini %30 civarında düşürmüştür.

#### 4.4.4. Duyusal değerlendirme

Depolamanın 4. gününde, kontrol grubu (K), BF ve F filmlerle sarılmış piliç etleri 200 °C' de 30 dakika pişirildikten sonra duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede “Basit Sıralama Testi” kullanılmıştır.

Depolamanın 4. gününde, kontrol grubu (K), BF ve F filmlerle sarılmış piliç etleri 200 °C' de 30 dakika pişirildikten sonra duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede “Basit Sıralama Testi” kullanılmıştır.

**Çizelge 4.40.** Pişmiş piliç eti örneklerine ait lezzet ve yumuşaklık sıralama testi sonuçları

| lezzet |    |    | yumuşaklık |    |    |
|--------|----|----|------------|----|----|
| K      | F  | BF | K          | F  | BF |
| 3      | 1  | 2  | 2          | 3  | 1  |
| 3      | 1  | 2  | 3          | 2  | 1  |
| 2      | 3  | 1  | 2          | 1  | 3  |
| 2      | 3  | 1  | 1          | 2  | 3  |
| 1      | 2  | 3  | 3          | 2  | 1  |
| 3      | 2  | 1  | 3          | 1  | 2  |
| 2      | 3  | 1  | 2          | 1  | 3  |
| 2      | 1  | 3  | 3          | 1  | 2  |
| 2      | 1  | 3  | 2          | 1  | 3  |
| 2      | 3  | 1  | 3          | 2  | 1  |
| 1      | 3  | 2  | 2          | 1  | 3  |
| 3      | 2  | 1  | 3          | 2  | 1  |
| 3      | 2  | 1  | 3          | 1  | 2  |
| 29     | 27 | 22 | 32         | 20 | 26 |

**Çizelge 4.41.** Pişmiş piliç eti örneklerine ait lezzet ve yumuşaklık Friedman Testi sonuçları

| Muameler | lezzet | Yumuşaklık | çiğneme      |
|----------|--------|------------|--------------|
| K        | 29     | 32         | 28.92 ± 7.77 |
| F        | 27     | 20         | 23.91± 8.82  |
| BF       | 22     | 26         | 22.28 ± 8.32 |

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen Banvit piliç etlerin duyu Sıralama Testi değerlerine Friedman testi sonuçları Çizelge 4.41.'te verilmiştir. Piliç etleri örneklerinde yapılan duyu değerlendirme değeri de Çizelge 4.40'de görülmektedir.

Çizelge 4.40.'te görüldüğü gibi, piliç etlere uygulanan kaplamaların Lezzet ve Sertlik değerleri üzerine duyu Sıralama Testi değerlerine Friedman testi sonuçları etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çizelge 4.40.'de görüldüğü gibi, çalışmamızda BF ile kaplanan piliç etler lezzet bakımından duyu panelistlerce en çok beğenilen piliç etler grubu olmuştur. Kontrol örneğin ise diğer piliç etler gruplarına göre en az beğenildiği görülmektedir (Çizelge 4.41).

Varyans analizi sonuçlarına göre piliç etlere uygulanan kaplamaların Çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmamızda piliç etler Çiğnenebilirlik bakımından incelendiğinde, F ile kaplanan piliç etlerin Çiğnenebilirlik bakımından duyuşal panelistlerce en yumuşak piliç etler grubu olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğın ise diğeri piliç etler gruplarına göre en sert görölmektedir.

Küçüközet (2015) nişasta ve sodyum kazeinatden ürettiğı yenebilir filmlere %10-15 oranında kekik ve kimyon yağı ilave ettiğinde yenilebilir film uygulanan tüm örneklerde Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları yumuşaklık açısından incelenmiştir. Farklı film örnekleriyle (F ve 15BF) sarılarak pişirilmiş piliç etleri, kontrol grubu örneklerine göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) daha yumuşak bulunmuştur. Bu çalışmada yumuşaklık açısından ile bizim bulduğumuz yumuşaklık değerleri arasında farklar görölmektedir. Bu durumun piliçlerin markası farklılığından kaynaklandığı düşünölmektedir.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada sodyum kazeinat ve nişasta esaslı sade yenebilir filmler ve film çözeltilisine tuz, sarımsak, defne yaprağı, karabiber esansiyel yağların ilave edilerek antibakteriyel özellik gösteren aktif yenebilir filmler üretilmiştir. Sade ve aktif filmler piliç etlerine sarılarak uygulanmıştır. Aktif filmler depolama sırasında piliç etinde mikrobiyal faaliyetleri kısıtlayarak raf ömrünü uzatırken, piliç etine de arzu edilen yeni duyuşal özellikler kazandırmıştır.

Yapılan ön denemelerde yenebilir filmlerin, ideal film oluşturmak için, %7 film oluşturucu polimer (kazeinat-patates nişastası) içeren çözeltilerden hazırlanmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Filmlerden piliç etine arzu edilen aroma geçişini sağlamak için yapılan ön denemelerde %17 tuz, sarımsak ekstraktı, karabiber ve defne yaprağı uçucu yağının her birinden toplam polimer miktarının %5'i kadar film çözeltilisine eklemenin piliç etine aroma, tat geçişini sağlamada yeterli olduğu bulunmuştur.

Bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmanın 1. aşamasında, sodyum kazeinat ve nişasta hazırlanan film çözeltililerine tuz, sarımsak ekstraktı, defne ve karabiber yaprağı ilave edilerek, dökme ve kırınım pencereli kurutma tekniği ile yenebilir filmler üretilmiştir. Üretilen filmlerin mekanik özellikleri, su buharı geçirgenlikleri suda çözünürlükleri ve *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı antimikrobiyal etkileri belirlenmiştir.

Tuz, sarımsak ekstraktı, defne ve karabiber yağı içeren aktif filmlerin filmlerin *Salmonella enterica* DSMZ 18524'e karşı antimikrobiyal etkisi olduğu ve aktif filmlerin 13,6 mm Zon inhibisyon çapı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Aktif filmlerin, gerilme mukavemetinin sade filmlere göre önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. BF filmlerinin GM düşürken UM değerini artmıştır.

Aktif filmin suda çözünürlüğü sade filme göre daha az olduğu, ancak aktif filmin su buharı geçirgenliğinin sade filminden daha fazla olduğu bulunmuştur.

Çalışmanın 2. aşamasında kontrol piliç etleri, sade ve aktif filmle sarılı piliç etleri +4°C depolanarak TMAB, koliform ve TPB gelişimi, ağırlık kaybı, pH ve renk değerlerindeki değişimler takip edilmiştir.

Birinci tekerrürde kullanılan etlerin başlangıç TMAB yükü fazla olduğu (ortalama  $8,04 \times 10^5$  kob/g), 4. günde kontrol ve sade filmle sarılan örneklerde kötü koku oluştuğu TMAB sayısında 3.6 log kob/g bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ancak aktif filmle sarılan örneklerinde 8. günde dahi henüz kötü koku oluşmadığı ve TMAB sayısında sadece 3.1 log kob/g bir artış olduğu belirlenmiştir.

İkinci tekerrürde kullanılan ve + 4°C depolanan kontrol piliç etlerinde 8. günde 3.53 log kob/g bir artış gözlemlendiği halde başlangıç mikroorganizma yükünün az olması nedeniyle henüz bozulmadığı ancak kontrol örneklerinin 11. günde bozulduğu görülmüştür. Sade filmle sarılan örneklerinde 11. günde henüz bozulmadığı ancak 14. günde TMAB sayısı  $3.24 \times 10^9$  ulaşarak bozulduğu, Aktif filmle sarılan örneklerin ise 19 günlük depolama sonrasında dahi TMAB sayısının  $4.17 \times 10^8$  kob/g civarında olduğu ve örneklerin henüz bozulmadığı tespit edilmiştir.

Koliform bakteri sayısındaki değişimin TMAB sayısındaki değişime paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

TPB sayısı üzerine filmlerin etkinliği 2. tekerrür sonuçlarında net bir şekilde görülmüştür. 4. gündeki sade ve aktif filmle sarılı örneklerin TPB sayısının 0. Günden daha az olduğu, yani bu filmlerin antimikrobiyal etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca bu örneklerin 8. gündeki TPB sayısının başlangıçtaki sayıya yakın olduğu bulunmuştur.

Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, tüm periyotlarda kontrol grubunun pH değeri yenilebilir film uygulanmış gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

Tüm analiz günlerinde kontrol örneğin ağırlık kaybı değerleri en yüksek düzeydedir. Ayrıca ağırlık kaybı değerini önlemede sade filmin aktif filmde daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Depolama sürecinde yapılan renk analizlerinde sade ve aktif filmlerle sarılmış piliç etlerinin L\* değeri kontrolden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca depolama sürecinde

ilk günkü değere göre 3. gündeki piliç etlerindeki L değerinin önemli lęde düştüğü belirlenmiştir.

Çalışmanın 3. aşamasında ise filmle sarılmış piliç etleri 200°C’de 30 dakika pişirilmış, pişmiş piliç etinde pişirme kaybı, renk değişimi belirlenmiş, tekstür analiz cihazı ve MORS bıçak setiyle kesme testi yapılarak kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri bulunmuş ve duysal değerlendirme yapılarak da piliç etinin lezzeti, yumuşaklığı ve çiğnenebilirliği saptanmıştır.

Piliç etlerindeki pişirme kaybı sonuçlarına baktığımızda kontrol grubu örneklerinde, en yüksek pişirme kaybı oranında gerçekleşirken, BF ve F örneklerinde ise daha düşük oranlarında gerçekleşmiştir. Yenebilir filmlerle sarma işleminin istatistiksel olarak önemli lęde pişirme kaybını düştüğü bulunmuştur.

Yenebilir filmlerle sarılarak pişirme işlemi, K grubu örneklerine göre, piliç etindeki kesme kuvveti değerlerini düşürmüştür.

Kesme testi sonuçları, kontrol grubu örneklerinin filme sarılarak pişirilen örneklerle göre daha sert olduğunu göstermektedir. Ayrıca kesme testi sonuçları ile yüzde pişirme kaybı değerleri arasında da doğrudan bir ilişki olduğu grlmektedir. Filme sarmanın pişme sırasında su kaybını önleyerek piliç etlerinin daha yumuşak olmasına neden olduğu dşnlmektedir.

Çalışmamızda BF ile kaplanan piliç etler lezzet bakımından duysal panelistlerce en çok beğenilen piliç eti olmuştur. Kontrol rneğin ise diğer piliç etler gruplarına göre en az beğenildiği grlmektedir. Sertlik- Çiğnenebilirlik bakımından incelendiğinde, F ile kaplanan piliç etlerin ve Sertlik- Çiğnenebilirlik bakımından duysal panelistlerce en yumuşak piliç etler grubu olduğu tespit edilmiştir. Kontrol rneğin ise diğer piliç etler gruplarına göre en sert grlmektedir.

Piyasada satılan tavuk pişirme poşeti olarak bilinen PET bazlı poşetlerinde pişirme kaybını önleyerek piliç etinin daha yumuşak olmasına neden olduğu bilinmektedir. Ancak bu poşetlerin su buharı geçirgenlikleri bizim ürettiğimiz filmlerinkine göre çok düşük olduğu için, su kaybı çok düşük oranda gerçekleşmekte, bu nedenle bu poşetlerde pişirilen piliçler fırında kızarmışla haşlanmış tavuk tadı arasında

bir lezzete sahip olmaktadır. Bizim ürettiğimiz filmlerle sarılan piliç etleri pişirildiğinde ise fırında kızarmış lezzetinden ödün vermeden daha yumuşak ve daha sulu olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlemimiz duyuşal değerdendirme sonuçlarına da yansımıştır.

Bu alışma, antimikrobiyal özellikteki aktif yenilebilir filmin, piliç etlerin raf ömrü süresince mikrobiyal bozulmalarını önlemede önemli bir alternatif ambalaj materyali olabileceğini ortaya koymuştur. Bu sayede hem piliç etleri kaybını azalmış olacak hem de çevrenin korunmasına fayda sağlanacaktır.



## 7. KAYNAKLAR

- Aguirre-Joya, J. A. De Leon-Zapata, M. A. Alvarez-Perez, O. B. Torres-León, C. Nieto-Oropeza, D. E. Ventura-Sobrevilla, J. M. ... and Aguilar, C. N. 2018. Basic and applied concepts of edible packaging for foods. In Food packaging and preservation (pp. 1-61). Academic Press.
- Akgül, A. 1993. Baharat bilimi ve teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, 451 s., Ankara.
- Al-Turki, A. I. 2007. Antibacterial effect of thyme, peppermint, sage, black pepper and garlic hydrosols against *Bacillus subtilis* and *Salmonella enteritidis*. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(2), 92.
- Al-Wabel, N. A. and Fat'hi, S. M. 2013. Antimicrobial activities of spices and herbs. *Worldwide Research Efforts in the Fighting Against Microbial Pathogens*, 45.
- Anonim 2012. Gıda Teknolojisi Duyusal Test Teknikleri. Millî Eğitim Bakanlığı Ders Notları.541GI0094/Ankara[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Duyusal%20Test%20Teknikleri.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Duyusal%20Test%20Teknikleri.pdf)
- World Health Organization. (2000). CINDI dietary guide (No. EUR/00/5018028). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Anonim, 2006. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tebliği, No:2006/29, Ankara.
- Anonim, 2010. Nişasta Üretimi. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2014. Piliç Eti Sektör Raporu Besd-Bir, Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği, Ankara, 71 s.
- Arora, D. S. and Kaur, J. 1999. Antimicrobial activity of spices. *International journal of antimicrobial agents*, 12(3), 257-262.
- Asımgil, A. 1993. Şifalı Bitkiler, Timaş Yayınları, Türkiye
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları (İlaveli İkinci Baskı), Türkiye.
- Bertoft, E. 2017. Understanding starch structure: Recent progress. *Agronomy*, 7(3), 56.
- Chen, H. Wang, J. Cheng, Y. Wang, C. Liu, H. Bian, H. ... and Han, W. 2019. Application of protein-based films and coatings for food packaging: A review. *Polymers*, 11(12), 2039.
- Cho, S.Y. and Rhee, C. 2002. Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 35 (2): 151-157.

- Coles, R. McDowell, D. and Kirwan, M. J. (Eds.). 2003. Food packaging technology (Vol. 5). CRC press.
- Çağrı Mehmetoğlu, A., 2010. Yenilebilir filmlerin vekaplamaların özelliklerini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda* 8(5): 37-43.
- Damodaran, S. 2008. Amino acids, peptides and proteins (Vol. 4, pp. 217-329). CRC Press: Boca Raton, FL.
- Debeaufort, F. Quezada-Gallo, J. A. and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in food science*, 38(4), 299-313.
- Düzgüneş, O. Kesici, T. Kavuncu, O. Ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II) AÜ Ziraat Fakültesi Yay. No: 1021 Ankara.
- Embuscado, M. E. and Huber, K. C. 2009. Edible films and coatings for food applications (Vol. 9). *New York, NY, USA: Springer*.
- Zou, L., Hu, Y. Y., & Chen, W. X. (2015). Antibacterial mechanism and activities of black pepper chloroform extract. *Journal of food science and technology*, 52(12), 8196-8203.
- Emiroğlu, Z.K. Yemiş, G.P. Coşkun, B.K. And Candoğan, K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat science*, 86 (2): 283-288.
- Erden, Ü. 2005. Akdeniz Defnesi (*Laurus nobilis* L.)'nde Mevsimsel Varyabilite ve Optimal Kurutma Yöntemlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55s, Adana- Türkiye (Türkçe).
- Gorgani, L., Mohammadi, M., Najafpour, G. D., & Nikzad, M. (2017). Piperine—the bioactive compound of black pepper: from isolation to medicinal formulations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 124-140.
- Farrell, K.T. 1990. Spices, condiments and seasonings. An avi Book, 414 p., New York.
- Feldberg, R. S. Chang, S. C. Kotik, A. N. Nadler, M. Neuwirth, Z. Sundstrom, D. C. and Thompson, N. H. 1988. In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 32(12), 1763-1768.
- Fernández-Pan, I. Carrión-Granda, X. and Maté, J. I. 2014. Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36(1), 69-75.
- Fletcher, D. L. 1997. Quality of Poultry Meat: Texture and Color. Proceedings Georgia International Poultry Course, Athens, GA

- Fernández-Pan, I. Royo, M. And Ignacio Maté, J. 2012. Antimicrobial activity of whey protein isolate edible films with essential oils against food spoilers and foodborne pathogens. *Journal of Food Science*, 77 (7): M383-M390.
- Gadang, V. P. Hettiarachchy, N. S. Johnson, M. G. and Owens, C. 2008. Evaluation of antibacterial activity of whey protein isolate coating incorporated with nisin, grape seed extract, malic acid, and EDTA on a turkey frankfurter system. *Journal of Food Science*, 73(8), M389-M394.
- Goesaert, H. Brijs, K. Veraverbeke, W. S. Courtin, C. M. Gebruers, K. and Delcour, J. A. 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in food science & technology*, 16(1-3), 12-30.
- Güçbilmez, Ç. M. 2014. Bazı esansiyel yağlarla antifungal yenilebilir zein filmi geliştirilmesi ve kâse margarine uygulanması. Oregon Trout. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6:419–426
- Han, J. H. Seo, G. H. Park, I. M. Kim, G. N. and Lee, D. S. 2006. Physical and mechanical properties of pea starch edible films containing beeswax emulsions. *Journal of Food Science*, 71(6), E290-E296.
- Han, J. Lawson, L. Han, G. and Han, P. 1995. Spectrophotometric method for quantitative determination of allicin and total garlic thiosulfinates. *Analytical biochemistry*, 225(1), 157-160.
- Huang, T. Qian, Y. Wei, J. and Zhou, C. 2019. Polymeric antimicrobial food packaging and its applications. *Polymers*, 11(3), 560.
- Jiang, G. and Liu, Q. 2002. Characterization of residues from partially hydrolyzed potato and high amylose corn starches by pancreatic  $\alpha$ -amylase. *Starch/Stärke*, 54: 527-533
- Karsha, P. V. and Lakshmi, O. B. 2010. Antibacterial activity of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) with special reference to its mode of action on bacteria.
- Kılınç, M. Tomar, O. And Çağlar, A. 2017. Biyobozunur Gıda Ambalaj Malzemeleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(3), 988-996.
- Krochta, J. M. and Mulder-Johston, C. 1997. Food Technology: Edible and Biodegradable Polymer Films Challenges and Opportunities (Scientific Status Summary) 51 (2).
- Krochta, J. M. Baldwin, E. A, Nisperos-Carriedo, M. O. 1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. CRC Press LLC, Boca Raton, FL
- Küçüközet, A. O. and Uslu, M. K. 2018. Cooking loss, tenderness, and sensory evaluation of chicken meat roasted after wrapping with edible films. *Food Science and Technology International*, 24(7), 576-584.

- Lacroix, M. and Le Tien, C. 2005. Edible films and coatings from nonstarch polysaccharides. In *Innovations in food packaging* (pp. 338-361). Academic Press.
- Ling, V. W. 2004. Antimicrobial Activity and Effect of Selected Essential Oil Components on Cell Membrane Lipids.modification . *Trends in Food Sci Tech* 7: 120 – 125
- Luno, M., Roncales, P., Djenane, D., & Beltran, J. A (2000). Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres containing different low CO concentrations. *Meat Science*, 55(4), 413–419
- Lu, F. Liu D. Ye, X. Wei, Y. And Liu, F. 2009. Alginate–calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4 C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (5): 848-854.
- Marangoni, F. Corsello, G. Cricelli, C. Ferrara, N. Ghiselli, A. Lucchin, L. and Poli, A. 2015. Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food and nutrition research*, 59(1), 27606.
- Merghni, A., Marzouki, H., Hentati, H., Aouni, M., & Mastouri, M. (2016). Antibacterial and antibiofilm activities of *Laurus nobilis* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* strains associated with oral infections. *Current Research in Translational Medicine*, 64(1), 29-34.
- Mulder, R. W. A. W. (1983). Ionizing energy treatment of poultry. In *Ionizing energy treatment of foods*.
- Nwakaudu, A. A. Nwakaudu, M. S. Owuamanam, C. I. and Iheaturu, N. C. 2015. The Use of Natural Antioxidant Active Polymer Packaging Films for Food Preservation. *Appl. Signals Rep*, 2, 38-50.
- Nychas, G. J. E. 1995. Natural antimicrobials from plants. In *New methods of food preservation* (pp. 58-89). *Springer, Boston, MA*.
- Ozdemir, N. Pola, C. C. Teixeira, B. N. Hill, L. E. Bayrak, A. and Gomes, C. L. (2018). Preparation of black pepper oleoresin inclusion complexes based on beta-cyclodextrin for antioxidant and antimicrobial delivery applications using kneading and freeze drying methods: A comparative study. *LWT*, 91, 439-445.
- Panyam, D. and Kilara, A 1996. Enhancing the functionality of food proteins by enzymatic modification. *Trends in Food Sci Tech* 7: 120 – 125
- Parris, N. Dickey, L.C. Kurantz, M.J. Moten, R.O. And Craig, J.C. 1997. Water vapor permeability and solubility of zein/starch hydrophilic films prepared from dry milled corn extract. *Journal of Food Engineering*, 32 (2): 199-207.

- Patterson, J. T. and McMeekin, T. A. 1981. Biodeterioration of air chilled poultry carcasses at chill temperatures. Quality of Poultry Meat, eds Mulder RWA, Scheele C W and Veerkamp CH, Beekbergen, Netherlands, Spelderholt Institute for Poultry Research, 454-458.
- Pavlat, A.E. and 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
- Peter, K.V. 2001. Handbook of herbs and spices. Woodhead Publishing Limited, Cambridge CB1 6 AH England 203p
- Pranoto, Y. Salokhe, V. M. and Rakshit, S. K. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. Food research international, 38(3), 267-272.
- Rahman, S. Parvez, K. A. Islam, R. and Khan, H.M. 2011. Antibacterial activity of natural spices on multiple drug resistant Escherichia coli isolated from drinking water, Bangladesh. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials, Vol. 10; pp 10-1
- Rezaei, M. and Liu, B. 2017. Food loss and waste in the food supply chain. *International Nut and Dried Fruit Council: Reus, Spain*, 26-27.
- Rico, D. Mart'in-Diana, A. B. Barat, J. M. and Barry-Ryan, C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18(7), 373-386.
- Robertson, G.L. 2013. Food Packaging: Principle and Practice. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.
- Rose, J. 1999. Essential Oil and Hydrosols. P: 48-49. *Frog Ltd. Berkeley, California*
- Rouger, A. Tresse, O. and Zagorec, M. 2017. Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species, and dynamics. *Microorganisms*, 5(3), 50.
- Ryu, S. Rhim, J. Roh, H. And Kim, S. 2002. Preparation and physical properties of zein-coated high-amylose corn starch film. *LWT-Food Science and Technology*, 35 (8): 680-686.
- S Bisen, P. and Emerald, M. 2016. Nutritional and therapeutic potential of garlic and onion (*Allium* sp.). *Current Nutrition & Food Science*, 12(3), 190-199.
- Saeed, F. Afzaal, M. Tufail, T. and Ahmad, A. 2019. Use of natural antimicrobial agents: a safe preservation approach. *Act Antimicrob Food Packag*, Published-online.
- Salahuddin, M. Rahim, M. A. Alam, S. J. B. Rahman, M. M. and Rahman, J. 2019. Morphological characterization of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm. *Malaysian Journal of Halal Research*, 2(2), 46-52.

- Sarıkaya, B. Alperen, H. H. ve Akgün, S., 2017. Defne (*Laurus nobilis*) ve Çörekotu (*Nigella sativa*) Bitkilerinin Pres Yağ karışımlarının Antibakteriyal Etkisi, *Kommagene Biyoloji Dergisi*, 1 (1): 57-59.
- Schnaubelt, K., 1999. Medical Aromateraphy. Healing with Essential Oils. P: 213-214. Frog Ltd. Berkeley, California
- Seol, K. H. Lim, D. G. Jang, A. Jo, C. and Lee, M. 2009. Antimicrobial effect of  $\kappa$ -carrageenan-based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5 C. *Meat Science*, 83(3), 479-483.
- Silva, C. M. and Glória, M. B. A. 2002. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4±1 C and in chicken-based meat products. *Food chemistry*, 78(2), 241-248.
- Smith-Palmer, A. Stewart, J. and Fyfe, L. 1998. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters in applied microbiology*, 26(2), 118-122.
- Sofi, S. A. Singh, J. Rafiq, S. Ashraf, U. Dar, B. N. and Nayik, G. A. 2018. A comprehensive review on antimicrobial packaging and its use in food packaging. *Current Nutrition & Food Science*, 14(4), 305-312.
- Sothornvit, R. and Krochta, JM. 2001. Plasticizer effect on mechanical properties of beta-lactoglobulin films. *J Food Eng* 50 (3): 149 – 155
- Stonehouse, G. G. and Evans, J. A. 2015. The use of supercooling for fresh foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 148, 74-79.
- Suppakul, P. Miltz, J. Sonneveld, K. and Bigger, S. W. 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of food science*, 68(2), 408-420.
- Şengün, İ. Y. and Öztürk, B. 2018. Bitkisel Kaynaklı Bazı Doğal Antimikrobiyaller. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 7(2), 256-276.
- Tanrıverdi, H. Özek, T. Beis, H. and Baser, K. H. C. 1992. Composition of essential oil of Turkish laurel leaves and berries. Felicitation Volume on the 50th Birthday of Prof. Atta-Ur-Rahman, Hamdard Foundation Pakistan, MAS Printers, Karachi, 67-74.
- Uluöz M. Gönül M. ve Gözlü S. 1974. Nişasta; Özellikleri, Jeletinizasyonu, Modifikasyonu ve Gıda Endüstrisinde Kullanılması. Ege Üniv.Ziraat Fak. Yayın No: 245, Bornova, s.40.
- Uslu, M.K. 2001. Protein bazlı yenabilir filmler ile bazı meyvelerin kaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 96 s.

- Uslu, M.K. 2007. Morötesi ve gama ışınlarının protein bazlı biyolojik olarak parçalanabilir filmler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 129 s.
- Üstünol, 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.
- Véronique, C. O. M. A. 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat science*, 78(1-2), 90-103.
- Wyk, B. E. and Wink, M., 2004. Medicinal Plants of the World. P: 188. Timber Press. Portland
- Xiong, R. Cavitt, L. Meullenet, J.F. And Owens, C. 2006. Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat. *Journal of texture studies*, 37 (2): 179-199.
- Yildirim, S. Röcker, B. Pettersen, M. K. Nilsen-Nygaard, J. Ayhan, Z. Rutkaite, R. ... and Coma, V. 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 165-199.
- Yurtlu, Y. B. Yesiloglu, E. and Arslanoglu, F. 2010. Physical properties of bay laurel seeds. *Int. Agrophys*, 24, 325-328.
- Zarai, Z. Boujelbene, E. Salem, B.N. Gargouri, Y. and Sayari, A. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts, piperine and piperic acid from *Piper nigrum*. *Food Science and Technology*, Vol. 50; pp. 634-641.
- Zhang, Y. and Han, J. H. 2006. Mechanical and thermal characteristics of pea starch films plasticized with monosaccharides and polyols. *Journal of Food Science*, 71(2), E109-E118.

## ÖZGEÇMİŞ

**YAHYA IMAR**

### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|                            |                                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans<br>2019-2021 | Akdeniz Üniversitesi<br>Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendislik Bölümü,<br>Antalya |
| Lisans<br>2013-2017        | Hebron Üniversitesi                                                                  |

### MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

|                             |                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| Gıda mühendisi<br>2017-2018 | Siniora Gıda Endüstrisi Şirketi Kudüs - Filistin |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|