

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

**OLEORESİN İÇEREN YENEBİLİR FİMLERİN PİLİÇ ETİNİN RAF ÖMRÜ  
VE PIŞME KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2015**



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

**OLEORESİN İÇEREN YENEBİLİR FİLMLEİN PİLİÇ ETİNİN RAF ÖMRÜ  
VE PİŞME KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU  
(TÜBİTAK) tarafından 114O042 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**2015**



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

**OLEORESİN İÇEREN YENEBİLİR FİLMLEİN PİLİÇ ETİNİN RAF ÖMRÜ  
VE PİŞME KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 25/06/2015 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından Oybirliğı/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU (Danışman)

Prof. Dr. Mehmet İNAN

Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE



## ÖZET

### OLEORESİN İÇEREN YENEBİLİR FİMLERİN PİLİÇ ETİNİN RAF ÖMRÜ VE PIŞME KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU  
Haziran 2015, 80 sayfa

Bu çalışmada yenebilir filmlere baharat oleoresinleri ilave edilerek, filmlere antibakteriyel özellik kazandırmak, elde edilen filmlerle piliç etlerini sararak piliçlerin raf ömrünü uzatmak, piliç etlerine aroma geçişi sağlamak ve film içerisinde piliç etlerini pişirerek, daha yumuşak ve daha lezzetli ürün elde etmek ve mevcut fırın poşeti adı altında satılan PET poşetlere alternatif bir ürün geliştirmek amaçlanmıştır.

Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada sodyum kazeinat ve sodyum kazeinat - nişasta karışımlarından hazırlanan film çözeltilerine kekik ve kimyon oleoresinleri ilave edilerek, dökme yöntemiyle yenebilir filmler üretilmiştir. Üretilen filmlerin uçucu bileşen içeriği, antimikrobiyal, mekanik, görsel ve termal özellikleri belirlenmiş; su buharı geçirgenliği ve suda çözünürlüğü bulunmuştur. İkinci aşamada piliç etleri, yenebilir filmlerle sarılarak depolanmış (4°C) ve depolama sırasında piliç etlerinde toplam koliform ve psikrofilik aerobik bakteri gelişimi, pH, renk ve ağırlık kaybındaki değişimler tespit edilmiştir. Son aşamada ise filmle sarılmış piliç etleri 200°C'de 30 dakika pişirilmiş, pişmiş piliç etinde pişirme kaybı, renk değişimi bulunmuştur. Tekstür analiz cihazı ve MORS bıçak setiyle kesme testi yapılarak kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri belirlenmiş ve duyu değerlendirmesi yapılarak da piliç etinin lezzeti ve yumuşaklığı saptanmıştır.

Yapılan GC-MS analizi sonucunda sodyum kazeinat-nişasta karışımından üretilen filmlerin sodyum kazeinattan üretilen filmlere göre oleoresinleri taşımada daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Oleoresin içeren yenebilir film örneklerinin *Escherichia coli* ATCC 35218 (Gram -) ve *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (Gram +) suşlarına karşı herhangi bir antibakteriyel etki göstermediği gözlenmiştir. Filmlerin mekanik özelliklerinden gerilme mukavemeti değerinin sodyum kazeinattan üretilen filmlerde daha yüksek olduğu (4.39-4.99 MPa), yüzde uzama miktarı değerinin ise film üretiminde kullanılan polimer cinsinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca sodyum kazeinat esaslı filmlerin saf sudaki çözünürlükleri ve su buharı geçirgenlik değerleri nişasta - sodyum kazeinat karışımından üretilen filmlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Yenebilir filmler ile sarılıp depolanan piliç etlerinde kontrol grubu örneklerine göre mikrobiyolojik açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Ancak pH ve su kaybı değerleri açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol grubu piliç etlerinin pH değeri depolamanın 3. gününden sonra artmaya başlamış ve 10. günün sonunda 7.84'e kadar çıkmıştır. Filmle sarılmış örneklerde depolama sürecinde pH değeri fazla değişmemiş, 10. günün sonunda, ilk günkü pH değeri olan 6.74 civarında bulunmuştur.

Yenebilir filmlerle sarılarak pişirme işlemi piliç etindeki pişirme kaybı değerlerini %20 - 35, kesme kuvveti değerlerini %40 ve kesme enerjisi değerlerini %30 civarında düşürmüştür. Duyusal değerlendirme sonucunda filmlere sarılarak pişirilen piliç etleri panelistlerce daha yumuşak ve lezzetli bulunmuş, özellikle de oleoresin içeren yenebilir filmlere sarılarak pişirilen piliç etleri daha lezzetli bulunmuştur. Ayrıca oleoresinleri içeren filmlerden piliç etlerine aroma geçişi saptanmıştır. Bu alanda yapılan ilk araştırma olan bu tez çalışması, yenebilir filmlerin piliç eti pişme kalitesini önemli ölçüde geliştirdiğini ve yenebilir filmlerin fırın poşetine alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Yenebilir film, Oleoresin, Kekik, Kimyon, Piliç eti, Pişirme

**JÜRİ:** Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU (Danışman)  
Prof. Dr. Mehmet İNAN  
Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE



## ABSTRACT

### EFFECTS OF EDIBLE FILMS CONTAINING OLEORESIN ON SHELF LIFE AND BAKING QUALITY OF CHICKEN MEAT

Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET

M.Sc. Thesis in Food Engineering  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU  
June 2015, 80 pages

In this study, it was aimed; to obtain edible films with antibacterial properties by adding the spice oleoresin, to extend the shelf life of chicken meat by wrapping with the obtained film, to provide flavor migration from films to meat and to cook chicken meat wrapped with the film for providing softer and more delicious products and to develop an alternative product existing PET bags that sold under the name of the oven bag.

The study was conducted in three stages. In the first stage, the edible films were produced by casting method from film solutions prepared from sodium caseinate and sodium caseinate - starch mixture by adding oregano and cumin oleoresin. The volatile components content, antimicrobial, mechanical, visual and thermal properties of the produced films were determined. Also the water vapor permeability and water solubility were found. In the second stage wrapped chicken meats with edible films were stored at 4°C and growth of total coliform and psychrophilic aerobic bacteria in the chicken meat, the changes in pH, colour and the weight loss were determined during storage. The final stage wrapped chicken meat with edible film was cooked at 200 ° C for 30 minutes. The cooking loss and colour changes of roasted chicken meat was found. Shear force and shear energy values were determined with texture analyzer device and MORS set of knife by cutting test. The sensory evaluation was done to determine chicken meat flavor and softness.

GC-MS analysis revealed that the films produced from sodium caseinate-starch mixture was more successful than sodium caseinate films as an oleoresin carrier. Edible film samples containing oleoresin did not show any antibacterial effect against strains of *Escherichia coli* ATCC 35218 (Gram -) and *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (Gram +). From mechanical properties, tensile strength values of the sodium caseinate based films (4.39-4.99 MPa) were higher than sodium caseinate-starch mixture films, however the percent elongation values of the films have not been affected from polymer types that was used in the film production. Also water solubility and water vapor permeability values of sodium caseinate based films were higher than sodium caseinate - starch mixture based films.

In microbiologically, it was not observed any difference between the wrapped chicken meats with edible films and control groups during storage. However significant differences were determined in pH and water loss values. The pH of the control group chicken meat have started to increase after the third day of storage, and reached to 7.84 at the end of the tenth day. pH values of the wrapped samples with films were not considerably changed during storage, even at the end of the tenth day, their pH values were found near to the first day of pH value, that was 6.74.

Cooking process with wrapped edible film, decreased cooking loss, shear force and shear energy values of chicken meats about 20-35%, 40% and 30% respectively. In sensory evaluation, baked chicken meats wrapped with films were evaluated as more tender and delicious by the panelists. Especially, the most delicious meats were the meats baked in the films containing oleoresin. In addition, the aroma migration was detected to chicken meats from films containing oleoresin. This thesis, the first research in this area, showed that edible films significantly improved cooking quality of the chicken meat and edible films could be alternatively used as synthetic oven bags.

**KEYWORDS:** Edible film, Oleoresin, Oregano, Cumin, Chicken meat, Baking

**COMMITTEE:** Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU (Supervisor)  
Prof. Dr. Mehmet İNAN  
Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÖKÇE

## ÖNSÖZ

Günümüz gıda endüstrisinde tüketiciler güvenliği geliştirilmiş, duyu kalite ile birlikte besleyici özellikleri artırılmış, uzun raf ömürlü, hazırlama ve kullanımda kolaylık sağlayan gıda ürünlerini talep etmektedirler. Diğer taraftan da daha az işleme ve daha az katkı maddeli geleneksel ve sağlıklı ürünleri tercih etmektedirler. Gıda endüstrisinin en önemli ve ayrılmaz parçası olan gıda ambalaj sektörü de bu tüketici isteklerine kayıtsız kalmayarak cevap vermek zorundadır.

Gıda ambalaj sektöründe yoğun bir şekilde kullanılan plastik malzemelerin çevresel ve insan sağlığı açısından olumsuzlukları, tüketicilerin doğal olanı tercih etmeleri sonucunda plastik ambalajlara karşı talep giderek azalmaktadır. Bu da gıda ambalajlama teknolojisinde insanları yeni arayışlara yöneltmektedir. Bilim insanları ve üreticiler de bu istekler doğrultusunda çalışmalarını sürdürmektedirler. Daha iyi kalitede ve güvenli gıda üretmek, üretilen gıdanın güvenliğini sağlamak ve gıda kayıplarını azaltmak için yeni teknikler geliştirilmekte ve var olan tekniklerde iyileştirmeler yapılmaktadır. Yenebilir film ve kaplamalar gibi teknikler de bu amaçla kullanılan tekniklerdendir.

Yenebilir filmler ile yapılan çalışmalar daha çok filmlerin özelliklerinin geliştirilmesi ve ürünlerin raf ömürlerini artırmaya yöneliktir. Ancak literatürde yenebilir filmlerin bir ürünle ambalajlanıp pişirme aracı olarak kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma daha çok bu eksikliğı gidermeye yönelik olup, elde edilen pişirme analizi sonuçları değerlendirildiğinde yenebilir filmlerin fırın poşeti gibi kullanılabilceğı düşünülmektedir.

Araştırma sonuçlarının yapılacak benzeri çalışmalara ışık tutacağı ve ülkemiz gıda endüstrisine önemli katkılar sağlayacağı ümit edilmektedir.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen ve bu konuda çalışma olanağı sağlayan danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa Kemal USLU'ya (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), mikrobiyoloji konusundaki bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM'a (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), GC-MS analizlerindeki desteklerinden dolayı Sayın Arş. Gör. Sultan ARSLAN TONTUL'a (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) tez çalışmam boyunca en güzel anılarımı paylaştığım sevgili dostlarım Arş. Gör. Mustafa GERMEÇ, Ercan KARAHALİL'e, Öğr. Gör. Ahmet AYGÜN (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) ve Gıda Müh. Sayın Fatih KUŞ'a (Esaslıgrup Gıda San. Tic. A.Ş.) yardımlarını esirgemeyen tüm Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliğı Bölümü öğretim üyelerine ve lisansüstü öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Projeye verdikleri destekten dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi ve TÜBİTAK yetkililerine teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, bu noktalara gelmemde en büyük pay sahibi aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMASI .....	4
2.1. Yenebilir Filmler ve Kaplamalar .....	4
2.2. Geçmişten Günümüze Yenebilir Filmler ve Kaplamalar .....	4
2.3. Yenebilir Filmler ve Kaplamaların Hazırlanışı ve Üretim Şekilleri .....	5
2.4. Yenebilir Filmler ve Kaplamaların Kompozisyonu .....	5
2.4.1. Protein esaslı yenebilir filmler ve kaplamalar .....	6
2.4.2. Polisakkarit esaslı yenebilir filmler ve kaplamalar .....	8
2.4.3. Plastikleştiriciler .....	11
2.4.4. Katkı maddeleri.....	12
2.4.5. Antimikrobiyal yenebilir filmler ve kaplamalar .....	13
2.5. Oleoresinler .....	14
2.5.1. Kekik.....	16
2.5.2. Kimyon .....	19
2.6. Yenebilir Filmler ve Kaplamaların Gıdalardaki Uygulamaları.....	20
2.6.1. Yenebilir film ve kaplamaların piliç etine uygulanması.....	21
2.6.1.1. Piliç etinin kalite özellikleri.....	21
2.6.1.2. Yapılan çalışmalar .....	24
3. MATERYAL ve METOT .....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Yöntem .....	27
3.2.1. Yenebilir filmlerin üretimi.....	27
3.2.2. Yenebilir filmlerde yapılan analizler .....	28
3.2.2.1. Film içerisindeki uçucu bileşenlerin miktarının belirlenmesi ..	28
3.2.2.2. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkisinin belirlenmesi .....	28
3.2.2.3. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri .....	29
3.2.2.4. Film kalınlığının ölçülmesi.....	30
3.2.2.5. Filmlerin saf suda çözünürlüğünün belirlenmesi .....	30
3.2.2.6. Su buharı geçirgenliği tayini .....	30
3.2.2.7. Yenebilir filmlerin taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmesi.....	31
3.2.2.8. Yenebilir filmlerin termal özellikleri.....	31
3.2.3. Çiğ piliç etinde yapılan analizler .....	31
3.2.3.1. Piliç etlerinin yenebilir filmlerle sarılması .....	31
3.2.3.2. Depolama sırasında piliç etindeki mikrobiyal değişimin belirlenmesi .....	31
3.2.3.3. Piliç eti kompozisyonunun belirlenmesi .....	32
3.2.3.4. Piliç etlerinde pH tayini.....	32
3.2.3.5. Piliç etlerinde ağırlık kaybı analizi.....	32

3.2.3.6. Piliç etlerinde renk değerlerinin ölçülmesi .....	32
3.2.4. Pişmiş piliç etinde yapılan analizler .....	33
3.2.4.1. Pişirme kaybı .....	33
3.2.4.2. Pişmiş piliç etinde renk analizi .....	33
3.2.4.3. Tekstür analizi .....	33
3.2.4.4. Duyusal değerlendirme .....	33
3.2.5. İstatistiksel yöntem .....	36
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	37
4.1. Ön Deneme Sonuçları .....	37
4.2. Yenebilir Filmlere Ait Bulgular .....	38
4.2.1. Film içerisindeki uçucu bileşenlerin miktarı ve zamana bağlı değişimi .....	38
4.2.2. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkinliği .....	40
4.2.3. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri .....	40
4.2.4. Yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlükleri .....	42
4.2.5. Yenebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri .....	43
4.2.6. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri .....	45
4.2.7. Yenebilir filmlerin termal özellikleri .....	47
4.3. Yenebilir Filmlerle Sarılmış Çiğ Piliç Etlerine Ait Bulgular .....	49
4.3.1. Mikrobiyolojik analizler .....	49
4.3.2. pH değeri .....	50
4.3.3. Renk değerleri .....	53
4.3.4. Ağırlık kaybı .....	55
4.4. Yenebilir Filmler İle Sarılıp Pişirilmiş Piliç Etlerine Ait Bulgular .....	56
4.4.1. Pişirme Kaybı .....	56
4.4.2. Renk değerleri .....	58
4.4.3. Tekstür analizine ait bulgular .....	59
4.4.4. Duyusal değerlendirme .....	61
5. SONUÇ .....	64
6. KAYNAKLAR .....	67
7. EKLER .....	77
EK-1: 15SK ve 15NS örnekleriyle yapılan antimikrobiyal etkinlik testinin fotoğrafları .....	77
EK-2: 10SK ve 10NS örnekleriyle yapılan antimikrobiyal etkinlik testinin fotoğrafları .....	79
ÖZGEÇMİŞ .....	81

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### 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
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
ΔH	Erime ısısı

### Kısaltmalar

GM	Gerilme mukavemeti
HSD	Tukey'in dürüst anlamlılık fark değeri
L	Film kalınlığı
MORS	Meullenet–Owens 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>	i. günlük ağırlık
10NS	% 10 oleoresin içeren nişasta – sodyum esaslı yenebilir film
15NS	% 15 oleoresin içeren nişasta – sodyum esaslı yenebilir film
10SK	% 10 oleoresin içeren sodyum kazeinat esaslı yenebilir film
15SK	% 15 oleoresin içeren sodyum kazeinat esaslı yenebilir film
ΔP	Kap içi ve dışı arasındaki kısmi su buharı basıncı farkı
% UM	Yüzde uzama miktarı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Amilozun yapısı (Kramer 2009) .....	9
Şekil 2.2. Amilopektinin yapısı (Kramer 2009).....	9
Şekil 2.3. Bazı plastikleştiricilerin kimyasal yapısı ve molekül ağırlıkları (Sothornvit ve Krochta 2000).....	12
Şekil 2.4. Karvakrol ve timolün kimyasal yapısı .....	17
Şekil 2.5. Kumin aldehit ve $\gamma$ -terpinen'in kimyasal yapısı .....	20
Şekil 3.1. Germe testinde kullanılan çeneler; a. Şematik gösterimi, b. Fotoğrafi....	29
Şekil 3.2. Panelistlere sunulan setlerin sırası ve kodları .....	34
Şekil 3.3. Duyusal analiz formu .....	35
Şekil 4.1. Farklı içerikteki yenebilir film örneklerine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri .....	46
Şekil 4.2. Sodyum kazeinat esaslı yenebilir filmlere ait DSC grafikleri .....	47
Şekil 4.3. Nişasta-sodyum kazeinat karışımından oluşan yenebilir filmlere ait DSC grafikleri .....	48
Şekil 4.4. Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi (üç tekerrür ve iki paralel değerlerin ortalamasıdır).....	51
Şekil 4.5. Farklı örneklere ait ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi (Her bir değer iki tekerrür ve iki paralelin ortalamasıdır).....	55

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 100 gram çiğ tavuk etinin içerdiği enerji ve besin öğeleri miktarı (Arslan 2013) .....	1
Çizelge 2.1. Yenebilir film ve kaplamalarda kullanılan materyaller (Han ve Gennadios 2005) .....	6
Çizelge 2.2. Yenebilir film ve kaplamalarda kullanılan bazı proteinlerin amino asit bileşimi (% mol) (Dangaran vd 2009). .....	8
Çizelge 2.3. Film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinler (Krochta 2002) .....	8
Çizelge 2.4. Bazı nişastaların fiziksel özellikleri (Liu 2005).....	10
Çizelge 2.5. Gıdalarda kullanılan antimikrobiyal filmler ve hedef mikroorganizmaları (Evrendilek vd 2010) .....	15
Çizelge 2.6. Bazı kekik türlerinin kimyasal kompozisyonu .....	18
Çizelge 2.7. Çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler (Anonim 2006).....	22
Çizelge 3.1. Sodyum kazeinatın fiziksel/kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları .....	26
Çizelge 3.2. Piliç eti (derisiz ve kemiksiz üst but) kompozisyonu .....	26
Çizelge 3.3. Yenebilir film çözeltilerinin kuru madde bazında içerikleri.....	28
Çizelge 3.4. Panelistlerin tercihlerini gösteren puan tablosu .....	36
Çizelge 4.1. Kimyonun içeriği ve uçucu bileşenlerin alan ve yüzdeleri ( $\pm$ standart sapma) .....	38
Çizelge 4.2. Kekiğin içeriği ve kompozisyonu ( $\pm$ standart sapma) .....	39
Çizelge 4.3. 15SK film örneğindeki bazı bileşenlerin zamanla değişimi ( $\pm$ standart sapma) .....	39
Çizelge 4.4. 15NS film örneğindeki bazı bileşenlerin zamanla değişimi ( $\pm$ standart sapma) .....	39
Çizelge 4.5. Farklı içerikteki yenebilir filmlere ait kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı sonuçları .....	41
Çizelge 4.6. Gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerlerine uygulanan varyans analizi.....	41
Çizelge 4.7. Gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....	42



Çizelge 4.8. Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlük değerleri.....	42
Çizelge 4.9. Çözünürlük değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları .....	43
Çizelge 4.10. Filmlerin saf sudaki çözünürlüklerinin ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....	43
Çizelge 4.11. Yenebilir filmlere ait kalınlık, eğim, su buharı geçirgenliği hızı ve su buharı geçirgenliği değerleri .....	44
Çizelge 4.12. Su buharı geçirgenliği değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları .....	44
Çizelge 4.13. Su buharı geçirgenliği değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....	45
Çizelge 4.14. Film örneklerine ait camsı geçiş sıcaklığı ( $T_g$ ), erime sıcaklığı ( $T_m$ ) ve erime ısı ( $\Delta H$ ) .....	49
Çizelge 4.15. Toplam koliform bakteri kolonilerinin sayısı .....	50
Çizelge 4.16. Toplam psikrofilik aerobik bakteri kolonilerinin sayısı.....	50
Çizelge 4.17. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	51
Çizelge 4.18. pH değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma) .....	52
Çizelge 4.19. Farklı içerikteki filmlerle sarılmış piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerleri.....	53
Çizelge 4.20. Piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	53
Çizelge 4.21. Piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....	54
Çizelge 4.22. Ağırlık kaybı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	56
Çizelge 4.23. Ağırlık kaybı (%) değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....	56
Çizelge 4.24. Pişirme kaybı değerleri .....	57
Çizelge 4.25. Pişirme kaybı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları .....	57
Çizelge 4.26. Pişirme kaybı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....	58
Çizelge 4.27. Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılıp pişirilmiş piliç etlerine ait L, a ve b değerleri.....	58

Çizelge 4.28. Pişmiş piliç etleri renk değerleri ortalamaları.....	59
Çizelge 4.29. Pişmiş piliç etlerine ait renk değerlerine uygulanan varyans analizi..	59
Çizelge 4.30. Pişmiş piliç eti örneklerine ait kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri .....	60
Çizelge 4.31. Kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.32. Kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$ standart sapma).....	61
Çizelge 4.33. Panelistlerin lezzet bakımından tercih durumunu gösteren puantaj ...	62
Çizelge 4.34. Panelistlerin sertlik-yumuşaklık açısından tercih durumunu gösteren puantaj.....	62
Çizelge 4.35. Lezzet ve sertlik-yumuşaklık bakımından örneklere ait toplam puanlar ve Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testine göre örnekler arasındaki farklılıklar.....	63

## 1. GİRİŞ

Piliç eti, yüksek besin değerinin yanı sıra, kolay sindirilebilir özellikte ve ekonomik olması nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Kırmızı etlerle kıyaslandığında piliç eti, daha çok protein, daha az yağ ve daha az oranda doymuş yağ içermektedir. Kırmızı etlerdeki protein oranı %18 civarında iken, kanatlı etlerinde bu oran yaklaşık %20.5'dir. Piliç etleri aynı zamanda iyi bir B vitamini kaynağıdır ve özellikle riboflavin, ve tiamin bakımından zengindir (Sağun vd 2013). Ayrıca piliç eti insan beslenmesi için olmazsa olmaz olan esansiyel aminoasitlerin tamamını uygun oranlarda ve yeterli miktarda içermektedir. Piliç eti, yüksek besin değeri (Çizelge 1.1), kolay pişmesi, sindirimini kolay olması, sağlıklı ve ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı Türkiye'de ve Dünya'da en çok tüketilen etlerdendir ve tüketimi de giderek artmaktadır (Arslan 2013). Örneğin Türkiye'de kişi başına kanatlı eti tüketimi 1990 yılında 3.8 kg iken, 2001 yılında 9.7 kg olmuş ve 2013 yılında 20.6 kg kadar yükselmiştir (Anonim 2014).

Çizelge 1.1. 100 gram çiğ tavuk etinin içerdiği enerji ve besin öğeleri miktarı (Arslan 2013)

	<b>Göğüs</b>	<b>But</b>	<b>Derili et</b>
Enerji (kkal)	116	126	230
Protein (g)	21.8	19.1	17.6
Yağ (g)	3.2	5.5	17.7
Sodyum (mg)	72	89	70
Potasyum (mg)	330	300	260
Kalsiyum (mg)	10	11	10
Magnezyum (mg)	27	22	20
Demir (mg)	0.5	0.9	0.7
Bakır (mg)	0.14	0.25	0.16
Çinko (mg)	0.7	1.6	1
B6 vitamini (mg)	0.53	0.3	0.3
Folik asit (mcg)	8	12	7
Biotin (mcg)	2	3	2
Pantotenik asit (mg)	1.2	1.3	0.9
Tiamin (mg)	1.1	0.11	0.08
Riboflavin (mg)	0.1	0.22	0.14

Kümes hayvanlarının taze eti, zengin besin içeriği, pH (5.5-6.5) ve yüksek su aktivitesi (0.98-0.99) nedeniyle kolay bozulan ürünlerdendir. Bu özellikler bozulma etkeni mikroorganizmalar ve gıda kaynaklı patojenlerin gelişmesi ve koloni oluşturması için elverişli ortamlar sağlamaktadır (Fernandez-Pan vd 2013). 2006 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi raporuna göre gıda zehirlenmelerine en sık kontamine olmuş kümes hayvanları etinin neden olduğu belirlenmiştir (Harris 2009). Beslenme açısından büyük önem taşıyan ve insanlar tarafından çok sık tüketilen piliç etlerinin kaliteli bir şekilde üretilmesi ve tüketiciye ulaşıncaya kadar kalitesinin muhafaza edilmesi büyük önem taşımaktadır (Sağun vd 2013). Taze kanatlı etleri üretim tekniğine ve ambalajına bağlı olarak genellikle 8-12 gün arasında bir raf ömrüne sahiptirler (Anonim 2014). Piliç etlerinin en iyi şekilde muhafaza

edilmesi, raf ömrünün artırılması için ambalajlama sektöründe var olan teknolojilerde iyileştirmeler yapılmakta, yeni teknolojilerin oluşturulması için çalışmalar hızla devam etmektedir. Çünkü piliç eti iyi bir şekilde muhafaza edildiğinde halk sağlığı korunacak ve ekonomik kayıplar azaltılacaktır.

Yenebilir film ve kaplamalar; gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir (Dursun ve Erkan 2009). Yenebilir filmlerin hazırlanmasında karbonhidrat, protein, yağ içeren birçok biyomolekül kullanılabilir. Protein ve polisakkaritler iyi mekanik özelliklere sahiptirler; gaz ve aroma geçişlerine karşı etkili bariyer özelliği göstermektedirler; ancak su geçirgenlikleri fazladır (Miller ve Krochta 1997).

Yenebilir film ve kaplamaların gıdalarda koruma amaçlı kullanımı günden güne artmaktadır. Çünkü sentetik materyallerle kıyaslandığında, çevre dostu ve biyobozunur olması gibi avantajları vardır (Tharanathan 2003). Yenebilir filmlerin nem, oksijen, aroma ve migrasyonla madde geçişi özellikleri film formülasyonuna ilave edilen antioksidanlar, antimikrobiyaller, renk maddeleri, aroma maddeleri, baharatlar gibi katkı maddelerinden etkilenmektedir (Pranoto vd 2005).

Antimikrobiyal ajanlar ilave edilerek kullanılan yenebilir film ve kaplamalar son dönemlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Janes vd 2002; Raybaudi-Massilia vd 2008; Jin vd 2009; Mastromatteo vd 2009; Yener vd 2009). Bu antimikrobiyal ajanlardan biri olan baharat ekstraktları (esansiyel yağlar, oleoresinler) da yenebilir film içerisine eklenebilmekte, filme antimikrobiyal özellik kazandırmanın yanı sıra uygulandığı gıdanın duyu ve kalite özelliklerini geliştirebilmektedir. Bu bileşikler et ürünlerine de sıklıkla uygulanabilmekte ve ete aroma kazandırmak amaçlı kullanılabilir.

Baharatlar flavanoid ve fenolik asit gibi fenolik bileşiklerce zengindirler (Dadalioglu ve Evrendilek 2004). Karvakrol, ögenol, timol gibi fenolik bileşikler yüksek oranda içeren esansiyel yağlar gıda kaynaklı patojenlere karşı güçlü antibakteriyel etkiye sahiptirler (Burt 2004).

Oleoresinler kurutulmuş veya öğütülmüş baharatın uygun bir organik çözücü ile ekstraksiyonu ve çözücünün vakum altında uzaklaştırılması ile elde edilebilen “yağ ve reçine” karışımından oluşmaktadır. Burada, reçine baharatın uçucu yağ dışındaki ekstrakte edilebilen tüm bileşenlerini ifade etmektedir. Baharatlar yerine oleoresin kullanımı bazı avantajlar sağlamaktadır. Tekdüze bir lezzete sahiptirler. Baharatların lezzet kalitesi, kuvveti ve renkleri yıldan yıla yetiştirme şartlarına göre değişebilmektedir, bu nedenle oleoresin kullanımı bu değişimleri en aza indirmektedir. Oleoresinler, sağlık açısından uygundur ve mikroorganizma içermemektedirler. Ambalajlama ve depolanmaları kolaydır; tüketici açısından kullanım kolaylığı sağlar ve ekonomiktirler. Baharat oleoresinleri gıda endüstrisinde ham baharatların yerine en çok tercih edilen ve kullanımı en uygun olan bileşiklerdir. Ayrıca oleoresinler içerdikleri uçucu olmayan bileşikler (karotenoid, steroid, alkaloid, antosiyanin, glikozid vb.) sayesinde gıda kalitesini olumlu yönde etkiler ve lezzet kuvvetinin istenilen derecede tutulmasını sağlayarak belirli bir standart oluştururlar. Baharatlara göre oleoresinlerin uçucu olmayan bileşenleri ve antioksidan içerikleri yüksek olduğundan söz konusu maddeler daha

kararlıdırlar. İyi depolama şartlarında uzun süre dayanabilmektedirler (Altuğ ve Elmacı 2007). Oleoresinler belirli bir baharatın bütün lezzet içeriklerini barındırdığı için esansiyel baharat yağlarına göre daha çok tercih edilmektedirler. Ayrıca yenebilir film ve kaplamalarda esansiyel yağlar kullanıldığı zaman, yenebilir film ve kaplamaların oluşumu için gerekli olan kurutma sırasında yüksek oranda aroma bileşenlerinin kaybolduğu gözlenmektedir (Ponce vd 2008).

Piliç eti kalitesi denince etin pişirildikten sonraki kalitesi de düşünülmelidir. Pişirme sonrası etin kalitesini belirleyen en önemli unsurlardan biri de etin lezzetidir. Piliç eti lezzeti ette bulunan protein, nükleik asit, yağlar ve diğer bileşikler arasında meydana gelen tepkimeler sonucunda meydana gelmektedir. Pişirme işlemine bağlı olarak amino ve yağ asidi reaksiyonları ile uçucu ve uçucu olmayan bileşikler oluşmaktadır. Bu da etteki lezzet oluşumu ve gelişimini desteklemektedir. Dolayısıyla pişirme tekniklerine bağlı olarak etin lezzeti değişmektedir. Örneğin piliç etleri ızgarada pişirildiğinde etin dış kısmı aromalı, iç kısmı nemli olmaktadır. Fırında pişirildiği zaman ette fırınlamanın getirmiş olduğu zengin aroma, iyi gelişmiş renk ve hassas bir tekstür yapısı oluşmakta ve kızartıldığında da piliç etlerinin dış kısmı gevrek bir yapıda olmaktadır (Dawson ve Spineli 2007).

Tekstür etteki baskın kalite özelliklerinden biridir. Düşük et kalitesi etin sertliğine yansır, sert yapıdaki etler de tüketici tarafından pek fazla tercih edilmediği için sertlik doğrudan etin fiyatını etkilemektedir. Sertliğin yanı sıra nemlilik ve sululuk da etin kalitesini belirleyen en önemli özelliklerdendir.

Bu çalışma kapsamında, sodyum kazeinat ve sodyum kazeinat – nişasta esaslı yenebilir filmler üretilmiş ve bu filmlere belirli oranlarda baharat oleoresinleri (kekik ve kimyon) ilave edilmiştir. Üretilen filmlerin antibakteriyel etkinliği ve mekaniksel özellikleri belirlenmiş, antibakteriyel ve mekanik özelliklerine bakılarak seçilen filmler ile piliç etleri sarılarak 10 gün boyunca depolanmıştır. Depolama sürecinde piliç etlerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel değişimi tespit edilmiştir. 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 herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada hem bu eksikliğin giderilmesi hem de 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 pişirme kalitesi, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMASI

### 2.1. Yenebilir Filmler ve Kaplamalar

Çeşitli gıdalara sarılarak (kaplama veya ambalajlama amaçlı) kullanılan, gıda ürünlerinin raf ömrünü ve kalite özelliklerini geliştirme amacı olan, sarıldığı gıda ile birlikte tüketilen ya da tüketilmeyen, genellikle kalınlığı 0.3 mm'den daha az olan malzemeler yenebilir film veya kaplamalar olarak kabul edilmektedir. Yenebilir film ve kaplamalar doğal tabakaların değiştirilmesi ve/veya kuvvetlendirilmesini sağlayarak nem kaybını önlemektedirler. Oksijen, karbondioksit, etilen gibi önemli gazların kontrollü değişimine seçici bir şekilde izin vererek, gıda maddelerinin solunum süreçlerinde yer almaktadırlar. Ayrıca yenebilir film ve kaplamalar önemli gıda bileşenlerinin kaybını önlemekte, gıdaya ait kalite özelliklerini iyileştirmekte ve yüzey sterilizasyonu sağlamaktadırlar (Pavlath ve Orts 2009).

Yenebilir film ve kaplamaların üretiminde proteinler (peynir altı suyu proteini, kazein, kollojen, glüten, mısır zeini, soya proteini, vb.) karbonhidratlar (nişasta, kitosan, pektin, aljinat, vb.), yağlar (mumlar, parafin, esansiyel yağlar, yağ asitleri, vb.) ayrı ayrı veya birbirlerinin karışımı şeklinde kullanılmaktadır. Yenebilir filmler ve kaplamalar taşıyıcı ve enkapsüle edici özelliklerinden dolayı aktif bileşikler (antioksidanlar, esansiyel yağlar, baharat oleoresinleri, vb.) için iyi bir ortam oluşturmaktadırlar. Bu bileşiklerin film çözeltisine ilave edilmesiyle yenebilir filmler ve kaplamalar antimikrobiyal ambalaj şeklinde de kendilerine kullanım alanı bulmaktadır (Evrendilek vd 2010).

### 2.2. Geçmişten Günümüze Yenebilir Filmler ve Kaplamalar

Yenebilir filmler ve kaplamalar çok eski tarihlerden beri kullanılmakta ve yenebilir kaplamaların geçmişi, yenebilir filmlere göre daha da eskilere dayanmaktadır. Örneğin yenebilir bir film olan yubanın (soya sütünün kaynatılıp, film şeklinde kurutulmasıyla elde edilen geleneksel bir ürün) 15. yüzyıldan beri Asya ülkelerinde kullanıldığı bilinmektedir (Park vd 2002; Han ve Gennadios 2005). 12 ve 13. yüzyıllarda ise narenciye meyveleri (portakal, limon vb.) yüzeylerinin mumla kaplandığı bilinmektedir. Mumla kaplama işlemi 1930 yıllardan itibaren ticari olarak elma ve armutta da kullanılmaya başlanmıştır. Mumlar, kaplandıkları meyve ve sebzelerin nem kaybını azaltmakta, solunum hızını düşürmekte ve bunun sonucunda da meyve ve sebzelerin raf ömürleri artmaktadır. Meyve ve sebze ürünleri dışında et ürünleri ve peynirlerde de büzüşmeyi engellemek için yağla kaplama (sürme) Ortaçağlardan beri yapılagelen bir işlemdir (Han ve Gennadios 2005). Ayrıca geleneksel bir ürünümüz olan ve ilk kez Orta Asya'daki Türkler tarafından üretilen pastırma, et ürünlerindeki kaplama uygulamalarına verilebilecek en güzel örneklerden biridir. Pastırmadaki kaplama malzemesi ise çemendir (Gökalp vd 2012).

Tüketiciler tam olarak farkında olmasa bile, yenebilir filmler ve kaplamalar günümüzde çeşitli amaçlar için farklı farklı ürünlerde kullanılmaktadır. Örneğin marketlerde gördüğümüz mandalina, portakal gibi meyvelerin parlak yüzeyleri yenebilir filmler ve kaplamalarla sağlanmaktadır. Yine şekerlemelerde özellikle drajeli şekerlerde, ürüne parlak bir görünüm sağlamak ve raf ömrünü artırmak için şellak kaplaması yapılmaktadır. Parmak patates ve patates cipsleri üretiminde, kızartma sırasında su kaybını kontrol etmek, soğuk depolama zararını engellemek için yenebilir filmler ve

kaplamalar kullanılmaktadır. Ayrıca kızartma proseslerinde gıdaların katı ve sıvı yağ absorpsiyonunu azaltmak için de yenibilir kaplamalar kullanılmaktadır (Pavlath ve Orts 2009).

### 2.3. Yenibilir Filmler ve Kaplamaların Hazırlanışı ve Üretim Şekilleri

Yenibilir film ve kaplamalar; protein, polisakkarit, lipit, reçinelerin veya bunların karışımının bir çözücü (su, alkol vb.) içerisinde çözündürülüp birtakım işlemler uygulandıktan sonra elde edilen şeffaf plastiğe benzer yapılardır. Ayrıca yenibilir film üretiminde yapıya bazı katkı maddeleri (plastikleştiriciler, tuzlar, baharat oleoresinleri, vb.) de farklı amaçlar için eklenebilmektedir. Ancak yenibilir film ve kaplama üretiminde ısıtma, pH değişimi, enzimatik modifikasyon, kurutma gibi işlemler uygulandığı zaman filmin “yenibilir” özelliğini kaybetmemesi gerekmektedir (Uslu 2007).

Yenibilir film ve kaplama oluşturmak için daldırma, püskürtme, dökme, köpürtme, akışkan yatakta paketlenme, fırça ile boyama yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Ancak yaygın olarak kullanılanları daldırma, püskürtme ve dökme yöntemleridir. Püskürtme ve daldırma yöntemleri kaplamalarda, dökme yöntemi ise film oluşturmada kullanılmaktadır. Daldırma yöntemi; gıdanın film çözeltisine batırılması, fazla olan kaplama materyalinin gıdadan uzaklaştırılması ve gıda yüzeyinde kaplamanın kurutulması ve katılaştırılması şeklindedir. Püskürtme işlemi sadece bir yüzeyinin kaplanması istenen gıdalarda daha elverişli bir uygulamadır. Püskürtme ile gıda yüzeyinde daldırma işlemine göre daha düzgün ve ince film tabakası oluşturulabilmektedir. Ayrıca püskürtme metodu kaplanmış gıda yüzeyinde, ikinci bir film tabakası oluşturmak için de kullanılabilir. Dökme yöntemi ise düzgün bir yüzeye, film oluşturacak çözeltinin istenilen kalınlığa göre dökülmesi ve iyice yayıldıktan sonra kurutularak film elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir (Uslu 2001).

### 2.4. Yenibilir Filmler ve Kaplamaların Kompozisyonu

Yenibilir film ve kaplamaların üretiminde temel olarak hidrokolloidler (protein ve polisakkarit), yağlar ve kompozitler (hidrokolloid+lipid) kullanılmaktadır. Bu nedenle yenibilir film ve kaplamalar; temel bileşenlerine göre protein, polisakkarit, yağ ve kompozit esaslı yenibilir film ve kaplamalar şeklinde dört ana grupta sınıflandırılmaktadır (Dursun ve Erkan 2009). Genel olarak yenibilir film ve kaplamalarda kullanılan materyaller Çizelge 2.1’de verilmiştir (Han ve Gennadios 2005).

Başlıca film oluşturucu malzemelerden olan proteinler, spesifik aminoasit dizilerinden oluşan makro bileşiklerdir. Film üretimi sırasında proteinler sekonder, tersiyer, kuaterner yapılarının bozulması gerekmektedir. Bu yapılar ısıl denatürasyon, basınç, radyasyon, mekanik işlemler, asitler, bazlar, metal iyonları, tuzlar ve enzimlerle muamele, kimyasal hidroliz ve çapraz bağlama gibi uygulamalarla kolayca modifiye edilebilmektedirler. Diğer film yapıcı malzemelerle karşılaştırıldıklarında proteinlerin en belirgin özellikleri yapısal denatürasyon, elektrostatik yüklenme ve amfifilik özellik göstermesidir. Yük yoğunluğu ve hidrofobik-hidrofilik denge gibi birçok faktörler proteinlerden üretilen yenibilir film ve kaplamaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir (Han ve Gennadios 2005; Wihodo ve Moraru 2013).

Çizelge 2.1. Yenebilir film ve kaplamalarda kullanılan materyaller (Han ve Gennadios 2005)

Fonksiyonel kompozisyonlar	Materyaller
<b>Film oluşturucu materyaller</b>	<p><b>Proteinler:</b> Kollajen, kazein, jelatin, peynir altı suyu proteini, zein, glüten, soya proteini, yumurta beyazı proteini, balık miyofibriler proteini, sorgum proteini, bezelye proteini, pamuk tohumu proteini, yerbıstığı proteini, keratin.</p> <p><b>Polisakkaritler:</b> Nişasta, modifiye nişasta, modifiye selüloz (CMC, MC, HPC, HPMC)*, aljinat, karragenan, pektin, pullulan, kitosan, jellan gam, ksantan gum.</p> <p><b>Lipitler:</b> mumlar (balmumu, parafin, carnauba mumu, kandelilla mumu) reçineler (şellak, terpen), asetoglisericidler.</p>
<b>Plastikleştiriciler</b>	Gliserin, propilen glikol, sukroz, sorbitol, polietilen glikol, mısır şurubu, su.
<b>Fonksiyonel katkı maddeleri</b>	Antimikrobiyaller, antioksidanlar, besleyiciler, fonksiyonel gıda maddeleri, farmasötikler, lezzet maddeleri, renk maddeleri.
<b>Diğer katkı maddeleri</b>	Emülsifiye ediciler (lesitin, Tweens, yağ asidi mono ve diglisericit esterleri), lipit emülsiyonları

\*CMC, karboksi metil selüloz; MC, metil selüloz; HPC, hidroksipropil selüloz; HPMC, hidroksipropil metil selüloz.

Polisakkaritlerin zincir yapısı proteinlere göre daha basit yapıdadır. Buna karşın polisakkaritlerin üç boyutlu yapısı daha karmaşık ve tahmin edilemez olduğu için, molekül ağırlıkları proteinlere göre daha büyük olmaktadır. Birçok karbonhidrat nötr yapıda iken bazı gumlar negatif yüklü olabilmektedir.

Yağlar ve reçineler de yine film oluşturucu malzemelerdendir; fakat daha çok tek başlarına değil de protein ya da polisakkaritlerle birlikte kullanılmaktadırlar. Lipitler, hidrofobik yapısından dolayı katıldığı film ve kaplamaların, yüksek su direnci ve düşük yüzey enerjisine sahip olmasını sağlamaktadır. Yağlar kombine edilmiş film ve kaplamalarda emülsiyon ve çok tabakalı yapı oluşturmak içinde kullanılmaktadır (Han ve Gennadios 2005).

#### 2.4.1. Protein esaslı yenebilir filmler ve kaplamalar

Protein esaslı filmler sergiledikleri mükemmel oksijen, karbondioksit ve yağ bariyer özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ancak proteinden elde edilen filmler proteinin baskın hidrofilik karakterinden dolayı zayıf su bariyer özelliğine sahiptir yani su buharı geçirgenlikleri yüksektir. Proteinin polipeptit zincirleri arasındaki kohezyon kuvvetinin,



filmlerin bariyer özelliklerini etkilediği düşünülmektedir. Kohezyon kuvveti artıka filmlerin bariyer özellikleri de pozitif olarak gelişim göstermektedir. Bu özelliğın bilinmesi özellikle proteinin su buharı geçirgenliğini iyileştirmek için önemlidir (Lacroix ve Cooksey 2005).

Protein esaslı film ve kaplamalar protein, çözücü ve yardımcı malzemeler olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Üretilen film ve kaplamaların özellikleri içerdiği bileşenlerin özellikleri ve dış proses faktörlerinden etkilenmektedir. Film bileşenlerinin özellikleri denince; proteinlerin amino asit içeriğinden, kristallik derecesinden (protein ve/veya plastikleştirici), hidrofilik-hidrofobik karakterinden, yüzey yükünden, izoelektrik noktasından, moleküler büyüklüğünden ve üç boyutlu şeklinden bahsedilmektedir. Çözelti özellikleri (pH, iyonik kuvvet, tuz ilavesi, çözelti viskozitesi), kurutma koşulları (sıcaklık, bağıl nem) ve depolama koşulları ( sıcaklık, bağıl nem) ise filmin özelliklerine etki eden dış faktörler olarak sayılabilir (Dangaran vd 2009).

Proteinlerin amino asit dağılımına bağılı olarak üretilen yenabilir filmler çok farklı fiziksel özellikler göstermektedir. Yenabilir film ve kaplama üretiminde kullanılan bazı proteinlerin amino asit içerikleri Çizelge 2.2’de verilmiştir. 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, isolösin, lösin, metiyonin, fenilalanin, prolin, valin, triptofan apolar; asparagin, sistein, glutamin, serin, threonin, tirozin polar; arginin, aspartik asit, glutamik asit, lisin, histidin ise iyonik yüklü bileşikler olup, filmler hidrofilik özellik göstermesine neden olmaktadır (Dangaran vd 2009).

Yenabilir film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinler hayvansal kaynaklı olanlar (kazein, peynir altı suyu proteini, yumurta beyazı proteini, jelatin, vb.) ve bitkisel kaynaklı olanlar (mısır zeini, buğday glütenu, soya proteini, bezelye proteini, vb.) olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Dursun ve Erkan 2009). Film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinler ve çözücüleri Çizelge 2.3’de özetlenmiştir. Her ne kadar yer fıstığı proteini, yumurta akı proteini, keratin gibi proteinlerden film üretimine yönelik çalışmalar yapılmış ise de, şimdilik bunlardan gıda ambalajı üretmek mümkün görülmemektedir. Bu yüzden protein esaslı film üretmeye yönelik çalışmalar, daha çok gıda endüstrisi yan ürünü olup, endüstriyel anlamda üretilen zein, gluten, soya proteini, kollojen, jelatin, kazein ve peyniraltı suyu proteinleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Uslu 2007).

Çizelge 2.2. Yenebilir film ve kaplamalarda kullanılan bazı proteinlerin amino asit bileşimi (% mol) (Dangaran vd 2009).

	$\beta$ -laktoglobulin	$\alpha_{s1}$ -kazein	$\kappa$ -kazein	$\alpha$ -zein
Alanin	5.4	2.7	5.6	11.0
Arginin	2.5	4.0	4.1	2.8
Asparagin	3.1	3.8	4.2	6.7
Aspartik asit	6.9	3.4	2.4	–
Sistein	2.8	–	1.0	0.5
Glutamik asit	6.2	8.1	9.4	18.0
Glutamin	11.2	13.1	8.2	0.6
Glisin	0.9	2.2	0.6	0.5
Histidin	1.5	2.9	2.2	1.9
Isolösin	6.2	5.3	7.7	5.7
Lösin	13.6	8.1	4.8	21.6
Lisin	10.5	7.6	6.1	–
Methiyonin	2.8	2.8	1.4	3.0
Fenilalanin	3.2	5.0	3.1	5.3
Prolin	4.2	7.0	10.2	9.7
Serin	3.3	3.0	5.5	7.1
Threonin	4.4	2.1	7.4	3.2
Triptofan	2.0	1.6	1.0	–
Tirosin	3.6	6.9	8.0	4.4
Valin	5.4	4.6	5.7	7.7

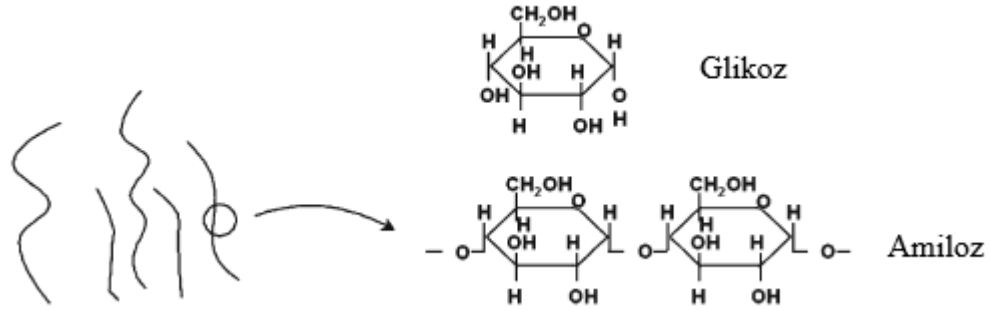
Çizelge 2.3. Film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinler (Krochta 2002)

Protein	Çözgen Madde			
	Su	Asidik Su	Bazık Su	Etanol Su
Bitkisel Kaynaklılar	Mısır Zeini			X
	Buğday gluteni		X	X
	Soya proteini	X		X
	Yerfıstığı proteini			X
	Pamuk çekirdeği proteini			X
Hayvansal Kaynaklılar	Kollojen		X	
	Jelatin	X		
	Keratin			X
	Yumurta akı proteini			X
	Kazein	X		
Peynir altı suyu proteinleri	X			

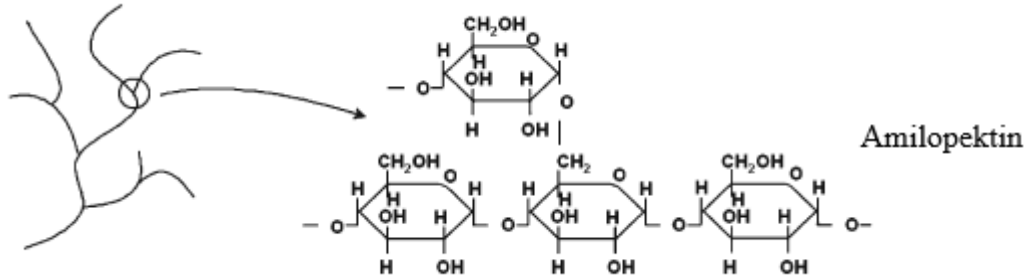
#### 2.4.2. Polisakkarit esaslı yenebilir filmler ve kaplamalar

Polisakkarit esaslı filmler; nişasta, nişasta türevleri, selüloz, selüloz türevleri, aljinat, karragenan, kitosan, pektinat ve çeşitli gumlardan yapılmaktadır. Nişastayla birlikte selüloz ve selüloz türevleri (eter ve ester türevleri) film oluşturmak için kullanılan en önemli hammaddelerdir.

Nişasta, kolaylıkla film oluşturulabilen doğal bir polimerdir.  $\alpha$ -D-glikoz birimlerinin glikozidik bir bağ ile birbirlerine bağlanmasıyla oluşmaktadır. Bitkisel kaynakların depo maddesi olan nişasta 5 ila 30 mikron arasında değişen çaplarda yuvarlak granüller halinde bulunmaktadır. Nişastanın yapısında amiloz (Şekil 2.1) ve amilopektin (Şekil 2.2) vardır. Amiloz  $\alpha$ -1,4 bağı ile bağlanmış  $\alpha$ -D-glukoz birimlerinden oluşan lineer yapıda bir polimerdir. Amilopektin de amiloz gibi  $\alpha$ -1,4 glikozidik bağı ile bağlanmıştır; ancak amilozdan farklı olarak  $\alpha$ -D-glikoz birimleri  $\alpha$ -1,6 glikozidik bağları ile dallanmış bir yapı oluşturmuştur. Ayrıca amilopektinin molekül büyüklüğü (5000-30000 kg/mol) amilozun molekül büyüklüğünden (20-800 kg/mol) daha yüksektir. Nişastanın içerdiği amiloz ve amilopektin oranı elde edildiği gıdaya göre değişebilmektedir. Mısır nişastası genel olarak %25 amiloz ve %75 amilopektin içermektedir. Genetik modifikasyonla, yüksek oranda amiloz (%55-70) içeren mısırlar üretilebilmektedir. Amiloz/amilopektin oranındaki değişim nişastanın jelatinizasyon ve retrogradasyonunu etkilemektedir (Peressini vd 2003; Kramer 2009; Polat 2011).



Şekil 2.1. Amilozun yapısı (Kramer 2009)



Şekil 2.2. Amilopektinin yapısı (Kramer 2009)

Nişasta bol, ucuz, çok yönlü kullanımı ve biyobozunabilir olmasından dolayı biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin üretiminde en çok yararlanılan polimerdir. Ancak petrol bazlı polimerle karşılaştırıldıklarında nem hassasiyetleri yüksektir, mekanik özellikleri zayıftır (Singha ve Kapoor 2014). Nişasta yenilebilir ve düşük oksijen geçirgenliğine sahip olmasından dolayı gıda ürünlerinin paketlenmesi ve kaplanmasında kullanılmaktadır. Nişasta filmleri genellikle saydam ya da yarı saydam, renksiz, kokusuz, tatsızdır. Nişasta filmlerinin belki de en büyük avantajı; geniş bir yelpazedeki gıda ürünlerine uyum göstermesi, üretim maliyeti ve işleme kolaylığıdır. Nişasta bazlı yenilebilir film ve kaplamalar fırıncılık ürünlerinde, et ürünlerinde, şekerlemelerde ve gıda harçlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Liu 2005).

Niştastadan elde edilen filmlerin özellikleri, niştasta türüne yani niştasta granülünün sahip olduğu bazı özelliklere göre değişmektedir. Bu özellikler; kristallenme derecesi, X ışını kırınım deseni (A, B ve C tip gibi), jelatinizasyon sıcaklığı ve camsı geçiş sıcaklığı gibi özelliklerdir. Bu özelliklerin yanında film oluşumunu ve film özelliğini belirleyen en önemli özellik niştastanın sahip olduğu amiloz oranıdır. Bazı niştastaların amiloz oranı ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.4’de verilmiştir (Liu 2005). Film üretiminde yüksek amiloz oranına sahip niştastalar düşük amiloz oranına sahip niştastalara göre daha çok tercih edilmektedirler; çünkü yüksek amiloz oranına sahip niştastalardan elde edilen filmlerin mekanik kuvvetleri ve gaz bariyer özellikleri daha iyidir (Li vd 2015). Film oluşturmak için en iyi özellikteki niştasta seçilse, film en uygun koşullarda üretilse bile niştasta bazlı filmlerin mekanik özellikleri diğer biyopolimerlerle kıyaslandığında zayıf kalmaktadır. Bu nedenle tek başına niştastadan film üretmek yerine, niştastayı proteinle veya selüloz türevleri ile karıştırıp kompozit filmler üretmek daha uygundur.

Çizelge 2.4. Bazı niştastaların fiziksel özellikleri (Liu 2005)

Niştasta	Amiloz (%)	Polimorf yapı	X <sub>c</sub> (%)	T <sub>Gel</sub> (°C)
Mısır	30	A	27	75-80
Bezelye	33	C	23	58-75
Tapyoka	17	A	38	65-70
Patates	21	B	28	60-65
Buğday	28	A	36	80-85

A, B ve C, X ışını kırınım deseni tipleri; X<sub>c</sub>: Kristallenme derecesi; T<sub>Gel</sub>: Jelatinizasyon sıcaklığıdır.

Niştasta bazlı filmler çok bileşenli ve çok fazlı sistemlerdir. Niştastalı filmler genellikle amiloz, amilopektin, su ve plastikleştiriciden oluşmaktadır ve sıklıkla yarı kristal yapıdadırlar. Film içeriği ve filmin oluşum şartları (kurutma sıcaklığı, nem, vb.) camsı geçiş sıcaklığı ve niştastanın kristallenme derecesini önemli ölçüde etkilemektedir. Yenebilir niştasta filmlerinden optimum performans elde etmek için; niştasta film kompozisyonundaki bileşenler arasındaki etkileşimlerin (amiloz/amilopektin oranı, suyun etkisi, plastikleştirici içeriği, vb.) film oluşum şartlarının, yapısal faktörlerin (kristallenme ve camsı geçiş sıcaklığı) ve diğer film özelliklerinin (mekanik ve bariyer, vb.) kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına hala ihtiyaç vardır. Bunun için de bu alanda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (Liu 2005).

Bitkilerde yapısal bir polisakkarit olarak bulunan selüloz, D-glikoz birimlerinin  $\alpha$ -1,4 glikozit bağlarıyla bağlanmasından oluşmuştur. Doğal selüloz; yüksek molekül ağırlıklı, soğuk suda çözünmeyen kristal yapıda bir polimerdir. Glikoz birimlerinin O-2, O-3, O-6 konumlarındaki reaktif hidroksil grupları sayesinde selülozun yararlı türevleri oluşturulabilmektedir. Selüloz eterleri fonksiyonel eter gruplarının, selülozdaki hidroksil gruplarının kısmi yer değiştirmesinden elde edilmektedir. Metil selüloz (MC), hidroksi metil selüloz (HMC), hidroksi propil selüloz (HPC), hidroksi propil metil selüloz (HPMC) ve karboksil metil selüloz (CMC) selüloz eterleridir. Bu bileşiklerin nispi hidrofiliteyi HPC < MC < HPMC < CMC şeklindedir (Gennadios vd 1997). Selüloz eterlerinden MC, HMC ve HPMC selüloz suda çözünebilir ve iyi film oluşturucu bileşiklerdir. MC, selülozun önce metilklorit ile tepkimesi ve sonra alkaliyle

muamelesiyle üretilmektedir. Metil selülozun film oluşturma özelliği gayet iyidir ve filmlerin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Selüloz türevleri yağlarla kombine edilerek hem taze hem de dondurulmuş etlerde kullanılmaktadır. Metil selüloz veya hidroksi metil selüloz ile etlerin kaplanması; pişirme kaybını azaltmakta, yağ emilimini düşürmekte ve kaybını azaltmaktadır (Krochta 2002; Peressini vd 2003).

Karbonhidratlardan yenabilir film ve kaplama üretilmesinde kullanılan diğer önemli polisakkaritler alginat ve kitosandır. Alginattan üretilen filmler alginik asitten elde edilmektedir. Alginik asidin gıdalarda kullanılan formu sodyum alginattır ve sodyum alginat suda çözünür, toksik olmayan bir polisakkarittir. Alginat gıdalara çoğunlukla kaplama şeklinde uygulanmaktadır. Kitosan filmler ise kitinden elde edilmektedir. Kitin yapısal bir polisakkarittir ve kabuklular, böcekler, mantarlar ve alglerin yapısında bulunmaktadır. Kitin lineer yapıdaki  $\beta(1-4)$  bağlarıyla birleşmiş N-asetilglukozamin moleküllerinden oluşmaktadır. Kitin suda çözünmediği için film üretiminde kullanılabilmesi için deasetilasyonla suda çözünür formu olan kitosana dönüştürülmesi gerekmektedir. Kitosan doğal antimikrobiyal özellik gösterdiği için son yıllarda film üretiminde kullanımı yaygınlaşmıştır (Yemenicioğlu vd 2011).

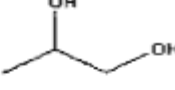
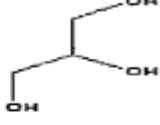
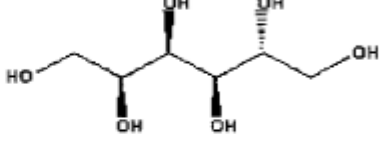

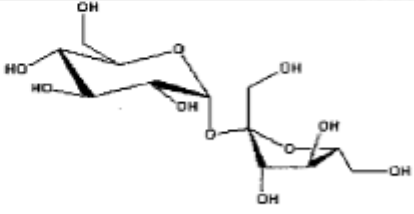
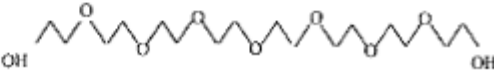
### 2.4.3. Plastikleştiriciler

Yenabilir film üretiminde plastikleştirici olarak gliserol, sorbitol, dietilen gliserol, propilen glikol, polietilen glikol, sukroz gibi bileşikler kullanılmaktadır (Sothornvit ve Krochta 2000; Sothornvit ve Krochta 2001). Plastikleştiriciler, film çözeltisine katılan en önemli maddelerden biridir. Plastikleştirici maddelerin film çözeltilerine ilave edilmesiyle filmlerin esnekliğinin artırılması, kırılabilirliğinin azaltılması ve plastik malzemelere benzer bir yapı oluşturmaya sağlanmaktadır. Genellikle düşük molekül ağırlığına sahip olan plastikleştiriciler, polimer molekülleri arasına girerek, moleküller arası mesafeyi artırmakta ve moleküller arasındaki bağ kuvvetini azaltmaktadırlar. Bunun sonucunda da filmlerin gerilme mukavemeti ve camsı geçiş sıcaklığı düşerken, elastisiteyi artmaktadır (Han ve Gennadios 2005; Uslu 2007). Plastikleştirme etkinliği, plastikleştirici maddenin üç boyutlu polimer yapı (protein, nişasta gibi) içindeki konumlanma durumuna bağlıdır. Plastikleştiriciler moleküller arasına ne kadar çok girerlerse yapıyı o kadar genişleterek, serbest hacim artışına neden olurlar. Böylece polimer zincirlerinin hareket alanı ve kabiliyeti artmaktadır (Vieira vd 2011). Bazı plastikleştiricilerin kimyasal yapısı ve molekül ağırlıkları Şekil 2.3'deki gibidir (Sothornvit ve Krochta 2000).

Plastikleştirici seçiminde dikkat edilecek en önemli husus plastikleştiricilerin molekül ağırlıkları ve polariteleridir. Düşük molekül ağırlığına ve yüksek polariteye sahip olanlar tercih edilmektedir. Bu nedenle film üretiminde daha çok gliserol kullanılmaktadır (Wihodo ve Moraru 2013).

Sothornvit ve Krochta (2001) tarafından yapılan bir çalışmada farklı plastikleştiriciler kullanılarak,  $\beta$ -laktoglobülinli filmler üretilmiş ve plastikleştiricilerin filmin mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak filmlerin esneklikleri plastikleştirici ilavesiyle artarken, gerilme mukavemetleri düşmüştür. En yüksek etkiyi gliserol göstermiştir.

Uslu (2001) tarafından bildirildiğine göre; Stuchell ve Krochta gliserin miktarının artışına bağlı olarak filmlerin su buharı geçirgenliğinin, gerilme mukavemetinin ve uzama miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Plastikleştirici	MA	Kimyasal Yapısı
Propilen glikol	76	
Gliserol	92	
Sorbitol	182	
Polietilen glikol	200	
Sukroz	342	
Polietilen glikol	400	

Şekil 2.3. Bazı plastikleştiricilerin kimyasal yapısı ve molekül ağırlıkları (Sothornvit ve Krochta 2000)

#### 2.4.4. Katkı maddeleri

Katkı maddeleri, yenibilir film ve kaplamalara birçok yeni özellik kazandırmak ve uygulanacak gıdanın kalitesi ve güvenliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca film ve kaplamalar çok çeşitli aktif maddelerin taşıyıcısı olarak da kullanılmaktadır. Yenibilir film ve kaplamalara, emülsifiye ediciler, lezzet ve renk maddeleri, baharatlar, antimikrobiyaller, antioksidanlar, oleoresinler, probiyotik organizmalar, gibi maddeler eklenmektedir (Martin-Belloso vd 2009). Fonksiyonel gıda katkı maddelerinin (Bkz. Çizelge 2.1) yenibilir film ve kaplamalarda kullanımıyla birlikte, yenibilir film ve kaplamaların kullanım amaçları farklılaşmış ve çeşitliliği artmıştır. Kullanım amaçlarına göre yenibilir film ve kaplamaları da; antioksidan yenibilir filmler, antimikrobiyal yenibilir filmler, lezzet enkapsüle edici yenibilir filmler,

renk ve aroma verici yenebilir film ve kaplamalar, vb. şeklinde sınıflandırmak mümkündür (Embuscado ve Huber 2009).

Emülsifiye edici maddeler, yağ içeren protein ve karbonhidrat bazlı yenebilir film ve kaplamalar için oldukça önemlidir. Bunlar yüzey aktif maddelerdir ve amfifilik karakterdedirler. Ayrıca yüzey enerjisini modifiye ederek, film yüzeyindeki adhezyon ve ıslanabilirliği kontrol etmektedirler (Han ve Gennadios 2005)

Antioksidan ve antimikrobiyal etkin maddeleri, aktif ambalajlama ve fonksiyonel kaplama sağlamak için film oluşturucu çözeltilere ilave edilebilmektedir. Ancak antimikrobialler, baharat ekstraktları ve diğer katkı maddeleri genellikle film üretiminde çözeltiye son aşamada, kurutmadan önce eklenmelidir (Evrendilek vd 2010).

Antioksidanlar genellikle meyve ve sebzelerde oksidatif ransiditeyi, degradasyonu, renk kaybını ve enzimatik esmerleşmeyi önlemek için yenebilir film ve kaplamalara eklenmektedir. Asit ve fenolik bileşikler antioksidan olarak kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan başlıca antioksidanlar askorbik asit, sitrik asit, sistein, glutatyon, bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksi toluen (BHT), propil gallat ve tokoferollerdir (Martin-Belloso vd 2009; Quezada-Gallo 2009). Yapılan bir çalışmada stearik asit içeren metil selüloz bazlı yenebilir kaplamalara askorbik asit ve sitrik asit ayrı ayrı eklenmiş, bu kaplamaların kayısı ve yeşil biberdeki su ve C vitamini kaybına etkisi araştırılmıştır. Askorbik asit ve sitrik asidin, filmin su buharı geçirgenliği hızını artırdığı dolayısıyla su kaybına yol açtığı, C vitamini kaybını ise azalttığı tespit edilmiştir (Ayrancı ve Tunç 2004).

Antimikrobiyal yenebilir filmler ve kaplamalar bozulma etmeni ve patojen bakterilere karşı yeterli konsantrasyonda kullanıldıkları zaman inhibe edici etki göstermektedirler. Organik asitlerden asetik asit, laktik asit, sorbik asit; bir yağ asidi esteri olan gliseril monolaurat; lizozim, peroksidaz, laktoferrin, nisin gibi polipeptitler; tarçın, kimyon, kekik, biberiye gibi bitkilerin esansiyel yağları; nitritler ve sülfidler yenebilir film ve kaplamalarda kullanılabilen belli başlı antimikrobiyal maddelerdir (Martin-Belloso vd 2009). Bu kategori içerisinde özellikle bitki esansiyel yağları ön plana çıkmaktadır. Çünkü bu esansiyel yağlar, kimyasal koruyucuların yerini alabilmekte, günümüzde tüketicilerin, doğal olan ya da en az işlem görmüş gıda ürünlerini tercih etme isteklerine karşılık verebilmektedir. Ayrıca esansiyel yağlar “Genel Olarak Güvenilir Kabul Edilen (GRAS)” katkı maddelerindedir (Burt 2004).

#### **2.4.5. Antimikrobiyal yenebilir filmler ve kaplamalar**

Gıda ürünlerine uygulanan farklı koruma yöntemleri ve ambalajlama tekniklerinin temel amacı gıda kalitesini muhafaza edip, ürünün raf ömrünü olabildiğince uzatabilme. Raf ömrü; bir gıda ürününün kendi doğal ortamından ayrıldıktan sonra, kaliteli olarak tüketilebildiği ve aynı zamanda kabul edilebilir lezzet, tekstür ve görünüşünü muhafaza ettiği son ana kadar geçen süredir (Pavlath ve Orts 2009). Gıda kalitesini de temelde duyu kalite ve mikrobiyolojik kalite olarak iki kısma ayırmak mümkündür. Duyusal kalite; gıdanın sahip olduğu görünüş, lezzet, besin içeriği, aroma, tekstür vb. özelliklerinin toplamıdır. Mikrobiyolojik kalite ise gıdada bulunan bozulma etmeni mikroorganizmaların yok edilmesi veya gelişimlerinin durdurulması ile ilgili bir

kavramdır. Gıdalarda mikroorganizmaların kontrol altına alınması mikrobiyolojik bozulmaların geciktirilmesi veya tamamen engellenmesi ya da gıdalarla insanlara geçen hastalıkların önlenmesi şeklindedir. Gıdanın mikrobiyolojik kalitesi dolayısıyla gıda kalitesini koruma amacı ile kullanılan yeni ambalajlama tekniklerinden biri de antimikrobiyal yenebilir film ve kaplamalardır. Aktif ambalajlama tekniklerinden biri olan antimikrobiyal yenebilir film ve kaplamaların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Çünkü antimikrobiyal yenebilir film ve kaplamalar doğal ve ekonomiktir (Üçüncü 2007).

Antimikrobiyal yenebilir filmler, protein, nişasta gibi doğal polimerlere antimikrobiyal ajanların ilavesi ile elde edilmektedir. Antimikrobiyal ajanlar çok çeşitli olmakla beraber temelde kimyasal ve doğal antimikrobiyal ajanlar olmak üzere iki kısım altında toplanmıştır. Yenebilir filmlerde kullanılan kimyasal antimikrobiyallerin miktarları belirli bir limitin üzerinde olmamalıdır. Doğal antimikrobiyallerde ise böyle bir sınırlama yoktur. Ancak antimikrobiyal etkinlik sağlamak için fazla miktarda doğal antimikrobiyal kullanımı gıdada bazı olumsuzluklara yol açmaktadır. Gıdada tat ve renk değişimi olabilmekte, böylece gıdanın kendi tadı baskılanmakta ve tüketici tarafından tercih edilmeyen bir durum oluşmaktadır. Antimikrobiyal maddelerle, gıda ve ambalaj malzemesinde bulunan mikroorganizmaların gelişimlerinin engellenmesi veya yavaşlatılması sağlanabilmektedir (Han 2005; Ayana ve Turhan 2010).

Her bir antimikrobiyal ajanın etkisi spesifik olduğu için, kullanılacak ajanın seçiminde hedef mikroorganizma iyi belirlenip ona göre seçim yapılmalıdır. Antimikrobiyal ajanlar yenebilir filmlere film yapım aşamasında film kurutulmadan önce eklenmelidir ve kurutma sıcaklığı antimikrobiyal ajana zarar vermeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Literatürde antimikrobiyal filmlerle ilgili yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Zivanovic vd 2005; Ponce vd 2008; Avila-Sosa vd 2012; Chamanara vd 2012). Antimikrobiyal filmler ve kaplamalar peynir yüzeylerine, işlem görmemiş kırmızı etlere, piliç etlerine, yumurta yüzeylerine, deniz ürünlerine, meyve ve sebzelere uygulanarak mayaların, küflerin, bakterilerin üremesi engellenmektedir. Çizelge 2.5’de gıda muhafazasında kullanılan bazı antimikrobiyal filmler ve hedef mikroorganizmaları verilmiştir (Ayana ve Turhan 2010; Evrendilek vd 2010).

## 2.5. Oleoresinler

Oleoresinler, kurutulmuş veya öğütülen baharatın uygun bir organik çözücüyle ekstrakte edilmesi ve daha sonra vakum uygulanarak çözücünün uzaklaştırılması ile elde edilen sıvı baharatlardır. Son derece yoğun, viskoziteleri yüksek olan oleoresinler reçinemi yapıda ve koyu renklidirler. Oleoresinlere “yağ-reçine karışımı” demek de mümkündür. Buradaki reçine kavramı, baharatın uçucu yağ dışında kalan ve ekstrakte edilebilen tüm bileşenlerini ifade etmektedir. Baharatın uçucu olan ve olmayan bileşiklerinin hepsini mümkün olduğunca çözen, uçucu organik çözücü veya çözücü karışımının seçilmesi oleoresinin elde edilmesinde oldukça önemlidir. Oleoresinler yüksek kaynama noktalı ve uçucu olmayan bileşenler içerdiği için bu noktada uçucu yağlar içeren esansiyel yağlardan ayrılmaktadırlar (Altuğ ve Elmacı 2007; Elmacı 2009).



Çizelge 2.5. Gıdalarda kullanılan antimikrobiyal filmler ve hedef mikroorganizmaları (Evrendilek vd 2010)

<b>Film</b>	<b>Antimikrobiyal ajan</b>	<b>Uygulanan gıda</b>	<b>Hedef mikroorganizma</b>
Nişasta	Potasyum sorbat	Tavuk göğüs eti	<i>Escherichia coli</i> O157:H7 ve <i>Salmonella Typhimurium</i>
Nişasta	Esansiyel yağlar (tarçın, kekik)	Salam	<i>Salmonella Typhimurium</i> ve <i>Listeria monocytogenes</i>
Peynir altı suyu proteini	p-aminobenzoik asit, potasyum sorbat	Salam, sosis, sucuk	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E.coli</i> O157:H7 ve <i>S. Typhimurium</i> DT104
Soya proteini	Üzüm çekirdeği özütü, nisin	Hindi sosisi	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E.coli</i> O157:H7 ve <i>S. Typhimurium</i>
Soya proteini	Nisin-üzüm çekirdeği özütü/yeşil çay özütü	Hindi sosisi	<i>L. monocytogenes</i>
Kitosan/metil selüloz	Vanilin	Kavun ve ananas	<i>E.coli</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Mısır zeini	Potasyum sorbat	Peynir	<i>Staphylococcus aureus</i>
Mısır zeini	Nisin-kalsiyum propiyonat	Pişmiş tavuk	<i>L. monocytogenes</i>
Selüloz asetat	Pediyosin	Dilimlenmiş jambon	<i>Listeria innocua</i> ve <i>Salmonella</i>
κ-Karragenan	Ovatransferrin, EDTA, sorbik asit	Tavuk göğüs eti	<i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>S. Typhimurium</i>

Gerçek baharat özlerinin en yoğun formundan oluşan oleoresinler, uçucu bileşiklerin yanı sıra uçucu olmayan bileşikler de içermektedir. Oleoresinlerin yapısında bulunan uçucu olmayan bileşenlerin gıda kalitesine pozitif etkisi bulunmaktadır. Uçucu olmayan bileşikler izole edildiğinde karatenoid, steroid, alkaloid, antosiyanin, glikozid gibi farklı kimyasal bileşenlerden oluştuğu görülmektedir. Bu farklı fraksiyonlar lezzet, renk, ağız hissi, tekstür ve gıdanın antioksidan özelliği için gerekli olabilmektedir. Dolayısıyla oleoresinler belirli bir baharatın tüm lezzet özelliklerini taşıdığı için baharat esansiyel yağlarına ve toz baharatlara göre kullanım avantajı sağlamaktadır (Ponce vd 2008).

Özellikle solvent ekstraksiyonu ile elde edilen oleoresinler, taze baharatlara yakın lezzet profili göstermektedirler. Bu durum oleoresini, gıda endüstrisinde ham baharatların ikamesi olarak tercih edilen, en uygun katkı maddesi yapmaktadır. Bunun sonucunda da oleoresinler gıda uygulamalarında, doğal lezzet içeriğine sahip bileşikler olarak geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Baharatlarla kıyaslandıklarında, son üründe daha iyi bir dağılım sağlarlar ve oleoresinler için daha az depolama alanı yeterlidir. Ayrıca toz baharatlara özgü bazı dezavantajlar oleoresinlerde görülmemektedir. Özellik olarak oleoresinler hijyeniktir ve eklendikleri ürünlerde kabul edilebilir bir standart lezzet seviyesi sağlamaktadır. Oleoresinler, baharat çeşidine bağlı olarak doğal antioksidan içermektedirler, bu da onları daha kararlı yapmaktadır. Bu açıdan esansiyel yağlara kıyasla daha kararlı yapıdadırlar. Sulu gıdalar ile karışmayan özellikte olduklarından, gıda matriksinde iyi bir dağılım göstermemektedirler. Ayrıca kurutulacak gıda karışımlarına eklendiklerinde yüksek sıcaklık uygulamalarından dolayı lezzet kaybı meydana gelebilmektedir (Shaikh vd 2006; Kanakdande vd 2007).

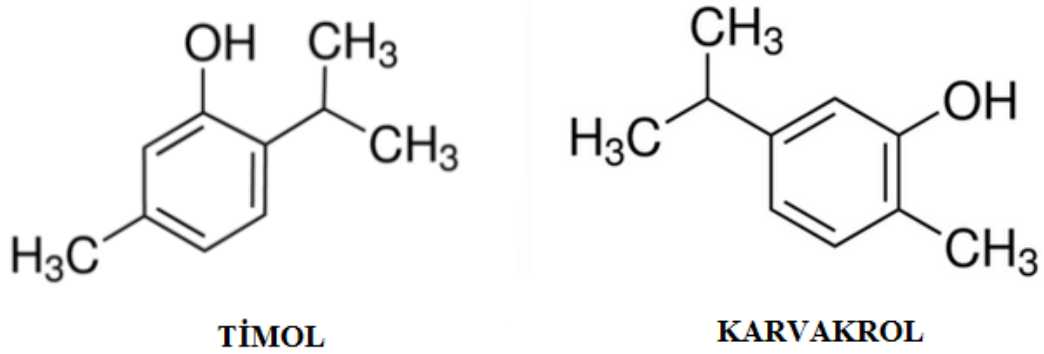
Oleoresinler; ışık, sıcaklık ve oksijene duyarlıdır. Uzun süreli ve uygun olmayan koşullarda depolandıklarında bazı kimyasal ve duyuşal değişiklikler meydana gelebilmektedir. Oksijen varlığında bazı pigmentler daha küçük yapıtaşlarına ayrılmakta, bunun sonucunda hidroksilik gruplar kararsız ketonlara dönüşmektedir. Daha sonra bunlar da daha kısa karbon zincirli renksiz bileşiklere ayrışmaktadır. Bu yüzden oleoresinler düzgün depolanmazlarsa kısa sürede bozulabilmektedirler. Mikroenkapsülasyon (Kanakdande vd 2007; Alvarenga Botrel vd 2012; Da Costa vd 2012; Hosseini vd 2013) bu tür problemleri çözmek için uygun bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Shaikh vd 2006).

Oleoresinlerin gıdalarda kullanımı birçok fayda sağlamaktadır. Genel olarak bu faydaları şu şekilde sıralamak mümkündür: Oleoresinlerin standart lezzet özellikleri bulunmaktadır. Baharatların kalitesi, renkleri ve lezzet kuvveti yıldan yıla baharatın yetiştiği ortam ve şartlara göre değişebildiğinden oleoresin kullanımı bu değişimleri en aza indirebilmektedir. Baharatlarla kıyaslandığında oleoresinlerin uçucu olmayan bileşenleri ve antioksidan içerikleri daha yüksektir ve bunun sonucunda oleoresinler daha kararlıdır. Uygun depolama şartlarında uzun süre muhafaza edilebilmektedirler. Oleoresinler, mikroorganizma içermemekte ve mikrobiyal gelişimi de desteklememekte; hatta içeriğine bağlı olarak bakteri gelişimini engelleyebilmektedirler (Altuğ ve Elmacı 2007).

### 2.5.1. Kekik

*Thymus*, *Thymbra*, *Satujera* ve *Origanum* cinsleri içinde bulunan bitki türleri Ballıbabagiller (Lamiaceae/Labiatae) familyasına bağlıdır ve genel olarak kekik olarak adlandırılmaktadır. Daha çok Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen, çoğunlukla güzel kokulu bir veya çok yıllık otsular, nadiren çalılar veya ağaçlardan oluşan ve çok çeşitli bir familya olan Labiatae familyası, yaklaşık 200 cins ve 3000 kadar tür içermektedir. Ülkemizde bu familyaya ait 45 cins ve 546'dan fazla tür bulunmaktadır. Uçucu yağ içeren familya üyelerinin büyük çoğunluğu baharat olarak kullanılmaktadır. (Tezcan vd 2003; Hayta ve Arabacı 2011).

Türkiye'deki kekik türleri *Origanum*, *Thymbra*, *Coridothymus*, *Satujera* ve *Thymus*' cinsleri içerisinde yer almaktadır. Daha çok *Origanum* cinsine ait türlerin kültürü yapılmaktadır ve ülkemizde bu cinse ait 25 tür bulunmaktadır. Bu türler içinde de 4 tanesi (*O. solymicum*, *O. husnucan-baseri*, *O. bilgeri*, *O. minutiflorum*) Antalya ili için endemiktir (Ünal vd 2005). İhracatı en çok yapılan ve uçucu yağ üretiminde kullanılan türler ise; *Origanum onites* (bilyalı kekik, İzmir kekiği), *Origanum vulgare* spp. *hirtum* (İstanbul kekiği, kara kekik), *Origanum minutiflorum* (Sütçüler kekiği, yayla kekiği, toka kekiği), *Origanum majorana* (beyaz kekik, Alanya kekiği) ve *Origanum syriacum* var. *bevanii* (dağ kekiği, Suriye kekiği)'dir. Bunlar dışında ticareti yapılan diğer türler şunlardır: *Coridothymus capitatus* (İspanyol kekiği), *Thymbra spicata*, *Thymbra sintenisii* *Satujera cuneifolia*, *Satujera hortensis*, *Satujera montana*, *Satujera spicigera* (Trabzon kekiği), *Thymus eigii*' dir (Başer 2001; Hayta ve Arabacı 2011). Tüm bu türlerin ortak özelliği yüksek miktarda uçucu yağ içermeleri ve uçucu yağın ana bileşeninin karvakrol veya timol olmasıdır (Şekil 2.4). Bu maddeler, kekiğe kendine özgü kokusunu veren ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların %78-82'sini oluşturmaktadır (Çoban ve Patır 2010).



Şekil 2.4. Karvakrol ve timolün kimyasal yapısı

Labiatae familyasına ait cinsler özellikle terpenik bileşikleri (mono-, di-, triterpenler) flavonoid, fenolik asitleri içermesi nedeniyle önemli fizyolojik aktivitelere (antioksidan ve antimikrobiyel) sahip bitkilerden oluşmaktadır. Bitkinin çiçek, yaprak ve odunsu kısımlarında bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidler, proteinlerin, karbonhidratların ve lipidlerin aromatik halkalarındaki hidroksil grubuyla tepkimeye girerek serbest radikallerce okside olmalarını engellemektedir (Çoban ve Patır 2010). Bazı kekik türlerinin GC-MS analiz yöntemiyle tespit edilen bileşenleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Baharat ekstraktlarının (oleoresin ve esansiyel yağlar) antifungal, antimikrobiyal, insektisit, sitostatik ve iyileştirici etkileri olmasına rağmen, odak noktası daha çok lezzet verici özelliğiyle ilgili olmuştur. Bunun yanında insanlar bitkisel ekstraktları gıdaların raf ömrünü uzatmak ve mikrobiyal inaktivasyon gibi amaçlar için de kullanılmaktadırlar (Dadalioglu ve Evrendilek 2004).

Çizelge 2.6. Bazı kekik türlerinin kimyasal kompozisyonu

Bileşikler	<i>Thymus vulgaris</i> <sup>1</sup>	<i>Thymus vulgaris</i> <sup>2</sup>	<i>Thymus caramanicus</i> <sup>3</sup>	<i>Origanum minutiflorum</i> <sup>4</sup>
Karvakrol	21.89	6.47	85.94	68.23
ρ-Simen (simol. timen)	19.66	37.66	3.16	11.84
Linalool	9.04	6.20	-	2.15
Karyophillen	5.96	0.17	0.33	3.44
α-Pinen	5.22	0.66	-	1.39
Karvakrol metil eter	4.62	-	0.47	0.73
β-Mirsen	2.86	0.70	0.39	0.47
Timol	3.63	39.77	3.33	-
Benzilik alkol	2.58	-	-	-
Ermopilen	2.19	-	-	-
γ-Terpinen	2.05	-	0.43	8.14
Benzen	1.88	-	-	-
Leden	1.48	-	-	0.28
α-Tujen	1.29	-	0.16	0.50
β-Pinen	1.07	0.31	-	0.31
Campen	0.45	0.15	-	0.67
α-Humulen	0.41	-	1.80	0.22
α-Terpinen	0.33	-	0.92	1.00
Palmetik asit	0.18	-	-	-
Limonen	-	2.34	-	-
1.8-Sineol	-	0.90	0.34	-
Borneol	-	1.07	1.33	-
Mentol	-	0.65	-	-
α-Terpinol	-	0.82	0.24	0.18
β-Bisobolen	-	-	0.19	0.21
<b>Total (%)</b>	<b>86.79</b>	<b>97.87</b>	<b>99.03</b>	<b>99.76</b>

Kaynaklar: 1- (Chamanara vd 2012), 2- (Lu vd 2013), 3- (Safaei-Ghomi vd 2009), 4-(Dadalioglu ve Evrendilek 2004).

Yapılan bir çalışmada kekik türleri olan *Thymus erocalyx* ve *Thymus xporlock*'tan ekstrakte edilen yağların *Listeria monocytogenes*'e karşı etkisi disk ve tüp dilüsyon metodu ile araştırılmıştır. Kekik yağının en yüksek antibakteriyel etkiyi gösteren minimum konsantrasyonun 250 ppm olduğu bulunmuştur. Bu antibakteriyel etkinin stoplazmada azalma, hücre duvarında bozulma ve hücre içi materyallerin bir araya toplanması şeklinde olduğu gözlemlenmiştir (Rasooli vd 2006). Yapılan bir başka çalışmada film çözeltilerinin (kitosan, karboksi metil selüloz ve kazein), oleoresinlerin (zeytin, biberiye, soğan, kırmızıbiber, yaban mersini, sarımsak, kekik, kekik + karvakrol %5) ve oleoresin ilave edilmiş film çözeltilerinin, balkabağının (*Cucurbita moschata* Duch) doğal mikroflorasına ve *Listeria monocytogenes*' e karşı antimikrobiyal etkilerini *in vitro* analizler ile test etmişlerdir. Doğal mikrofloraya karşı en yüksek antimikrobiyal etkiyi %5 karvakrol ile zenginleştirilmiş kekik oleoresinin gösterdiği belirlenmiştir (Ponce vd 2008).

Zivanovic vd (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada anason, fesleğen, kişniş ve kekik esansiyel yağlarının ve bu yağları içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Esansiyel yağların, tek başlarına veya film içerisinde kullanıldıklarında aynı antimikrobiyal aktiviteyi gösterdikleri gözlenmiştir. Bu iki mikroorganizma türüne karşı daha güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olan kekik esansiyel yağını (%1 ve %2, h/h), kitosan filmlere ilave edip Bologna tipi sosis dilimlerine uygulamışlardır. *L. monocytogenes*'in, *E. coli* O157:H7 ye göre kekik esansiyel yağına karşı daha duyarlı olduğu gözlenmiştir. Kitosan filmlerle ambalajlanmış ve 10°C 'de 5 gün süreyle depolanmış ürünlerde sade kitosan filmler, *L. monocytogenes* sayısını 2 logaritmik evre azaltırken, %1 ve %2 (h/h) oranında kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* sayısını sırayla 3,6 ve 4,0 logaritmik evre azalttığı görülmüştür.

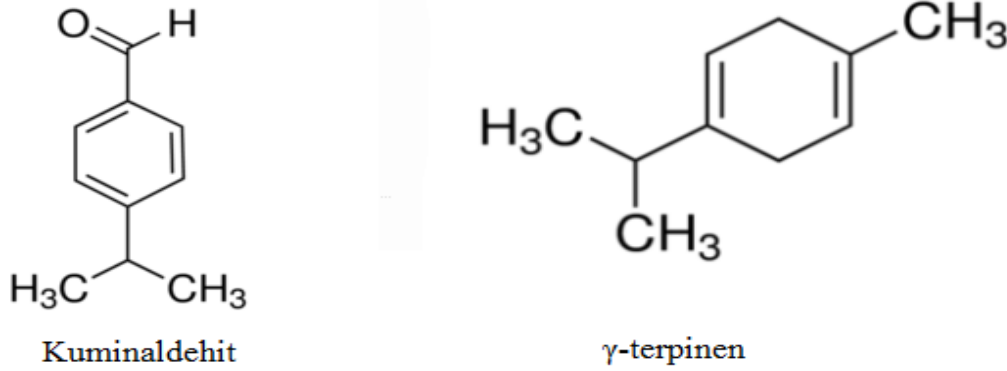
Yapılan bir çalışmada baharat ve çay olarak tüketilen bazı bitki ekstraktlarının kanatlı etinin dekontaminasyonu ve raf ömrüne olan etkisi araştırılmıştır. Yapılan *in vitro* denemelerde, kekik ve karanfil hidrodistilatları en etkili sonucu verirken, bunları sırasıyla biberiye, defne, reyhan takip etmiştir. Ancak bu hidrodistilatlar *in vivo* koşullarda etkili olmamışlardır. Kekik ve karanfil hidrodistilatlarının piliç etlerinde dekontaminant ve piliç etlerinin raf ömrünü uzatıcı doğal madde olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır (Aksoy vd 2011).

Soğuk muhafaza (4°C) koşullarında depolanan kanatlı etinde kekik uçucu yağı ile modifiye atmosferin kombine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, aerobik koşullarda paketlenen kanatlı etinde raf ömrü 5 gün iken, %0,1 kekik yağı ilavesi ile bu sürenin 3-4 gün daha uzadığını saptamıştır(Chouliara vd 2007).

### 2.5.2. Kimyon

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.), maydanozgiller (Apiaceae/umbelliferae) familyasından, çiçekleri beyaz ve pembe renkli, 40-60 santimetre kadar büyüeyebilen, tek yıllık otsu bir bitki türüdür. Kimyon baharatı, kimyon bitkisinin olgunlaştıktan sonra toplanıp kurutulmuş tohumlarından ya da bu tohumların öğütülmesinden elde edilmektedir. Kimyon; Türkiye, Mısır, Suriye, İran, Özbekistan, Tacikistan, Fas, Pakistan, Hindistan, Çin, Meksika ve Şili gibi pek çok ülkede yetiştirilmektedir (Bettaieb vd 2010). Kimyonun dünyadaki en büyük üreticisi ise Hindistan'dır (Kanakdande vd 2007).

Kimyon tohumlarından %3 - 5 oranında uçucu yağ elde edilmektedir. Bu uçucu yağın %30-60'ı kuminaldehittir. Kimyonun yoğun bir lezzeti vardır ve lezzet oluşumunda kuminaldehit baskındır. Kimyon uçucu yağları çok sayıda kimyasal bileşikler içermektedir. Bu bileşikler terpenler (örneğin;  $\beta$ -pinen,  $\rho$ -simen,  $\gamma$ -terpinen), aldehitler (örneğin; kuminaldehit, 1,3- $\rho$ -menta, 3- $\rho$ -mentin-7-al) ve terpen alkollerdir (örneğin; kumin alkol) (Kanakdande vd 2007). Yapılan bir çalışmada GC/MS analizi ile *Cuminum cyminum* L. türünün farklı hasat zamanlarına göre kompozisyonu belirlenmiştir. Kimyondaki ana bileşenlerden olan kumin aldehitin %19.9–23.6,  $\alpha$ -terpinenin (p-menta-1,3-dien-7-al) %11.4-17.5 ve  $\gamma$ -terpinenin (p-menta-1,4-dien-7-al) %13.9-16.9 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Kan vd 2007). Şekil 2.5'de kumin aldehit ve  $\gamma$ -terpinen'in kimyasal yapısı verilmiştir.



Şekil 2.5. Kumin aldehit ve  $\gamma$ -terpinen'in kimyasal yapısı

Kimyon daha çok et ürünlerinde lezzet maddesi olarak kullanılmakta ve aynı zamanda kekikte olduğu gibi yapısında bulunan aktif bileşikler sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan etki gösterebilmektedir (Sowbhagya 2013).

Yapılan bir çalışmada köfteye kimyon baharatı %0, %1 ve %2 oranlarında ilave edildikten sonra 106 kob/g *Staphylococcus aureus* inokule ederek, 10°C sıcaklık ile 20°C sıcaklıkta inkübe edilmiştir. Baharatın en yüksek engelleyici aktiviteyi %32.5 ve %18.0 sığır yağı içeren %2 baharat ilave edilmiş ve 10°C sıcaklıkta inkübe edilmiş numunelerde gösterdiği bulunmuştur (Akgül ve Kıvanç 1989). Yapılan bir başka çalışmada adaçayı, biberiye, çörekotu, kimyon, karanfil ve kekiğin ve bunların temel bileşenlerinin antimikrobiyal etkileri analiz edilmiştir. Uçucu yağların 0.25-12 mg/mL oranlarında dahi mikrobiyal gelişimi önlediği, bu bileşiklerin Gram (-) bakteriler üzerine, Gram (+) bakterilere oranla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada en etkili yağların kekik ve kimyon yağları olduğu bulunmuştur (Farak vd 1989).

## 2.6. Yenebilir Filmler ve Kaplamaların Gıdalardaki Uygulamaları

Yenebilir film ve kaplamalar et ve et ürünlerinde (Lu vd 2009; Emiroğlu vd 2010; Neetoo vd 2010; Fernandez-Pan vd 2013; Weerasinghe vd 2013), meyve ve sebzelerde (Uslu 2001; Durango vd 2006; Saucedo-Pompa vd 2009; Vu vd 2011), peynirlerde (Sarıküş 2006; Ayana ve Turhan 2009), yağlı tohumlarda (Mate vd 1996) yani hemen hemen bütün temel gıda gruplarında kullanılabilir.

Gıda uygulamalarında kullanılacak film ve kaplamaların seçimi; gıdanın niteliği, film ve kaplamalardan istenen fonksiyonel özelliklere göre değişmektedir. Örneğin yenebilir film ve kaplamalar meyve ve sebze ürünlerinde kullanılacaksa, solunumun devam etmesi için filmlerin belli bir gaz geçirgenliğine sahip olmaları istenmektedir. Aksi takdirde anaerobik solunum sonucu ürün kısa sürede tüketilemeyecek duruma gelir. Bunun aksine bileşiminde doymamış yağ oranı yüksek olan gıdalarda ise oksidasyona sebep olmamak için filmlerin oksijen geçirgenliğinin olabildiğince az veya hiç olmaması istenmektedir. Su buharı göçünün önlenmesi gıdaların yapısal özellikleri ve kalitesini muhafaza etmesi için önemlidir. Yenebilir film ve kaplamaların uygulanmasıyla gıdalarda su buharı göçü engellenebilmektedir. Gıdalar su aktivitesi değerlerine bağlı

olarak ortamdan su alıp verebilmektedirler. Gıda yüzeyinin yenebilir filmlerle kaplanmasıyla su aktivitesi düşük gıdaların nem çekmesi, su aktivitesi yüksek gıdaların da kuruması önlenmektedir. Ayrıca yağ geçirgenliği az olan yenebilir filmler ile yağda kızartılacak gıdalar kaplanarak, yağ emilimi azaltılabilmektedir. Bu şekilde daha düşük kalorili, daha sağlıklı ve daha lezzetli gıdalar elde edilebilmektedir (Uslu 2001; Dragich ve Krochta 2010).

Yenebilir film ve kaplamalar gıdalardaki nem, oksijen, karbondioksit, lipit, aroma ve lezzet bileşenlerinin geçişini düzenleyerek gıdanın raf ömrünü artırabilmekte ve gıda kalitesini geliştirebilmektedirler. İşte yenebilir film ve kaplamaların başarısını belirleyen en önemli şey; nem, oksijen ve karbondioksite karşı göstermiş oldukları bariyer özellikleridir (Zhao ve McDaniel 2005).

Teorik olarak yenebilir film ve kaplamalar şu şekillerde gıdaların kalite özelliklerini korumakta ve geliştirmektedirler:

1. Nem kaybını önlemek için etkili bariyer özelliği oluşturup, bu şekilde dehidrasyonu kontrol ederek,
2. Gazlara karşı gösterdiği seçici geçirgenlik özelliğiyle olgunlaşmayı geciktirerek,
3. Suda çözünen maddelerin migrasyonunu kontrol edip, böylece gıdaların doğal rengini ve besinsel değerlerini koruyarak,
4. Gıda kalitesini iyileştirmek için renk maddeleri, lezzet maddeleri ve diğer fonksiyonel katkı maddelerinin eklenmesine ve kontrollü salınımına ortam oluşturarak.

Sonuç olarak yenebilir film ve kaplamalar gıdalara uygulanacağı zaman kalite kriterleri dikkatlice belirlenmelidir. Genel olarak renk değişimi, pH, duyu özellikler (sertlik-yumuşaklık, lezzet özellikleri, vb.) bozulma hızı (mikrobiyal gelişim) ve ağırlık kaybı (su tutma kapasitesi) bütün gıdalarda kalite değişimini açıklamamızı sağlayan en önemli parametrelerdendir (Zhao ve McDaniel 2005).

### **2.6.1. Yenebilir film ve kaplamaların piliç etine uygulanması**

#### **2.6.1.1. Piliç etinin kalite özellikleri**

Yenebilir film ve kaplamalar piliç etine uygulanmadan önce piliç etinin kalite özellikleri iyi bilinmelidir. Kümes hayvanları etinin kalite özellikleri; başlıca duyu özellikler, fiziksel özellikler ve mikrobiyolojik özelliklerden oluşmaktadır. Duyusal özellikler renk, sertlik- yumuşaklık, lezzet, sululuk gibi özelliklerden oluşmaktadır. Etteki kas oranı, su tutma kapasitesi ve pişirme kaybı gibi özellikler ise etin fiziksel özelliklerini oluşturmaktadır. Kümes hayvanları etinin bu özellikleri canlı hayvanın gelişim hızı ve vücut kompozisyonu ile doğrudan ilişkilidir (Duclos vd 2007).

Duyusal özellikler içerisinde de et renginin ayrı bir önemi vardır. Çünkü tüketicilerin çiğ et seçiminde ilk tercih ettikleri şey genellikle renktir. Et rengini belirleyen myoglobın pigmentidir. Miyoglobın ette farklı şekillerde bulunabilmekte ve etin türüne, kasına ve hayvanın yaşına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin piliç etinde miyoglobın konsantrasyonu 0.01 mg/g iken sığır etinde 3-6 mg/g civarındadır (Fletcher 1999; Walsh

ve Kerry 2002). Fletcher (1999) tarafından piliç etinin rengi ve pH'ı arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca pH değeri diğer duyuşal özellikler ile de yakından ilişkilidir. Canlı hayvanda pH değeri genellikle 7.3-7.5 arasında değişirken, ölümden kısa bir süre sonra (15.dakika) 6.2-6.5 değerlerine düşer. Ölüm sertliğinin son bulmasıyla ise pH yaklaşık 5.8'dir (Kılıçkaya 2011).

Kanatlı eti kalitesi ve mikrobiyal güvenliği üreticiler, satıcılar ve tüketiciler için önemli bir husustur. Gıda kaynaklı patojenlerin kanatlı eti ile kontaminasyonu sonucu oluşan hastalıklar halk sağlığını ciddi bir şekilde tehdit etmektedir. Uygun olmayan sevkiyat, yanlış pişirme, pişirme öncesi yanlış depolama ve çapraz bulaşma piliç etlerinin kontaminasyonuna neden olmaktadır. Ayrıca bozulma etmeni mikroorganizmalar, üretici ve satıcıların da önemli derecede ekonomik kayıplar vermesine neden olmaktadır (Perez-Chabela ve Totosaus 2012). 2006 yılında Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi raporuna göre Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda zehirlenmelerine en çok kontamine olmuş kümes hayvanları etinin neden olduğu belirlenmiştir (Harris 2009). Hiç kuşkusuz bu durum ülkemiz içinde geçerlidir. Halk sağlığı sorunları ve yaşanan ekonomik kayıplar bu sektörde muhafaza koşullarının ve şekillerinin önemini bir kat daha artırmaktadır. Kümes hayvanlarında görülen önemli mikroorganizmalar, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Proteus*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus* ve *Salmonella* türleridir. Ayrıca kümes hayvanları eti 0-4 °C'de depolandığı için psikrofilik aerobik bakterilerde gelişerek piliç etinde bozulmaya neden olabilmektedir. Bu mikroorganizmalar içinde de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* ve *Listeria monocytogenes* en çok araştırmaya konu olan ve piliç eti kontaminasyonunda etkili olan bakterilerdir. Piliç etinde bozulmalar genellikle; yüzeyde yapışkanlık, et renginin değişimi, kötü koku ve kötü tat oluşumu, et yüzeyinde pamuksu görünüm, siyah lekeler, yeşil lekeler ve beyaz lekeler şeklinde meydana gelmektedir. Piliç etinin farklı bölgelerindeki mikrobiyal gelişimler farklı olabilmektedir. Çünkü pH değeri farklılık göstermektedir. Tavuklarda but etinin pH'sı 6.3-6.6 iken, göğüs etinin pH'sı 5.7-5.9'dur. Bu yüzden but eti biraz daha çabuk bozulabilmektedir (Aksan 2010; Perez-Chabela ve Totosaus 2012). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği'ne göre çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler Çizelge 2.7'deki gibidir (Anonim 2006).

Çizelge 2.7. Çiğ kanatlı etleri için mikrobiyolojik kriterler (Anonim 2006)

	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>	<b>M</b>
Aerobik mezofilik bakteri	5	2	5.0 x 10 <sup>5</sup>	5.0 x 10 <sup>6</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	2	5.0 x 10 <sup>2</sup>	5.0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	5.0 x 10 <sup>2</sup>	5.0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Pseudomonas</i>	5	2	5.0 x 10 <sup>4</sup>	5.0 x 10 <sup>5</sup>
<i>Salmonella</i> spp.	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.

Piliç eti kalitesi denince aklımıza yalnızca çiğ etin kalitesi gelmemeli, etin pişirildikten sonraki kalitesi de düşünölmelidir. Çünkü etin kalitesi özellikle pişirme ve



tüketim sonucunda tam olarak anlaşılmaktadır. Piliç eti lezzeti ette bulunan protein, nükleik asit, yağlar ve diğer bileşikler arasında meydana gelen tepkimeler sonucunda meydana gelmektedir. Pişirme işlemine bağlı olarak amino ve yağ asidi reaksiyonları ile uçucu ve uçucu olmayan bileşikler oluşmaktadır. Ette meydana gelen bu kimyasal tepkimeler Maillard reaksiyonları ile ilişkilidir. Bunlar sıcaklık etkisi ile başlayan kompleks reaksiyonlar dizisidir. Bu reaksiyonlar protein (amin grupları) ve indirgeyici bileşik gruplarını (şeker, okside lipidler) içeren gıdalarda gerçekleşmektedir. Çiğ ette bulunan Maillard lezzet öncülerinin miktarı pişirmeyi doğrudan etkilemektedir. Bu da etteki lezzet oluşumu ve gelişimini desteklemektedir. Sonuç olarak pişirme işlemi ile aroma, tat ve lezzet arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Ayrıca pişirme şekli de pişirme kalitesini belirleyen unsurlardan biridir (Dawson ve Spineli 2007).

Piliç etinin pişirme kalitesi duyu analizler, pişirme kaybı ve tekstür analizi ile belirlenebilmektedir. Duyusal analizler, genellikle örneklerin belirli özellikler bakımından birbirlerinden ne kadar farklı olduğunun tespitine ve/veya tüketici davranışını belirlemeye yönelik çalışmalardır. Duyusal analizin başarılı olması için en uygun test seçilmeli ve analizde eğitimli panelistler kullanılmalıdır. Etin duyu özelliklerini; lezzet, koku, aroma, tat, sertlik-yumuşaklık gibi özellikler belirlemektedir. Etin en önemli duyu özelliği sertlik ve yumuşaklık durumudur. Sertlik-yumuşaklık etin çiğnenme özelliklerini etkileyerek etin karakterini yansıtır (Kılıçkaya 2011).

Tekstür; insanlar tarafından mekanik, görsel, işitsel ve dokunma yoluyla algılanan, gıdalardaki yapısal ve reolojik özelliklerdir. Tüketiciler tarafından gıda güvenliğini değerlendirmek için kullanılan lezzet ve rengin aksine tekstür, genellikle gıda kalitesini belirlemek için kullanılmaktadır. Etlerdeki sertlik-yumuşaklık, sululuk, çiğnenebilirlik, liflilik gibi tekstürel karakteristikler ürünlerin kaliteleriyle ilgili başlıca faktörlerdendir. Tüketiciler için tekstürün önemi, bu alanda analiz metodları oluşturulması ve geliştirilmesi çalışmalarına yol açmıştır. Geçmişte daha çok tekstür analizi duyu yollarla yapılmakta iken, artık bu durum günümüzde yerini elektronik cihazlara yani analitik metotlara bırakmıştır. Analitik test metodları güvenilirlikleri, kullanım kolaylığı ve maliyet açısından etkinlikleri nedeniyle tercih edilmektedir (McKee vd 2012).

Etin tekstürünü analiz etmek için kullanılan en önemli enstrümental analiz metodlarından biri kesme analizidir ve sektörde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu enstrümental yöntemle kesme kuvveti değeri ölçülmekte ve bu değere göre etin sertliği belirlenmektedir. Kesme analizlerinde üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar: “Warner-Bratzler”, “Allo-Kramer” ve “razor blade” kesme testleridir. Razor blade kesme testi de “Meullenet–Owens razor shear” (MORS) ve “blunt Meullenet–Owens razor shear” (BMORS) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Etin hassas değerlendirilmesi için razor blade kesme sisteminin avantajları vardır. Çünkü analiz, çok az miktardaki etle ve etin yapısına zarar vermeden çok küçük bir kesikle yapılabilmektedir (Cavitt vd 2005; Xiong vd 2006; McKee vd 2012). Xiong vd (2006) tarafından yapılan bir çalışmada üç farklı kesme sistemi (Warner-Bratzler, Allo-Kramer, razor blade) kullanılmış ve bu kesme sistemleri ile elde edilen sonuçlar tüketici ve tanımlayıcı duyu testi sonuçları ile karşılaştırılmış ve aralarındaki korelasyon belirlenmiştir. Tüketici tercihi amaçlı yapılan duyu analiz sonuçları bütün kesme testi sonuçları ile hemen hemen aynı korelasyonda iken, tanımlayıcı duyu testi en iyi korelasyonu razor blade testi ile göstermiştir.

Sonuçta razor blade testi basit ve hızlı bir yöntem olduğu için et endüstrisindeki kullanımı tavsiye edilmektedir.

### 2.6.1.2. Yapılan çalışmalar

Fernandez-Pan vd (2013) kümes hayvanları etinin mikrobiyolojik kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla peynir altı suyu proteinleriyle hazırladıkları çözeltiye sırasıyla 5 g kg<sup>-1</sup>, 10 g kg<sup>-1</sup>, 20 g kg<sup>-1</sup>, 30 g kg<sup>-1</sup> miktarında kekik ve karanfil yağları katarak, antibakteriyel özellikte yenebilir filmler hazırlamışlardır. Piliç göğüs etindeki total aerobik mezofilik bakteri, Enterobacteriaceae, laktik asit bakterileri (LAB) ve *Pseudomonas* spp gelişimi üzerine filmlerin etkisi belirlenmiştir. Kekik esansiyel yağının 20 g kg<sup>-1</sup>, 30 g kg<sup>-1</sup> konsantrasyonlarının en etkili sonucu verdiğini ve kekik esansiyel yağının karanfil esansiyel yağına göre daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Yine yapılan bir başka çalışmada Tekirdağ köftesine sarımsak, kekik, biberiye ve limon özütleri ilave edilmiştir. Köfteler buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiş, başlangıçta, 1., 3., 5., 7. günlerde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Patates dekstroza agarın (PDA) besiyeri olarak kullanıldığı çalışmada köftelerin maya küf sayısına en fazla sarımsak ve kekik özütlerinin etkili olduğu ve bu etkinin en fazla 1., 3. ve 5. günlerde olduğu tespit edilmiştir (Özen ve Çoşkun 2015). Ayrıca sarımsak ve soğan ekstratlarının küf ve Gram (+) patojenlerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemiştir (Benkeblia 2004)

Yapılan bir çalışmada elma ve domates bazlı yenebilir film solüsyonlarına %0.5 ve %0.75 oranlarında hem karvakrol hem de sinamaldehit ilave edilmiştir. Bu film solüsyonlarının antibakteriyel özelliklerinin yanı sıra gıdadaki duyu kalite gelişimine etkisi de araştırılmıştır. Bu amaçla piliçleri bu film solüsyonları ile marine ettikten sonra 400 °F de 30 dakika fırınlamışlardır. Fırınlanmış piliçlere eşlenmiş kıyaslama testi uygulayarak tüketici tercihleri belirlenmiştir. Panelistlerin analizlerine göre fırınlanmış piliçlerde karvakrolün tuzluluğu, sinamaldehitin de tatlılığı arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak duyu verilerinin istatistiksel analizlerine göre sinamaldehit içeren elma bazlı yenebilir film solüsyonlarının kullanıldığı örnekler daha çok tercih edilmiştir (Du vd 2012).

Chamanara vd (2012) kekik esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş kitosanla gökkuşağı alabalığını (*Oncorhynchus mykiss*) kaplayarak; gökkuşağı alabalığının besinsel, tekstürel, duyu karakteristiklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu araştırmada örnekler üç gruba ayrılmış, birinci grup kitosan ile muamele edilmiş, ikinci grup kekik yağı ile zenginleştirilmiş kitosan ile muamele edilmiş ve son grup da kontrol grubu olmuş hiçbir şey ile muamele edilmemiştir. Örnekler buzdolabı koşullarında (5±1 °C) 15 gün depolanmıştır. Başlangıçta ve 3 gün arayla 7 eğitimli panelist tarafından beş ifadeli hedonik skala örneği kullanılarak duyu değerlendirme yapılmıştır. Bütün örnekler değerlendirmeden önce 98 °C de 60 dakika buharda pişirilmiştir. Kaplamalar örneklerde herhangi bir olumsuz lezzet değişimine neden olmamıştır. Ayrıca panelistler kekik yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamalarda baharatlı ve arzu edilen, lezzet ve kokudan bahsetmişlerdir. 9. gün sonunda kontrol örneklerinde kötü koku ve lezzet oluşumu gözlenirken, kekik yağı ilave edilmiş kitosan kaplamalarda 15. gün sonunda bile lezzetin kabul edilebilir seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak aktif bileşikler kullanılarak yapılan kaplamalarda raf ömrü 8-9 günden 14 ve daha fazlasına artırılabilir.

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 örneklere Koliform ve *Pseudomonas* spp, sayılarında düşüş gözlenmiş, örnekteki laktik asit bakterileri ve *Staphylococcus* spp. uygulamadan etkilenmemiştir.

Bizim alışmamızda da filmlere ilave edilen baharat oleoresinleri (kekik ve kimyon) sayesinde piliç etlerine aroma, yenebilir filmlere antibakteriyel özellik kazandırılması; piliç etinin raf ömrünün uzatılması ve yenebilir filmlerin, piliç etinin pişme kalitesi, tekstür ve duyuasal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yenebilir film içerisinde piliç etlerini pişirerek, 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 (Çizelge 3.1) 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 gliserol (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Sodyum kazeinatın fiziksel/kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

<b>Sodyum kazeinat (Protap SHV6)</b>			
<b>Kimyasal/Fiziksel</b>		<b>Mikrobiyolojik</b>	
Protein (N x 6.38)	86.7 (%)	Toplam canlı sayımı/g	<1000
Su (102 °C)	5.9 (%)	Mayalar/g	<50
Kül (825 °C)	5.7 (%)	Küfler/g	<50
Yağ	1.6 (%)	Enterobacteriaceae/g	<10
Laktoz	0.2 (%)	Koliformlar/0.1g	Yok
pH	6.9	Salmonella/25g	Yok

Çalışmada kullanılan Er piliç marka piliç eti (derisiz ve kemiksiz üst but) kesim tarihinden bir sonraki gün satın alınmış ve bekletilmeden laboratuvara getirilmiş, aynı gün içerisinde çalışmaya alınmıştır. Çalışma başlayıncaya kadar piliç etleri +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir. Bütün çalışmalarda aynı marka ve aynı çeşit piliç etleri (derisiz ve kemiksiz üst but) kullanılmıştır.

Piliç etlerinin (derisiz ve kemiksiz üst but) kompozisyonları Esaslıgrup Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'ndeki Ar-Ge laboratuvarında (Antalya, Türkiye) yapılan analiz sonucu belirlenmiş ve analiz 2 tekrarlı yapılmıştır. Piliç etlerinin kompozisyonlarına ait bulgular Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Piliç eti (derisiz ve kemiksiz üst but) kompozisyonu

	<b>Yağ (%)</b>	<b>Nem (%)</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Tuz (%)</b>	<b>Kollajen (%)</b>
<b>1.tekerrür</b>	10.16	68.73	18.80	1.45	1.17
<b>2.tekerrür</b>	9.23	69.92	18.63	0.78	1.52

Filmlere antibakteriyel etki ve lezzet özelliği kazandırmak için aktif bileşik olarak ilave edilen kekik ve kimyon oleoresinleri GMT Uluslararası Yenilikçi Gıda Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İstanbul, Türkiye)'den satın alınmıştır. Kekik ve kimyonun içerdiği bileşenler GC-MS kullanılarak tespit edilip, tanımlanmıştır. GC-MS analizleri için kullanılan n-pentane ( $\geq$  %99) Sigma-Aldrich Co. (Taufkirchen, Almanya)'den alınmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için kullanılan mikroorganizma suşları; *Eschericia coli* O157:H7 (ATCC 35218), *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300) ve *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028) Kwik-Stik Microbiologies Inc. (Minnesota, USA)'den satın

alınmıştır. Çalışmalardaki hazır besiyerleri; Brilliant Green Phenol Red Lactose Sucrose (BGFRL) Agar, Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar, Plate Count Agar (PCA), Violet Red Bile (VRB) Agar ve Nutrient Agar, Diatek Diagnostik Ürünler Teknik Danışmanlık Dış Ticaret ve Sanayi Limited Şirketi (İstanbul, Türkiye)'den temin edilmiştir. Maximum Recovery Diluent (MRD), peptonlu su, Rappaport Vassiliadis Soy (RVS) Broth, Selenite Cystine Broth (SCB), Nutrient Broth (NB), Tryptic Soy Broth (TSB) ise Merck (Darmstadt, Almanya)'den satın alınmıştır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. 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). Doğal nişastalar ise; patates, buğday, mısır gibi hammaddelerin yabancı maddelerden arındırılması, tekniğine göre yıkanması, sonra da santrifüj ve kurutma işlemlerinden geçirilip elenmesi ile elde edilmektedir (Anonim 2010).

Çalışmada 6 farklı film üretilmiş ve üretim dökme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sodyum kazeinat (21 g) ve sodyum kazeinat (10.5 g) - patates nişastası (10.5 g) karışımı 279 g su içinde çözülerek %7 film oluşturucu polimer içeren çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilere plastikleştirici olarak çözeltideki toplam polimer miktarının %35'i kadar gliserol (7.35 g) eklenmiştir. Karışım Ultra Turrax® T25 (IKA, Staufen, Almanya) kullanılarak 20000 devir/dak. hızda 5 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra film çözeltileri su banyosunda (Mommert, Schwabach, Almanya) 90°C de 30 dakika bekletilmiştir (Uslu 2001). Film çözeltileri soğutulup dökmeye hazır hale geldiklerinde kekik ve kimyon oleoresinleri, her ikisi de eşit miktarda toplam polimer miktarının %0, %10 (1.05 g kimyon + 1.05 g kekik) ve %15 ( 1.575 g kimyon + 1.575 g kekik)'i kadar, eklenmiştir. Baharat oleoresinleri eklendikten sonra karışım 5 dakika 20000 rpm'de Ultra Turrax® T25 (IKA, Staufen, Almanya) ile yeniden homojenize edilmiştir. Ultrasonik su banyosunda (Bandelin sonorex, Berlin, Almanya) 5 dakika gaz giderme işlemi yapıldıktan sonra döküm yapılmıştır. Çizelge 3.3'de 300 gr çözeltideki kuru madde miktarları ve film örneklerine ait kısaltmalar verilmiştir. Film çözeltileri, yüzeyi 1 mm kalınlığında PVC plastik film ile kaplanmış olan 30x22 cm boyutlarındaki cam levhalar üzerine dökülmüştür. Son olarak filmler 60°C'da 8 saat süre ile etüvde kurutulmuştur.

Çizelge 3.3. Yenebilir film çözeltilerinin kuru madde bazında içerikleri

Filme ait kısaltmalar	Film oluşturucu polimer	Plastikleştirici	Filmlerdeki oleoresin/polimer oranı
SK	Sodyum kazeinat	Gliserol	%0
10SK			%10
15SK			%15
NS	Sodyum kazeinat	Gliserol	%0
10NS			+
15NS	Patates Nişastası		%15

### 3.2.2. Yenebilir filmlerde yapılan analizler

#### 3.2.2.1. Film içerisindeki uçucu bileşenlerin miktarının belirlenmesi

Film üretildikten hemen sonra, 4 ve 8 gün sonra film içerisinde kalan kekik (karvakrol, timol) ve kimyon (kuminaldehit) uçucu bileşenlerinin miktarları belirlenmiştir. Bu amaçla 3.5 g film örneği 12.5 ml n-pentan içerisinde 5 dakika 20000 rpm de homojenize (Ultra Turrax® T25 IKA, Staufen, Almanya) edilmiştir. Daha sonra örnekler mikrofiltreden (45µm) geçirilip viallere aktarılmıştır. Hazırlanan örnekler GC-MS kromatografi cihazına enjekte edilmiştir. Bu amaçla HP-5 kapiler kolona sahip (30 m x 0.25 mm, 0.25 mm film kalınlığı), EI modunda (iyonlaşma enerjisi:70 eV) Agilent HP-5975 kütle ayırıcı detektör ile teçhiz edilmiş Agilent HP-7890 gaz kromatografi cihazı (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz 1 ml/min akış hızında helyum (He) gazıdır. Seyreltilmiş örneklerden (1/50 n-pentan, v/v) 1,0 µl splitless modunda manuel olarak enjekte edilmiştir. İşlem sırasında başlangıç fırın sıcaklığı 60 °C ve işlem süresi 10 dakika olarak ayarlanmış; daha sonra her 1 dakikada 4 °C artacak şekilde 220 °C' ye yükseltilmiştir ve 220 °C' de 10 dakika tutulmuştur. En son olarak her 1 dakikada 1 °C artacak şekilde 240 °C'ye yükseltilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 °C ve 270 °C'ye ayarlanmıştır (Safaei-Ghomi vd 2009; Lu vd 2013).

Film örnekleri içerisinde kalan oleoresin konsantrasyonu belirlemek amacıyla kekik ve kimyon oleoresinlerinden 0.2 g alınıp 10 ml n-pentan içinde çözdürüldükten sonra yukarıda anlatılan prosedür takip edilerek gaz kromatografi cihazına enjekte edilmiştir. Cihaz örnek tespitinde kullanılan şartlarda çalıştırılmıştır. Saf oleoresin pikleriyle örneklerden elde edilen pikler karşılaştırılarak örneklerdeki oleoresin miktarı belirlenmiştir.

#### 3.2.2.2. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkisinin belirlenmesi

Kekik ve kimyon oleoresini ilave edilmiş yenebilir filmlerde, antibakteriyel etkinin belirlenmesi için Kwik-Stik firmasından temin edilen *Escherichia coli* ATCC 35218 (Gram -) ve *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 suşları (Gram +) kullanılmıştır. Bu mikroorganizmalar genel amaçlı besiyerlerinden olan Nutrient Broth ve 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 = 18.5 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<sup>2</sup> cinsinden) bir kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Pranoto vd 2005).

### 3.2.2.3. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri

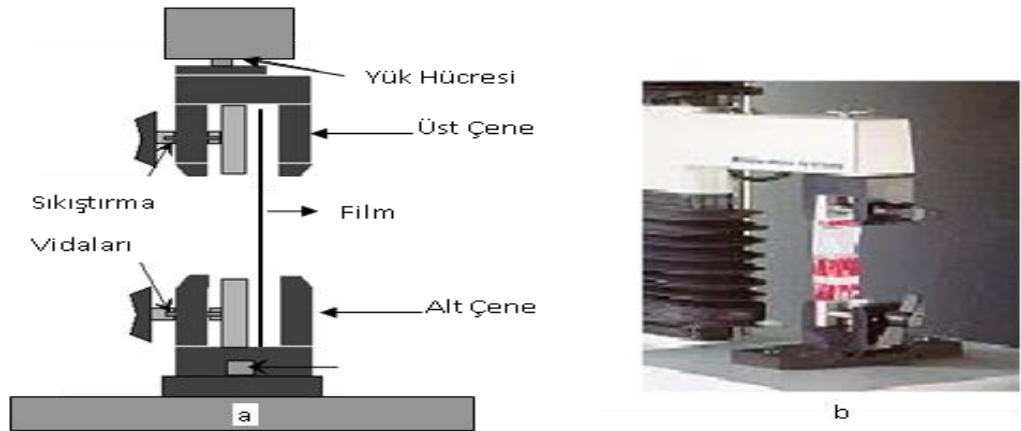
Filmlerin mekanik özellikleri germe testi yapılarak ölçülmüştür. 100x25 mm boyutlarında kesilen örnekler 25°C’de %50±3 nispi nemde çalışan iklimlendirme dolabında (ID 400 Nüve, Ankara, Türkiye) 5 gün süreyle şartlandırılmıştır. Şartlandırılan örneklerde gerilme mukavemeti (GM) ve % uzama miktarı (% UM), ASTM standart metot D 882-91 (1995)’e göre tekstür analiz cihazı (TA-Xt plus, Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır. Biri sabit plakaya diğeri hareketli yük hücreğine 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 5 kg’lık yük hücresi kullanılmış ve cihaz analize 5 g kuvvet algılanınca başlamıştır. Test sonuçları Texture Exponent 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 hesaplatılmıştır. Germe testinde kullanılan çenelere ait görseller Şekil 3.1’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).

$$GM \text{ (Pa)} = \frac{\text{Algılanan Maksimum Kuvvet (N)}}{\text{Başlangıç Film Kesit Alanı (m}^2\text{)}} \quad (3.1)$$

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



Şekil 3.1. Germe testinde kullanılan çeneler; a. Şematik gösterimi, b. Fotoğrafi

### 3.2.2.4. Film kalınlığının ölçülmesi

Film kalınlığı dijital mikrometre (Fowler, Newton, Massachusetts, Amerika) ile ölçülmüştür. Ölçüm 100x25 mm boyutlarında kesilen örneklerin rastgele seçilmiş 5 farklı noktasından yapılmıştır ve ortalama kalınlık bulunmuştur (Fernández-Pan vd 2012).

### 3.2.2.5. Filmlerin saf suda çözünürlüğünün belirlenmesi

40x40 mm<sup>2</sup> boyutlarında kesilen filmler, 70°C'lik etüvde (Mommert, Schwabach, Almanya) sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiş, başlangıç kuru ağırlığı belirlenmiştir. Daha sonra filmler, 50 ml saf su içeren behere daldırılmıştır. Beherin üzeri parafilmle (Parafilm M, Chicago, IL., Amerika) kaplanarak 25°C'de 24 saat çalkalamalı su banyosunda bekletilmiş ve çözünmeyen film kısım 70°C'de etüvde (Mommert, Schwabach, Almanya) kurutulup tartılmıştır. Sonuçlar bağıntı (3.3)'e göre hesaplanarak % olarak verilmiştir (Parris vd 1997; Ryu vd 2002).

$$\% \text{ Suda Çözünürlük} = \frac{W_0 - W_{24}}{W_0} \times 100 \quad (3.3)$$

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

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

### 3.2.2.6. Su buharı geçirgenliği tayini

Su buharı geçirgenliği (SBG) ölçümleri gravimetrik olarak ASTM standart metodu E 96-95 (1995) modifiye edilerek yapılmıştır. Bu amaçla 90 mm çapında ve 18,5 mm yükseklikteki cam petrilere 25 ml saf su doldurulup, 100 mm çapında dairesel olarak kesilen filmler, petri kapları üzerine arada hiç hava boşluğu kalmayacak şekilde sıradan bir yapıştırıcı (Pritt, Henkel, Düsseldorf, Almanya) ile yapıştırılmıştır. Petri kapları içerisinde 150 m/dk. hava akımı olan 25°C sıcaklıkta ve %50±3 nisbi neme sahip iklimlendirme kabine (ID 400 Nüve, Ankara, Türkiye) konulmuştur. 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.

Kaplardaki ağırlık değişiminin zamana bağlı grafiği çizilip, grafiğin eğimi hesaplanmıştır. Su buharı geçirgenlik hızı (SBGH), eğimin film yüzey alanına bölünmesi ile bulunmuş (bağıntı 3.4) ve su buharı geçirgenliği (SBG) de bağıntı (3.5)' e göre hesaplanmıştır (McHugh vd 1993; Parris vd 1997; Ryu vd 2002).

$$SBGH = \left( \frac{\text{Eğim}}{\text{Alan}} \right) \left( \frac{g}{sa \ m_2} \right) \quad (3.4)$$

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = \frac{SBGH \times L}{\Delta P} \left( \frac{g \times mm}{sa \times kPa \times m^2} \right) \quad (3.5)$$

SBG: Su Buharı Geçirgenliği

SBGH: Su Buharı Geçirgenliği Hızı

L: Film kalınlığı (mm)

ΔP: Kap içi ve dışı arasındaki kısmi su buharı basıncı farkı

P<sub>2</sub>= 3.169 kPa (25°C saf suyun buhar basıncı)

% 50 = P<sub>1</sub> / P<sub>2</sub>

P<sub>1</sub>=1.5845

ΔP =P<sub>2</sub> - P<sub>1</sub>=1.5845



### 3.2.2.7. Yenebilir filmlerin taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmesi

Farklı içerikteki yenebilir film örneklerinden belirli büyüklükte parçalar kesilip üzeri kaplama cihazında (Polaron SC7620, Quorem Technologies, UK) 150 A° kalınlığında altın-paladyum alaşımı ile kaplanmıştır. Daha sonra örneklerin yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (ZEISS Leo 1430 SEM, Oberkochen, Germany) yardımıyla görüntülenmiştir (Uslu ve Polat 2012).

### 3.2.2.8. Yenebilir filmlerin termal özellikleri

Farklı içerikteki filmlerin termal özellikleri Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi'nde (Antalya, Türkiye) bulunan diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) (Pyris yazılımı ile teçhiz edilmiş Perkin-Elmer DSC 6000, Perkin-Elmer Inc., Wellesley USA) cihazı ile yapılmıştır. Film örnekleri diferansiyel taramalı kalorimetrenin örnek kabına yaklaşık olarak 6 mg olarak tartılmış ve boş numune kabına karşı (referans) okuma gerçekleştirilmiştir. Film örnekleri ve referans başlangıçta -20 °C'de 1 dakika tutulmuş, daha sonra -20°C'den 250°C'ye kadar dakikada 15 °C artırılmıştır. Bu işlem için yıkama gazı olarak dakikada 20 ml akış hızına sahip nitrojen kullanılmıştır (Polat vd 2013).

### 3.2.3. Çiğ piliç etinde yapılan analizler

#### 3.2.3.1. Piliç etlerinin yenebilir filmlerle sarılması

Çiğ piliç etleri (derisiz ve kemiksiz üst but) 5 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubunu (K) oluşturmuş ve hiçbir işlem yapılmamıştır. İkinci ve üçüncü grupta, piliç etleri kekik ve kimyon oleoresini içermeyen filmler (SK ve NS) ile tamamen sarılmıştır. Dördüncü ve beşinci grupta ise piliç etleri kekik ve kimyon oleoresinleri içeren yenebilir filmler (15SK ve 15NS) ile tamamen sarılmış ve bütün örneklerde sarma işlemi sırasında filmlerin uç kısımlarının katlanarak tavuk etinin altına getirilmesi sağlanmıştır. Kontrol grubu ve filmlerle sarılarak ambalajlanan örnekler +4°C de 10 gün süreyle depolanmıştır. Ayrıca kontrol grubu ve filmle kaplanan örneklerin konulduğu tabakların üzerleri depolama sırasında streç film (Cook, Ankara, Türkiye) ile kapatılmıştır.

#### 3.2.3.2. Depolama sırasında piliç etindeki mikrobiyal değişimin belirlenmesi

Mikrobiyolojik analizler her muamele için 0., 3., 7. ve 10. günlerde yapılmıştır. Analizlerde toplam psikrofilik aerobik bakteri ve koliform sayısı belirlenmiştir.

Aseptik olarak tartılan piliç eti örnekleri (10 g), 90 ml seyreltme çözültisi (MRD) ile karıştırılmış ve 1 dakika homojenize edilerek (Seward stomacher 80, Londra, İngiltere) gerekli seyreltmeler yapılmıştır. Piliç eti homojenatlarının seri dilüsyonlarından ( $10^1 - 10^6$ ) alınan örnekler (0.2 mL) uygun katı besiyerine sahip petri kutularının yüzeyine yayılmıştır. Örneklerdeki toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) kullanılmış ve 7 °C de 10 gün inkübe edilmiş (Velp Scientifica Foc 225i, Usmate, İtalya); koliform bakteri sayısının belirlenmesi için Violet Red Bile Agar (VRB) kullanılmış ve 37°C de 48 saat etüvde (Memmert, Schwabach, Almanya)

inkübe edilmiştir (Lu vd 2009; Emiroğlu vd 2010). Bakteri sayısı log<sub>10</sub> koloni oluşturma birimi kob/g örnek olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.3.3. Piliç eti kompozisyonunun belirlenmesi

Piliç eti kompozisyonu Association of Official Analytical Chemists (AOAC) standart metoduna (2007) göre Esaslıgrup Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (Antalya, Türkiye)'de bulunan "FoodScan™ Meat Analyser" (FOSS, Hillerod, Danimarka) cihazı ile belirlenmiştir. FoodScan™ et ve et ürünlerinde nem, yağ, protein analizleri için AOAC onaylı bir cihazdır. Cihaz NIT (Yakın Kızılötesi Geçirgenlik) teknolojisi kullanarak örnekleri analiz etmektedir. Analizler sonuçları yüzde yağ, nem, protein, tuz ve kollajen miktarı şeklinde verilmiştir.

### 3.2.3.4. Piliç etlerinde pH tayini

pH değeri, 10 g piliç eti ve 100 ml saf su Ultra Turrax® T25 (IKA, Staufen, Almanya) ile karıştırılarak 1 dakika homojenize edildikten sonra Sentix® 940 (WTW GmbH, Weilheim, Almanya) probunu içeren dijital pH metre (WTW Multi 3410 Set 1, Weilheim, Almanya) ile ölçülmüştür. pH ölçümleri 0., 3., 6., 8., 10. 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.

### 3.2.3.5. Piliç etlerinde ağırlık kaybı analizi

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

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

W<sub>0</sub>= sıfırıncı günkü ağırlık (g),

W<sub>i</sub>= i. günkü ağırlık (g)

### 3.2.3.6. 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 ölçüm cihazı (Minolta CR 400, Osaka, Japonya) ve CIA-Lab renk skalası kullanılarak yapılmıştır. CIA-Lab renk skalası üç boyutlu renk ölçümünü esas alır ve buna göre 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).

### 3.2.4. Pişmiş piliç etinde yapılan analizler

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

#### 3.2.4.1. 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>: Pişirmeden sonraki ağırlık

#### 3.2.4.2. Pişmiş piliç etinde renk analizi

Farklı içerikte yenebilir filmler ile sarılmış 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).

#### 3.2.4.3. Tekstür analizi

Pişmiş 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 hücreesine 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).

#### 3.2.4.4. Duyusal değerlendirme

Depolamanın 4. gününde, kontrol grubu (K) ve SK, NS, 15SK, 15NS filmlerle sarılmış piliç etleri 200 °C’ de 30 dakika pişirildikten sonra duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede “İkili Gruplanmış Sıralama Testi” (Çeşitli Sayıdaki Örneklerin Tüm Olası İkilerinin Friedman Analizi ile Karşılaştırılması) kullanılmıştır. Pişmiş tavuk etleri A (K), B (SK), C (NS), D (15SK) ve E (15NS) harfleriyle kodlanmıştır. Parantez içerisindeki harfler pişirme öncesi piliç etlerinin hangi filmle kaplandığını göstermektedir.

İkili gruplanmış sıralama testi, Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans ve doktora öğrencileri arasından seçilen 16 paneliste yaptırılmıştır. 5 farklı örneğin tüm ikilerinden oluşan on setlik bir grup (AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE) oluşturulmuş ve duyusal analiz için panelistlere sunulmuştur. Her bir grup içerisindeki setler panelistlere ayrı ayrı sıralar ile sunulmuştur. 16 paneliste

sunulan setlerin sırası ve kodları Şekil 3.2’de verilmiştir. Panelistlerden, bu gruptaki her bir set içerisinde yer alan ikilileri ayrı ayrı değerlendirmeleri; ikililer içerisinde daha lezzetli ve daha yumuşak olanları Şekil 3.3’deki duyusal analiz formuna göre cevaplandırmaları istenmiştir (Meilgaard vd 2006).

Panelist no:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>AB</b>	<b>BC</b>	<b>CD</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BD</b>	<b>CE</b>	<b>AD</b>	<b>BE</b>	<b>AE</b>
	121 281	342 415	516 672	751 843	958 173	246 313	428 597	613 790	862 971	263 874
2	<b>CD</b>	<b>BD</b>	<b>BE</b>	<b>AB</b>	<b>DE</b>	<b>CE</b>	<b>AE</b>	<b>BC</b>	<b>AC</b>	<b>AD</b>
	298 452	517 347	818 522	687 745	147 561	328 957	276 855	596 369	753 159	456 943
3	<b>DE</b>	<b>AE</b>	<b>CD</b>	<b>AD</b>	<b>CE</b>	<b>BE</b>	<b>BC</b>	<b>AC</b>	<b>AB</b>	<b>BD</b>
	326 589	463 678	515 786	666 896	746 981	802 165	968 234	114 337	285 453	348 547
4	<b>BC</b>	<b>DE</b>	<b>BD</b>	<b>AD</b>	<b>AE</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>	<b>BE</b>	<b>CE</b>	<b>AC</b>
	454 590	623 785	865 951	145 278	358 478	526 631	787 873	964 161	295 392	493 586
5	<b>CE</b>	<b>AD</b>	<b>BE</b>	<b>AE</b>	<b>AB</b>	<b>BC</b>	<b>CD</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BD</b>
	945 112	826 251	763 396	699 432	557 582	188 902	249 883	387 741	492 645	728 555
6	<b>AB</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>CE</b>	<b>AD</b>	<b>CD</b>	<b>AE</b>	<b>BE</b>	<b>BD</b>	<b>BC</b>
	847 716	669 563	464 398	227 163	985 111	226 382	465 571	269 367	158 889	375 948
7	<b>BD</b>	<b>AD</b>	<b>AE</b>	<b>BE</b>	<b>CD</b>	<b>AB</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BC</b>	<b>CE</b>
	754 646	558 443	984 866	222 363	577 686	118 764	962 888	242 636	879 511	388 632
8	<b>AC</b>	<b>CE</b>	<b>BE</b>	<b>AB</b>	<b>DE</b>	<b>BC</b>	<b>CD</b>	<b>BD</b>	<b>AD</b>	<b>AE</b>
	777 942	681 352	248 458	199 200	302 455	711 397	782 377	321 654	978 362	479 685
9	<b>AE</b>	<b>BC</b>	<b>CE</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BD</b>	<b>BE</b>	<b>AD</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>
	591 385	999 755	160 357	286 622	338 886	243 598	346 148	689 998	771 265	630 788
10	<b>BE</b>	<b>CE</b>	<b>AC</b>	<b>DE</b>	<b>AD</b>	<b>CD</b>	<b>BC</b>	<b>AE</b>	<b>BD</b>	<b>AB</b>
	505 691	740 856	322 180	780 353	548 717	683 944	816 765	739 287	317 960	303 485
11	<b>BD</b>	<b>AB</b>	<b>AC</b>	<b>BC</b>	<b>BE</b>	<b>CE</b>	<b>AD</b>	<b>CD</b>	<b>AE</b>	<b>DE</b>
	688 742	559 253	123 722	807 549	203 537	424 766	152 333	420 885	308 923	499 881
12	<b>AD</b>	<b>BE</b>	<b>AE</b>	<b>BC</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BD</b>	<b>CE</b>
	236 783	115 946	105 708	389 237	767 909	457 107	309 560	536 635	966 825	729 692
13	<b>CE</b>	<b>BD</b>	<b>AC</b>	<b>DE</b>	<b>CD</b>	<b>AB</b>	<b>BC</b>	<b>AE</b>	<b>BE</b>	<b>AD</b>
	146 223	399 444	527 690	791 882	903 162	279 339	480 506	633 768	803 965	221 343
14	<b>BC</b>	<b>CD</b>	<b>DE</b>	<b>AC</b>	<b>BD</b>	<b>CE</b>	<b>AD</b>	<b>BE</b>	<b>AE</b>	<b>AB</b>
	351 418	244 475	530 693	403 119	769 164	425 400	781 905	360 756	124 982	151 239
15	<b>DE</b>	<b>AE</b>	<b>AD</b>	<b>CD</b>	<b>CE</b>	<b>BE</b>	<b>BC</b>	<b>AC</b>	<b>AB</b>	<b>BD</b>
	932 356	442 550	801 991	617 110	449 204	524 101	858 969	304 205	228 546	878 238
16	<b>CD</b>	<b>AC</b>	<b>CE</b>	<b>BE</b>	<b>AB</b>	<b>BC</b>	<b>DE</b>	<b>BD</b>	<b>AD</b>	<b>AE</b>
	427 116	995 789	320 715	523 448	707 135	575 662	177 940	887 241	655 254	901 551

Şekil 3.2. Panelistlere sunulan setlerin sırası ve kodları

İKİLİ GRUPLANMIŞ SIRALAMA TESTİ				
İSİM:			TARİH:	
ÖRNEK TÜRÜ: Pişmiş piliç eti				
ÖZELLİK: SERTLİK/YUMUŞAKLIK VE LEZZET				
<b>ACIKLAMALAR</b>				
1. Size sunulan ve 10 setten oluşan örnekleri aşağıda verilen kod bölümüne tabaktaki sırasıyla not ediniz.				
2. Soldaki ilk örnek çiftinden başlayarak örnek setlerini sırasıyla tadınız.				
3. Set içerisindeki örneklerde önce <b>sertlik/yumuşaklığı</b> daha sonra da <b>lezzeti</b> değerlendiriniz.				
4. Set içerisinde hangi örnek daha <b>yumuşaksa</b> ve <b>lezzetli</b> ise o kısmın altındaki boşluğu <b>X işareti</b> ile işaretleyiniz.				
5. 10 set bitinceye kadar değerlendirme işlemine devam ediniz. Damak tadınızın karıştığını hissettiğinizde ağzınızı su ile çalkalayınız.				
<b>SET NUMARASI</b>	<b>SOLDAKİ KOD</b>		<b>SAĞDAKİ KOD</b>	
1		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
2		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
3		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
4		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
5		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
6		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
7		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
8		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
9		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
10		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )		LEZZETLİ ( ) YUMUŞAK ( )
Not: Örnekler arasında karar veremiyorsanız, tahmin yapınız. Seçtiğiniz örneğin seçilme nedenini ve örneklerin farklı özelliklerine göre olumlu ve olumsuz bir durum varsa görüş kısmında belirtebilirsiniz.				
<b>GÖRÜŞLER</b>				

Şekil 3.3. Duyusal analiz formu

Panelistlerin değerlendirmeleri sonucunda seçilen her bir örneğe 1 puan verilerek Çizelge 3.4'deki örneğe benzer bir çizelge hazırlanmıştır (Bkz. Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34). Daha sonra her bir örneğe ait toplam puan formül (3.8) ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara "Friedman's T Testi" uygulanmış, T değeri formül (3.9) ile bulunmuştur. T değeri "Ki-Kare Değerleri Dağılımında Değişik Serbestlik Dereceleri ve Değişik Olasılıklar için Kritik Değerler" tablosundan bulunan  $T_k^1$  (Kritik T değeri) ile karşılaştırılmış;  $T_k < T$  olduğu için formül (3.10) kullanılarak örnekler arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir (Meilgaard vd 2006).

1  $T_k$  değeri  $\alpha=0.01$  için 13.3,  $\alpha=0.05$  için 9.49'dur.

Çizelge 3.4. Panelistlerin tercihlerini gösteren puan tablosu

Satır(Lezzetli)	Sütun				
	A	B	C	D	E
A	-				
B		-			
C			-		
D				-	
E					-

Hücrelerdeki her bir puan; o hücrenin bulunduğu satırdaki örneğin, sütundaki örneğe göre panelistler tarafından kaç kere tercih edildiğini göstermektedir.

$$\text{Bir örneğe ait toplam} = \text{Satırlar toplamı} + 2(\text{Sütunlar toplamı}) \quad (3.8)$$

$$T = (4/pt) \sum_{i=1}^t R^2 - (9p[t - 1]^2) \quad (3.9)$$

$T$ : Friedman's  $T$  değeri

$p$ : Panelist sayısı

$t$ : Örnek (muamele) sayısı

$R^2$ : Örnek toplamlarının karesi

$$\text{HSD} = q_{\alpha,t,\infty} \sqrt{pt/4} \quad (3.10)$$

HSD: Tukey'in dürüst anlamlılık fark değeri

$q_{\alpha,t,\infty}$ : Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Prosedürü için  $\alpha$  üst kritik değerleri

$q_{0.05,5,\infty} = 3.86$

$p$ : Panelist sayısı

$t$ : Örnek (muamale) sayısı

### 3.2.5. İstatistiksel yöntem

Araştırma 2 ve 3 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları varyans analizine tabi tutulmuş 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, soya proteini ve sodyum kazeinat bazlı filmler üretilmiş ve piliç eti (kemiksiz üst but) bu filmlerle sarılıp, 2 gün bekletildikten sonra pişirilmiştir. Soya proteini filminin depolama sırasında çözünmesi nedeniyle uygun olmadığı görülmüş ve pişirme sonrasında sodyum kazeinat filmi ile sarılı piliç etlerinin nişasta filmi ile sarılanlara göre görsel olarak daha güzel görünmesinden dolayı film üretiminde sodyum kazeinat kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca yaptığımız literatür taramalarında sodyum kazeinatın, oleoresinlerin enkapsülasyonunda kullanıldığı görülmüştür. Bu nedenle sodyum kazeinat bazlı film içerisinde oleoresinlerin yüksek oranda hapsedilebileceği düşünülmüştür. Sodyum kazeinatın yapısındaki polar ve apolar uçlar sayesinde emülgatör gibi davranarak oleoresinlerin su içerisinde dispersiyonunu sağlayacağı ve bu sayede homojen bir film üretilabileceği öngörülmüştür.

Film üretimi için ilk önce %10'luk sodyum kazeinat çözeltisi hazırlanıp, dökümü yapılmıştır. Ancak %10'luk sodyum kazeinat çözeltisinden hazırlanan filmlerin (250-300µm) oldukça kalın olduğu gözlenmiştir. Daha ince film elde etmek için %7'lik sodyum kazeinat çözeltisinden filmler hazırlanmış ve filmlerin kalınlık değerlerinin 150-200 µm arasında değiştiği bulunmuştur. Bu değerlerin üretmek istediğimiz film için yeterli olduğuna ve filmlerin %7'lik sodyum kazeinatın çözeltiden hazırlanmasına karar verilmiştir.

Film çözeltisinde kullanılan sodyum kazeinat pahalı bir hammadde olduğu için maliyeti düşürmek amacıyla, nişasta ve sodyum kazeinatın eşit oranda karışımından (%3.5 nişasta ve %3.5 sodyum kazeinat) film üretilmiştir. Karışımdan hazırlanan film ile sadece sodyum kazeinattan hazırlanan film arasında görsel olarak önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla denemelere sodyum kazeinat - nişasta filmleri dahil edilmiştir.

Film çözeltileri PVC ile kaplanmış cam plakalara döküldükten sonra etüvde kurutulmuştur. Uygun kurutma sıcaklığı denenerek bulunmuştur. Başlangıçta 40 °C'de filmler kurutulmuş ve bu sıcaklıkta filmlerin 14-16 saatte kuruduğu tespit edilmiştir. Daha sonra 50 °C, 60 °C ve 70 °C sıcaklıklarda kurutma yapılmıştır. 70 °C de kurutulan filmlerin yapısının düzgün olmadığı, bulanık mat bir görüntünün ortaya çıktığı gözlenmiştir. Filmlerin 50 °C de 10-12 saatte, 60 ° C de ise 7-8 saatte kuruduğu belirlenmiştir. Oleoresin eklenerek üretilen filmlerin ise aynı sıcaklıklarda sade olanlara göre 1-2 saat daha geç kuruduğu ve dökülen yüzeyden çıkarırken yapışabildiği görülmüştür. Sonuç olarak kurutma sıcaklığı olarak 40 °C, 50 °C ve 60 °C uygun olduğu bulunmuş ve bu değerler oleoresinli ve oleoresinsiz filmlerde herhangi bir olumsuzluğu neden olmamıştır. Hem zaman tasarrufu sağlamak, hem de daha hızlı film üretmek amacıyla filmlerin 60 °C kurutulmasına karar verilmiştir.

Film hazırlamak için uygun hammadde ve kurutma sıcaklığı belirlendikten sonra ilave edilecek oleoresin miktarının belirlenmesi için denemeler yapılmıştır. Başlangıçta oleoresin miktarı en fazla %5 (film oluşturucu polimer miktarının %5'i olacak şekilde

%2.5 kekik + %2.5 kimyon oleoresini) olarak düşünülmüş; ancak bu miktarın aroma ve tat açısından yetersiz olduğu görülmüştür. %5 oleoresin içeren filmler ile piliç eti sarılmış, 200 °C’ de yarım saat pişirilmiştir. Piliç etindeki aroma ve tat değişimi tadım yapılarak belirlenmiş ve sade pişirilmiş piliç etlerine göre herhangi bir değişim gözlenmemiştir. %5 oleoresin miktarının yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra sırasıyla %10 (%5 kekik + %5 kimyon), %15 (%7.5 kekik + %7.5 kimyon) ve %20 (%10kekik + %10 kimyon) oranında oleoresin içeren filmler hazırlanmıştır. Bu filmlerle piliç etleri sarılmış, 200 °C’ de 30 dakika pişirilmiştir. Kontrol amaçlı aynı sıcaklık ve sürede yine sade piliç eti de pişirilmiştir.

%10 oleoresin içeren filmlerden piliç etine aroma geçişi ve piliç etinde duysal olarak fark edilebilir düzeyde kalıcı baharat tadının oluştuğu gözlenmiştir. %15 oranında oleoresin içeren filmlerden piliç etine aroma geçişi mükemmel düzeyde olmuş, piliç etinde ciddi anlamda baharat tadı tespit edilmiştir. Filmlerde baharattan kaynaklı acılaşıma görülmemiştir. %20 oranında oleoresin içeren filmlerde ise yine aroma geçişi gözlenmiş, piliç etinde ciddi anlamda baharat tadı tespit edilmiş; fakat piliç etinde oleoresin kaynaklı bir acılaşıma tespit edilmiştir. Sonuç olarak filmlere %15 oleoresin ilavesinin aroma ve tat verme açısından optimum olduğu bulunmuştur.

## 4.2. Yenebilir Filmlere Ait Bulgular

### 4.2.1. Film içerisindeki uçucu bileşenlerin miktarı ve zamana bağlı değişimi

Kimyon ve kekiğe ait içerik bilgisi ve kompozisyonu Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. GC-MS analizi sonucunda elde edilen uçucu bileşen piklerinin alanları hesaplanmış, bu alanlardan yola çıkarak da bileşiklerin yüzdeleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Kimyonun içeriği ve uçucu bileşenlerin alan ve yüzdeleri ( $\pm$  standart sapma)

Bileşikler	Alan	Miktar (%)	Alınma zamanı (dakika)
$\alpha$ - pinen	1880924	0.76 $\pm$ 0.03	9.88
$\beta$ - pinen	59413710	24.34 $\pm$ 4.16	12.52
$\alpha$ - phellandren	3992304	1.59 $\pm$ 0.31	14.18
Simol (Simen/Timen)	30953083	12.63 $\pm$ 2.04	15.08
$\gamma$ - terpinen	70336474	28.49 $\pm$ 3.64	17.18
Kuminaldehit	30387260	13.12 $\pm$ 3.11	24.44
Benzen metanol	42654571	18.57 $\pm$ 7.01	26.48

Her bir değer 2 tekrür ve 2 paralelin ortalamasıdır.

Kimyon oleoresinin yaklaşık %30-35 oranında, kekik oleoresinin ise yaklaşık %10-12 oranında uçucu bileşen içerdiği temin ettiğimiz firmanın gönderdiği ürün bilgi broşüründen anlaşılmaktadır. Kimyon ve kekik oleoresininde yapılan uçucu bileşen analizinde; kimyonun baskın olarak  $\beta$ -pinen (%24.34), simol (%12.63),  $\gamma$ -terpinen (%28.49), kuminaldehit (%13.12) içerdiği; kekiğin ise baskın olarak karvakrol (%82.85) içerdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle film içerisindeki uçucu bileşenlerin zamana bağlı değişimi, kekik ve kimyonda en yüksek miktarda bulunan  $\beta$ -pinen, simol,  $\gamma$ -terpinen, kuminaldehit, karvakrole göre değerlendirilmiştir. 15SK filminin içeriğinde bulunan bu



5 bileşenin zamanla değişimi Çizelge 4.3’de ve 15NS filminin ise Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kekğin içeriği ve kompozisyonu ( $\pm$  standart sapma)

Bileşikler	Alan	Miktar (%)	Alıkonma zamanı (dakika)
Simol (Simen/Timen)	4748385	3.24 $\pm$ 2.18	15.09
$\gamma$ - terpinen	6817088	4.43 $\pm$ 2.82	17.16
delta 3 karen	14673619	6.50 $\pm$ 2.25	19.00
Timokinon	2750312	0.65 $\pm$ 0.30	24.69
Timol	3330291	0.79 $\pm$ 0.37	26.81
Karvakrol	270283632	82.85 $\pm$ 5.91	27.25
trans- karyophilen	2051063	0.52 $\pm$ 0.18	31.97
$\beta$ - bisobolen	4362878	1.02 $\pm$ 0.50	34.75

Her bir değer 2 tekerrür ve 2 paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 4.3. 15SK film örneğindeki bazı bileşenlerin zamanla değişimi ( $\pm$  standart sapma)

Bileşikler	0.gün Miktar(mg/g)	4.gün Miktar(mg/g)	8.gün Miktar(mg/g)
$\beta$ - pinen	0.0181 $\pm$ 0.013	0.0149 $\pm$ 0.009	0.0148 $\pm$ 0.009
Simol	0.0107 $\pm$ 0.006	0.0070 $\pm$ 0.004	0.0070 $\pm$ 0.004
$\gamma$ - terpinen	0.0525 $\pm$ 0.029	0.0280 $\pm$ 0.017	0.0236 $\pm$ 0.013
Kuminaldehit	0.0051 $\pm$ 0.003	0.0050 $\pm$ 0.003	0.0033 $\pm$ 0.002
Karvakrol	0.2817 $\pm$ 0.150	0.2021 $\pm$ 0.117	0.1883 $\pm$ 0.131
<b>Toplam Uçucu bileşen</b>	<b>0.3681</b>	<b>0.257</b>	<b>0.237</b>

Her bir değer 2 tekerrür ve 2 paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 4.4. 15NS film örneğindeki bazı bileşenlerin zamanla değişimi ( $\pm$  standart sapma)

Bileşikler	0.gün Miktar (mg/g)	4.gün Miktar (mg/g)	8.gün Miktar (mg/g)
$\beta$ - pinen	2.257 $\pm$ 0.023	1.866 $\pm$ 0.082	1.386 $\pm$ 0.369
Simol	0.951 $\pm$ 0.032	0.872 $\pm$ 0.057	0.630 $\pm$ 0.148
$\gamma$ - terpinen	3.950 $\pm$ 0.241	3.438 $\pm$ 0.257	2.650 $\pm$ 0.401
Kuminaldehit	0.070 $\pm$ 0.016	0.100 $\pm$ 0.021	0.062 $\pm$ 0.008
Karvakrol	0.426 $\pm$ 0.218	0.415 $\pm$ 0.148	0.352 $\pm$ 0.112
<b>Toplam Uçucu bileşen</b>	<b>7.654</b>	<b>6.691</b>	<b>5.08</b>

Her bir değer 2 tekerrür ve 2 paralelin ortalamasıdır.

Her bir filme başlangıçta 150 mg/g film içerecek şekilde oleoresin ilave edilmiştir. Uçucu bileşen oranları dikkate alındığında film çözeltisine yaklaşık 30 mg/g film olacak şekilde uçucu bileşen eklenmiştir. 15NS filmin kurutulması sırasında uçucu bileşenlerin yaklaşık dörtte üçünün uçtuğu görülmektedir. 15SK filminin kurutulması sırasında ise uçucu bileşenlerin yaklaşık yüzde biri ancak filme geçmiştir. Bu sonuçlara göre 15NS filminin 15SK filmine göre uçucu bileşenleri hapsedmede daha başarılı olduğu söylenebilmektedir.

Filmler açıkta depolandığı için uçucu bileşen kaybının depolamaya bağlı olarak devam ettiği görülmektedir. Bu nedenle oleoresin içeren filmlerin üretildikten sonra aroma geçirimini düşük bir ambalajla paketlenmesi gerekmektedir.

#### 4.2.2. Yenebilir filmlerin antibakteriyel etkinliği

Deneyler üç tekerrürlü yapılacak şekilde planlanmış; ancak ilk denemede antibakteriyel etki ve zon oluşumu gözlenmediği için ikinci ve üçüncü tekerrürün yapılmasına gerek görülmemiştir. Ek-1' ve Ek-2'de antimikrobiyal etkinlik testindeki petrilerin fotoğrafları verilmiştir.

#### 4.2.3. Yenebilir filmlerin mekanik özellikleri

Farlı içeriğe sahip yenebilir filmlere ait kalınlık, gerilme mukavemeti (GM) ve yüzde uzama miktarı değerleri (% UM) Çizelge 4.5'de, bu değerlere uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da ve bu değerlerin ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; gerilme mukavemeti (GM) ve yüzde uzama miktarı (UM) değerlerine, film içeriğinin istatistiksel olarak çok önemli derecede ( $p<0.01$ ) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre nişasta- sodyum kazeinat karışımından üretilen filmlerin, gerilme mukavemetinin sodyum kazeinat bazlı filmlere göre önemli ( $p<0.05$ ) ölçüde düşük olduğu ancak her iki film türünün uzama miktarları arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Yüzde 10 oleoresin ilavesi SK filmlerinin hem GM hem de UM değerlerinde düşmeye neden olurken NS filmlerinin sadece UM değerini düşürmüştür. Yüzde 15 oleoresin eklenmesi ise SK filmlerinin mekanik özelliklerini etkilemezken, NS filmlerinin GM değerini düşmesine neden olmuştur.

Literatürde sodyum kazeinat ve patates nişastası kullanılarak üretilmiş yenebilir filmler bulunmaktadır (Rhim vd 1999; Uslu 2001; Arrieta vd 2013; Cano vd 2014). Ancak sodyum kazeinat ve patates nişastası karışımından üretilmiş yenebilir film bulunmamaktadır. Rhim vd (1999) yaptıkları çalışmada sodyum kazeinat/glisero1/polietilen glikol (4.5:1:1) kullanarak ürettikleri  $117\pm4$  µm kalınlığındaki yenebilir filmlerin ortalama gerilme mukavemeti değerini  $8\pm0.3$  MPa bulmuşlardır. Yapılan bir başka çalışmada sodyum kazeinat/glisero1 (1:0.35) içeren yenebilir filmlerin ortalama gerilme mukavemeti  $0.14\pm0.06$  MPa, yüzde uzama miktarı da  $79\pm11$  bulunmuştur (Arrieta vd 2013). Bu çalışmada bulunan değerlerin yukarıda belirtilen iki gerilme mukavemeti değerleri arasında olduğu görülmektedir. Filmlerin gerilme mukavemeti ve uzama miktarı değerlerinin aynı çıkmaması kullanılan hammaddedeki polimerin moleküler ağırlığı, kristallik durumu, film kurutma şartları, depolama ve test sırasındaki havanın sıcaklık ve bağıl neminden kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4.5. Farlı içerikteki yenabilir filmlere ait kalınlık, gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı sonuçları

Muameleler	1.Tekerrür			2.Tekerrür		
	Kalınlık ( $\mu\text{m}$ )	GM (MPa)	UM (%)	Kalınlık ( $\mu\text{m}$ )	GM (MPa)	UM (%)
SK	147.2	4.71	18.81	135.4	5.26	38.01
	131.8	5.63	49.06	185.2	4.92	37.99
	132.6	5.30	30.73	150.2	4.41	41.14
	139.8	4.49	32.10	121.2		
	145.8	5.22	32.88	111.6		
10SK	126.0	4.29	37.09	182.6	4.38	33.16
	129.2	4.53	63.88	193.8	3.94	18.35
	144.4	4.12	30.93	178.6	4.66	27.60
	149.0	4.11	22.73	168.4	5.08	34.84
	112.0			118.4		
15SK	236.0	4.84	52.54	136.2	5.23	42.25
	206.0	4.31	33.28	146.8	4.66	46.36
	157.4	5.63	52.63	140.0	5.17	53.61
	196.6	4.71	40.49	133.8	5.11	48.13
	131.0			148.0	4.65	37.37
NS	114.8	4.29	42.68	128.0	3.48	30.82
	119.4	4.39	32.56	131.8	3.58	42.02
	118.8	4.09	50.04	141.2	3.28	23.61
	137.6	4.06	38.72	140.2	3.03	36.22
	123.4	3.97	27.25	123.6		
10NS	158.0	3.27	36.54	130.8	3.15	22.74
	140.8	3.21	14.84	143.0	3.74	29.22
	154.8	3.87	29.27	147.2	3.76	28.02
	162.0	3.61	20.03	117.4	3.40	26.49
	155.6	3.53	23.37	146.4	3.10	25.82
15NS	144.6	3.17	45.60	143.6	2.74	35.46
	149.4	2.86	53.50	126.4	2.80	35.51
	153.4	2.48	22.73	135.6	2.84	48.38
	146.2	2.83	16.53	178.6	2.39	20.90
	144.2	2.74	36.39	145.2	2.40	

Çizelge 4.6. Gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarı değerlerine uygulanan varyans analizi

Varyasyon kaynakları	GM			% UM			Kalınlık ( $\mu\text{m}$ )		
	S.D	K.O	F	S.D	K.O	F	S.D	K.O	F
<b>Tekerrür</b>	1	0.36	2.60	1	29.75	0.31	1	522.15	1.03
<b>Film içeriği</b>	5	7.01	50.71*	5	358.01	3.73*	5	1352.62	2.67**
<b>Hata</b>	43	0.14		42	95.86		49	506.63	

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

Çizelge 4.7. 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)
<b>SK</b>	8	4.99 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>	35.09 $\pm$ 8.84 <sup>ab</sup>	10	140.08 $\pm$ 19.82 <sup>b</sup>
<b>10SK</b>	8	4.39 $\pm$ 0.37 <sup>b</sup>	33.57 $\pm$ 13.76 <sup>b</sup>	10	150.24 $\pm$ 29.09 <sup>ab</sup>
<b>15SK</b>	9	4.92 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup>	45.18 $\pm$ 7.28 <sup>a</sup>	10	163.18 $\pm$ 36.43 <sup>a</sup>
<b>NS</b>	9	3.80 $\pm$ 0.47 <sup>c</sup>	35.99 $\pm$ 8.32 <sup>ab</sup>	10	127.88 $\pm$ 9.45 <sup>b</sup>
<b>10NS</b>	10	3.47 $\pm$ 0.28 <sup>c</sup>	25.63 $\pm$ 5.90 <sup>b</sup>	10	145.60 $\pm$ 13.56 <sup>ab</sup>
<b>15NS</b>	10-9	2.72 $\pm$ 0.24 <sup>d</sup>	34.99 $\pm$ 12.88 <sup>ab</sup>	10	146.72 $\pm$ 13.45 <sup>ab</sup>

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

Sodyum kazeinattan üretilen filmlere, sodyum kazeinat miktarının %1'i kadar karvakrol eklendiğinde, filmin gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarının düştüğü gözlenmiştir (Arrieta vd 2013). Benzer şekilde Sarıkuş (2006) peynir altı suyu proteininden ürettiği yenebilir filmlere %1 oranında kekik yağı ilave ettiğinde gerilme mukavemeti ve yüzde uzama miktarının düştüğünü, film çözeltisindeki kekik yağı oranı artıkça bu değerlerin yeniden arttığını bildirmiştir. Özellikle SK, 10SK ve 15SK örneklerine ait sonuçlar (Bkz. Çizelge 4.7) incelendiğinde benzer durumun yaptığımız çalışmada da olduğu görülmektedir.

#### 4.2.4. Yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlükleri

Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin sudaki çözünürlük yüzdeleri Çizelge 4.8'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da ve değer ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı içeriğe sahip yenebilir filmlerin saf sudaki çözünürlük değerleri

Film içeriği	Saf sudaki çözünürlük (%)		
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür
<b>SK</b>	97.82	96.71	96.47
	95.99	91.54	97.35
<b>10SK</b>	97.25	98.11	94.94
	95.32	94.36	96.83
<b>15SK</b>	93.48	96.79	95.65
	94.29	94.89	93.11
<b>NS</b>	79.09	84.07	89.27
	86.72	78.34	90.78
<b>10NS</b>	70.40	76.21	78.23
	74.25	74.46	84.60
<b>15NS</b>	69.52	73.14	71.99
	69.68	69.45	72.58

Çizelge 4.9. Çözünürlük değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Saf sudaki çözünürlük (%)		
	S.D	K.O	F
Film içeriği	5	713.29	81.32*
Hata	49	8.77	

(\*) P<0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.10. Filmlerin saf sudaki çözünürlüklerinin ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	n	Saf sudaki çözünürlük (%)
SK	6	95.98 $\pm$ 2.27 <sup>a</sup>
10SK	6	96.13 $\pm$ 1.47 <sup>a</sup>
15SK	6	94.70 $\pm$ 1.38 <sup>a</sup>
NS	6	84.71 $\pm$ 5.18 <sup>b</sup>
10NS	6	76.36 $\pm$ 4.79 <sup>c</sup>
15NS	6	71.06 $\pm$ 1.69 <sup>d</sup>

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 çözünürlükleri film içeriğinden önemli derecede (p<0.01) etkilenmektedir.

Sodyum kazeinat esaslı filmlere göre nişasta + sodyum kazeinat karışımından üretilen filmlerin saf suda çözünürlüğünün daha az olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Sodyum kazeinat esaslı filmlere oleoresin ilavesi filmlerin saf sudaki çözünürlüklerini etkilemezken, nişasta + sodyum kazeinat içeren filmlere oleoresin ilavesi filmlerin saf sudaki çözünürlüklerini önemi ölçüde (p<0.05) azalttığı tespit edilmiştir. Nişasta içeren filmlerde bu düşüşün sebebinin nişastanın suda çözünürlüğünün sodyum kazeinata göre daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Oleoresinin nişasta ile daha iyi etkileşime girerek sudaki çözünürlüğünü düşürdüğü aynı etkiyi proteinde göstermediği tahmin edilmektedir.

#### 4.2.5. Yenebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri

Farlı içeriğe sahip yenebilir filmlere ait kalınlık, eğim, su buharı geçirgenliği hızı (SBGH) ve su buharı geçirgenliği (SBG) değerleri Çizelge 4.11'de, su buharı geçirgenlikleri değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de, su buharı geçirgenlikleri değerlerinin ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde nişasta içeren filmlerin su buharı geçirgenliklerinin daha düşük olduğu yani su bariyer özelliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Saf sudaki çözünürlük değerlerine benzer şekilde, filmlere oleoresin ilave edildiği zaman sodyum kazeinat bazlı filmlerin su buharı geçirgenliği üzerine herhangi bir etkisi olmadığı görülmektedir. Nişasta içeren filmlerin su buharı

geçirgenlikleri arasında da herhangi bir istatistiksel farklılığın olmadığı bulunmuş, ancak 15NS örneğinin SBG'sinin 15SK örneğinin SBG'sinden  $p < 0.05$  önem düzeyinde daha az olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Yenebilir filmlere ait kalınlık, eğim, su buharı geçirgenliği hızı ve su buharı geçirgenliği değerleri

	Filmler	Eğim	Kalınlık	SBGH	SBG
		$\frac{g}{sa.}$	mm	$\frac{g}{sa.m^2}$	$\frac{g.mm}{sa.kPa.m^2}$
1. Tekerrür	SK	0.23	127.2	29.92	2.40
		0.21	212.8	26.65	3.58
	10SK	0.22	163.0	28.15	2.90
		0.23	140.4	29.46	2.61
	15SK	0.22	197.2	28.78	3.58
		0.23	144.0	29.45	2.68
	NS	0.21	116.0	27.71	2.03
		0.22	125.2	27.94	2.21
	10NS	0.19	174.8	24.92	2.75
		0.20	129.4	25.93	2.12
	15NS	0.21	133.2	26.99	2.27
		0.19	148.8	25.03	2.35
2. Tekerrür	SK	0.57	121.2	72.69	5.56
		0.42	111.6	53.28	3.75
	10SK	0.42	112.0	53.69	3.79
		0.44	118.4	55.73	4.26
	15SK	0.49	121.4	62.37	4.77
		0.53	131.0	66.52	5.09
	NS	0.52	123.4	66.06	5.05
		0.45	123.6	57.17	4.37
	10NS	0.38	106.6	48.13	3.68
		0.39	117.4	48.97	3.75
	15NS	0.38	135.2	48.52	3.71
		0.43	146.2	53.81	4.12

Çizelge 4.12. Su buharı geçirgenliği değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Su buharı geçirgenliği ( $\frac{g.mm}{sakPA m^2}$ )		
	S.D	K.O	F
Film içeriği	5	0.59	2.06
Hata	16	0.28	

Çizelge 4.13. Su buharı geçirgenliği değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

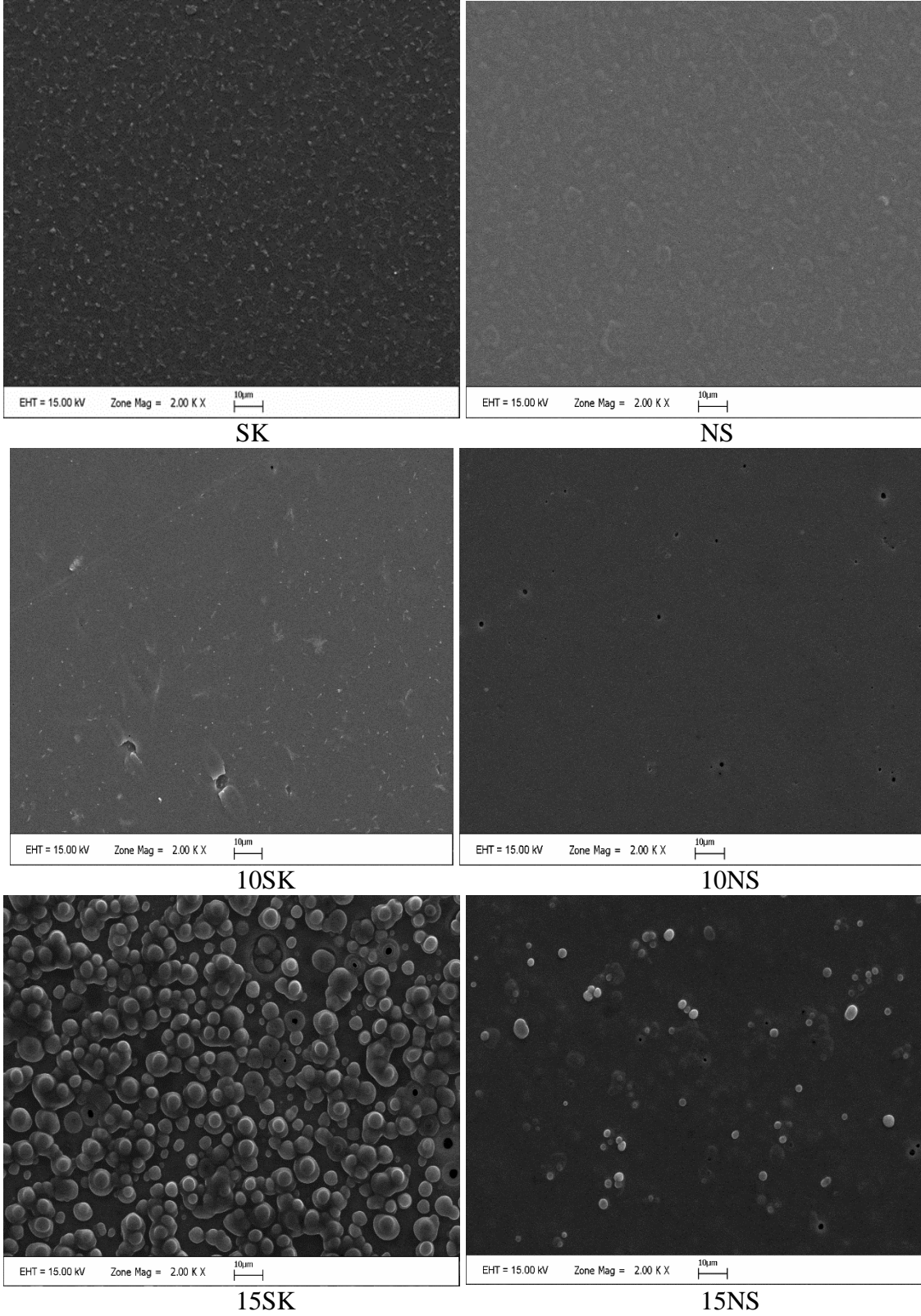
Film içeriği	n	Su buharı geçirgenliği ( $\frac{g.mm}{sakPA m^2}$ )
<b>SK</b>	4	3.82 $\pm$ 1.30 <sup>ab</sup>
<b>10SK</b>	4	3.39 $\pm$ 0.77 <sup>ab</sup>
<b>15SK</b>	4	4.03 $\pm$ 1.11 <sup>a</sup>
<b>NS</b>	4	3.42 $\pm$ 1.53 <sup>ab</sup>
<b>10NS</b>	4	3.07 $\pm$ 0.78 <sup>b</sup>
<b>15NS</b>	4	3.11 $\pm$ 0.94 <sup>b</sup>

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

#### 4.2.6. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

Yenebilir filmlere ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Sem görüntüleri incelendiğinde genel olarak NS filmlerinin SK filmlerine göre daha homojen bir yapıda olduğu görülmektedir. Görsel olarak incelendiğinde de SK filmlerinin pürüzlü yapısı gözlenmektedir. Ayrıca SK filmlerinin daha opak, NS filmlerinin ise daha şeffaf olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle SK filmlerinin daha kristal bir yapıda olduğu düşünülmektedir. 15SK filmine ait SEM görüntüleri incelendiğinde yağ taneciklerinin film içerisinde homojen bir şekilde dağılmadığı. NS filmlerinde ise film dağılmayan yağ taneciklerinin çok daha az olduğu görülmektedir. Görsel incelemede de 15SK filmleri üzerinde yağ tabakası gözlenirken 15NS filmleri üzerinde yağ tabakası oluşumu gözlenmemiştir.

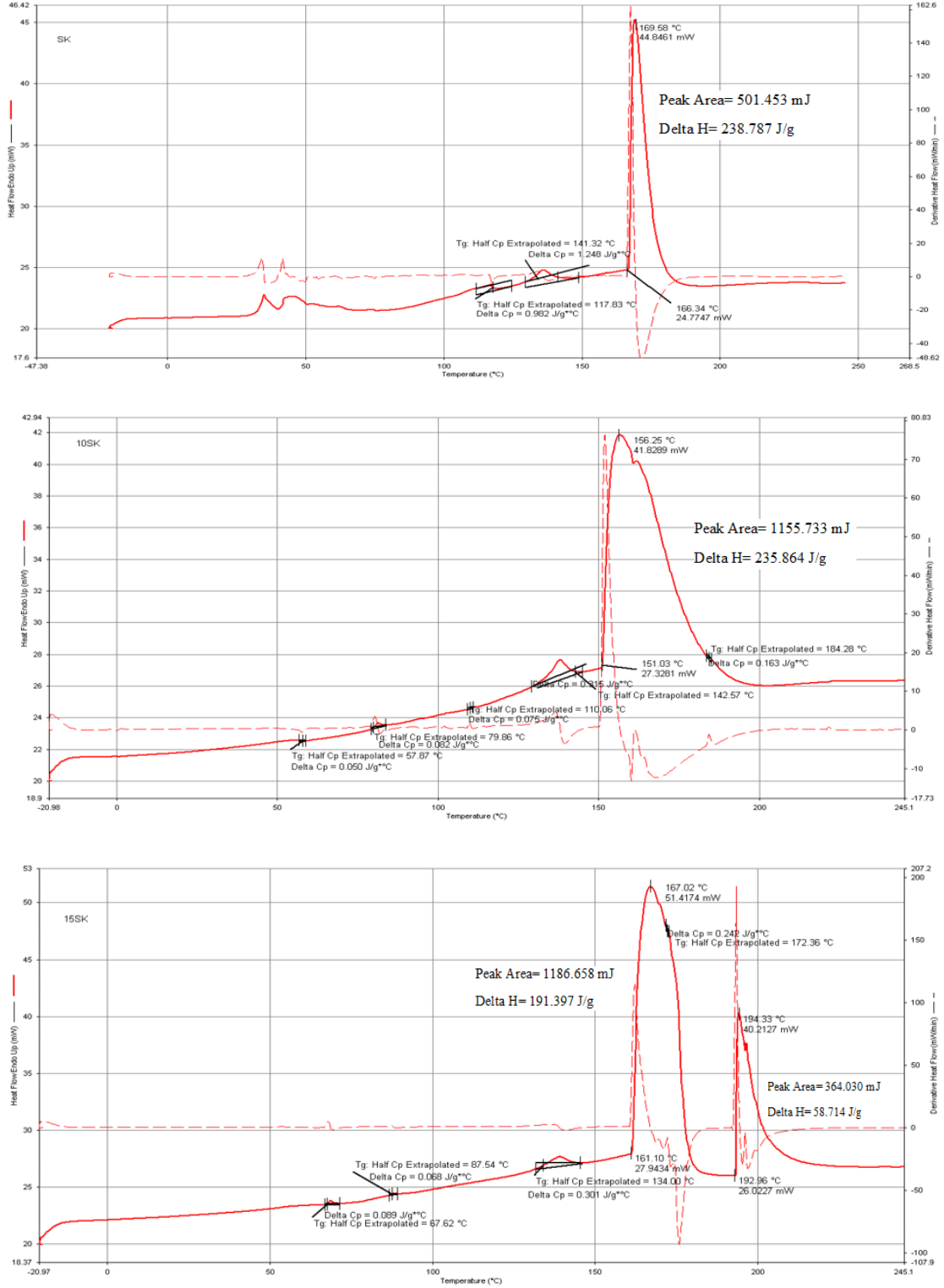


Şekil 4.1. Farklı içerikteki yenibilir film örneklerine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

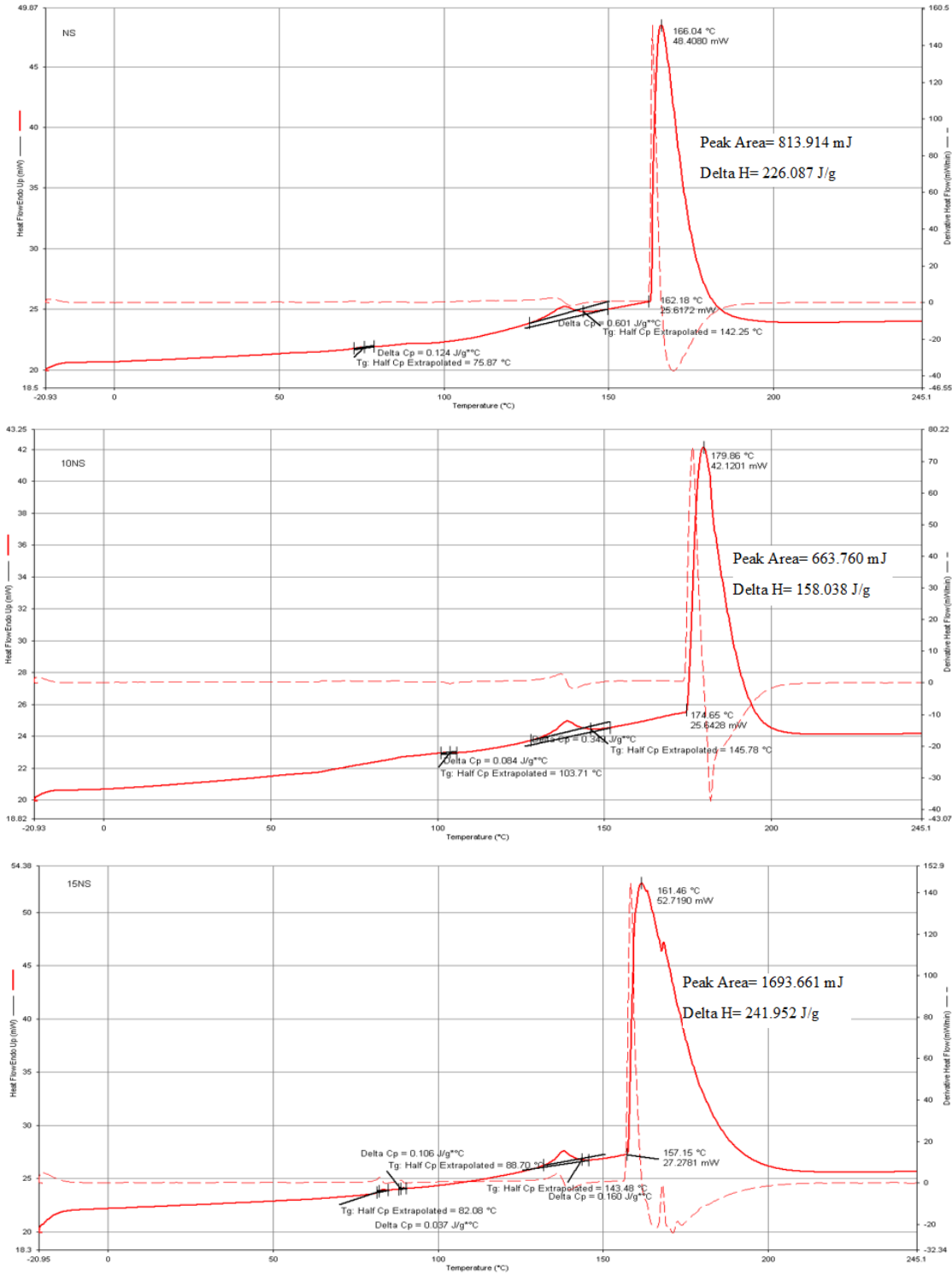


#### 4.2.7. Yenebilir filmlerin termal özellikleri

Yenebilir filmlerin termal özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) cihazı ile belirlenmiş, elde edilen grafikler Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Sodyum kazeinat esaslı yenebilir filmlere ait DSC grafikleri



Şekil 4.3. Nişasta-sodyum kazeinat karışımından oluşan yenebilir filmlere ait DSC grafikleri

Perkin Elmer Diferansiyel taramalı kalorimetre cihazından elde edilen grafiklerde cihazın yazılımı olan Pyris kullanılarak camısı geçiş sıcaklığı ( $T_g$ ), erime sıcaklığı ( $T_m$ ) ve erime ısısı ( $\Delta H$ ) değerleri hesaplatılmıştır ve değerler Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Grafiklerde eğiminin değiştiği sıcaklık camısı geçiş sıcaklığı, ilk görünen küçük pik ön erime piki, ikinci görünen büyük pik erime piki olarak değerlendirilmiş, erime pikinin maksimum olduğu noktadaki sıcaklık ise erime sıcaklığı olarak alınmıştır. Erime pik alanı ve örnek ağırlığı kullanılarak da erime ısısı hesaplatılmıştır. DSC grafiklerinde hem  $T_g$  hem de  $T_m$  görülmesi film örneklerinde hem amorf ve hem de kristal bölgeler olduğunu göstermektedir. Film örneklerine, oleoresin ilavesi hem sodyum kazeinat hem de sodyum kazainat-nişasta karışımından elde edilen filmlerin camısı geçiş ve erime sıcaklıklarını değiştirmektedir. Erime ısısı kristallik derecesiyle doğru orantılı olarak değişir (Sichina 2000). Sodyum kazeinat-nişasta karışımından elde edilen filmlerin erime ısısının sodyum kazeinattan üretilen filmlere göre daha düşük olması, film yapısına nişasta girmesiyle filmlerin kristallik derecesinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu bulgu, görsel olarak nişasta içeren filmlerin sodyum kazeinat bazlı filmlere göre daha şeffaf olmasının nedenini de açıklamaktadır. Ayrıca erime ısısı değerlerinden 15NS ve 15SK filmlerinin kristalliklerinin diğer filmlerden daha fazla olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 4.14. Film örneklerine ait camısı geçiş sıcaklığı ( $T_g$ ), erime sıcaklığı ( $T_m$ ) ve erime ısısı ( $\Delta H$ )

Film çeşitleri	Camsı geçiş sıcaklığı (°C)	Erime sıcaklığı (°C)	Erime ısısı (J/g)
<b>SK</b>	117.83	169.58	238.787
<b>10SK</b>	79.86	156.25	235.864
<b>15SK</b>	87.54	167.02	250.111
<b>NS</b>	75.87	166.04	226.087
<b>10NS</b>	103.71	179.86	158.038
<b>15NS</b>	82.08	161.46	241.952

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

#### 4.3.1. Mikrobiyolojik analizler

Depolanan piliç etlerindeki toplam psikrofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı belirlenmiş, filmlerin bakteri gelişimini engelleyici herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Benzer durumun *Salmonella* spp. içinde geçerli olacağı düşünülerek, *Salmonella* spp. gelişimine yenebilir filmlerin etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmasına gerek görülmemiştir. Çizelge 4.15’de toplam koliform bakteri gelişimi ve Çizelge 4.16’da toplam psikrofilik aerobik bakteri gelişimini gösteren koloni sayıları verilmiştir.

Literatürde kekik ( özellikle karvakrol) ve kimyon eklenmesiyle üretilen yenebilir filmlerin bakteri gelişimini engelleyici etki gösterdiği tespit edilmiştir (Akgül ve Kıvanç 1989; Farag vd 1989; Zivanovic vd 2005; Ponce vd 2008). Ancak yaptığımız çalışmada böyle bir etki görülmemiştir. Bu durumun film çözeltilerine eklediğimiz, kimyon ve kekik oleoresinlerinin oranın düşük olması ve filmlerin kurutulması sırasında uçucu bileşen kaybının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.15. Toplam koliform bakteri kolonilerinin sayısı

Örnekler	0.gün		4.gün		7.gün		10.gün	
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
K	1	0	4	1	SKÇ	16	1	0
	0	0	2	0	SKÇ	24	1	0
SK	1	0	SKÇ	SKÇ	28	8	3	0
	0	0	SKÇ	SKÇ	29	5	1	0
NS	1	0	38	5	SKÇ	SKÇ	81	13
	0	0	56	15	SKÇ	SKÇ	76	12
15SK	1	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	85	6	0
	0	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	61	2	0
15NS	1	0	23	2	41	5	17	1
	0	0	29	0	49	6	15	5

\* 300'den fazla kolonilerin sayıldığı petripler "Sayılamayacak Kadar Çok (SKÇ)" şeklinde ifade edilmiştir. 10<sup>1</sup>, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup> gibi rakamlar seyreltme oranını göstermektedir. Yayma işlemi 0. 4 ve 7. günler 0.2 ml ile 10. gün ise 0.1 ml ile yapılmıştır.

Çizelge 4.16. Toplam psikrofilik aerobik bakteri kolonilerinin sayısı

Örnekler	0.gün		4.gün		7.gün		10.gün	
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
K	2	0	74	14	SKÇ	SKÇ	SKÇ	164
	4	0	73	13	SKÇ	SKÇ	SKÇ	169
SK	2	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	113
	4	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	125
NS	2	0	SKÇ	169	SKÇ	SKÇ	SKÇ	209
	4	0	SKÇ	150	SKÇ	SKÇ	SKÇ	194
15SK	2	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	147	38
	4	0	SKÇ	SKÇ	SKÇ	SKÇ	194	48
15NS	2	0	172	41	SKÇ	209	SKÇ	159
	4	0	150	65	SKÇ	274	SKÇ	189

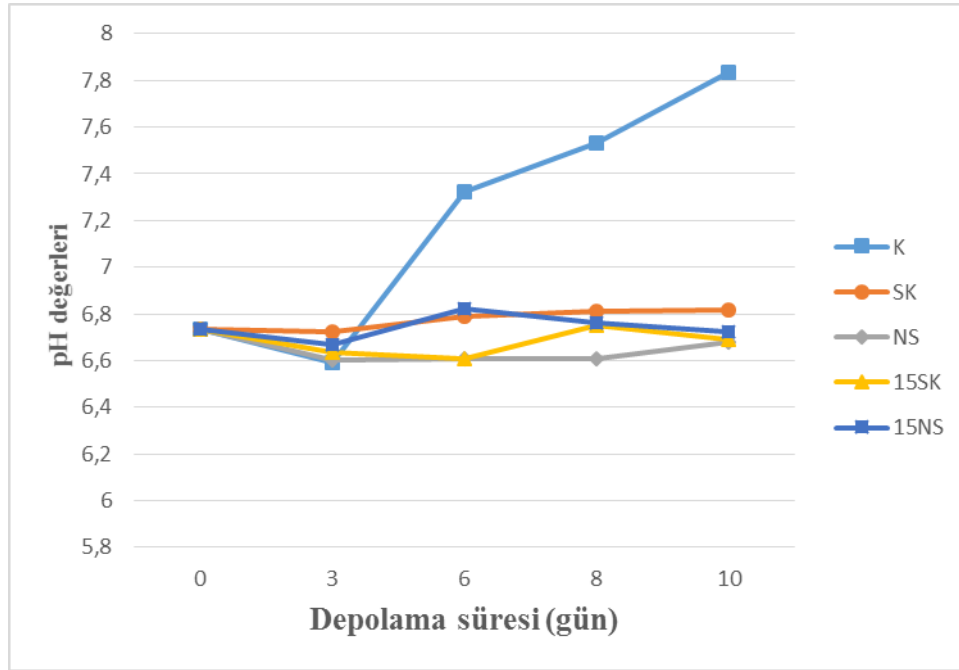
\* 300'den fazla kolonilerin sayıldığı petripler "Sayılamayacak Kadar Çok (SKÇ)" şeklinde ifade edilmiştir. 10<sup>1</sup>, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup> gibi rakamlar seyreltme oranını göstermektedir. Yayma işlemi 0. 4 ve 7. günler 0.2 ml ile 10. gün ise 0.1 ml ile yapılmıştır.

#### 4.3.2. pH değeri

Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılıp depolanan piliç eti örneklerinin depolama süresince ölçülen pH değerleri Şekil 4.4'de, pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de ve bu değerlerin ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.18'da verilmiştir.

Şekil 4.4'de verilen piliç etlerindeki pH değişim grafiğinde kontrol grubu örneklerinde pH değerinin 3. günden sonra artmaya başladığı ve 10. günün sonunda ise 7.84 değerine ulaştığı görülmektedir. Filmle sarılmış piliç etlerinde ise depolama sürecinde pH değerinde pek bir değişim gözlenmemiştir. Varyans analizi sonuçları da piliç etlerindeki pH değerleri üzerine depolama süresinin ve film uygulamasının önemli derecede (p<0.01) etkili olduğunu göstermektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Çizelge 4.18) incelendiğinde, film içeriğine bağlı olarak örneklerin pH değerleri arasında farklılıklar ( $p < 0.05$ ) olduğu görülmektedir. Taze piliç etinin pH değeri 6.0-6.5 civarındadır ve depolamayla (0-4 °C) bu değer yükselmektedir. Yaptığımız çalışmada da başlangıçtaki pH değerlerinin 6.6-6.8 arasında olduğu, depolamanın üçüncü gününde düştüğü ve daha sonraki günlerde pH değerlerin yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.4). Kontrol grubu örneklerinin pH değerleri depolamayla birlikte önemli ölçüde yükselirken, yenebilir filmler ile sarılan piliç etlerinin pH değerlerinin, depolama süresince çok fazla değişmediği ve başlangıç pH değerine yakın bir değerde kaldığı belirlenmiştir. Yenebilir film kullanmanın piliç eti pH değeri artışını sınırlayarak olumlu bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.4. Farklı filmlerle sarılmış piliç etlerinde pH değerlerinin depolama süresince değişimi (üç tekerrür ve iki paralel değerlerin ortalamasıdır)

Çizelge 4.17. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH		
	S.D	K.O	F
Depolama süresi (gün)	4	1.553	41.02*
Film içeriği	4	5.348	141.27*
İnteraksiyon	16	1.124	29.68*
Hata	499	0.038	

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

Ayrıca yenebilir filmlerle kaplı örnekler arasında da  $p < 0.05$  önem düzeyinde farklılıklar görülmektedir. Örneğin sadece SK filmlerle sarılmış örneklerde pH değeri, NS filmlerle sarılmış örneklerdeki pH değerlerine göre daha yüksektir.

Çizelge 4.18. pH değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	n	pH	Zaman (gün)	n	pH
<b>K</b>	104	7.211 $\pm$ 0.482 <sup>a</sup>	<b>0</b>	105	6.738 $\pm$ 0.071 <sup>d</sup>
<b>SK</b>	105	6.774 $\pm$ 0.198 <sup>b</sup>	<b>3</b>	104	6.644 $\pm$ 0.211 <sup>e</sup>
<b>NS</b>	105	6.645 $\pm$ 0.229 <sup>c</sup>	<b>6</b>	105	6.828 $\pm$ 0.314 <sup>c</sup>
<b>15SK</b>	105	6.684 $\pm$ 0.231 <sup>c</sup>	<b>8</b>	105	6.894 $\pm$ 0.383 <sup>b</sup>
<b>15NS</b>	105	6.743 $\pm$ 0.194 <sup>b</sup>	<b>10</b>	105	6.949 $\pm$ 0.519 <sup>a</sup>

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

Başlangıçla üçüncü gün arasında pH değeri düşüş göstermektedir. Bunun sebebinin et florasında baskın olan laktik asit bakterilerinden ve ortamda bulunan CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S gibi bileşiklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Fik ve Leszczynska-Fik 2007; Chamanara vd 2012). Kontrol grubu örneklerinde, film örnekleri ile sarılmış piliç etlerine göre üçüncü günden sonra pH değerinin çok fazla yükselmesi, bakterilerin faaliyetleri sonucu oluşan amin ve amonyum gibi metabolitlerden kaynaklanabilmektedir (Aksan 2010). Bu yüzden her ne kadar film örneklerinin mikroorganizma gelişimini önleyici bir etkisi olmasa da, mikroorganizmalar tarafından üretilen metabolitler üzerinde baskılayıcı etki gösterdiği kanısına varılmıştır. Ayrıca ortamdaki mikroorganizmaların karbon kaynağı olarak aminoasit yapısındaki karbonları kullandığı ve bunun sonucunda ortamda biriken amonyağın pH değerini yükseltmiş olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde taze kümes hayvanları eti pH değerinin ölüm sertliğinin son bulmasıyla yaklaşık 5.8 olduğu bildirilmiştir (Duclos vd 2007). Ayrıca Fernandez-Pan vd (2013) bu değeri 5.5-6.5 arasında değişebileceğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada piliç etine ait pH değerleri başlangıçta 6.6-6.8 arasında bulunmuştur. Bu değerler literatürdeki değerlerden biraz daha yüksektir. Bunun sebebinin kaslardaki glikojen miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü kaslardaki glikojen miktarına bağlı olarak kas pH'sının değişimi farklılık göstermektedir. Örneğin kesimin hemen öncesinde kaslarda depo glikojen düzeyi çok düşükse, pH değeri az miktarda düşmekte ve ölüm sertliği kısa sürede şekillenmektedir. Bu süreç sonunda elde edilen kanatlı etlerinin pH değeri normalden biraz daha yüksek olmakta ( $>6.1$ ), piliç eti daha koyu renkli, sert ve kuru olmaktadır (Kılıçkaya 2011).

Litaratürde yenebilir film ile sarılıp depolanmış piliç etlerinin zamana bağlı pH değeri değişimlerini inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak balıkta (Chamanara vd 2012) ve kırmızı ette (Emiroğlu vd 2010) yapılmış çalışma bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmadaki pH değişimleri Chamanara vd'nin (2012) yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda olduğu gibi o çalışmada da ilk 0-3 gün arasında pH bütün örneklerde düşüş göstermekte sonraki günler yükselmektedir. En yüksek pH değerleri kontrol grubunda meydana gelmektedir (Chamanara vd 2012).

### 4.3.3. Renk değerleri

Farklı içerikteki filmler ile sarılıp depolanan piliç eti örneklerinin depolama süresince farklı günlerdeki (0, 3, 6, 8 ve 10) renk değerleri (L, a ve b) Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı içerikteki filmlerle sarılmış piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerleri

Filmler	Süre(gün)	1.tekerrür			2.tekerrür		
		L	a	b	L	a	b
K	0	53.87	9.58	9.97	55.31	6.96	12.68
	3	61.75	4.53	9.72	54.39	6.53	16.88
	6	56.78	7.65	10.52	47.82	11.48	7.76
	8	53.79	3.21	9.12	51.21	8.90	9.62
	10	53.90	9.48	14.22	43.66	15.36	12.09
SK	0	53.87	9.58	9.97	55.31	6.96	12.68
	3	49.96	12.55	7.29	41.28	8.12	10.42
	6	55.37	5.97	8.97	40.55	6.87	9.82
	8	50.06	10.08	6.81	40.88	11.24	9.79
	10	52.25	9.71	7.12	44.84	16.85	15.10
NS	0	53.87	9.58	9.97	55.31	6.96	12.68
	3	52.27	10.97	6.97	45.98	9.71	8.98
	6	59.26	6.08	8.67	50.32	5.76	12.98
	8	57.70	9.44	9.09	49.42	9.85	9.22
	10	55.00	8.51	9.53	44.37	12.41	9.29
15SK	0	53.87	9.58	9.97	55.31	6.96	12.68
	3	52.48	8.99	10.40	47.78	7.72	12.33
	6	48.80	12.09	10.60	45.39	8.91	9.31
	8	51.99	10.09	11.49	41.89	9.87	10.24
	10	54.91	8.96	9.15	47.33	13.38	16.64
15NS	0	53.87	9.58	9.97	55.31	6.96	12.68
	3	50.44	12.58	9.48	47.64	8.52	14.07
	6	55.58	9.57	10.35	50.24	11.87	12.68
	8	54.22	9.28	9.89	50.37	4.55	9.63
	10	55.78	2.76	7.25	49.79	11.04	11.67

Çizelgedeki her bir değer, 4 ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 4.20. Piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	L		a		b		
	S.D	K.O	F	K.O	F	K.O	F
Film içeriği	4	158.83	6.37*	15.34	1.06	23.09	1.87
Süre (gün)	4	142.97	5.74*	41.73	2.88**	23.18	1.87
İnteraksiyon	16	58.24	2.34*	36.25	2.50*	14.02	1.13
Hata	175	24.91		14.49		12.37	

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

Çizelge 4.21. Piliç etlerinin depolama süresince ölçülen L, a ve b değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	n	L	a	b
<b>K</b>	40	53.246 $\pm$ 5.336 <sup>a</sup>	8.369 $\pm$ 4.450 <sup>a</sup>	11.258 $\pm$ 4.069 <sup>a</sup>
<b>SK</b>	40	48.437 $\pm$ 6.529 <sup>b</sup>	9.792 $\pm$ 4.461 <sup>a</sup>	9.798 $\pm$ 3.957 <sup>a</sup>
<b>NS</b>	40	52.349 $\pm$ 5.880 <sup>a</sup>	8.926 $\pm$ 4.301 <sup>a</sup>	9.737 $\pm$ 3.085 <sup>a</sup>
<b>15SK</b>	40	49.975 $\pm$ 5.257 <sup>b</sup>	9.655 $\pm$ 3.117 <sup>a</sup>	11.282 $\pm$ 3.127 <sup>a</sup>
<b>15NS</b>	40	52.323 $\pm$ 4.128 <sup>a</sup>	8.671 $\pm$ 4.030 <sup>a</sup>	10.767 $\pm$ 3.480 <sup>a</sup>
<b>Depolama süresi (gün)</b>				
<b>0</b>	40	54.591 $\pm$ 1.296 <sup>a</sup>	8.270 $\pm$ 1.978 <sup>b</sup>	11.329 $\pm$ 3.203 <sup>a</sup>
<b>3</b>	40	50.395 $\pm$ 6.426 <sup>b</sup>	9.021 $\pm$ 4.400 <sup>b</sup>	10.654 $\pm$ 3.936 <sup>ab</sup>
<b>6</b>	40	51.011 $\pm$ 6.460 <sup>b</sup>	8.623 $\pm$ 4.108 <sup>b</sup>	10.167 $\pm$ 3.336 <sup>ab</sup>
<b>8</b>	40	50.152 $\pm$ 5.681 <sup>b</sup>	8.651 $\pm$ 3.948 <sup>b</sup>	9.488 $\pm$ 3.054 <sup>b</sup>
<b>10</b>	40	50.182 $\pm$ 5.915 <sup>b</sup>	10.847 $\pm$ 5.072 <sup>a</sup>	11.205 $\pm$ 4.174 <sup>a</sup>

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

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.20) 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 bileşimi ve depolama süresi interaksyonunun da L ve a değerleri üzerine önemli derecede ( $p < 0.01$ ) etki ettiği bulunmuştur. Ancak varyasyon kaynaklarının b değeri üzerinde herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.21'deki Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde film kontrol grubu piliç etleriyle, nişasta-sodyum kazeinat bazlı (NS, 15NS) filmlerle sarılmış piliç etlerinin renk değerleri arasında hiçbir farkın olmadığı görülmektedir. Ancak sodyum kazeinat esaslı filmlerle (SK, 15SK) sarılmış piliç etlerinin L değerlerinin diğer örneklere nazaran daha düşük olduğu yani örneklerin biraz daha fazla karardığı söylenebilir.

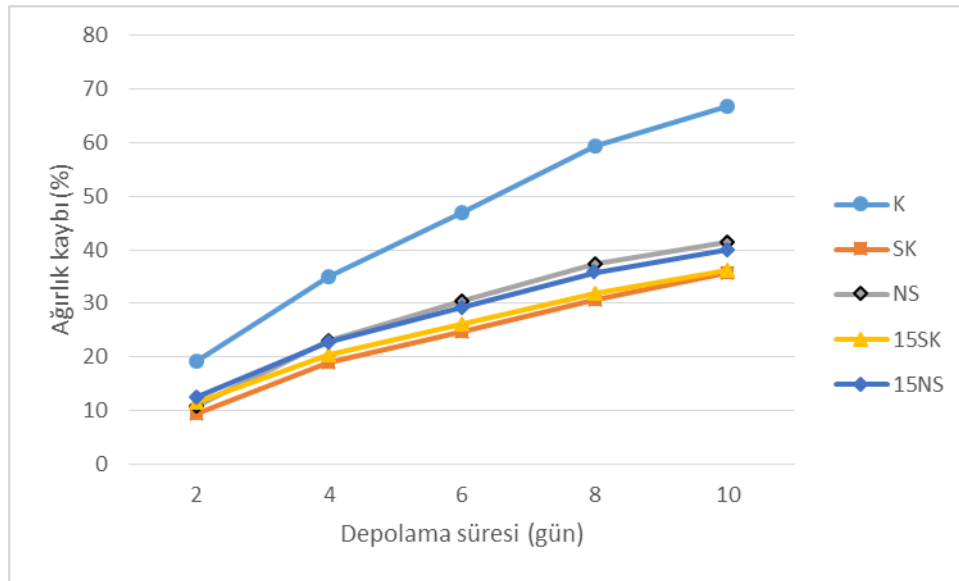
Depolama sürecinde piliç etinin renk değerleri incelendiğinde; L değerinin 3. gün önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) azaldığı, 3. günden 10. güne kadar olan süreçte ise L değerlerinin değişmediği görülmektedir. Renk değerlerinden a değerinde ise sadece 10. günde  $p < 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir artış görülmektedir. Yani 10. günde piliç etindeki beyaz kısımların kırmızıya dönmeye başladığı söylenebilir. b değerinde ise depolama sürecinde pek bir değişim gözlenmemiştir (Çizelge 4.21).



Yapılan bir çalışmada (+4°C) depolanan piliç üst but etinin 0. ve 4.gününde L, a ve b değerleri ölçülmüş. L değeri sırasıyla 54.82, 53.22; ortalama a değeri sırasıyla 3.33, 3.58 ve ortalama b değeri sırasıyla 3.44, 3.95 olarak bulunmuştur (Kılıçkaya 2011). But eti ile yapılan bir başka çalışmada antimikrobiyal ajanlar (nisin, kitosan, potasyum sorbat ve gümüş zeolit) içeren düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ambalajlarda etler 5°C’de 6 gün depolanmıştır. Kontrol örneklerinde başlangıçtaki ortalama L, a, b değerleri sırasıyla 76.60, 3.64, 11.22 iken 6. gün sonunda bu değerlerin sırasıyla 75.79, 4.20, 7.87 olduğu bulunmuştur. (Soysal vd 2015). Her iki çalışmadaki renk değerleri ile bizim bulduğumuz renk değerleri arasında farklar görülmektedir. Bu durumun piliçlerin yetiştirilme şartları ve/veya genetik farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.3.4. Ağırlık kaybı

Diğer analizlerde kullanılan filmle sarılı ve sarılı olmayan piliç etleri polistiren tabaklara konulduktan sonra üzerleri PVC streç filmle kaplanmışken, yenebilir filmlerin etkisini daha iyi görebilmek amacıyla, ağırlık kaybı ölçümlerinde kullanılacak örnekleri içeren tabakların üzerleri streç filmle kaplanmamıştır. Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılıp depolanan piliç etlerinde depolama süresince farklı oranda ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Bu ağırlık kaybı gıdanın su kaybetmesinden ileri gelmektedir. İkişer gün arayla tartılan piliç etlerindeki ağırlık kaybı (%) değerleri Şekil 4.5’deki grafikte verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı örneklere ait ağırlık kaybı değerlerinin depolama süresince değişimi (Her bir değer iki tekerrür ve iki paralelin ortalamasıdır)

Yüzde ağırlık kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.22), film içeriği ve depolama süresi  $p < 0.01$  önem düzeyinde farklılığa neden olmaktadır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına baktığımızda kontrol grubu örnekleri ağırlık kaybı değerlerinin çok yüksek ve diğer örnek gruplarından istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23). Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılmış piliç etlerinde depolamaya bağlı olarak meydana gelen ağırlık kaybı değerleri (%) filmler sayesinde önemli ölçüde azaltılmıştır. Böylece yenebilir film kullanmanın

piliç etlerinde depolamaya bağlı ağırlık kaybını yaklaşık yarı yarıya düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. SK ve NS örnekleri istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) birbirinden farklıdır. Piliç etlerinde ağırlık kaybı başlangıçta daha düşük iken zamanla giderek artmakta ve bütün günler arasında yüzde ağırlık kaybı açısından istatistiksel farklılık ( $p<0.05$ ) görülmektedir.

Çizelge 4.22. Ağırlık kaybı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Ağırlık kaybı değerleri (%)		
	S.D	K.O	F
Film içeriği	4	1542.84	30.85*
Depolama süresi (gün)	4	3095.80	61.90*
İnteraksiyon	16	58.42	1.17
Hata	75	50.01	

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

Çizelge 4.23. Ağırlık kaybı (%) değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	N	Ağırlık kaybı (%)	Zaman (gün)	n	Ağırlık kaybı (%)
K	20	45.671 $\pm$ 18.005 <sup>a</sup>	2	20	12.763 $\pm$ 5.914 <sup>e</sup>
SK	20	23.727 $\pm$ 10.381 <sup>c</sup>	4	20	24.119 $\pm$ 9.059 <sup>d</sup>
NS	20	28.626 $\pm$ 14.290 <sup>b</sup>	6	20	31.655 $\pm$ 10.692 <sup>c</sup>
15SK	20	25.573 $\pm$ 11.672 <sup>bc</sup>	8	20	39.192 $\pm$ 12.690 <sup>b</sup>
15NS	20	28.306 $\pm$ 11.223 <sup>bc</sup>	10	20	44.175 $\pm$ 13.380 <sup>a</sup>

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

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

##### 4.4.1. Pişirme Kaybı

Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılıp 200 °C'de pişirilmiş piliç etlerine ait pişirme kaybı (%) değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.25'de verilen pişirme kaybı değerlerine uygulanan varyans analizi sonucuna göre pişirme kaybı değerleri üzerine film içeriğinin önemli derecede ( $p<0.01$ ) etki ettiği görülmektedir. Kontrol örneklerinde %35 civarında pişirme esnasında ağırlık kaybı gerçekleşirken filmle kaplanmış örneklerde %25-28 arasında değişen oranda ağırlık kaybı gözlenmektedir. Yani yenebilir filmlerle sarılarak pişirme işlemi, kontrol grubu örneklerine göre, piliç etindeki pişirme kaybı değerlerini %20-35 oranlarında düşürmüştür.

Çizelge 4.24. Pişirme kaybı değerleri

Muameleler	Pişirme kaybı (%)		
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür
<b>Kontrol</b>	32.80	35.85	37.66
	31.48	31.77	36.80
	31.86	32.72	
	43.72	38.05	
<b>SK</b>	29.07	28.35	34.51
	23.60	30.65	23.73
	29.94		
<b>NS</b>	24.80	23.78	24.36
	21.10	25.63	33.42
	20.12	26.97	
	26.95	25.25	
<b>15SK</b>	26.52	30.58	30.34
	12.83	26.97	28.30
		30.01	
		30.94	
<b>15NS</b>	20.24	29.18	30.42
	22.94	23.00	26.46
		24.38	
		22.81	

Çizelge 4.25. Pişirme kaybı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Pişirme kaybı değerleri (%)		
	S.D	K.O	F
<b>Film içeriği</b>	4	183.71	11.78*
<b>Hata</b>	33	15.59	

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.26) filmle sarılmış örneklerle kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu, ancak film tipinin pişirme kaybı değerini etkilemediği bulunmuştur. Bu veriler ışığında bütün yenebilir filmlerin piliç etinde meydana gelen pişirme kaybını önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yenebilir filmlerle sarılıp pişirilen piliç etlerinin kontrol grubu örneklerine göre pişirme kaybı değerlerinin düşmesi, filmin piliç etinde pişirme sonucu oluşabilecek yağ ve su kayıplarını önlemesi ile gerçekleşmektedir. Böylece piliç etinin yapısındaki su ve yağ tutularak daha iyi pişirme sağlanmaktadır. Ayrıca filmler sayesinde lezzet kayıpları önlenmekte pişirme sonrası daha lezzetli, yumuşak ve sulu tavuklar elde edilmektedir. Sonuç olarak pişirme kalitesinin önemli ölçüde geliştirildiği ve yenebilir filmlerin pişirme aracı olarak kullanılabilceği belirlenmiştir. Ayrıca bu sonuçların tekstür ve duyusal analizler ile de desteklenmiştir.

Çizelge 4.26. Pişirme kaybı değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	n	Pişirme kaybı değerleri (%)
<b>Kontrol</b>	10	35.27 $\pm$ 3.92 <sup>a</sup>
<b>SK</b>	7	28.55 $\pm$ 3.87 <sup>b</sup>
<b>NS</b>	10	25.24 $\pm$ 3.64 <sup>b</sup>
<b>15SK</b>	8	27.06 $\pm$ 5.99 <sup>b</sup>
<b>15NS</b>	8	24.93 $\pm$ 3.49 <sup>b</sup>

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

#### 4.4.2. Renk değerleri

Çizelge 4.27. Farklı içerikteki yenebilir filmler ile sarılıp pişirilmiş piliç etlerine ait L, a ve b değerleri

	L	a	b	L	a	b	L	a	b
<b>K</b>	57.19	7.87	24.08	53.02	5.46	19.66	76.29	3.53	16.99
	45.18	6.04	16.43	60.56	9.62	18.27	72.82	1.72	29.99
	64.47	5.47	21.74	64.55	7.6	25.31	50.92	8.86	25.68
	58.07	8.71	21.02	70.48	4.18	23.2	72.29	2.7	29.79
	78.39	2.15	23.67	73.2	3.38	29.81	43.91	11.49	25.6
	73.84	3.75	19.47	71.65	3.2	22.99	65.76	5.66	28.16
	51.21	9.11	22.15	62.47	8.71	20.96	57.47	5.13	24.98
	54.53	11.41	18.44				62.42	5.06	28.22
<b>SK</b>	55.83	5.11	22.96	69.39	4.99	22.68	50.73	5.17	17.39
	50.18	11.27	21.27	64.54	7.56	26.71	69.49	4.98	17.79
	71.87	4.17	26.86	54.98	2.76	15.08	58.77	8.53	18.8
	70.57	3.03	22.25	61.74	7.74	19.26	77.58	3.75	15.18
	64.45	2.15	27.5	72.64	4.92	23.54	80.12	2.02	16.55
	60.32	9.7	23.75	51.72	12.36	18.82	70.82	3.13	20.6
	50.42	13.43	19.54				46.16	6.17	17.72
	59.91	6.57	20.37				37.47	5.56	26.71
<b>NS</b>	61.71	6.27	24.66	51.82	9.7	22.95	79	2.58	17.1
	48.19	16.32	23.71	36.94	10.7	18.07	69	5.8	21.24
	49.44	12.28	22.85	65.18	8.59	37.38	72.13	6.98	13.25
	63.28	7.56	19.08	76.68	4.25	20.42	79.56	4.43	15.11
	63.45	5.2	17.74	69.32	7.93	24.29	64.05	2.98	15.08
	59.76	7.98	23.23	48.61	18.24	22.43	65.38	5.66	23
	67.8	3.01	22.68	67.09	6.09	25.32	62.94	8.03	40.21
	68.37	5.67	25.82	49.09	7.27	25.81	54.94	9.91	22.98
<b>15SK</b>	59.95	8.62	17.89	74.09	3.61	16.2	60.06	6.91	15.78
	50.87	3.66	23.16	23.97	1.08	9.04	53.32	11.24	27.39
	50.16	4.86	32.46	68.27	6.04	23.82	62.87	4.94	25.69
	46.93	9.54	27.53	67.5	7.62	27.65	77.06	3.64	19.24
	50.87	4.29	23.32	75.42	2.05	18.77	68.33	3.24	23.6
	73.57	2.08	28.81	39.46	17.31	20.12	56.06	5.05	13.88
	61.62	5.94	18.53	64.4	5.66	17.54	53.35	5.98	23.94
	55.84	0.14	26.8	77.83	1.74	22.47	45.37	6.64	26.6
<b>15NS</b>	40.69	5.99	32.81	58.57	13.01	31.98	57.67	9.15	13.47
	64.44	5.39	29.49	76.42	3.41	16.79	68.12	4.47	17.86
	64.07	6.21	26.86	39.74	8.78	26.3	68.96	3.18	14.83
	63.88	1.98	27.92	66.18	6.5	19.55	76.96	2.05	22.1
	44.38	4.98	21.89	69.13	2.8	21.36	63.45	7.03	29.03
	44.15	9.34	21.21	44.67	11.96	24.21	77.59	2.76	20.53
	71.72	1.48	32	58.53	12.32	33.9	68.2	8.16	15.59
	69.51	1.65	36.41	72.66	2.43	15.03	61.52	10.71	19.12

Çizelge 4.28. Pişmiş piliç etleri renk değerleri ortalamaları

<b>Film içeriği</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
<b>Kontrol</b>	62.639±9.980	6.122±2.910	23.331±4.123
<b>SK</b>	61.350±10.935	6.140±3.240	20.970±3.794
<b>NS</b>	62.239±10.690	7.643±3.855	22.684±6.112
<b>15SK</b>	59.049±13.059	5.495±3.677	22.093±5.495
<b>15NS</b>	62.134±11.552	6.073±3.639	23.760±6.771

Piştirme işleminden sonra, farklı içerikteki filmler ile sarılı olan piliç etlerinin ve kontrol grubunun renk değerleri ölçülmüştür, film çeşitlerine göre piliç etlerindeki renk değişimi belirlenmiştir. Pişmiş piliç etlerine ait L, a, b renk değerleri değeri Çizelge 4.27’de ve renk değerleri ortalamaları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Renk değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları incelendiğinde filmle sarma işleminin pişmiş piliç etindeki renk değerleri üzerine istatistiksel açıdan herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Pişmiş piliç etlerine ait renk değerlerine uygulanan varyans analizi

<b>Varyasyon kaynakları</b>	<b>L</b>		<b>a</b>		<b>b</b>		
	<b>S.D</b>	<b>K.O</b>	<b>F</b>	<b>K.O</b>	<b>F</b>	<b>K.O</b>	<b>F</b>
<b>Tekerrür</b>	2	245.19	2.04	19.61	1.69	65.38	2.24
<b>Film içeriği</b>	4	48.28	0.40	15.20	1.31	25.90	0.89
<b>Hata</b>	103	120.29		11.62		29.17	

#### 4.4.3. Tekstür analizine ait bulgular

Piştirme işlemi için Meullenet-Owens Razor Shear Blade (MORS) kesme aparatı ile kesme işlemi yapılmıştır. Elde edilen veriler Texture Exponent 32 version 6.0.6.0 (Stable Micro Systems Godalming, Surrey, UK) ile değerlendirilmiş; bu sistemle hesaplanan kesme kuvveti Newton (N) cinsinden (Razor Blade Shear Force) ve kesme enerjisi değerleri (Razor Blade Shear Energy) N.mm cinsinden Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Varyans analizi sonucuna göre kesme kuvveti (N) ve kesme enerjisi (N.mm) değerleri üzerine film içeriğinin önemli derecede ( $p < 0.01$ ) etki ettiği görülmektedir (Çizelge 4.31). Çizelge 4.32’de verilen Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre; film içerisinde pişirilen örneklerin kontrol grubu örneklerine göre kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerinin önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) daha düşük olduğu görülmektedir. Yenibilir filmlerle sarılarak piştirme işlemi, kontrol grubu örneklerine göre, piliç etindeki kesme kuvveti değerlerini %40 ve kesme enerjisi değerlerini %30 civarında düşürmüştür. Farklı içerikteki filmlerin kullanımı ise piliç etlerinde ölçülen kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri üzerine önemli bir etki ( $p \geq 0.05$ ) göstermemiştir.

Çizelge 4.30. Pişmiş piliç eti örneklerine ait kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri

Film çeşitleri	1.tekerrür		2.tekerrür	
	Kesme kuvveti (N)	Kesme enerjisi (N.mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme enerjisi (N.mm)
<b>K</b>	6.16	71.10	15.87	106.76
	6.60	88.35	6.22	75.35
	8.71	91.41	9.79	135.39
	8.34	94.48	8.18	89.23
	7.10	73.55	6.16	89.13
	6.49	74.41	9.72	79.45
	10.94	75.88	7.61	94.39
	7.66	73.45	11.67	99.69
	7.63	115.94	24.31	128.26
	7.83	92.78	15.30	124.56
	7.89	101.21	10.47	144.50
	9.22	107.54	13.47	123.18
		77.42		134.84
<b>SK</b>	8.25	93.84	10.97	106.57
	6.90	82.00	8.39	98.97
	6.62	52.40	6.83	95.33
	8.12	94.32	8.00	42.95
	7.06	81.06	7.51	76.60
	3.97	45.30	5.09	70.10
	5.10	49.61	6.56	49.78
	4.88	51.28	6.82	68.22
	3.23	46.35	*	64.35
	4.43	59.26	*	45.87
	7.76	84.39	*	*
	4.43	64.56	*	*
		128.21		*
<b>NS</b>	4.89	48.81	4.81	79.05
	5.06	57.95	5.81	68.29
	5.76	62.63	9.21	73.35
	5.03	66.27	5.09	42.28
	6.12	64.69	7.24	98.29
	7.96	84.68	8.90	96.61
	8.24	75.31	6.00	90.78
	6.79	66.31	6.13	80.97
	6.75	80.82	5.01	50.74
	5.47	73.49	7.60	81.21
	5.39	65.67	7.89	88.02
	5.33	70.96	9.04	48.52
		70.19		99.25
<b>15SK</b>	3.47	47.22	7.12	46.59
	2.83	44.17	7.27	56.76
	4.65	60.93	6.94	64.25
	3.39	48.41	3.33	63.82
	7.02	63.99	3.83	104.59
	4.99	88.38	5.54	79.15
	7.14	82.03	5.11	58.60
	6.34	75.50	6.33	43.34
	6.33	64.43	5.00	53.78
	4.83	73.21	4.08	97.22
	5.02	77.22	5.36	84.67
	6.33	94.62	3.50	44.19
		76.03		93.02
<b>15NS</b>	3.61	45.92	6.43	88.83
	6.61	84.27	5.11	70.33
	5.46	37.06	4.23	54.51
	7.84	91.00	5.27	66.71
	4.22	50.54	6.93	81.15
	5.97	65.36	3.50	39.49
	5.20	76.21	6.49	81.35
	5.71	65.41	6.25	61.95
	4.45	56.11	6.67	57.96
	5.24	42.85	2.03	84.92
	3.67	49.90	5.62	24.47
	5.66	80.06	3.21	78.96
		82.19		42.27

Çizelge 4.31. Kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kesme kuvveti (N)			Kesme enerjisi (N.mm)		
	S.D	K.O	F	S.D	K.O	F
Film içeriği	4	80.97	15.10*	4	4725.24	12.16*
Hata	99	5.36		109	388.70	

(\*) P < 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

Kesme testi sonuçları, kontrol grubu örneklerinin filme sarılarak pişirilen örneklere göre daha sert olduğunu göstermektedir. Ayrıca kesme testi sonuçları ile yüzde pişirme kaybı değerleri arasında da doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Filme sarmanın pişme sırasında yağ ve su kaybını önleyerek piliç etlerinin daha yumuşak olmasına neden olduğu düşünülmektedir. 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 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 değerlendirme sonuçlarına da yansımıştır.

Çizelge 4.32. Kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  standart sapma)

Film içeriği	N	Kesme kuvveti (N)	n	Kesme enerjisi (N.mm)
Kontrol	24	9.723 $\pm$ 4.128 <sup>a</sup>	26	98.548 $\pm$ 22.148 <sup>a</sup>
SK	20	6.546 $\pm$ 1.878 <sup>b</sup>	23	71.797 $\pm$ 23.313 <sup>b</sup>
NS	24	6.479 $\pm$ 1.439 <sup>b</sup>	26	72.505 $\pm$ 15.488 <sup>b</sup>
15SK	24	5.240 $\pm$ 1.403 <sup>b</sup>	26	68.697 $\pm$ 18.227 <sup>b</sup>
15NS	24	5.224 $\pm$ 1.383 <sup>b</sup>	26	63.838 $\pm$ 18.450 <sup>b</sup>

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

#### 4.4.4. Duyusal değerlendirme

16 panelistin her bir set içerisindeki ikililerden tercih ettikleri örneklere A (K), B (SK), C (NS), D (15SK) ve E (15NS), 1 puan verilerek oluşturulan ve örneklerin lezzet bakımından tercih durumunu gösteren puantaj Çizelge 4.33'de, yumuşaklık açısından tercih durumunu gösteren puantaj ise Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Panelistlerin lezzet bakımından tercih durumunu gösteren puantaj

Satır(Lezzetli)	Sütun					
	A(K)	B(SK)	C(NS)	D(15SK)	E(15NS)	Toplam
A(K)	-	4	3	1	1	9
B(SK)	12	-	8	5	2	27
C(NS)	13	8	-	5	2	28
D(15SK)	15	11	11	-	10	47
E(15NS)	15	14	14	6	-	49
<b>Toplam</b>	<b>55</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	

Hücrelerdeki her bir puan; o hücrenin bulunduğu satırdaki örneğin, sütundaki örneğe göre panelistler tarafından kaç kere tercih edildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.34. Panelistlerin sertlik-yumuşaklık açısından tercih durumunu gösteren puantaj

Satır(Yumuşak)	Sütun					
	A(K)	B(SK)	C(NS)	D(15SK)	E(15NS)	Toplam
A(K)	-	4	4	3	4	15
B(SK)	12	-	8	7	7	34
C(NS)	12	8	-	9	6	35
D(15SK)	13	9	7	-	6	35
E(15NS)	12	9	10	10	-	41
<b>Toplam</b>	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	

Hücrelerdeki her bir puan; o hücrenin bulunduğu satırdaki örneğin, sütundaki örneğe göre panelistler tarafından kaç kere tercih edildiğini göstermektedir.

Puantajlardan elde edilen değerlerle, hem lezzet hem de yumuşaklık bakımından her bir örneğe ait toplam puan, formül 3.8 ile hesaplanmıştır ve Çizelge 4.35’de verilmiştir. Ayrıca denklem 3.9 ile T değerleri hesaplanmış lezzet için 54.2, yumuşaklık için 19.6 bulunmuştur. Bulunan T değeri “Ki-Kare Değerleri Dağılımında Değişik Serbestlik Dereceleri ve Değişik Olasılıklar için Kritik Değerler” tablosundan bulunan kritik T değeri ( $T_k=9.49$ ) ile karşılaştırılmış;  $T_k < T$  ( $9.49 < 54.2$  ve  $9.49 < 19.6$ ) olduğu için Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmış ve HSD değeri 17.3 olarak bulunmuştur (Bkz. Denklem 3.10). Bu değer ile örnekler arasındaki farklılık belirlenmektedir yani örnekler arasındaki fark 17.3’den büyük ise örnekler birbirinden farklıdır demektir. Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre örnekler arasında hem lezzet hem de yumuşaklık açısından istatistiksel ( $p < 0.05$ ) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Lezzet açısından en beğenilen örnekler %15 oleoresin içeren filmler (15SK ve 15NS) ile sarılıp pişirilen piliç etleri olmuş ve en az beğenilen örnekler ise kontrol grubu örnekleri (K) olmuştur. Ayrıca oleoresin içersin veya içermesin film örnekleri ile sarılıp pişirilen piliç etlerinin hepsi, kontrol grubu örneklere göre daha lezzetli bulunmuştur.

Ayrıca panelistler 15SK ve 15NS örnekleri ile pişirilmiş piliç etlerinde baharat tadını tespit etmişler ve bu tat onlar için en önemli tercih sebebi olmuştur. Duyusal değerlendirme öncesinde piliç eti üzerindeki filmler soyulduğu için, oleoresin içeren filmlerden piliç etine aroma geçişi olduğu belirlenmiştir. Oleoresin içermeyen filmlerle



sarılarak pişirilen piliç etlerinin kontrol grubuna göre daha lezzetli bulunması ise, filmlerin pişirme kaybını azaltarak etlerin daha sulu ve daha yağlı kalmasını sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.35. Lezzet ve sertlik-yumuşaklık bakımından örnekler ait toplam puanlar ve Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testine göre örnekler arasındaki farklılıklar

Örnekler	Lezzet	Örnekler	Sert-yumuşak
<b>A(K)</b>	119 <sup>a</sup>	<b>A(K)</b>	113 <sup>a</sup>
<b>B(SK)</b>	101 <sup>b</sup>	<b>B(SK)</b>	94 <sup>b</sup>
<b>C(NS)</b>	100 <sup>b</sup>	<b>C(NS)</b>	93 <sup>b</sup>
<b>D(15SK)</b>	81 <sup>c</sup>	<b>D(15SK)</b>	93 <sup>b</sup>
<b>E(15NS)</b>	79 <sup>c</sup>	<b>E(15NS)</b>	87 <sup>b</sup>

Düşük puanlı örnekler, o örneklerin panelistler tarafından daha çok tercih edildiğini göstermekte; yani o örneğin kendinden daha yüksek puanlı örnekler göre daha lezzetli ve daha yumuşak olduğunu belirtmektedir.

Duyusal değerlendirmede, panelistlerin etkilenmemesi için piliç etleri üzerindeki filmler soyularak değerlendirilmiştir. Çalışmayı yaparken filmlerin pişme sırasında deri gibi bir görünüm aldığı, yenmesi durumunda herhangi bir olumsuz lezzete neden olmadığı görülmüştür.

Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları yumuşaklık açısından incelendiğinde farklı film örnekleriyle (SK, NS, 15SK ve 15NS) sarılarak pişirilmiş piliç etleri, kontrol grubu örneklerine göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) daha yumuşak bulunmuştur. Film örnekleri arasında, piliç eti yumuşaklığına etkileri açısından  $p \geq 0.05$  önem düzeyinde bir farklılık tespit edilememiştir. Burada elde ettiğimiz sonuçlar tekstür analizi ve yüzde pişirme kaybı sonuçları ile benzerlik göstermekte ve sonuçlar birbirlerini desteklemektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Birinci aşamada yenebilir film üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen filmlerin özellikleri incelenmiştir. İkinci aşamada piliç eti üretilen yenebilir filmler ile sarılarak depolanmış ve depolama sırasında piliç etinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler belirlenmiştir. Son aşamada ise yenebilir filmler ile sarılmış piliç etleri pişirilerek yenebilir filmlerin pişirme üzerindeki etkisi yapılan analizler ile tespit edilmiştir.

Yapılan ön denemelerde yenebilir filmlerin, ideal film oluşturmak için, %7 film oluşturu polimer (sodyum kazeinat veya sodyum kazeinat-patates nişastası) içeren çözeltilerden hazırlanmasının ve 60 °C'de kurutulmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Oleoresin miktarının belirlenmesi için yapılan denemelerde de film çözeltilerine polimer miktarının %15'i kadar oleoresin ilavesinin aroma ve tat verme açısından optimum olduğu bulunmuştur.

Çalışmada 6 farklı yenebilir film (SK, 10SK, 15SK, NS, 10NS, 15NS) üretilmiş ve bunların özellikleri belirlenmiştir. 15SK ve 15NS filmlerinin yapısında bulunan oleoresinden gelen uçucu bileşen içeriği, 0., 4. ve 8. günde yapılan GC-MS kromatografi analiziyle belirlenmiş, kurutma sırasında uçucu bileşen miktarında ciddi bir azalma olduğu gözlenmiş, ayrıca depolama sırasında da uçucu bileşenlerin zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Ancak 15NS filmlerinin uçucu bileşenleri tutmada daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Yine 15SK ve 15NS örneklerinde agar disk difüzyon metodu ile yapılan antimikrobiyal etkinlik testi sonucunda yenebilir filmlerin *Escherichia coli* ATCC 35218 (Gram -) ve *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (Gram+) bakterilerine karşı herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiş ve besi yeri içerisine yerleştirilen bu filmlerin zon oluşturmadığı gözlenmiştir.

Nişasta - sodyum kazeinat karışımından üretilen filmlerin, gerilme mukavemetinin sodyum kazeinat bazlı filmlere göre önemli ( $p<0.05$ ) ölçüde düşük olduğu ancak her iki film türünün uzama miktarları arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Yüzde 10 oleoresin ilavesi SK filmlerinin hem GM hem de UM değerlerinde düşmeye neden olurken, NS filmlerinin sadece UM değerini düşürmüştür. Yüzde 15 oleoresin eklenmesi ise SK filmlerinin mekanik özelliklerini etkilemezken, NS filmlerinin GM değerini düşmesine neden olmuştur.

NS filmlerinin SK filmlerine göre, hem su buharı geçirgenliklerinin hem de saf sudaki çözünürlüklerinin daha az olduğu görülmektedir. Sodyum kazeinat esaslı filmlere oleoresin ilavesi filmlerin su buharı geçirgenliğini ve saf sudaki çözünürlüklerini etkilemezken, nişasta - sodyum kazeinat içeren filmlere oleoresin ilavesi filmlerin su buharı geçirgenliğini ve saf sudaki çözünürlüklerini önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) azaltmaktadır.

Piliç etinin yenebilir filmler ile sarılıp depolanması ve pişirilmesi çalışmalarında 4 farklı yenebilir film (SK, NS, 15SK, 15NS) kullanılmıştır. Oleoresin içeren filmle sarılı piliç etlerindeki toplam psikrofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları

belirlenmiş, filmlerin bakteri gelişimini engelleyici herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada piliç etlerinin başlangıçtaki pH değerleri 6.5-7 arasında bulunmuş ve depolamanın 3. gününde bu değerlerin biraz düştüğü bulunmuştur. Daha sonraki günlerde kontrol grubu örneklerin pH'sının sürekli yükselerek 10. gün sonunda 7.84'e kadar çıktığı tespit edilmiştir. Filmlere sarılarak depolanan örneklerde ise, depolama sürecinde pH değerlerinin ilk günkü değere yakın seyrettiği bulunmuştur. Böylece yenibilir film kullanmanın piliç eti pH değeri değişimini sınırlayarak olumlu bir etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

Depolama sürecinde yapılan renk analizlerinde sodyum kazeinat esaslı filmlerle (SK, 15SK) sarılmış piliç etlerinin kontrol ve sodyum kazeinat-nişasta esaslı filmlerle (K, NS, 15NS) sarılmış piliç etlerine nazaran L değeri daha düşük bulunmuştur. Bir başka deyişle SK ve 15SK ile sarılan piliç etlerinin daha fazla karardığı söylenebilir. Ayrıca depolama sürecinde ilk günkü değere göre 3. gündeki tavuk etlerindeki L değerinin önemli ölçüde düştüğü ( $p<0.05$ ), 3 ile 10. gün arasında ise bu renk değerinin değişmediği belirlenmiştir. Piliç etlerinin a değerinde ise 0. günden 8. güne kadar istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken, 8. günden sonra  $p<0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir farklılık görülmüştür. Piliç etindeki kırmızı rengin 8. günden sonra arttığı saptanmıştır.

Piliç etlerindeki su kaybı yani ağırlık kaybı sonuçlarına baktığımızda kontrol grubu örneklerinde, ağırlık kaybı  $45.67\pm 18$  oranında gerçekleşirken, SK, 15SK, NS, 15NS örneklerinde ise sırasıyla yüzde  $23.73\pm 10.38$ ,  $25.57\pm 11.67$ ,  $28.63\pm 14.29$  ve  $28.31\pm 11.22$  oranlarında gerçekleşmiştir. Yenibilir filmlerle sarma işleminin istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli ölçüde ağırlık kaybını önlediği bulunmuştur.

Bu tez çalışmasında en önemli bulgular piliç etinin filmle sarılarak pişirilmesi aşamasında kaydedilmiştir. Piliç etinde yapılan pişirme kaybı ölçümlerinde, bütün yenibilir filmlerin piliç etinde meydana gelen pişirme kaybını kontrol grubu örneklerine göre önemli ölçüde azalttığı (%20 - 35 oranlarında) sonucu elde edilmiştir. Ayrıca pişirme kaybının film içeriğinden etkilenmediği bulunmuştur. Filmlerin pişirme kaybını önlemedeki bu başarısı; pişirme sonrası daha sulu, yumuşak ve lezzetli piliç eti elde etmeyi sağlamıştır.

Kesme testi sonucunda filmle sarılmış örneklerin kesme kuvveti değerlerinin kontrollere göre yaklaşık %40 ve kesme enerjisi değerlerinin ise yaklaşık %30 civarında düşük olduğu bulunmuştur. Pişirme kaybı değerlerinde olduğu gibi kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerinin de film içeriğinden etkilenmediği görülmektedir. Yapılan kesme testi ile piliç etlerinin film örnekleri ile sarılıp pişirildiğinde daha yumuşak olduğu, piliç etlerinin daha kolay parçalandığı ve ağızda daha kolay dağıldığı belirlenmiştir.

Duyusal analiz sonucuna göre, lezzet açısından en beğenilen örnekler %15 oleoresin içeren filmler (15SK ve 15NS) ile sarılıp pişirilmiş piliç etleri olmuş ve en az beğenilen örnekler ise kontrol grubu örnekleri (K) olmuştur. Panelistler tarafından 15SK ve 15NS örnekleri ile pişirilen piliç etlerinde baharat tadı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum oleoresin içeren film örneklerinden piliç etine aroma geçişi olduğunu göstermektedir. Ayrıca oleoresin içersin veya içermesin film örnekleri ile sarılıp

pişirilmiş piliç etlerinin hepsi kontrol grubu örneklerine göre  $p<0.05$  önem düzeyinde daha lezzetli bulunmuştur. Sertlik-yumuşaklık açısından incelendiğinde ise farklı film örnekleri (SK, NS, 15SK ve 15NS) ile pişirilmiş piliç etleri, kontrol grubu örneklerine göre istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) daha yumuşak bulunmuş; film örnekleri arasında ise  $p<0.05$  önem düzeyinde bir farklılık tespit edilememiştir.

Sonuç olarak yenebilir film ile sarılıp pişirilen piliç etlerinin sade pişirilen piliç etlerine göre daha sulu, yumuşak ve lezzetli olduğu, oleoresin içeren yenebilir filmler içerisinde pişirilen tavuk etlerinin ise panelistler tarafından daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir. Bu alanda yapılan ilk araştırma olan bu tez çalışması, yenebilir filmlerin piliç eti pişirme kalitesini önemli ölçüde geliştirdiğini ve yenebilir filmlerin fırın poşetine alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

## 6. KAYNAKLAR

AKGÜL, A. and KIVANÇ, M. 1989. Growth of *Staphylococcus aureus* in Koefte, A Turkish ground meat product, containing Laser trilobum spice. *Journal of food safety*, 10 (1): 11-19.

AKSAN, E. 2010. Gıdaların mikrobiyal bozulması. O. Erkmen (Ed.), Gıda Mikrobiyolojisi, Efil, ss. 82-123, Ankara.

AKSOY, A., GÜVEN, A. ve GÜLMEZ, M. 2011. Bazı Bitki İnfüzyonları ve Hidrodistilatlarının Piliç Etlerinin Dekontaminasyonu ve Raf Ömrüne Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17.

ALTUĞ, T. and ELMACI, Y. 2007. Gıdalarda doğal olarak bulunan lezzet bileşenleri. İ. Saldamlı (Ed.), Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, ss. 497-531, Ankara.

ALVARENGA BOTREL, D., VILELA BORGES, S., VICTÓRIA DE BARROS FERNANDES, R., DANTAS VIANA, A., MARIA GOMES DA COSTA, J. and REGINALDO MARQUES, G. 2012. Evaluation of spray drying conditions on properties of microencapsulated oregano essential oil. *International Journal of Food Science & Technology*, 47 (11): 2289-2296.

ANONİM, 2006. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tebliği, No:2006/29, Ankara.

ANONİM, 2010. Nişasta Üretimi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

ANONİM, 2014. Piliç Eti Sektör Raporu BESD-BİR, Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği, Ankara, 71 s.

AOAC INTERNATIONAL. 2007. Official Methods of Analysis (18th Ed.), Method 2007-04. Gaithersburg, MD.

ARRIETA, M.P., PELTZER, M.A., DEL CARMEN GARRIGÓS, M. and JIMÉNEZ, A. 2013. Structure and mechanical properties of sodium and calcium caseinate edible active films with carvacrol. *Journal of Food Engineering*, 114 (4): 486-494.

ARSLAN, P. 2013. Tavuk Eti ve İnsan Beslenmesindeki Yeri. 2. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, ss. 164-168, 24-28 Nisan, Antalya.

ASTM. 1995. Standard test method for water vapor transmission of materials. Annual books of ASTM Standards, designation:D96-95. ASTM, Philadelphia, pp. 785-792.

AVILA-SOSA, R., PALOU, E., MUNGUÍA, M.T.J., NEVÁREZ-MOORILLÓN, G.V., CRUZ, A.R.N. and LÓPEZ-MALO, A. 2012. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International journal of food microbiology*, 153 (1): 66-72.

AYANA, B. and TURHAN, K.N. 2009. Use of antimicrobial methylcellulose films to control *Staphylococcus aureus* during storage of kasar cheese. *Packaging Technology and Science*, 22 (8): 461-469.

AYANA, B. ve TURHAN, K.N. 2010. Gıda Ambalajlamasında Antimikrobiyel Madde İçeren Yenilebilir Filmler/Kaplamalar ve Uygulamaları. *Gıda Dergisi*, 35 (2).

AYRANCI, E. and TUNÇ, S. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food chemistry*, 87 (3): 339-342.

BAŞER, K.H.C. 2001. Her derde deva bir bitki kekik. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 74-77.

BENKEBLIA, N. 2004. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *LWT-Food Science and Technology*, 37 (2): 263-268.

BETTAIEB, I., BOURGOU, S., WANNES, W.A., HAMROUNI, I., LIMAM, F. and MARZOUK, B. 2010. Essential oils, phenolics, and antioxidant activities of different parts of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (19): 10410-10418.

BURT, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94 (3): 223-253.

CANO, A., JIMÉNEZ, A., CHÁFER, M., GÓNZALEZ, C. and CHIRALT, A. 2014. Effect of amylose: amylopectin ratio and rice bran addition on starch films properties. *Carbohydrate Polymers*, 111 543-555.

CAVITT, L., MEULLENET, J.F., XIONG, R. and OWENS, C. 2005. The relationship of razor blade shear, allo-kramer shear, warner-bratzler shear and sensory tests to changes in tenderness of broiler breast fillets. *Journal of Muscle Foods*, 16 (3): 223-242.

CHAMANARA, V., SHABANPOUR, B., GORGIN, S. and KHOMEIRI, M. 2012. An investigation on characteristics of rainbow trout coated using chitosan assisted with thyme essential oil. *International journal of biological macromolecules*, 50 (3): 540-544.

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.

CHOULIARA, E., KARATAPANIS, A., SAVVAIDIS, I. and KONTOMINAS, M. 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C. *Food Microbiology*, 24 (6): 607-617.

ÇOBAN, Ö.E. ve PATIR, B. 2010. Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2): 7-19.

- DA COSTA, S.B., DUARTE, C., BOURBON, A.I., PINHEIRO, A.C., SERRA, A.T., MARTINS, M.M., JANUÁRIO, M.I.N., VICENTE, A.A., DELGADILLO, I. and DUARTE, C. 2012. Effect of the matrix system in the delivery and *in vitro* bioactivity of microencapsulated Oregano essential oil. *Journal of Food Engineering*, 110 (2): 190-199.
- DADALIOGLU, I. and EVRENDILEK, G.A. 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26): 8255-8260.
- DANGARAN, K., TOMASULA, P.M. and QI, P. 2009. Structure and function of protein-based edible films and coatings, *Edible films and coatings for food applications*, Springer, pp. 25-56.
- DAWSON, P.L. and SPINELI, N. 2007. Poultry Meat Flavor. In: L.M.L. Nollet (Ed.), *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, Wiley-Blackwell, pp. 343-359.
- DRAGICH, A.M. and KROCHTA, J.M. 2010. Whey protein solution coating for fat-uptake reduction in deep-fried chicken breast strips. *Journal of Food Science*, 75 (1): S43-S47.
- DU, W.-X., AVENA-BUSTILLOS, R.J., WOODS, R., BREKSA, A.P., MCHUGH, T.H., FRIEDMAN, M., LEVIN, C.E. and MANDRELL, R. 2012. Sensory evaluation of baked chicken wrapped with antimicrobial apple and tomato edible films formulated with cinnamaldehyde and carvacrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (32): 7799-7804.
- DUCLOS, M., BERRI, C. and LE BIHAN-DUVAL, E. 2007. Muscle growth and meat quality. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16 (1): 107-112.
- DURANGO, A., SOARES, N. and ANDRADE, N. 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food control*, 17 (5): 336-341.
- DURSUM, S. ve ERKAN, N. 2009. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, 3 (4): 352-373.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II) AÜ Ziraat Fakültesi Yay. No: 1021 ANKARA.
- ELMACI, Y. 2009. Lezzet maddeleri. T. Altuğ (Ed.), *Gıda Katkı Maddeleri*, Sidas, ss. 139-156, İzmir.
- EMBUSCADO, M.E. and HUBER, K.C. 2009. *Edible films and coatings for food applications*. Springer, 403 s.

- EMİROĞLU, Z.K., YEMİŞ, 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.
- EVRENDİLEK, G.A., MEHMETOĞLU, A.Ç., ÇOŞANSU, S. ve ERKMEN, O. 2010. Yeni yöntemlerle gıdaların korunması. O. Erkmén (Ed.), Gıda Mikrobiyolojisi, Efil Yayınevi, ss. 313-350, Ankara.
- FARAG, R., DAW, Z., HEWEDI, F. and EL-BAROTY, G. 1989. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection®*, 52 (9): 665-667.
- FERNANDEZ-PAN, I., MENDOZA, M. and MATE, J.I. 2013. Whey protein isolate edible films with essential oils incorporated to improve the microbial quality of poultry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (12): 2986-2994.
- 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.
- FIK, M. and LESZCZYNSKA-FIK, A. 2007. Microbiological and sensory changes in minced beef treated with potassium lactate and sodium diacetate during refrigerated storage. *International Journal of Food Properties*, 10 (3): 589-598.
- FLETCHER, D. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry Science*, 78 (9): 1323-1327.
- GENNADIOS, A., HANNA, M.A. and KURTH, L.B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 30 (4): 337-350.
- GÖKALP, H.Y., KAYA, M. ve ZORBA, Ö. 2012. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 320 s, Ders Kitabı, Erzurum.
- HAN, J. 2005. Antimicrobial packaging systems. In: J. Han (Ed.), Innovations in food packaging, pp. 80-107.
- HAN, J.H. and GENNADIOS, A. 2005. Edible films and coatings: a review. In: J.H. Han (Ed.), Innovations in food packaging, Elsevier, pp. 239-262, Amsterdam.
- HARRIS, G. 2009. Poultry Is No.1 Source of Outbreaks, Report Says. *The New York Times*.
- HAYTA, E. ve ARABACI, O. 2011. Kekik olarak adlandırılan bazı bitki cinslerinin tohumlarında farklı çimlendirme yöntemlerinin belirlenmesi. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 8 (1).



- HOSSEINI, S.F., ZANDI, M., REZAEI, M. and FARAHMANDGHAHI, F. 2013. Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: preparation, characterization and *in vitro* release study. *Carbohydrate Polymers*, 95 (1): 50-56.
- JANES, M., KOOSHESH, S. and JOHNSON, M. 2002. Control of *Listeria monocytogenes* on the Surface of Refrigerated, Ready-to-eat Chicken Coated with Edible Zein Film Coatings Containing Nisin and/or Calcium Propionate. *Journal of Food Science*, 67 (7): 2754-2757.
- JIN, T., LIU, L., ZHANG, H. and HICKS, K. 2009. Antimicrobial activity of nisin incorporated in pectin and polylactic acid composite films against *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Science & Technology*, 44 (2): 322-329.
- KAN, Y., KARTAL, M., ÖZEK, T., ASLAN, S. and BAŞER, K. 2007. Composition of essential oil of *Cuminum cyminum* L. according to harvesting times. *Turkish J. Pharm. Sci*, 1 25-29.
- KANAKDANDE, D., BHOSALE, R. and SINGHAL, R.S. 2007. Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrin and modified starch. *Carbohydrate Polymers*, 67 (4): 536-541.
- KILIÇKAYA, Z. 2011. Antalya ilinde satışa sunulan farklı ağırlık sınıfı tavuk karkaslarında bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 87 s.
- KIM, K.M., WELLER, C.L., HANNA, M.A. and GENNADIOS, A. 2002. Heat curing of soy protein films at selected temperatures and pressures. *LWT-Food Science and Technology*, 35 (2): 140-145.
- KRAMER, M.E. 2009. Structure and function of starch-based edible films and coatings, *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer, pp. 113-134.
- KROCHTA, J.M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: A. Gennadios (Ed.), *Protein-based films and coatings*, CRC Press, pp. 1-41, Florida.
- LACROIX, M. and COOKSEY, K. 2005. Edible films and coatings from animal-origin proteins. *Innovations in Food Packaging, Elsevier Academic Press, California, USA*, 301-317.
- LI, X., QIU, C., JI, N., SUN, C., XIONG, L. and SUN, Q. 2015. Mechanical, barrier and morphological properties of starch nanocrystals-reinforced pea starch films. *Carbohydrate Polymers*, 121 155-162.
- LIU, Z. 2005. Edible films and coatings from starches. *Innovations in Food Packaging. Han, JH (Ed.). Elsevier, Academic Press, CA*, 321.

- 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.
- LU, M., HAN, Z., XU, Y. and YAO, L. 2013. Effects of essential oils from Chinese indigenous aromatic plants on mycelial growth and morphogenesis of three phytopathogens. *Flavour and Fragrance Journal*, 28 (2): 84-92.
- MARTIN-BELLOSO, O., ROJAS-GRAÜ, M.A. and SOLIVA-FORTUNY, R. 2009. Delivery of flavor and active ingredients using edible films and coatings. In: M.E. Embuscado and K.C. Huber (Eds.), *Edible films and coatings for food applications*, Springer, pp. 295-313.
- MASTROMATTEO, M., BARBUZZI, G., CONTE, A. and DEL NOBILE, M. 2009. Controlled release of thymol from zein based film. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (2): 222-227.
- MATE, J.I., FRANKEL, E. and KROCHTA, J. 1996. Whey protein isolate edible coatings: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (7): 1736-1740.
- MCHUGH, T.H., AVENA-BUSTILLOS, R. and KROCHTA, J. 1993. Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *Journal of Food Science*, 58 (4): 899-903.
- MCKEE, L., COBB, E. and PADILLA, S. 2012. Quality Indicators in Poultry Products. In: L.M.L. Nollet (Ed.), *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, Wiley-Blackwell, pp. 390-409.
- MEILGAARD, M.C., CARR, B.T. and CIVILLE, G.V. 2006. *Sensory evaluation techniques*. CRC press s.
- MILLER, K. and KROCHTA, J. 1997. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 8 (7): 228-237.
- NEETOO, H., YE, M. and CHEN, H. 2010. Bioactive alginate coatings to control *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon slices and fillets. *International journal of food microbiology*, 136 (3): 326-331.
- ÖZEN, F. ve ÇOŞKUN, F. 2015. Bitkisel Ekstrakt Kullanımının Tekirdağ Köftesinin Mikrobiyolojik ve Duysal Özellikleri Üzerine Etkisi. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (3).
- PARK, S.K., HETTIARACHCHY, N.S., JU, Z. and GENNADIOS, A. 2002. Formation and properties of soy protein films and coatings. In: A. Gennadios (Ed.), *Protein-based films and coatings*, CRC Press, pp. 978-1587, Boca Raton.

- 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.
- PAVLATH, A.E. and ORTS, W. 2009. Edible films and coatings: why, what, and how? In: M.E. Embuscado and K.C. Huber (Eds.), *Edible films and coatings for food applications*, Springer, pp. 1-23, New York.
- PERESSINI, D., BRAVIN, B., LAPASIN, R., RIZZOTTI, C. and SENSIDONI, A. 2003. Starch–methylcellulose based edible films: rheological properties of film-forming dispersions. *Journal of Food Engineering*, 59 (1): 25-32.
- PEREZ-CHABELA, M.d.L. and TOTOSAUS, A. 2012. Poultry Quality and Tainting. In: L.M.L. Nollet (Ed.), *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, Wiley-Blackwell, pp. 360-372.
- POLAT, S. 2011. Gıda ambalajlanması ve servisinde kullanılabilecek nişasta bazlı köpük tabak üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 96 s.
- POLAT, S., USLU, M.-K., AYGÜN, A. and CERTEL, M. 2013. The effects of the addition of corn husk fibre, kaolin and beeswax on cross-linked corn starch foam. *Journal of Food Engineering*, 116 (2): 267-276.
- PONCE, A.G., ROURA, S.I., DEL VALLE, C.E. and MOREIRA, M.R. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *in vitro* and *in vivo* studies. *Postharvest biology and technology*, 49 (2): 294-300.
- 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.
- QUEZADA-GALLO, J.-A. 2009. Delivery of food additives and antimicrobials using edible films and coatings, *Edible films and coatings for food applications*, Springer, pp. 315-333.
- RASOOLI, I., REZAEI, M.B. and ALLAMEH, A. 2006. Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Infectious Diseases*, 10 (3): 236-241.
- RAYBAUDI-MASSILIA, R.M., MOSQUEDA-MELGAR, J. and MARTÍN-BELLOSO, O. 2008. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International journal of food microbiology*, 121 (3): 313-327.
- RHIM, J.W., GENNADIOS, A., FU, D., WELLER, C.L. and HANNA, M.A. 1999. Properties of ultraviolet irradiated protein films. *LWT-Food Science and Technology*, 32 (3): 129-133.

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.

SAFAEI-GHOMI, J., EBRAHIMABADI, A.H., DJAFARI-BIDGOLI, Z. and BATOOLI, H. 2009. GC/MS analysis and *in vitro* antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of *Thymus caramanicus* Jalas and its main constituent carvacrol. *Food chemistry*, 115 (4): 1524-1528.

SAĞUN, E., SANCAK, Y., EKİCİ, K. ve DURMAZ, H. 2013. Van'da Tüketime Sunulan Piliç, But ve Göğüs Etlerinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. 2. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, ss. 158-163, 24-28 Nisan, Antalya.

SARIKUŞ, G. 2006. Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 69 s.

SAUCEDO-POMPA, S., ROJAS-MOLINA, R., AGUILERA-CARBÓ, A.F., SAENZ-GALINDO, A., DE LA GARZA, H., JASSO-CANTÚ, D. and AGUILAR, C.N. 2009. Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Research International*, 42 (4): 511-515.

SHAIKH, J., BHOSALE, R. and SINGHAL, R. 2006. Microencapsulation of black pepper oleoresin. *Food chemistry*, 94 (1): 105-110.

SICHINA, W. 2000. DSC as problem solving tool: measurement of percent crystallinity of thermoplastics. *Thermal Analysis Application Note*.

SINGHA, A. and KAPOOR, H. 2014. Effect of Silk Fibroin Reinforcement on the Properties of Potato Starch-Polyvinyl Alcohol Blend Films. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, 19 (3): 212-221.

SOTHORNVIT, R. and KROCHTA, J. 2000. Plasticizer effect on oxygen permeability of  $\beta$ -lactoglobulin films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (12): 6298-6302.

SOTHORNVIT, R. and KROCHTA, J.M. 2001. Plasticizer effect on mechanical properties of  $\beta$ -lactoglobulin films. *Journal of Food Engineering*, 50 (3): 149-155.

SOWBHAGYA, H. 2013. Chemistry, technology, and nutraceutical functions of cumin (*Cuminum cyminum* L): an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53 (1): 1-10.

SOYSAL, Ç., BOZKURT, H., DİRİCAN, E., GÜÇLÜ, M., BOZHÜYÜK, E.D., USLU, A.E. and KAYA, S. 2015. Effect of antimicrobial packaging on physicochemical and microbial quality of chicken drumsticks. *Food control*, 54 294-299.

TEZCAN, S., ZEYBEKOĞLU, Ü. ve BEYAZ, G. 2003. Manisa İlinde yetiştirilen kültür kekiği (*Origanum spp.*)(Lamiaceae)'nde bulunan Auchenorrhyncha (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27 (2): 141-148.

THARANATHAN, R. 2003. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14 (3): 71-78.

USLU, M.-K. and POLAT, S. 2012. Effects of glyoxal cross-linking on baked starch foam. *Carbohydrate Polymers*, 87 (3): 1994-1999.

USLU, M.K. 2001. Protein bazlı yenebilir 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.

ÜÇÜNCÜ, M. 2007. Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 896 s.

ÜNAL, O., TOPÇUOĞLU, Ş.F. and GÖKÇEOĞLU, M. 2005. Antalya İli için Endemik Olan *Origanum* Türlerinin Biyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 1-14.

VIEIRA, M.G.A., DA SILVA, M.A., DOS SANTOS, L.O. and BEPPU, M.M. 2011. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47 (3): 254-263.

VU, K., HOLLINGSWORTH, R., LEROUX, E., SALMIERI, S. and LACROIX, M. 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, 44 (1): 198-203.

WALSH, H. and KERRY, J. 2002. Meat packaging. In: J.P. Kerry, J.F. Kerry and D. Ledward (Eds.), *Meat Processing: Improving Quality*, Woodhead Publishing Limited, pp. 417-451, Cambridge.

WEERASINGHE, S., WILLIAMS, J.B., MUKHERJEE, D., TIDWELL, D.K., CHANG, S. and HAQUE, Z.U. 2013. Quality and Sensory Characteristics of Cubed Beef Steak Dipped in Edible Protective Solutions of Thermized Cheddar Whey. *Journal of Food Quality*, 36 (2): 77-90.

WIHODO, M. and MORARU, C.I. 2013. Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review. *Journal of Food Engineering*, 114 (3): 292-302.

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.

YEMENİCİOĞLU, A., KOREL, F. ve ATABAY, H.İ. 2011. Biyoaktif maddelerin kontrollü salımı için kompozit veya karışımlardan oluşan aktif yenilebilir gıda ambalajmalzemeleri geliştirilmesi. TÜBİTAK, Proje No: 102M021, İzmir, 195 s.

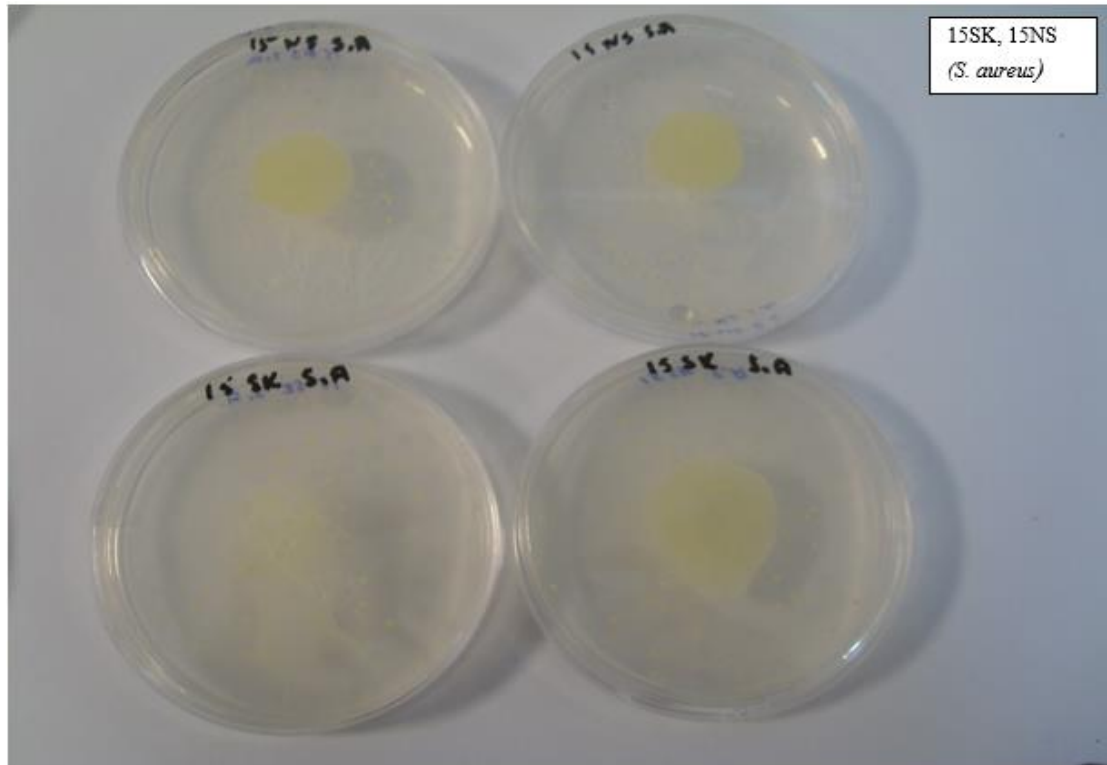
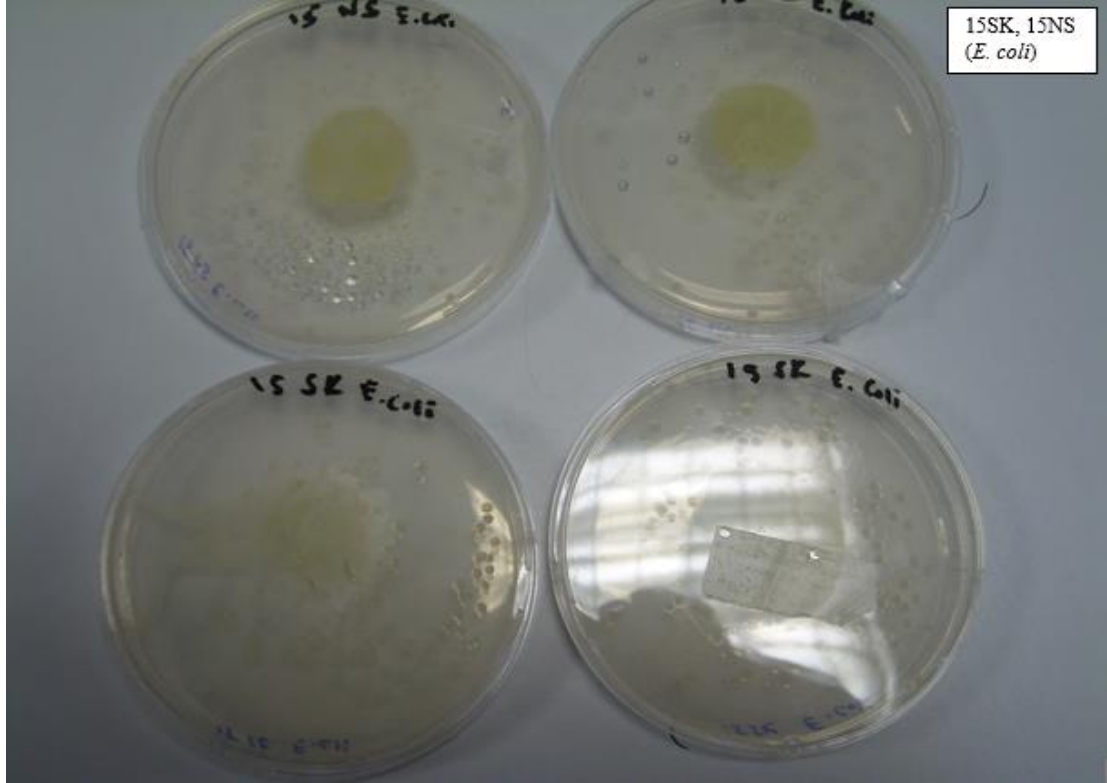
YENER, F.Y., KOREL, F. and YEMENİCİOĞLU, A. 2009. Antimicrobial activity of lactoperoxidase system incorporated into cross-linked alginate films. *Journal of Food Science*, 74 (2): M73-M79.

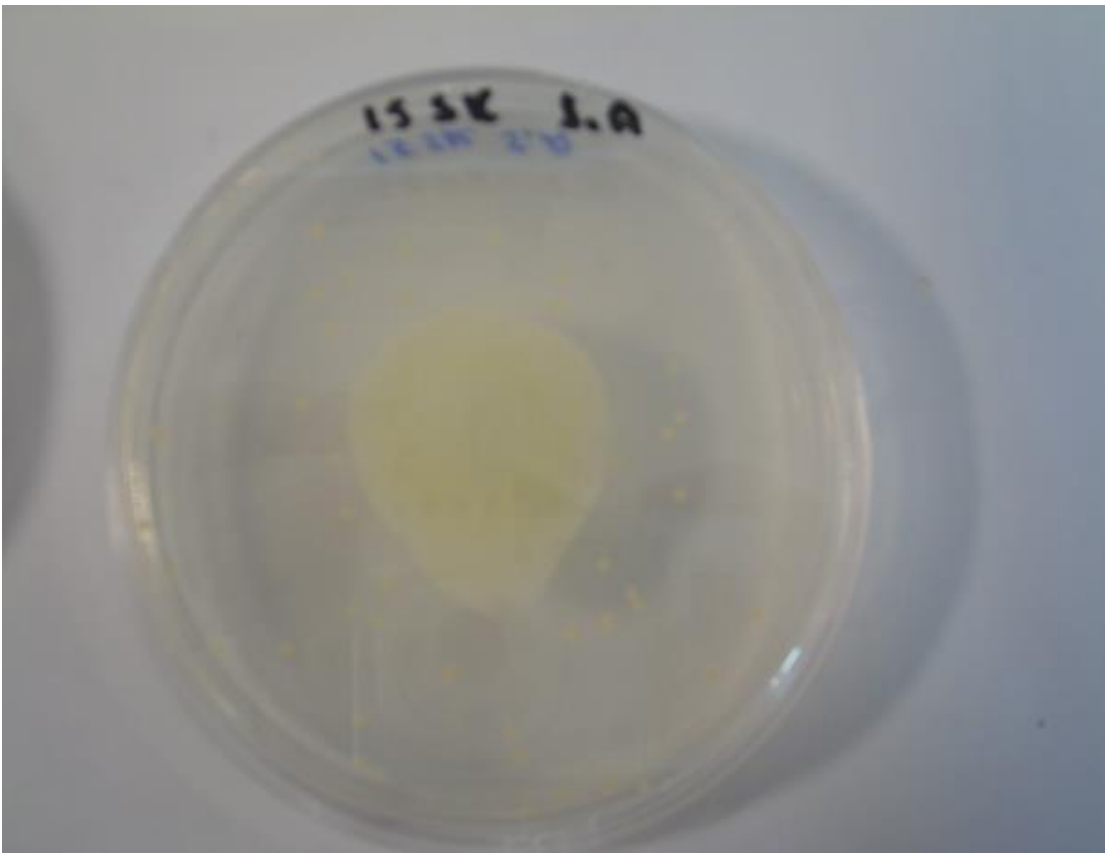
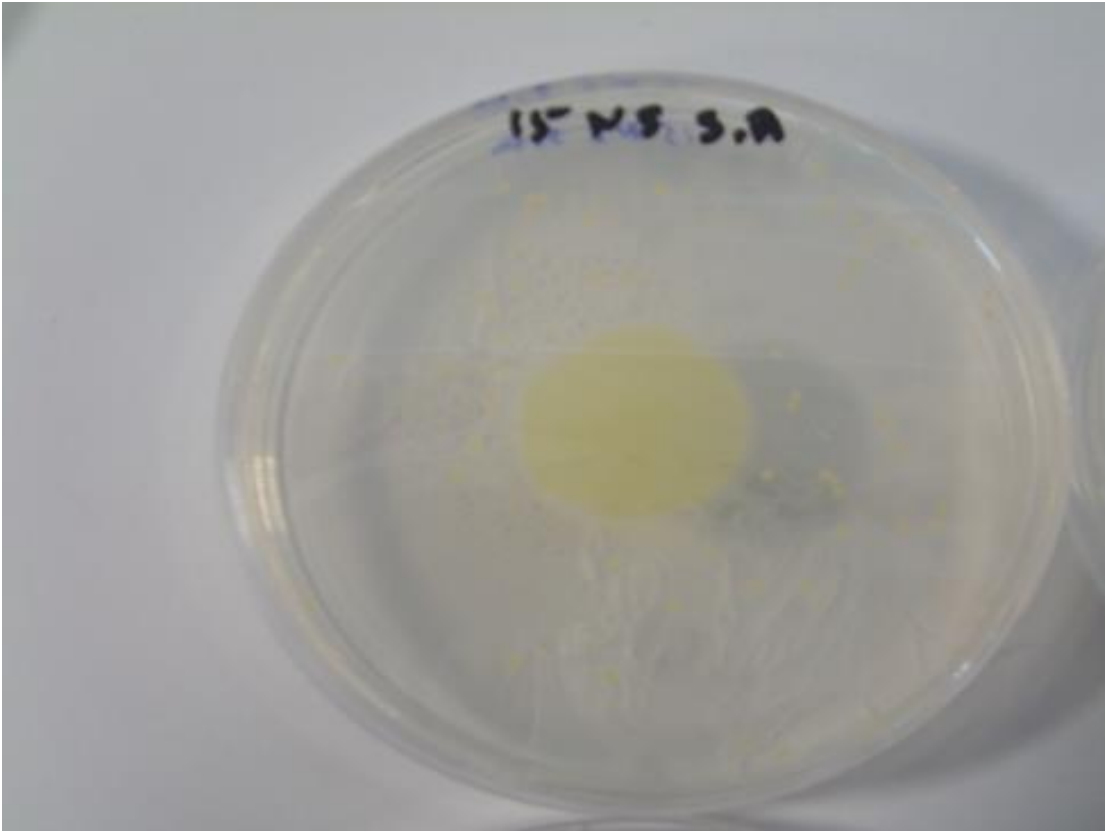
ZHAO, Y. and MCDANIEL, M. 2005. Sensory quality of foods associated with edible film and coating systems and shelf-life extension. In: J. Han (Ed.), *Innovations in food packaging*, pp. 434-453.

ZIVANOVIC, S., CHI, S. and DRAUGHON, A.F. 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*, 70 (1): M45-M51.

## 7. EKLER

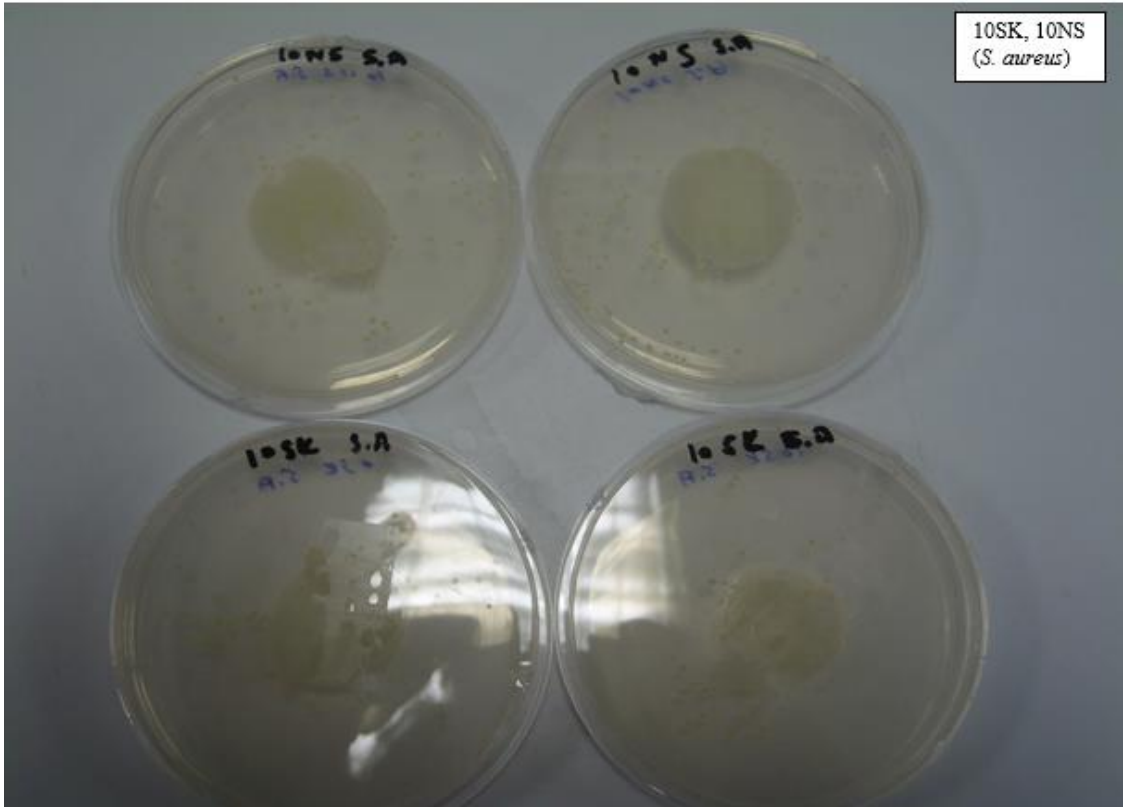
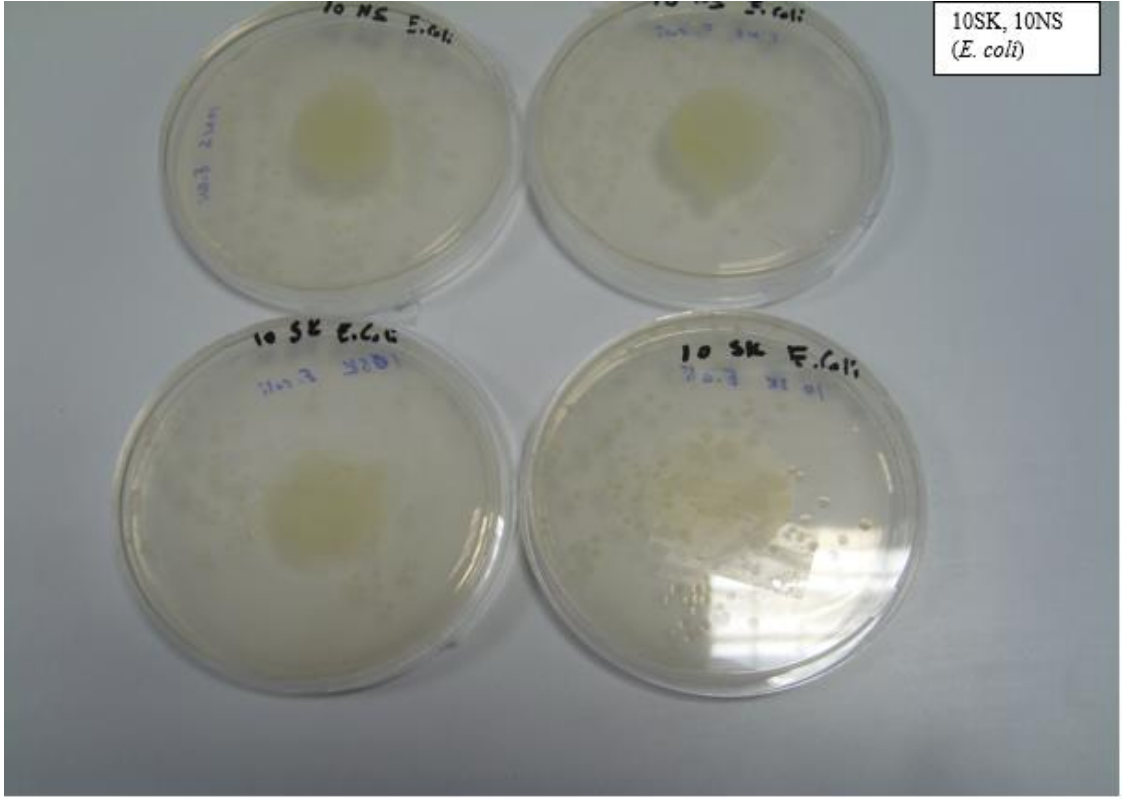
**EK-1: 15SK ve 15NS örnekleriyle yapılan antimikrobiyal etkinlik testinin fotoğrafları**

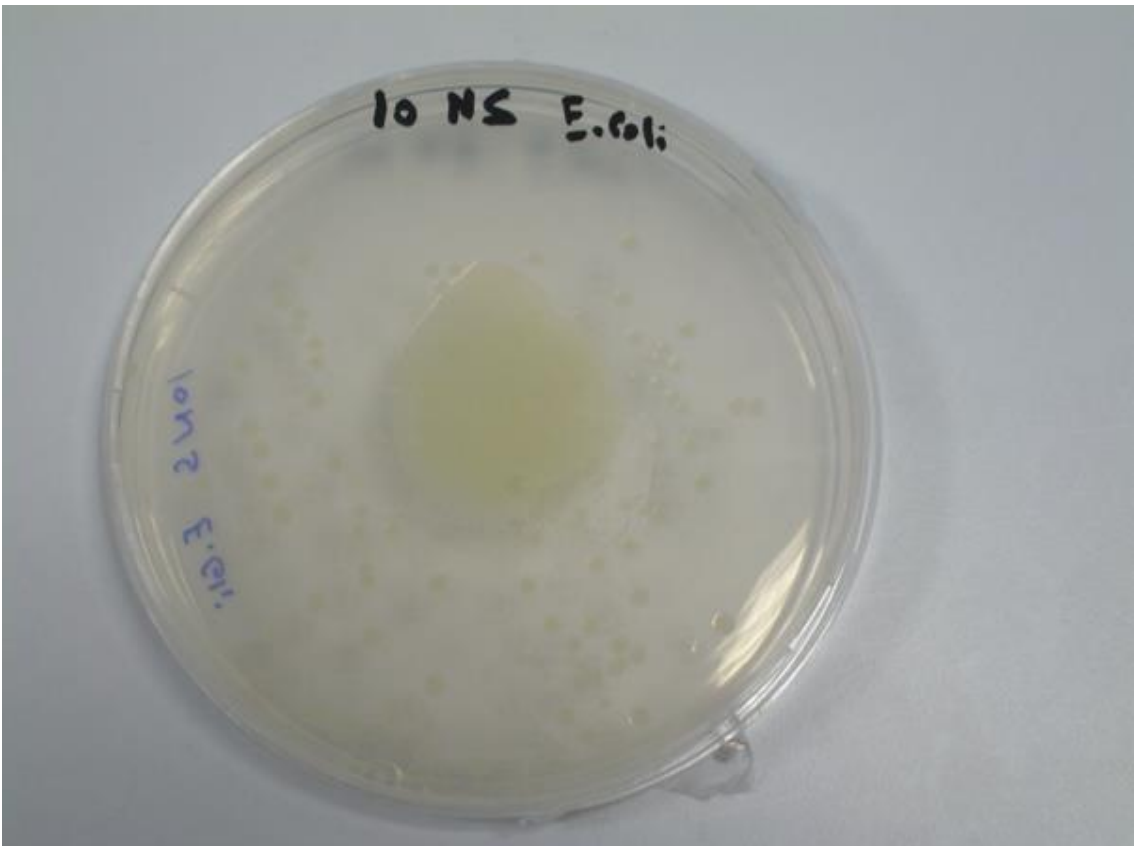
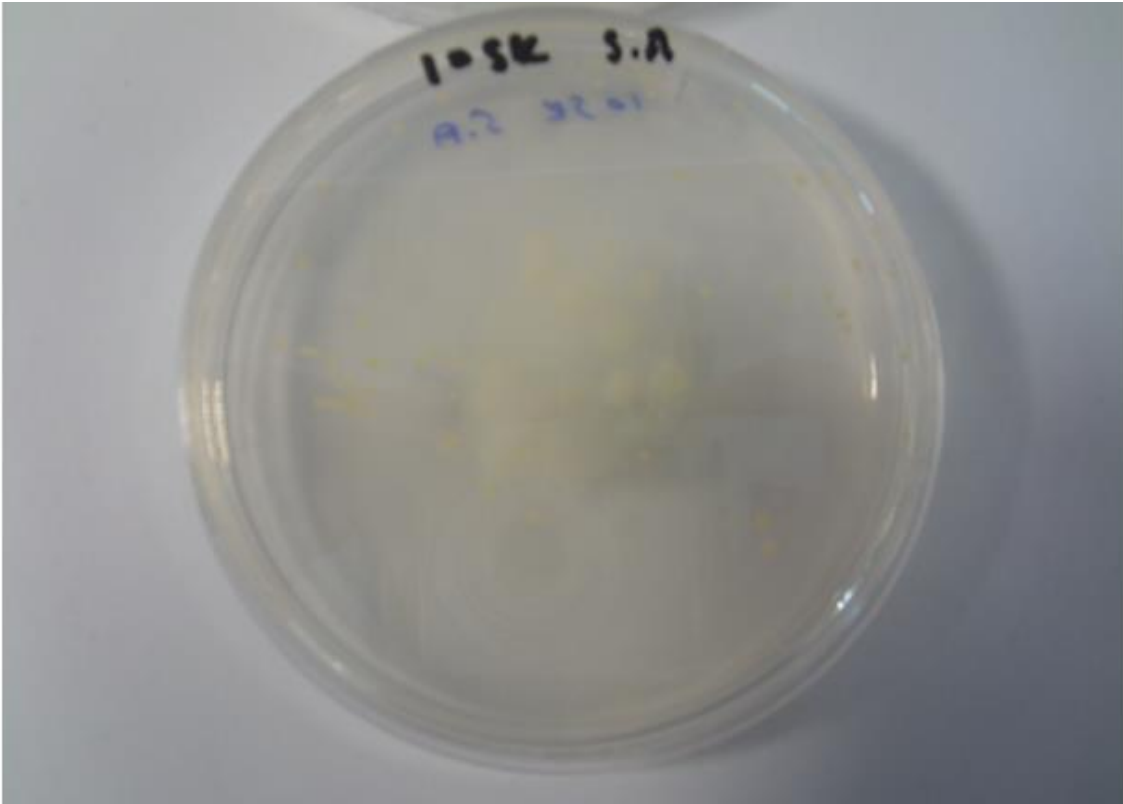






**EK-2: 10SK ve 10NS örnekleriyle yapılan antimikrobiyal etkinlik testinin fotoğrafları**





## ÖZGEÇMİŞ



Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET 1987 yılında Beyşehir (KONYA)'da doğdu. Lise öğrenimini Beyşehir'de tamamladı. 2007 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başlayan Ahmet Oktay KÜÇÜKÖZET halen aynı kurumda eğitimini sürdürmektedir.