

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ  
KESİN RAPORU**

**ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKTEKİ  
YENİLEBİLİR FİLMLEİNİN TAZE ETLEİNİN  
RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

**PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: DOÇ. DR. KEZBAN CANDOĞAN**

**PROJE NUMARASI: 2006-0745-046**

**BAŞLAMA TARİHİ: AĞUSTOS 2006**

**BİTİŞ TARİHİ: ŞUBAT 2009**

**RAPOR TARİHİ: MART 2009**

**Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Ankara - " 2009 "**

## I. Projenin Türkçe ve İngilizce Adı ve Özetleri

### ANTİMİKROBİYAL VE ANTIOKSIDAN ÖZELLİKTEKİ YENİLEBİLİR FİMLERİN TAZE ETLERİN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

Bu çalışmada, antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki iki farklı çeşit kekik yağı mercanköşk (*Oregano-Oreganum heracleoticum L.*) ve bahçe kekiği (*Thyme- Thymus vulgaris L.*) ile antioksidan özellikteki likopen ilave edilerek hazırlanmış soya proteini bazlı yenilebilir filmlerin, soğuk muhafaza (4°C) boyunca taze sığır kıymasının mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. . Antimikrobiyal aktivite % 0, 1, 2, 3, 4 ve 5 konsantrasyonlarda mercanköşk- *Oreganum heracleoticum L.* (OR) ve bahçe kekiği- *Thymus vulgaris L.* (TH) yağı içeren izole soya proteini bazlı film diskleri ile test mikroorganizması olarak *E. coli* Tip 1, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *L. plantarum* kullanılarak besiyeri ortamında inhibisyon zonu testi ile saptanmıştır. Kekik yağlarını içeren filmlerin taze sığır kıyması üzerine etkilerini incelemek amacıyla inhibisyon zonu testi sonuçlarına göre %5 OR, TH ve OR:TH (1:1) (ORT) içeren yenilebilir filmlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Yeni kesilmiş dana etinden elde edilen kıyma (yaklaşık %24 yağlı) hamburger köftesi şekli verildikten sonra izole soya proteini filmi (ISP) ve %5 oranında kekik uçucu yağı içeren mercanköşk (OR), bahçe kekiği (TH) ve OR:TH (1:1) (ORT) filmleri köftenin alt ve üst yüzeyine uygulanmıştır. Ayrıca kontrol (K) grubu film uygulanmadan ayrılmış ve tüm örnekler vakum paketlenildikten sonra 4°C'de 12 gün muhafaza edilmiştir. Ayrıca, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* patojen bakteriler ile inoküle edilen sığır etlerinde, OR ve TH içeren yenilebilir film çözeltisiyle kaplama uygulamasının inhibitöe etkisi de belirlenmiştir. Çalışmanın diğer bölümünü oluşturan likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmler de aynı şekilde hazırlanarak, köfte şekli verilmiş diğer kıymalarının üzerine uygulanmıştır. Tüm uygulamalarda kıymanın başlangıç kimyasal bileşimi belirlenmiştir. Depolamanın 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerinde ürünlerin pH, TBA, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, metmiyoglobin oranı, toplam sülfidril miktarları (SH), oksidatif stabilite (ransimat ile), enstrümental CIE\* parlaklık (L\*), kırmızılık (a\*) ve sarılık (b\*) değerleri ile metmiyoglobin (MetMb) oranı saptanarak test edilmiştir. Kekik yağı içeren gruplarda mikrobiyolojik olarak toplam mezofilik aerobik, Koliform, *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.* ve laktik asit bakteri sayıları belirlenmiş, antioksidan özelliğiyle bilinen likopen içeren gruplarda ise sadece toplam mezofilik aerobik ve toplam psikrofilik aerobik bakteri sayıları belirlenmiştir. Kekik yağı ve likopen içeren filmlerin kıymanın duyuşal özelliklerine etkisini tespit etmek amacıyla duyuşal analiz yapılmıştır.

OR ve TH kekik yağlarının tek başlarına ve kombine olarak filme dahil edildiği çalışmada, depolama süresince tüm grupların pH değerleri önemli oranda düşüş göstermiş, ancak, K grubunun pH değerindeki düşüş diğer gruplara nazaran daha fazla olmuştur ( $p<0,05$ ). Mikrobiyolojik analiz sonucunda OR, TH ve ORT içeren filmlerin uygulandığı kıymalarda K ve ISP gruplarına göre düşük koliform bakteri sayısı bulunmuş ancak sadece 10. günde ORT grubunun koliform bakteri sayılarının K grubundan istatistiksel olarak önemli ölçüde düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). *Pseudomonas spp.*'a ise TH ve ORT filmlerinin 12 günlük depolama boyunca etkili olduğu ( $p<0,05$ ), kontrol grubuna kıyasla sadece OR içeren filmlerin *Staphylococcus spp.*'a karşı 3. güne kadar etkili olduğu ( $p<0,05$ ) gözlenmiştir. TBA değerlerinin tüm periyotlar boyunca K ve ISP gruplarında OR, TH ve ORT gruplarına nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür, bununla birlikte, örneklerin TBA değerleri arasındaki fark genel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Peroksit sayısında genel olarak bir düşüş gözlenmiştir, en fazla düşüş ORT grubunda olmuştur. Örneklerin SYA değerlerindeki artış depolama boyunca devam etmiştir. Depolama sonunda en yüksek SYA değeri K örneğinde (%2,02 oleik asit), en düşük değer ise ORT örneğinde (%1,62 oleik asit) görülmüştür. OR, TH ve ORT gruplarından elde edilen yağlarda ransimat ile belirlenen indüksiyon periyodu K ve ISP gruplarından önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Genel olarak yenilebilir film ve kekik uçucu yağlarının -SH grupları üzerine önemli bir etki yapmadığı gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Genel olarak, yenilebilir film uygulanmış gruplar arasında, kekik uçucu yağı ilave edilmeyen ISP grubunun 12 günlük depolama süresince diğer gruplardan daha düşük ( $p<0,05$ ) L\* değerleri gösterdiği saptanmıştır. Kekik uçucu yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış örnek gruplarında, gerek K ve gerekse ISP gruplarından daha düşük a\* değeri saptanmıştır. Yapılan duyuşal analiz sonucunda görünüş, renk ve yapı özellikleri açısından gruplar arası fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Ancak, OR, TH ve ORT

gruplarında koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerine ait puanların diğer gruplara göre daha düşük olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Antimikrobiyal özellikteki iki farklı kekik yağının sığır eti üzerine inoküle edilen *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* patojen bakteriler üzerine etkisinin belirlendiği patojen inhibisyon testinde, OR ve TH uçucu yapılarını içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların her üç bakteri üzerine de önemli ölçüde inhibitör etki gösterdiği saptanmıştır.

Likopen içeren yenilebilir filmlerin ise antioksidan etki göstererek, soğuk depolama süresince TBA değeri, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı değerlerinde kontrol gruplarına göre önemli düşümlere neden olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Likopen içeren filmler içinde %3 likopen içeren filmlerin protein oksidasyonunun bir göstergesi olan -SH değerini özellikle 3., 6. ve 20. günlerde önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Yapılan duyuşsal değerlendirmede, genel olarak likopen içeren filmlerle muamele edilmiş örneklerin genel beğeni ve renk özellikleri açısından daha düşük puanlar aldığı saptanmıştır.

## EFFECTS OF ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT EDIBLE FILMS ON THE SHELF-LIFE OF FRESH MEATS

In the present study, the effects of isolated soy protein based edible films incorporated with two different types of thyme essential oils (Oregano- *Oreganum heracleoticum* L. and garden type thyme- *Thymus vulgaris* L.) and with lycopene on microbiological, chemical, physical and sensory characteristics of fresh ground beef during refrigerated storage at 4°C were determined. Antimicrobial activity was determined by inhibition zone testing in the media plate by using film discs including 0, 1, 2, 3, 4 and 5% oregano-*Oreganum heracleoticum* L. (OR) and garden thyme-*Thymus vulgaris* L. (TH), and by using *E. coli* Type 1, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *L. plantarum* as test microorganism. According to inhibition zone testing results edible films containing 5% OR, TH and OR:TH (1:1) (ORT) were decided to be used in order to determine the effects of films incorporated with thyme oils on fresh ground beef. Furthermore inhibitory effect of edible films containing TH or OR essential oils were also determined against food-borne pathogens, i.e., *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*, on fresh beef. In another part of the study, lycopene incorporated edible films at 1, 2, and 3% were prepared as mentioned above and applied onto the ground beef surfaces in the same way.. Ground beef obtained from freshly slaughtered animals (with approximately 24% fat content) was formed into hamburger patties. Isolated soy protein based edible films containing 5% oregano (OR), 5% garden thyme (TH) and 5% OR:TH (1:1) (ORT) essential oils, and no essential oil (ISP) were applied to upper and bottom surfaces of the patties. They were then vacuum packed and stored for 12 days at 4°C. Some of the patties were separated as the control group (C), vacuum packed and stored without applying edible film. Chemical composition of the ground beef was determined on day 0 for all applications. The pH, thiobarbituric acid (TBA), free fatty acidity (FFA) and peroxide value, total sulfhydryl (-SH) groups, oxidative stability with Rancimat, metmyoglobin (MetMb) ratio and instrumental CIE L\* (lightness), a\* (redness) and b\* (yellowness) values were analyzed. For microbiological stability, For TH or OR containing films, total mesophilic aerobic bacterial, Coliform, *Staphylococcus* spp., *Pseudomonas* spp. and lactic acid bacteria counts, and for lycopene containing films only total mesophilic aerobic and total psychrophilic aerobic bacterial counts were determined. Sensory analysis was performed in order to determine the effects of edible films on the sensory properties of ground beef.

The pH values of all groups decreased over the storage period. Control had lower pH values than the other groups treated with edible films ( $p < 0.05$ ). As a result of the microbiological analysis, lower Coliform counts were obtained in ground beef incorporated with edible films containing OR, TH and ORT as compared with C or ISP group. However, only on day 10 Coliform count of ORT group was lower than C group ( $p < 0.05$ ). For *Pseudomonas* spp., TH and ORT films were effective over 12 day-storage. For *Staphylococcus* spp., films containing only OR were effective only for 3 days when compared with the control group ( $p < 0.05$ ). TBA values of C and ISP groups were higher than OR, TH and ORT groups; however, no significant differences were found between samples in general ( $p > 0.05$ ). A decrease in peroxide values of all groups was determined over the storage period with lower peroxide value in ORT than the other groups. FFA of the samples showed increases over the refrigerated storage. At the end of the storage period, C group and ORT group had the highest (2.02% oleic acid) and the lowest (1.62% oleic acid) FFA values, respectively ( $p < 0.05$ ). Induction period of oils from OR, TH and ORT groups as determined using Rancimat (active oxygen method) were higher than C and ISP groups. Neither edible film application nor essential oils had significant effect ( $p > 0.05$ ) on -SH groups over the storage. Among groups treated with the edible films, ISP had the lowest L\* values during refrigerated storage. Redness (a\*) values decreased in ground beef with application of edible films ( $p < 0.05$ ). In sensory evaluation there were no significant differences between the groups ( $p > 0.05$ ) in terms of appearance, color and texture characteristics. But, samples coated with OR, TH and ORT containing edible films had lower scores in terms of odor, taste and general acceptability characteristics as compared to other groups ( $p < 0.05$ ).

In the pathogen inhibition test in which inhibitory effects of OR and TH essential oil incorporated soy based edible films *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* inoculated onto beef surfaces were determined, edible films containing both edible films showed significant inhibitory effect.

Lycopene incorporated films showed antioxidant effect resulting in lower TBA value, free fatty acidity and peroxide value over the refrigerated storage as compared to control groups ( $p < 0.05$ ). Within the lycopene containing edible films the ones with 3% lycopene had lower -SH value, particularly on day 3, 6, and 10. In the sensory evaluation, samples treated with the edible films containing lycopene had lower scores in terms of color and general acceptability.

## II. AMAÇ VE KAPSAM

Hayvansal gıdalar içinde, biyolojik değeri yüksek protein kaynağı olarak et ve ürünleri, lezzet özelliklerinin yanı sıra, beslenme açısından önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri, özellikle esansiyel amino asitleri ve yağ asitlerini yeterli miktarda yapısında bulundurması ile kişilerin metabolik ihtiyaçlarının karşılanmasında çok önemli besin öğeleridir (Öztan 1999). Ancak, sağlık açısından bu denli önemli olan et, depolanması sırasında meydana gelen mikrobiyal ve biyokimyasal değişimler nedeniyle çabuk bozulan ve raf ömrü nispeten kısa ürünler içinde yer almaktadır. Bu değişimlerden yağların ve proteinlerin oksidasyonu et ve et ürünlerinin raf ömürlerini sınırlandırmakta oldukça önemli etkiye sahiptir. Lipit oksidasyonu vitaminlerin ve esansiyel aminoasitlerin kaybına, ayrıca renk, flavor, koku ve tekstürde istenmeyen değişikliklere neden olmaktadır. Bu da kalitede düşmeye, etin bozulmasına ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Sallam *et al.* 2004). Ette mikrobiyal kontaminasyon yüzeyden başladığı ve yapısı gereği diğer birçok gıdadan daha kolay bozulma eğiliminde olduğu için depolama boyunca ürün özellikleri mikrobiyal gelişmelerden de önemli ölçüde olumsuz yönde etkilenir. Bununla beraber, mikrobiyal gelişme, etin depolanması boyunca gerçekleşen ve istenmeyen organoleptik değişimleri indüklemektedir. Ayrıca et ve et ürünlerinde patojen mikroorganizmaların bulaşmasıyla ölümlere kadar gidebilen gıda zehirlenmeleri görülmektedir.

Son yıllarda tüketicinin besin değeri yüksek, lezzetli ve doğal gıdalara olan talebi nedeniyle, gıda bilimi ve teknolojisi alanında yapılan araştırmaların büyük bir bölümü yeni koruma teknolojilerine odaklanmıştır (Devlighere *et al.* 2004). Bu teknolojiler ise az işlenmiş ve özellikle yapay katkı maddelerinden arındırılmış gıda üretimini amaçlamaktadır. Aktif ambalajlama gibi yeni ambalaj sistemleri bu teknolojiler içinde araştırmaların yoğunlaştığı uygulamalardan biri olarak dikkat çekmektedir. Aktif ambalajlama gıdayı sadece dış etkilere karşı korumakla kalmayıp, bünyesine katılan aktif ajanlarla raf ömründe uzama sağlayan bir inovasyondur. Aktif ambalajlamanın birçok formu mevcut olup bunlardan antimikrobiyal ve antioksidan film ve kaplamaların kullanımı, gıdalarda ve özellikle taze et ürünleri ile süt ürünlerinde uygulama alanı bulan bir gıda koruma tekniğidir (Vermeiren *et al.* 1999).

Et ve ürünlerinde yüzeydeki mikrobiyal gelişimin engellenmesi amacıyla püskürterek, daldırılarak ya da toz halde direkt katılarak uygulanan antimikrobiyal ve antioksidan maddelerin etkinliği, gıda bileşenleriyle interaksiyon ve gıda içine fazla salınımdan kaynaklanan zamanla aktif konsantrasyondaki azalma sonucu kaybolur (Kolsarıcı and Candoğan 1995, Ha *et al.* 2001, Kim *et al.* 2002). Bu nedenle antimikrobiyal ve antioksidan maddelerin gıda yüzeyine direkt uygulanması faydalarını sınırlandırır. Antimikrobiyal ve antioksidan ajanların yenilebilir film materyalinden gıdaya kontrollü salınımın sağlanması ile bu sorunların üstesinden gelmek olasıdır (Kim *et al.* 2002). Bu şekilde etken maddelerin ambalajdan gıdaya salınımı uzun bir periyotta gerçekleştiğinden, ürünün depolanması ve taşınması esnasında aktivite de daha uzun süreli olur (Vermeiren *et al.* 1999, Quintavalla and Vicini 2002).

Doğada atık olarak biriken sentetik madde miktarının bertarafı için çevreci bir yaklaşım olarak geliştirilen biyobozunur özellikte film üretimi ile birlikte gıdalardaki kullanımı gündeme gelmiştir. Antimikrobiyal yenilebilir film üretiminde gelecekteki çalışmalar, doğrudan filme dahil edilebilen biyolojik türevli aktif maddelerin daha etkin olacağı görüşü üzerinde odaklanmıştır (Brody 2005). Biyobozunur filmler içinde yenilebilir filmler protein, lipit ve karbonhidratlardan üretilebilmekte ve gıda ile birlikte tüketilebilmektedir.

Ette mikrobiyal gelişmeyi inhibe etmek, oksidatif değişimleri kontrol altına almak ve dolayısıyla raf ömrünü uzatmak amacıyla yenilebilir film formülasyonuna yüksek antioksidan özellikleriyle bilinen bazı doğal pigment maddelerinin yanısıra, yüksek antimikrobiyal özellikteki uçucu yağlar, organik asitler ve bakteriyosinler de dahil edilebilmektedir (Vermeiren *et al.* 2002). Baharat, çeşitli bitkilerin ekstraktları ve uçucu yağlar antioksidan özelliklerinin yanı sıra, doğaldırlar ve etkinlikleri de oldukça yüksektir (Shelef 1983). Ayrıca bitki ekstraktlarının bakteriler, mayalar ve küflere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları da araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Conner and Beuchat 1984).

Bu çalışmada, antioksidan özellikteki iki farklı çeşit kekik yağı (mercanköşk- *Oregano-Oreganum heracleoticum L.* ve bahçe kekiği- Thyme- *Thymus vulgaris L.*) ile farklı konsantrasyonlarda likopen ilave edilerek hazırlanmış soya proteini bazlı yenilebilir filmlerin, taze sığır kıymasında soğuk muhafaza (4°C) boyunca mikrobiyal ve oksidatif stabilite üzerine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca, antimikrobiyal etkiye sahip kekik uçucu yağlarını içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların, sığır etine inoküle edilen patojen bakterileri (*Esherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*) inhibe edici etkisi saptanmıştır.



### III. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Et materyali

Ankara piyasasından kesimi takiben satın alınan ve çalışmada materyal olarak kullanılan sığır but eti ve yağı 48 saat 4°C’de muhafaza edildikten sonra, denemenin kurulacağı gün Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Et İşletmesinde ARI marka kıyma makinesi (Arı Torna Ltd., İstanbul) kullanılarak iki kez kıyma çekilmiştir. Kıyma materyalinin yağ içeriği yaklaşık %24-25 olacak şekilde kabuk yağı ilavesi yapılmış ve soya bazlı antimikrobiyal ve antioksidan filmler kıymaya uygulanana kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir. Projenin patojen mikroorganizmaların inhibe edilmesi çalışmasında ise, taze sığır karkaslarının tranç bölgesinden satın alınan büyük parça et laboratuvarımıza getirilmiş ve yaklaşık 10 gramlık küpler halinde kesilerek Türkiye Atom Enerjisi Kurumu’nda 10 kGy dozla ışınlanarak sterilize edilmiştir. Işınlama işleminden sonra et parçaları inokülasyon ve yenilebilir kaplama uygulaması yapılanana kadar (<1 ay) -18°C’de muhafaza edilmiştir.

##### 3.1.2 Yenilebilir Film ve Kaplama Materyali ve Antimikrobiyal/Antioksidan Maddeler

Çalışmada yenilebilir film materyali üretiminde kullanılan izole soya proteini (>%90 protein içeriği), GÜRHAĞ Gıda ve Kimyevi Maddeler San. Dış Tic. Ltd. Şti. (İstanbul)’nden temin edilmiştir. Antimikrobiyal ve/veya antioksidan madde olarak ise Timtaş Tarım İlaç ve Mahsulleri Ticaret A.Ş.(Mersin) ve Değirmencioğlu A.Ş. (İstanbul)’den sağlanan Mercanköşk-Oregano (*Oreganum heracleoticum L.*) ve bahçe kekiği-Thyme (*Thymus vulgaris L.*) uçucu yağları ile DSM (İstanbul) firmasından sağlanan likopen (Redivivo TM %10 CWS/S-TG) kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Yenilebilir film üretimi

Soya proteini bazlı yenilebilir film hazırlanmasında, Choi *et al.* (2003) ve Zivanovic *et al.* (2005) tarafından önerilen yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla, %5 (w/v) oranında izole soya proteini destile su içerisine manyetik karıştırıcıda karıştırılarak yavaş yavaş eklenmiştir. Karışıma plastikleştirici olarak %3,5 oranında gliserol katılmıştır. Manyetik karıştırıcıda 5 dk orta devirde homojen hale getirilen karışımın pH sı 0,1 N NaOH ile pH=10'a ayarlanmıştır. Daha sonra 90°C deki su banyosunda 30 dk bekletilmiş ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Antimikrobiyal ve/veya antioksidan ilave edilmeyen izole soya protein bazlı kontrol filmi (ISP) üretiminde film çözeltisi 40°C'ye soğutulup, 4 kat peynir bezi ile vakum pompası kullanılarak süzölmüş ve elde edilen film çözeltisinden plastik petri kaplarına 15 ± 0,1 g tartılarak 30°C deki kurutma dolabında 72 saat kurutulmuştur. Çalışmada mercanköşk-Oregano (OR) ve bahçe kekiği-Thyme (TH) uçucu yağlarını içeren filmlerin antimikrobiyal/ antioksidan etkileri ile likopen ilave edilen filmlerin (likopenin antimikrobiyal etkisi olmadığından) ayrı ayrı denemeler kurularak saptanmıştır. Bu amaçla etken maddeler film formölasyonuna yukarda belirtilen kontrol ISP film çözeltisi hazırlama aşamalarıyla aynı şekilde hazırlanan film çözeltisine eklenmiştir. Bu amaçla, 37-40 °C'ye soğutulan karışıma önceden hazırlanan % 0,5 oranındaki Tween 20 ile süspanse edilmiş kekik yağları ya da likopen ilave edilerek 13.500 rpm'de 1 dk süreyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra oluşan hava kabarcıkları 4 kat peynir bezi ile vakum pompası kullanılarak süzölmüş ve elde edilen film çözeltisinden plastik petri kaplarına 15 ± 0,1 g tartılarak 30°C deki kurutma dolabında 72 saat kurutulmuştur. Bu şekilde hazırlanan filmlerin kalınlıkları Mitutoyo marka dijital mikrometre kullanılarak ölçölmüştür.

Kekik yağlarını içeren filmlerin hangi konsantrasyonda sığır eti üzerine uygulanacağını belirlemek amacıyla öncelikle, 5 farklı konsantrasyonda (%1, 2, 3, 4 ve 5) OR ve TH içeren filmler hazırlanarak antimikrobiyal aktivite testi yapılmış, daha sonra en etkili konsantrasyonun %5 olduğu saptanmış ve bu konsantrasyonda hazırlanan filmler sığır kıyması üzerine uygulanmıştır.

### 3.2.2 Antibakteriyel aktivite tayini

Araştırmada, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilen *Escherichia coli* Tip 1, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Lactobacillus plantarum* bakteri kültürleri kullanılmıştır.

Yenilebilir filmlerin antibakteriyel aktivitesi Pranoto *et al.* (2005) tarafından bildirilen yöntemle yapılarak değerlendirilmiştir. Test mikroorganizmalarından *S. aureus*, *E. coli* Tip 1, *E. coli* O157:H7, ve *P. aeruginosa* Tryptic Soy Broth (TSB, Merck) içerisinde; *L. plantarum* MRS Broth (Merck) içerisinde 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. TSB ve MRS Broth içerisindeki 18 saatlik bakteri kültürleri Mc Farland 0.5'e göre ayarlanmıştır. Standart bulanıklığı ayarlanmış bakteri kültürlerinden *Lactobacillus plantarum* steril swab ile MRS Agar (Merck) besiyerine; diğer test bakterileri ise steril swab ile Nutrient Agar (Merck) besiyeri yüzeyine yayılmıştır. Oregano (*Oreganum heracleoticum* L.) ve Thyme (*Thymus vulgaris* L.) kekik yağlarını içeren filmler farklı konsantrasyonlarda (%1,2,3,4,5) hazırlanmış, 17 mm çapında kesilerek besiyerine yerleştirilmiş ve 37°C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol amacıyla Oregano ve Thyme kekik yağlarını içermeyen izole soya proteini bazlı (ISP) filmler için de aynı yöntem uygulanmıştır. İnkübasyon sonrasında disklerin çevresinde oluşan inhibisyon zonlarının çapı milimetre olarak ölçülmüştür.

### 3.2.3 Yenilebilir filmlerin et üzerine uygulanması

Kekik yağlarını içeren filmler için; 5 farklı konsantrasyonda OR ve TH içeren film materyallerinin 5 farklı bakteriye karşı belirlenen antibakteriyel aktivite sonuçları ve yapılan ön denemeler sonunda, kıyma materyaline uygulanacak filmlerde OR ve TH konsantrasyonunun %5 olmasına karar verilmiştir. Ayrıca OR ve TH uçucu yağlarının birlikte etkisinin incelenmesi için 1:1 oranında OR:TH (ORT) içeren (%5) filmler de hazırlanmıştır. Likopen içeren filmlerin antioksidan etkilerinin belirlenmesi denemesinde ise %1, 2 ve 3 oranında likopen içeren filmler hazırlanmış, likopenin ayrıca direkt et içinde antioksidan etkisinin gözlenmesi amacıyla da likopen direkt olarak 2500, 5000 ve 7500 ppm oranlarında sığır kıymasına ilave edilmiştir. Hazırlanan filmler kıyma materyaline uygulanana kadar oda sıcaklığında vakumlu desikatörde muhafaza edilmiştir.

Her grup için elde edilen kıyma materyalinden 9 cm çaplı steril plastik petri kutularının kapaklarına  $50 \pm 0,5$  g tartılmış ve elle yassılaştırılarak şekil verilmiştir. Film uygulanmayan kontrol (K) grubu, ISP (etken madde içermeyen izole soya proteini filmi), %5 OR, TH ve ORT ile farklı bir denemede %1, 2 ve 3 oranında likopen ilave edilmiş filmlerin hamburger köftesi şekli verilen kıymanın alt ve üst yüzeyine yerleştirildikten sonra, örnekler 4°C'de 12 gün muhafaza edilerek depolama başlangıcından itibaren 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde örnekler alınarak kekik yağlarını içeren gruplarda mikrobiyolojik analizler yanında (toplam aerobik mezofil bakteri, *Pseudomonas* spp., koliform grup bakteriler, *Staphylococcus* spp. ve laktik asit bakterilerinin sayısı), enstrümental renk, metmiyogloblin oranı, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, metmiyogloblin oranı, toplam sülfidril grupları ve pH değeri test edilmiştir. Ayrıca 0. gün örneklerinde tüm grupların kimyasal kompozisyonunu belirlemek amacıyla nem, yağ, protein ve kül analizleri de yapılmıştır. Likopen içeren denemede ise likopenin antimikrobiyal etkisi olmadığından mikrobiyolojik değerlendirmede sadece toplam aerobik mezofil ve psikrofil bakteri sayıları belirlenmiş ve yukarıda belirtilen tüm kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Etken maddeleri

içeren filmlerin etin duyuşal özelliklerine etkileri ise her denemede ayrı ayrı duyuşal analiz yapılarak saptanmıştır.

### **3.2.4 Kimyasal bileşim (nem, yağ, protein, kül içerikleri)**

Ham maddenin başlangıçtaki nem miktarını saptamak için, 105°C'de kurutulduktan sonra darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılmış ve 105°C'deki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir. Toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhelet düzeneği kullanılarak, ham protein miktarı Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır. Kül miktarının belirlenmesi için, sabit ağırlığa getirilen porselen kül kapsüllerine yaklaşık 3-4g örnek tartılarak kül fırınına konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C'ye getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek rengi gri-beyaz olana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartım farkından örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (AOAC 1990).

### **3.2.5 Mikrobiyolojik Analizler**

Toplam aerobik mezofil ve psikrofil bakteri sayılarının belirlenmesi için, kıyma örneklerinden steril şartlarda 10 g tartılarak Maximum Recovery Diluent ile  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. Plate Count Agar (Merck) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, toplam aerobik mezofil ve psikrofil bakteriler sırasıyla  $28 \pm 2$  °C'da 48 saat ve  $10 \pm 2$  °C'da 10 gün inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15 - 300 arasında olanlar sayılmıştır (Anonymous 2000). *Pseudomonas* spp. sayılarının belirlenmesinde, kıyma örneklerinden steril şartlarda 10 g tartılarak Maximum Recovery Diluent ile  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. Glutamat Starch Phenol Red Agar (Merck) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığındaki tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 28-30°C 'da 2-3 gün inkübasyon sonunda petri kutularında 2-3 mm çapında mavi-menekşe renkli ve etrafında kırmızı-menekşe renkli zon olan koloniler *Pseudomonas* olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. (Halkman 2005). *Staphylococcus*

spp. Sayıları için kıyma örneklerinden steril şartlarda 10 g tartılarak Maximum Recovery Diluent ile  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. Baird-Parker Agar bazal (Merck) besiyerine önceden oda sıcaklığına getirilmiş yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu ilavesi 45-50°C sıcaklıkta yapılmıştır. Hazırlanan bu besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 37°C'da 24 saat inkübasyon sonunda petri kutularında etrafı saydam zonlu 1-1,5 mm çaplı siyah parlak koloniler *Staphylococcus* kolonileri olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. (Anonymous 2000). Koliform grup bakterileri sayılarının belirlenmesi için (37°C'da 48 saat içinde laktozdan asit ve gaz oluşturan, Gram negatif, sporsuz, çubuk şeklinde olan bakteriler), kıyma örneklerinden steril şartlarda 10 g tartılarak Maximum Recovery Diluent ile  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. Violet Red Bile Agar (Merck) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış ve besiyerinin sıvıyı emmesinden sonra 45-50°C'da tutulan 4-5 ml kadar erimiş VRB agar besiyeri ikinci kat olarak dökülmüştür. İkinci katın da tam olarak jelleşmesinden sonra petri kutuları kapakları üzerine çevrilmiş ve 32°C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat inkübasyon sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform grup bakteriler olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. (Anonymous 2000). Laktik asit bakterilerinin sayılarının belirlenmesi için örneklerden steril şartlarda 10 g tartılarak Maximum Recovery Diluent ile  $10^{-1}$ - $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. MRS Agar (Merck) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmıştır. 28°C'da 48 saat inkübasyon sonunda besiyerinde krem renkli, iğ şeklinde (2 ucu sivri) tüm koloniler laktik asit bakterisi olarak kabul edilmiştir.

Tüm bakteriler için besiyerinde oluşan kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılarak standart formül ile kıymanın gramında koloni oluşturan birim hesaplanmıştır (Halkman 2005).

### 3.2.6 pH değeri

10 g örnek destile su ile 1/10 oranında karıştırılıp İka Marka Ultra-Turrax T25 model homojenizatörde 1 dk süresince homojenize edilmiş ve pH değerleri Hanna HI 221 model pH metrede belirlenmiştir. Okumalardan önce pH metre, pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle ayarlanmıştır (AOAC 1990).

### 3.2.7 Metmiyoglobin oranı

Polipropilen santrüfuj tüplerine (50 ml'lik) 5 g kıyma örneği tartılarak üzerine 25 ml 4°C'deki 40 mM potasyum fosfat tampon çözeltisi (pH 6.8) eklenmiştir. Bu karışımlar İka Marka Ultra-Turrax T25 model homojenizatörü ile 13.500 rpm'de 10 s homojenize edilmiştir. 4°C'de 1 h bekletilen örnekler, 4°C'de 5000 rpm'de 30 dk santrüfuj edilmiş (Sigma 3K 30 Model) ve supernatant Whatman No 1 filtre kağıdından süzülmüştür. Örneklerin absorbanları spektrofotometrede (Shimadzu® Model UV-2401 PC) 700, 572 ve 525 nm'de ölçülmüştür. Metmiyoglobin (MetMb) oranı ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Krzywicki 1982, Kannan *et al.* 2001).

$$\text{MetMb(\%)} = \left\{ 1.395 - \frac{A_{572} - A_{700}}{A_{525} - A_{700}} \right\}$$

### 3.2.8 Enstrümental renk

Kıyma örneklerinin CIE L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde Minolta Chrometer CR300 kullanılarak farklı noktalardan 6 ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Candogan 2002).

### 3.2.9 Tiyobarbiturik Asit (TBA) değeri

10 g örnek 97,5 ml saf su ile homojenize edilip Kjeldahl balonuna alınmıştır. Üzerine 2.5 ml 4 N HCl çözeltisi ilave edilerek, hacim 100 ml' ye tamamlanmıştır. Köpürmeyi engellemek amacıyla parafin kullanılmıştır. Buharlı damıtma yapılarak hassas bir şekilde 50 ml destilat toplanmıştır. Daha sonra elde edilen destilattan 5 ml alınarak kapaklı tüplere aktarılmıştır ve üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Spektrofotometrede yapılacak okumada gerekli olan kör deneme için ise 5 ml saf su ve 5 ml TBA reaktifi ilave edilmiştir. Tüpler iyi bir şekilde karıştırıldıktan sonra 35 dakika süreyle sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Sıcak su banyosundan alınarak soğutulan örneklerin UV spektrofotometre'de (Shimadzu® Model UV-2401 PC) 538 nm'de dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Absorbans değerleri faktör 7.8 ile çarpılarak kg üründe oluşan mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır (Tarladgis *et al.* 1960).

### 3.2.10 Serbest Yağ Asitliği (SYA)

Bligh and Dyer (1959)'in uyguladıkları yöntemle yağ ekstraksiyonu elde edilmiştir. Elde edilen yağdan yaklaşık 5 g örnek alınmış, 1/1 etil alkol/dietil eter karışımı içerisinde çözülmüştür. Çözelti fenolftalein indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

$$\text{Serbest yağ asitleri miktarı (\% oleik asit)} = \frac{V.M.N}{10.P}$$

V: Harcanan NaOH hacmi (mL)

M: Oleik asidin molekül ağırlığı (282 g/mol)

N: NaOH'in normalitesi (0,1 N)

P: Alınan örnek miktarı (g)



### 3.2.11 Peroksit sayısı tayini

Bligh and Dyer (1959)'in uyguladıkları kloroform/metanol ekstraksiyon yöntemiyle yağ ekstraksiyonu elde edilmiştir. Elde edilen bu yağdan ağız kapaklı erlene 0,5-1,0 g örnek tartılmış ve 10 mL kloroform eklenerek yağ çözülmüştür. 15 mL glasiyel asetik asit ve 1 mL doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisi eklenerek 1 dk çalkalanmıştır. Erlen 5 dk karanlıkta bekletildikten sonra 75 mL destile su ve 1 mL %1'lik nişasta çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renksiz hale gelinceye kadar titre edilmiştir. Sonuç miliekivalan O<sub>2</sub>/kg yağ olarak ifade edilmiştir (Anonymous 1990).

$$\text{Peroksit değeri (miliekivalan O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{1000 \cdot V \cdot N}{P}$$

V: Harcanan sodyum tiyosülfat (mL)

N: Harcanan sodyum tiyosülfatın normalitesi (0,01 N)

P: Alınan örnek miktarı (g)

### 3.2.12 Oksidatif stabilite (aktif oksijen metodu (AOM-ransimat cihazı ile))

Bligh ve Dyer (1959)'in uyguladıkları kloroform/metanol ekstraksiyon yöntemiyle yağ ekstraksiyonu elde edilmiştir. Elde edilen yağların stabilitesi ve kararlılığı Metrohm 743 Ransimat cihazı kullanılarak AOCS Official Method Cd12-57'ye göre tespit edilmiştir (Anonymus 1989).

Yağlar cihazın cam tüplerine 2,50±0,01 g tartılmıştır. Cihazın saf su kaplarına ise yöntemde belirtildiği üzere 60 mL saf su konulmuş, hava akışı 20 L/dakika hızla ayarlanarak Ransimat cihazı 120°C'de çalıştırılmıştır. Bu yöntem sayesinde otooksidasyon yöntemi ile elde edilen yüksek seviyede uçucu organik asitler su tarafından absorbe edilmekte ve iletkenlikte artışa sebep olmaktadır. İletkenlikteki artış, zamana karşı grafiğe geçirildiğinde, oluşan eğriye çizilen teğetlerin kesim noktası,

indüksiyon periyodunu vermektedir. Bu süre uzunluğu, ransiditeye dayanıklılık indeksi olarak kabul edilir (Anonymus 1989).

### 3.2.13 Toplam Sülfidril (-SH) miktarı tayini

1 g et örneği 100 mL 0,1 M  $K_2HPO_4$  (pH 7,4) tampon çözeltisiyle 1 dakika 13500 devir/dakika'da Ultra Turraks ile homojenize edilmiştir. Bu örnekten 0,5 mL alınarak üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi eklenerek çözündürülmüştür. Bu çözelti üzerine 0,5 mL 0,1 M  $K_2HPO_4$  (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenerek referans çözelti elde edilmiştir. Örnek absorbansı hazırlamak amacıyla yine örnekten 0,5 mL alınmış ve üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi eklenerek çözündürülmüştür. Çözünen bu karışıma içinde 10 mM 5,5' ditiyobis-2-nitrobenzoik asit (DTNB) bulunan 0,5 mL 0,1 M  $K_2HPO_4$  (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenmiştir. Şahit okuma için ise 0,5 mL saf su üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi ve içinde 10 mM DTNB bulunan 0,5 mL 0,1 M  $K_2HPO_4$  (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenmiştir. Tüm örnekler 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş ve spektrofotometrede 412 nm'de kör ve referansa karşı örnek okumaları yapılmıştır. Sülfidril miktarının hesaplanmasında ekstinksiyon katsayısı ( $E_c$ )  $11400 M^{-1} cm^{-1}$  kullanılmıştır (Liu *et al.* 2000). Sonuçlar  $\mu$ mol sülfidril/g protein olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.14 Likopen miktarının belirlenmesi

50 ml'lik santrifüj tüpüne örnekten 0.5 -3 g arasında (örneğin tahmini likopen içeriğine bağlı olarak) tartılır. Üzerine 10ml damıtık su ve 10 ml aseton eklenir. Tüp bir maşa yardımıyla içeriği kaynamaya başlayıncaya kadar kaynayan su banyosu içinde tutulur ve aynı zamanda cam bir baget yardımıyla karıştırılır. Tüp içeriği kaynamaya başlayınca derhal su banyosundan alınır ve bagetle karıştırılmaya devam edilir. Baget bir miktar asetonla tüp içerisinde yıkanır. Ve tüp 3000devir/dakika da 5 dk santrifüj edilir. Üstteki berrak sıvı içinde 50 ml damıtık su, 50 ml petrol eter bulunan 250 ml'lik ayırma hunisine aktarılır. Bu işleme aseton fazı renksiz hale gelinceye kadar devam edilir, 4 veya 5 ekstraksiyon yeterlidir. Ayrıma hunisinin kapağı kapatılarak çözelti

karıştırılır. Fazların ayrılması için beklenir alttaki faz atılır. Petrol eter fazı 25 ml damıtık su ilave edilerek üç kere yıkanır ve her seferinde sıvı faz atılır. Likopeni içeren petrol eter fazına 2g susuz sodyum sülfat eklenir ve sodyum sülfatın çökmesi beklenir. Petrol eter fazı eğer örnekteki likopen miktarı yüksekse 200ml'lik düşükse 100ml'lik ölçü balonun aktarılır ve balon çizgisine petrol eterle tamamlanır. Spectrofotometrede köre karşı(petrol eter) 505 nm da okuma yapılır (Heinz 1991).

$$\text{Likopen miktarı (mg/kg)} = \frac{E^{505} \cdot V \cdot 5}{W}$$

V = Eriyiğin sulandırıldığı nihai hacim

W = Alınan numune miktarı (g)

### 3.2.15 Duyusal analiz

Duyusal analiz için her gruptan 2. günde alınan örnekler, teflon tavalarda 10 dk süreyle pişirilmiş, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra her örnek 6 eşit parçaya bölünerek, beyaz plastik kaplara ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Örnek içeren kapların üstü Alüminyum folyo ile kapatılarak, rastgele 3'lü dijital kod sistemine göre kodlanmıştır. Duyusal değerlendirme, ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada 10 kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuş, değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla su ve kraker yenilmesi bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistler pişmiş örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9'lu hedonik sıkala (1: son derece kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK 11'de sunulmuştur (Nadarajah *et al.* 2005).

### 3.2.15 Patojen bakteri inhibisyon testi

### **3.2.15.a Soya proteini bazlı yenilebilir kaplama çözeltilisinin/solusyonunun hazırlanması**

Soya proteini bazlı yenilebilir kaplamaların hazırlanmasında, Choi *et al.* (2003) ve Zivanovic *et al.* (2005) tarafından önerilen yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla, %5 (w/v) oranında izole soya proteini destile su içerisine manyetik karıştırıcıda karıştırılarak yavaş yavaş eklenmiştir. Karışıma plastikleştirici olarak %3,5 oranında gliserol katılmıştır. Manyetik karıştırıcıda 5 dk orta devirde homojen hale getirilen karışımın pH sı 0,1 N NaOH ile pH=10'a ayarlanmıştır. Daha sonra 90°C deki su banyosunda 30 dk bekletilmiş ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Kekik yağı ilave edilmeyen izole soya protein bazlı kontrol kaplama (ISP) üretiminde kaplama çözeltisi 40°C'a soğutulmuştur. Daha sonra karışıma önceden hazırlanan % 0,5 oranındaki Tween 20 ile süspanse edilmiş Oregano (*Oreganum heracleoticum L.*) ve Thyme (*Thymus vulgaris L.*) kekik yağları %1, 2, 3 oranında (w/v) ilave edilerek 1 dk süreyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra oluşan hava kabarcıkları 4 kat peynir bezi ile vakum pompası kullanılarak süzölmüştür.

### **3.2.15.b Bakteri kültürlerinin hazırlanması/kültür hazırlanması**

Araştırmada, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilen *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* bakteri kültürleri kullanılmıştır. Test bakterileri Tryptic Soy Broth (Merck) içerisinde 37°C'da 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. sonrasında bakterilerin herbiri 100 mL % 0,1 peptonlu su içerisine son konsantrasyon yaklaşık 10<sup>6</sup> kob/mL olacak şekilde inoküle edilmiştir.

### **3.2.15.c Kekik yağı içeren soya proteini bazlı yenilebilir kaplamaların et materyali üzerine uygulanması**

Buzdolabında 1 gece bekletilerek çözündürülen steril et parçalarının her biri 15 dakika süreyle bakteri solusyonlarında bekletilerek (5 dakika aralıklarla karıştırılarak) test bakterileriyle inoküle edilmiştir. Daha sonra bakteri solusyonu içine daldırılmış örnekler farklı konsantrasyonlarda Oregano (OR) ve Thyme (TH) kekik yağı içeren (% 0, 1, 2, 3) soya proteini bazlı yenilebilir kaplama çözeltileri içerisinde 5 dakika süreyle bekletilmiştir. Kaplama uygulanmayan kontrol (K) grubu, ISP (kekik yağı ilave edilmemiş) ve farklı konsantrasyonlarda OR ve TH kekik yağı içeren örnekler aseptik koşullar altında steril kliplere tutturulduktan sonra kapalı steril beherlere asılmıştır. Bu şekilde hazırlanan et örnekleri 4 °C'da 4 gün süreyle depolanmış ve depolama başlangıcından itibaren 0., 1., 2., 3. ve 4. günlerde mikrobiyolojik analizleri yapılarak kekik yağı içeren yenilebilir kaplamaların etkileri belirlenmiştir.

### **3.2.15.d Mikrobiyolojik analiz**

Et örnekleri aseptik koşullarda tartılarak % 0,1 peptonlu su ile stomacherde 1 dakika süreyle homojenize edilmiş (1:9 oranı hesaplanarak) ve  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$  aralığına kadar seyreltilmiştir. Tüm seyreltilerden Tryptic Soy Agar (Merck) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. 37 °C'da 24 saat inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15 - 300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sonuçlar  $\log_{10}$  kob/g olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.16 İstatistik analiz**

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS 1996). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak araştırılmıştır. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

## IV. ANALİZ VE BULGULAR

### 4.1 Kekik Uçucu Yağlarını İçeren Soya Bazlı Yenilebilir Filmlerin Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri

#### 4.1.1 Antibakteriyel aktivite tayini ve etkin antimikrobiyal aktivite

Etkin antimikrobiyal aktivite; ilave edilen antimikrobiyal maddenin film ya da kaplama üretiminden sonra kullanıma hazır ambalaj materyali içinde gösterdiği aktivitedir (Han 2000). Smith-Palmer *et al.* (1998), tarafından yapılan, 5 farklı gıda patojenine karşı çeşitli uçucu yağların etkisinin incelendiği bir çalışmada, uçucu yağın etkili konsantrasyonunun bakteriyel gelişimin belli seviyede sınırlandırılması ile belirlendiği bildirilmiştir. Burada ifade edilen etkin antibakteriyel aktivite düzeyi, etken maddenin hedef bakteriye karşı en yüksek inhibisyonun görüldüğü sınır konsantrasyondur. Antibakteriyel aktivite tayini çalışmasında kekik yağı içermeyen soya proteini bazlı yenilebilir film ile %1, %2, %3, %4 ve %5 konsantrasyonlarda Oregano (OR) ve Thyme (TH) uçucu kekik yağlarını içeren yenilebilir filmlerin kalınlık ve ağırlıkları ölçülerek elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1' de verilmiştir. Yapılan antibakteriyel aktivite tayininde, farklı konsantrasyonlarda OR ve TH ile hazırlanan (%0, 1, 2, 3, 4 ve 5) yenilebilir film diskleri ile kekik yağı içermeyen soya proteini bazlı yenilebilir film disklerinin *S. aureus* için verdiği inhibisyon zonu çapları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı konsantrasyonlarda kekik yağı içeren yenilebilir film disklerinin kalınlık ( $\mu\text{m}$ ) ve ağırlık (mg) değerleri

Örnek	Kekik Yağı Konsantrasyonu (%)	Kalınlık * ( $\mu\text{m}$ )	Ağırlık * (mg)
ISP	0	0,200 $\pm$ 0,007	0,056 $\pm$ 0,001
OR	1	0,242 $\pm$ 0,018	0,074 $\pm$ 0,004
	2	0,224 $\pm$ 0,023	0,077 $\pm$ 0,006
	3	0,273 $\pm$ 0,021	0,093 $\pm$ 0,005
	4	0,370 $\pm$ 0,028	0,098 $\pm$ 0,005
	5	0,440 $\pm$ 0,044	0,134 $\pm$ 0,005
TH	1	0,236 $\pm$ 0,017	0,070 $\pm$ 0,003
	2	0,274 $\pm$ 0,015	0,079 $\pm$ 0,003
	3	0,347 $\pm$ 0,23	0,102 $\pm$ 0,003
	4	0,415 $\pm$ 0,027	0,119 $\pm$ 0,005
	5	0,332 $\pm$ 0,013	0,102 $\pm$ 0,003

\* Ortalama  $\pm$  standart hata

*Staphylococcus aureus* için, thyme (TH) kekik yağını içeren filmlerden elde edilen inhibisyon zonu çapları arasındaki farkın %1 ve %2, %3 konsantrasyonları için önemli ( $p<0,05$ ) ancak %4 ve %5 kekik yağı ihtiva eden filmlerin verdiği zon çapları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0,05$ ) ve antibakteriyel etkinin %3'ten yüksek konsantrasyonlarda bir değişim göstermediği görülmektedir (Çizelge 4.2). Diğer yandan oregano (OR) kekik yağı içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları incelendiğinde, etkin antibakteriyel aktivite düzeyinin %3'lük konsantrasyonda görüldüğü belirlenmiştir. *Escherichia coli* Tip 1 sonuçları incelendiğinde, TH uçucu yağını içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları arasındaki farkın tüm konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bulunduğu ve *Escherichia coli* Tip 1'e karşı olan antibakteriyel aktivitenin konsantrasyon arttıkça artış gösterdiği gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.2 OR ve TH uçucu yağlarını içeren yenilebilir film disklerinin *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *L. plantarum*, *E. coli* Tip 1, *E. coli* O157:H7 için belirlenen inhibisyon zonu çapları (mm)

Bakteri	Konsantrasyon (%)	Inhibisyon zonu çapı (mm)	
		OR	TH
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0
	1	27,50±0,50 <sup>dB</sup>	30,00±0,00 <sup>dA</sup>
	2	42,00±1,00 <sup>cA</sup>	38,00±0,00 <sup>cA</sup>
	3	49,50±1,00 <sup>aA</sup>	46,00±1,00 <sup>bA</sup>
	4	45,50±0,50 <sup>bA</sup>	48,00±1,00 <sup>abA</sup>
	5	49,50±0,50 <sup>aA</sup>	49,50±0,50 <sup>aA</sup>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0
	1	27,00±1,00 <sup>dA</sup>	32,50±1,50 <sup>bA</sup>
	2	34,50±0,50 <sup>cB</sup>	40,00±0,00 <sup>aA</sup>
	3	37,00±1,00 <sup>bcA</sup>	40,00±0,00 <sup>aA</sup>
	4	40,00±0,00 <sup>aA</sup>	41,00±1,00 <sup>aA</sup>
	5	39,50±0,50 <sup>abA</sup>	42,00±1,00 <sup>aA</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	0	0	0
	1	22,50±0,50 <sup>dA</sup>	20,50±0,50 <sup>dA</sup>
	2	23,50±0,50 <sup>dB</sup>	29,50±0,50 <sup>cdA</sup>
	3	30,00±0,00 <sup>cA</sup>	29,50±0,50 <sup>cdA</sup>
	4	35,00±0,00 <sup>bA</sup>	32,50±0,50 <sup>bB</sup>
	5	37,00±0,00 <sup>aA</sup>	36,50±0,50 <sup>aA</sup>
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0
	1	32,00±0,00 <sup>dB</sup>	36,50±0,50 <sup>eA</sup>
	2	42,00±0,00 <sup>cA</sup>	41,00±0,00 <sup>dB</sup>
	3	44,00±1,00 <sup>abA</sup>	43,00±0,00 <sup>cA</sup>
	4	43,50±0,50 <sup>bcB</sup>	47,00±0,00 <sup>bA</sup>
	5	45,50±0,50 <sup>abB</sup>	49,00±0,00 <sup>aA</sup>
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0
	1	35,50±0,50 <sup>dA</sup>	36,50±0,50 <sup>eA</sup>
	2	41,00±1,00 <sup>cA</sup>	40,50±0,50 <sup>dA</sup>
	3	44,50±0,50 <sup>bA</sup>	42,50±0,50 <sup>cA</sup>
	4	49,50±0,50 <sup>aA</sup>	45,50±0,50 <sup>bB</sup>
	5	50,50±0,50 <sup>aA</sup>	49,50±0,50 <sup>aA</sup>

a-e : Aynı örnek içindeki konsantrasyonlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

OR uçucu yağını içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları arasındaki farkın %4 ve %5 konsantrasyonlar arasında önemli olduğu ve OR uçucu yağı içeren film disklerinin *Escherichia coli* Tip 1'e karşı etkin antibakteriyel aktivite düzeyinin %3'lük konsantrasyonda ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır. *Escherichia coli* O157:H7 sonuçları değerlendirildiğinde, TH uçucu yağını içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları *Escherichia coli* Tip 1'e karşı olan antibakteriyel etkinliğe benzer düzeyde



olduğu gözlenmiştir. TH uçucu yağı içeren film diskleri arasındaki farkın yine konsantrasyon arttıkça önemli olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir. OR uçucu yağını içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları arasındaki farkın, %1, %2 ve %3 konsantrasyonlar içinde önemli olduğu ( $p<0,05$ ), %4 ve %5 konsantrasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) ve antibakteriyel aktivite düzeyinin değişmediği görülmektedir. *Lactobacillus plantarum* sonuçları incelendiğinde, TH ve OR uçucu kekik yağlarını içeren filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları arasındaki farklar değerlendirildiğinde her iki film için de %3, %4 ve %5 konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p<0,05$ ) konsantrasyon arttıkça antibakteriyel aktivitenin arttığı sonucuna varılmaktadır. Ancak çalışmada diğer bakterilerden elde edilen zon çapları ile kıyaslandığında *L. plantarum*'un kekik yağına karşı daha dirençli olduğu görülmüştür. *Pseudomonas aeruginosa* ile elde edilen sonuçlarda, TH ve OR uçucu kekik yağlarını içeren yenilebilir film disklerinin verdiği inhibisyon zonu çapları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, TH uçucu yağını içeren filmlerde konsantrasyon artışına paralel olarak antibakteriyel aktivitenin değişmediği gözlemlenmiş, %2, %3, %4 ve %5 konsantrasyon düzeyleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuçlara göre, *Pseudomonas aeruginosa*'nın etkin konsantrasyon değerinin %3 veya %4 olduğu söylenebilir. *Pseudomonas aeruginosa*'nın da uçucu kekik yağına karşı dirençli bir bakteri olduğu açıkça görülmektedir.

Shuang (2004)'e göre, kekik yağı laktik asit bakterileri ve *L. monocytogenes*'e karşı gözle görülür bir azalma sağlarken, Gram negatif bazı *Pseudomonas* suşları üzerinde etkisi olmamıştır. Etin bozulmasında önemli etkisi olan *Pseudomonas*'ların bazı suşlarının antimikrobiyel maddelere karşı daha dirençli olduğu yapılan diğer çalışmalarla da ispatlanmıştır (Paster *et al.* 1990). Nitekim antibakteriyel aktivite çalışmasında, *Pseudomonas aeruginosa*'ya ait zon çapının diğer bakterilere göre nispeten daha az olduğu belirlenmiş ve artan uçucu yağ konsantrasyonu ile beraber antibakteriyel aktivitesinde de oransal bir artış olmadığı sonucuna varılmıştır.

Oregano uçucu yağının, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. typhimurium*, *Y. enterocolitica*, *P. aeruginosa*, *A. niger*, *G. candidum* ve *Rhodothorula*, mikroorganizmalarına karşı çok güçlü bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından ispatlanmıştır (Conner and Beuchat 1984). Seydim and Sarıkus (2005), *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *L. plantarum* gibi 5 gıda patojeni ile yaptıkları antibakteriyel aktivite çalışmasında, farklı baharat ekstraktları içeren peyniraltı suyu proteininden üretilmiş film disklerini besiyeri üzerine uygulamışlar ve oluşan inhibisyon zonlarını ölçmüşlerdir. %2 konsantrasyon düzeyindeki Oregano uçucu yağını içeren filmin, biberiye ve sarımsak uçucu yağını içeren filmlerle kıyaslandığında bu bakterilere karşı daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında ISP filminin hiçbir şekilde inhibisyon zonu vermediği, kekik içeren filmlerin ise bakterilerin çoğunda belli bir etkin antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir.

#### **4.1.2 Kekik uçucu yağlarını içeren soya bazlı yenilebilir filmlerin sığır kıyma etlerinin antimikrobiyal ve antioksidan stabilitesi üzerine etkileri**

##### **4.1.2.a Kimyasal bileşim**

Kıymanın kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla nem, protein, yağ ve kül analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. TS 11566 kıyma standardı ve TS 10580 hamburger köfte standardında yer alan kimyasal bileşim sonuçlarına göre, sığır kıymasının protein oranı en az %16, yağ oranı en çok %29 ve nem oranı en çok %65'tir. Yapılan çalışmada ise hammaddenin protein oranı %16,84, yağ oranı %23,91 ve nem oranı %57,90 bulunmuştur ve bu değerler standartlarda belirtilen düzeylerde dir.

Çizelge 4.3 Ham madde olarak kullanılan kıymanın kimyasal bileşimi (%)

<b>Kimyasal Bileşim</b>	<b>%*</b>
Nem	57,90±0,60
Protein	16,84±0,17
Yağ	23,91±0,91
Kül	1,15±0,04

\* Ortalama ± standart hata

#### 4.1.2.b Yenilebilir filmlerin kalınlık değerleri

Yapılan çalışmada, kıymalara uygulanan soya bazlı yenilebilir film gruplarının ortalama kalınlık değerleri Çizelge 4.4’ de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kıymaların ambalajlandığı kekik yağı içeren ve içermeyen yenilebilir film gruplarının kalınlık değerleri (mm)

<b>Örnek</b>	<b>Film Kalınlığı*</b>
ISP	0,238±0,006
OR	0,262±0,008
TH	0,248±0,006
ORT	0,260±0,004

\* Ortalama ± standart hata

Seydim and Sarıkus (2005), yaptıkları antibakteriyel aktivite tayini çalışmasında kullandıkları %2 konsantrasyonda uçucu yağ içeren film disklerinin ortalama kalınlıklarını 0,245 mm olarak bildirmişlerdir. Bu değer gerek antibakteriyel aktivite

testinde gerekse kıymalara uygulanan filmlerle yapılan çalışmada kekik yağı ilave edilmiş filmlerin kalınlıkları ile uyum içindedir.

#### 4.1.2.c Toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları (log<sub>10</sub> kob/g)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	6,92±0,07	6,92±0,07	6,92±0,07	6,92±0,07	6,92±0,07
1	7,21±0,10	7,18±0,15	7,07±0,15	7,15±0,02	7,12±0,02
3	7,23±0,36	7,32±0,22	6,97±0,33	6,85±0,52	6,84±0,38
6	7,11±0,03	7,11±0,05	6,98±0,02	6,53±0,52	6,89±0,17
8	6,72±0,13 <sup>c</sup>	7,11±0,005 <sup>a</sup>	6,80±0,09 <sup>bc</sup>	6,87±0,04 <sup>abc</sup>	7,04±0,08 <sup>ab</sup>
10	7,09±0,28	7,17±0,11	7,15±0,33	7,26±0,44	7,09±0,01
12	6,93±0,12	6,94±0,35	7,02±0,04	7,06±0,01	6,85±0,13

a-c ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı aynı periyot içindeki örnekler arasında genel olarak istatistiksel açıdan önemli değilse de 8. günde K grubu ile ORT grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ancak bu fark K grubunun aksine ORT grubunda istenen düzeyde gerçekleşmemiştir. Bunu takip eden 10. ve 12. günlerde elde edilen sonuçlara göre ise kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Yapılan antibakteriyel aktivite çalışmasında kekik yağı içeren yenilebilir film diski, besiyerine inoküle edilen bakterilerin çoğunda inhibisyon zonu oluşturmalarına rağmen, kıyma üzerine uygulandığında toplam bakteri sayısında istatistiksel olarak önemli bir azalma sağlanmadığı gözlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Seydim and Sarikus (2005), yaptıkları çalışmada peyniraltı proteini bazlı yenilebilir filme dahil edilen kekik yağı ve sarımsak uçucu yağının 5 önemli gıda patojeni olan, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *L. plantarum*'a karşı oldukça etkili düzeyde inhibisyon sağlamalarına rağmen, biberiye uçucu yağının bu bakterilere karşı hiç etki göstermediğini bulmuşlardır. Doğal antimikrobiyal nitelikteki bileşiklerle (nisin, lizozim), aromatik bitkilerin yapısındaki uçucu karakterli bileşiklerin antibakteriyel aktivitesi ve sağlık açısından da güvenli olmaları araştırmacılar tarafından ispatlanmış bir gerçektir (Weng and Hotchkiss 1992, Tharanathan 2003). Ancak aromatik bitkiler fenolik bileşiklerce zengin olmalarına karşın antimikrobiyal etkinliklerinin tüm bakteri cinslerinde ve bunların alt türlerinde eşit düzeyde olması beklenmemelidir. Sonuç olarak da yaptığımız çalışmada kıymanın doğal florasındaki tüm bakterilerin inhibisyonunun mümkün olamayacağı açıktır.

Ayrıca yapılan antibakteriyel aktivite çalışmasının sonuçlarından da görüleceği üzere, uçucu kekik yağının *L. plantarum* ve *P. aeruginosa*'ya karşı etkisinin düşük olduğu bulunmuştur. Bunun yanında *L. plantarum* ve *P. aeruginosa*'nın et ve et ürünleri mikroflorası içerisinde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteriler içinde baskın flora

oldukları bilinmektedir. Psikrofil *Pseudomonas* suşları soğuk depolamada etkili olup ette bozulmalara neden olurken, vakum ambalajlamada da anaerobik *Lactobacillus* suşları aktif hale geçmektedir. Yapılan çalışmada ise uçucu kekik yağının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteriler'e karşı herhangi bir antibakteriyel aktivitesinin bulunmadığı ortaya konmuştur.

#### **4.1.2.d Koliform grup bakteri sayıları**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen koliform grup bakteri sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Koliform grubu bakterilerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, 1. günde bakteri sayısının arttığı ancak onu takip eden günlerde uçucu kekik yağının kıymanın derinliklerine doğru göç etmesi ile birlikte bakteriyel yükün tüm periyotlar boyunca azalma eğilimine girdiği gözlenmiştir. Ancak bu azalma istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, aynı örnek içindeki periyotlar arasındaki fark önemli bulunmazken ( $p>0,05$ ), aynı periyot içindeki örnekler arasında özellikle 10. günde, OR ve TH değerleri için de sayısal bir indirgenme olmasına rağmen sadece ORT grubu ile K ve ISP grubu arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.6 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince koliform grup bakteri sayıları (log<sub>10</sub> kob/g)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	4,70±0,37 <sup>B</sup>	4,70±0,37	4,70±0,37	4,70±0,37 <sup>AB</sup>	4,70±0,37 <sup>AB</sup>
1	5,69±0,07 <sup>AB</sup>	5,54±0,72	6,12±0,11	6,41±0,03 <sup>A</sup>	6,29±0,05 <sup>A</sup>
3	6,30±0,07 <sup>A</sup>	5,91±0,49	5,14±0,88	5,15±1,02 <sup>AB</sup>	4,83±1,09 <sup>AB</sup>
6	5,61±0,31 <sup>AB</sup>	5,46±0,19	5,28±0,15	5,12±0,21 <sup>AB</sup>	5,14±0,12 <sup>AB</sup>
8	5,62±0,35 <sup>AB</sup>	6,02±0,20	4,89±0,86	4,52±0,68 <sup>B</sup>	4,84±0,69 <sup>AB</sup>
10	5,13±0,18 <sup>abAB</sup>	5,19±0,09 <sup>a</sup>	4,49±0,17 <sup>abc</sup>	4,41±0,01 <sup>bcB</sup>	4,39±0,35 <sup>cbB</sup>
12	5,25±0,59 <sup>AB</sup>	5,44±0,46	4,92±0,45	4,77±0,69 <sup>AB</sup>	4,93±0,49 <sup>AB</sup>

A,B ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-c ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Zivanovic *et al.* (2005) yaptıkları çalışmada, bologna dilimlerinde 10°C'de 5 gün depolama boyunca, sadece kitozan filmi uygulamasıyla patojen sayısında 1-3 logaritma birimi azalma sağlarken, %1 ve %2 oregano uçucu yağı ilave edilmiş kitozan bazlı yenilebilir filmin *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 sayısında 4 logaritma birimi azalma sağladığını bulmuşlardır. Antimikrobiyal aktiviteye sahip olan doğal bir madde olan kitozan, kekik uçucu yağı ile desteklendiğinde sinerjetik bir etkiyle koliform grup içindeki önemli gıda patojenlerinden *E. coli* O157:H7'nin inhibisyonunda daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Uçucu yağlar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada, karvakrol'ün ön maddesi p-simen ile sinnamaldehit ve ojenol arasında sinerji olduğu rapor edilmiştir. Oregano ve thyme uçucu yağlarının in-vitro koşullarda, bazı bakterilere ve özellikle de *S. aureus* ve *E. coli*

üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Burt 2004). Antimikrobiyel aktivite tayini çalışmasında da görüldüğü üzere koliform grubu içinde *E. coli* Tip1 ve *E. coli* O157:H7 suşlarının verdiği inhibisyon zon çapı belli konsantrasyona kadar artmış, ancak, özellikle %4 ve %5 kekik uçucu yağı içeren yenilebilir filmlerin verdiği inhibisyon zonu çapları değerleri birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur.

#### 4.1.2.e *Pseudomanas* spp. sayıları

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen *Pseudomanas* spp. sayıları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince *Pseudomanas* spp. sayıları (log<sub>10</sub> kob/g)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	6,36±0,18 <sup>AB</sup>	6,36±0,18	6,36±0,18	6,36±0,18 <sup>A</sup>	6,36±0,18 <sup>A</sup>
1	6,76±0,28 <sup>A</sup>	6,64±0,24	6,31±0,04	6,35±0,04 <sup>A</sup>	6,60±0,25 <sup>A</sup>
3	6,38±0,11 <sup>AB</sup>	6,42±0,01	6,19±0,21	6,11±0,21 <sup>AB</sup>	6,21±0,21 <sup>AB</sup>
6	6,35±0,19 <sup>AB</sup>	6,13±0,17	5,97±0,10	5,97±0,13 <sup>AB</sup>	5,97±0,03 <sup>AB</sup>
8	6,09±0,23 <sup>B</sup>	6,15±0,23	5,81±0,35	5,70±0,32 <sup>AB</sup>	5,87±0,19 <sup>AB</sup>
10	6,20±0,14 <sup>AB</sup>	6,31±0,30	5,69±0,27	5,52±0,12 <sup>AB</sup>	5,77±0,33 <sup>AB</sup>
12	6,10±0,19 <sup>B</sup>	6,02±0,20	5,62±0,42	5,23±0,53 <sup>B</sup>	5,09±0,74 <sup>B</sup>

A,B ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata



Periyotlar ilerledikçe zamana bağlı olarak özellikle TH ve ORT grubunda başlangıç değerine göre 12. gün sonunda *Pseudomonas* sayısındaki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). OR grubunda *Pseudomonas* sayısında azalma görülse de başlangıç değerine göre değerlendirildiğinde bu azalma istatistiksel olarak önemli değildir ( $p > 0,05$ ). Ancak son periyotta TH ve ORT grubunda istatistiksel olarak önemli bir farkın ortaya çıkması yenilebilir filmde kıymanın dokularına doğru antimikrobiyal özellikteki uçucu yağların göç hızının yavaş olması ile açıklanabilir. Katı gıdalarda etken maddenin difüzyon hızının özellikle düşük depolama sıcaklıklarında yavaşladığı yapılan çalışmalarla da gösterilmiştir (Han 2000).

Shuang (2004), laktik asit bakterileri ve *L. monocytogenes*'in kekik yağına karşı gözle görülür bir azalma sağlarken, Gram negatif bazı *Pseudomonas* suşlarının direnç gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan bir diğer çalışma ile de *Pseudomonas*'ların bazı suşlarının antimikrobiyel maddelere karşı daha dirençli olduğu ispatlanmıştır (Paster et al. 1990). Nitekim antibakteriyel aktivite çalışmasında, *Pseudomonas aeruginosa* 'ya ait zon çapının diğer bakterilere göre daha az olduğu belirlenmiş ve artan uçucu yağ konsantrasyonu ile birlikte antibakteriyel aktivitesinde de oransal bir artış olmadığı görülmüştür. Yapılan çalışmada ise %5 konsantrasyonda TH ve ORT içeren yenilebilir film uygulanmış kıymalarda *Pseudomonas* spp. sayısında 12. gün sonunda yaklaşık 1 logaritmik birim azalma sağlanmıştır.

#### **4.1.2.f *Staphylococcus* spp. sayıları**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen *Staphylococcus* spp. sayıları Çizelge 4.8de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince *Staphylococcus* spp. sayıları (log<sub>10</sub> kob/g)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	4,22±0,28 <sup>B</sup>	4,22±0,28 <sup>B</sup>	4,22±0,28 <sup>B</sup>	4,22±0,28	4,22±0,28
1	4,43±0,48 <sup>B</sup>	4,26±0,78 <sup>B</sup>	4,52±0,44 <sup>AB</sup>	4,35±0,39	5,41±0,38
3	5,09±0,13 <sup>aAB</sup>	4,92±0,21 <sup>abAB</sup>	4,58±0,10 <sup>bAB</sup>	4,83±0,05 <sup>ab</sup>	4,79±0,08 <sup>ab</sup>
6	5,91±0,04 <sup>A</sup>	5,91±0,06 <sup>AB</sup>	5,93±0,02 <sup>A</sup>	6,03±0,21	5,93±0,10
8	5,48±0,35 <sup>AB</sup>	6,02±0,46 <sup>A</sup>	6,04±0,45 <sup>A</sup>	5,87±0,90	6,01±0,96
10	5,65±0,47 <sup>AB</sup>	6,05±0,48 <sup>A</sup>	5,80±0,80 <sup>AB</sup>	6,00±0,74	5,82±0,67
12	5,40±0,80 <sup>AB</sup>	5,44±0,83 <sup>AB</sup>	5,34±0,69 <sup>AB</sup>	5,18±0,95	5,31±0,83

A,B ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a,b ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Antibakteriyel aktivite tayininde kekik uçucu yağı, *S. aureus*'a karşı inhibisyon etki göstermesine karşın yapılan bu çalışmada kıyma materyalinin doğal florası birçok türü birlikte bulundurduğundan, antibakteriyel aktivite çalışmasına benzer bulgular elde edilememiştir. Bunun sebebinin de, kekik yağına karşı *Staphylococcus* cinsi alt türlerinin, kendine özgü farklı direnç mekanizmaları olduğu düşünülmektedir.

Oregano uçucu yağının, Gram negatif bakterilerden *E. coli* ve Gram pozitiflerden de *S. aureus*'a karşı inhibisyon etkisi olduğu birçok araştırmacı tarafından ispatlanmıştır. (Biondi *et al.* 1993, Izzo *et al.* 1995). Ancak standart bir suş ile ulaşılan bu sonuç, *Staphylococcus* cinsi içindeki tüm bakteriler için kekik uçucu yağı içeren yenilebilir

filmlerle ambalajlanan kıymaların soğukta 12 gün depolanması sonucu elde ettiğimiz bulgularla uyum içinde değildir.

#### 4.1.2.g Laktik asit bakteri sayısı

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen laktik asit bakterilerinin sayısı Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince laktik asit bakterileri sayıları (log<sub>10</sub> kob/g)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	4,24±0,49 <sup>B</sup>	4,24±0,49 <sup>C</sup>	4,24±0,49 <sup>C</sup>	4,24±0,49 <sup>C</sup>	4,24±0,49 <sup>C</sup>
1	4,74±0,50 <sup>AB</sup>	4,66±0,58 <sup>C</sup>	4,52±0,48 <sup>BC</sup>	4,56±0,60 <sup>C</sup>	4,60±0,64 <sup>C</sup>
3	5,16±0,12 <sup>AB</sup>	5,26±0,04 <sup>BC</sup>	5,06±0,07 <sup>ABC</sup>	5,06±0,05 <sup>BC</sup>	5,12±0,24 <sup>BC</sup>
6	6,11±0,66 <sup>A</sup>	6,35±0,28 <sup>AB</sup>	6,35±0,38 <sup>A</sup>	5,79±0,23 <sup>AB</sup>	6,38±0,37 <sup>A</sup>
8	5,44±0,40 <sup>AB</sup>	5,97±0,18 <sup>AB</sup>	5,77±0,30 <sup>AB</sup>	5,82±0,26 <sup>AB</sup>	5,92±0,32 <sup>AB</sup>
10	5,82±0,25 <sup>bA</sup>	6,61±0,23 <sup>aA</sup>	6,31±0,13 <sup>abA</sup>	6,24±0,10 <sup>abA</sup>	6,32±0,06 <sup>abAB</sup>
12	5,91±0,37 <sup>A</sup>	6,70±0,05 <sup>A</sup>	5,95±0,66 <sup>A</sup>	6,13±0,17 <sup>AB</sup>	6,29±0,12 <sup>AB</sup>

A-C ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a,b ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Aynı örnek içindeki periyotlar arasında laktik asit bakterilerinin sayısı değerlendirildiğinde başlangıç değeri ile 12. gün arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gerek kekik yağı içeren gruplar ve gerekse sadece izole soya proteini içeren grup ile kontrol grubu kıyaslandığında yenilebilir filmin yüksek oksijen bariyerleme özelliğinden dolayı oluşan anaerobik ortamın laktik asit bakterilerinin gelişimini desteklediği görülmüştür. Buradan hareketle, 10. günde ISP, OR, TH ve ORT gruplarının laktik asit bakterileri sayısı K grubunda daha yüksek ( $p>0,05$ ) olmasına rağmen, sadece ISP grubu ile kontrol grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Seydim and Sarikus (2005), yaptıkları çalışmada peyniraltı suyu proteini bazlı yenilebilir filme dahil edilen kekik yağı ve sarımsak uçucu yağının 5 önemli gıda patojeni olan, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes*'e karşı artan uçucu yağ konsantrasyonu ile beraber oldukça etkin bir inhibisyon zonu oluştururken, *L. plantarum*'a karşı etkinliğinin yaklaşık olarak 3 kat daha az olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızdaki sonuçlarla kıyaslandığında, *Lactobacillus* cinsi bakterilerin genelinde uçucu yağlara karşı etkin bir direncin olduğu görülmektedir.

Padgett *et al.* (1998), soya proteini izolatu filmine katılan gıda kaynaklı olan ve olmayan antimikrobiyal bileşenlerin (lizozim, nisin, EDTA) inhibisyon etkisi üzerinde çalışmışlardır. Filme katılan lizozim *L. plantarum*'a karşı inhibisyon etki gösterirken, EDTA da *E. coli*'ye karşı filmin inhibisyonunu artırmıştır.

#### **4.1.2.h pH değeri**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen pH değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince pH değerleri

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	5,87±0,02 <sup>aA</sup>	5,87±0,02 <sup>aB</sup>	5,87±0,02 <sup>aC</sup>	5,87±0,02 <sup>aB</sup>	5,87±0,02 <sup>aB</sup>
1	5,83±0,01 <sup>bA</sup>	5,99±0,04 <sup>aA</sup>	6,09±0,04 <sup>aA</sup>	6,03±0,03 <sup>aA</sup>	5,99±0,01 <sup>aA</sup>
3	5,81±0,01 <sup>bA</sup>	5,81±0,03 <sup>bB</sup>	5,98±0,01 <sup>aB</sup>	5,97±0,01 <sup>aA</sup>	5,94±0,02 <sup>aAB</sup>
6	5,50±0,03 <sup>cB</sup>	5,72±0,02 <sup>bC</sup>	5,89±0,01 <sup>aC</sup>	5,88±0,02 <sup>aB</sup>	5,92±0,02 <sup>aB</sup>
8	5,44±0,05 <sup>cB</sup>	5,62±0,01 <sup>bD</sup>	5,75±0,03 <sup>aD</sup>	5,74±0,01 <sup>aC</sup>	5,74±0,04 <sup>aC</sup>
10	5,43±0,02 <sup>bB</sup>	5,53±0,03 <sup>aE</sup>	5,56±0,02 <sup>aE</sup>	5,62±0,05 <sup>aD</sup>	5,61±0,02 <sup>aD</sup>
12	5,47±0,01 <sup>dB</sup>	5,51±0,02 <sup>cdE</sup>	5,56±0,01 <sup>bcE</sup>	5,59±0,01 <sup>bD</sup>	5,69±0,01 <sup>aC</sup>

A-E ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-d ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

0. gün ve 1. gün kıyaslandığında, 1. gün kontrol grubunda pH düşerken yenilebilir film ile ambalajlanan gruplarda pH önce yükselmiş ve daha sonra düzenli olarak düşüş göstermiştir. Yenilebilir film ile ambalajlanan örneklerde filmin bazik karakterde olmasından dolayı örneklerin pH'sı kontrol grubuna göre yüksek değerlerde kalmıştır. Ancak yine de tüm periyotlar boyunca, pH daki bu düşüş kontrol grubuna kıyasla yenilebilir film ile ambalajlanan gruplarda daha az olmuş ve kontrol grubu ile kekik içeren diğer gruplar arasındaki pH farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). ISP grubuna ait kıymaların pH değerleri ile kontrol grubu arasındaki pH değeri farkı istatistiksel açıdan genel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Tüm örneklerdeki pH'daki zamana bağlı olarak görülen düşüş, mikrobiyolojik faaliyetlerin bir sonucu olmakla beraber, özellikle laktik asit bakterilerindeki çoğalmanın ortam pH'sı üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Genel olarak ise tüm gruplarda başlangıç değeri ile son periyot arasındaki pH değerleri arasındaki fark istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ) ve pH değerinde gözle görülür bir düşüş yaşanmıştır.

#### 4.1.2.1 Metmiyogloblin oranı

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama ( $4^{\circ}\text{C}$ ) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen metmiyogloblin değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama ( $4^{\circ}\text{C}$ ) süresince metmiyogloblin dönüşüm oranları (%)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	40,36±1,04 <sup>A</sup>	40,36±1,04 <sup>A</sup>	40,36±1,04 <sup>A</sup>	40,36±1,04 <sup>A</sup>	40,36±1,04 <sup>A</sup>
1	43,30±1,58 <sup>aA</sup>	28,09±1,58 <sup>bB</sup>	29,02±2,83 <sup>bBC</sup>	31,53±2,38 <sup>bB</sup>	32,27±1,26 <sup>bB</sup>
3	31,43±2,48 <sup>aB</sup>	27,57±2,26 <sup>abCB</sup>	27,93±1,99 <sup>abBC</sup>	29,73±1,59 <sup>aBC</sup>	23,74±0,59 <sup>bD</sup>
6	29,55±1,56 <sup>B</sup>	29,59±1,23 <sup>B</sup>	29,49±1,30 <sup>BC</sup>	27,91±1,15 <sup>BC</sup>	28,39±2,63 <sup>C</sup>
8	26,51±1,39 <sup>BC</sup>	30,80±1,53 <sup>B</sup>	31,29±3,19 <sup>B</sup>	30,95±3,23 <sup>B</sup>	29,75±1,02 <sup>BC</sup>
10	23,51±1,04 <sup>bC</sup>	28,21±1,07 <sup>aB</sup>	31,90±2,19 <sup>aB</sup>	30,18±1,69 <sup>aB</sup>	23,69±1,11 <sup>bD</sup>
12	27,47±3,37 <sup>BC</sup>	23,63±0,34 <sup>C</sup>	25,08±1,68 <sup>C</sup>	24,56±1,05 <sup>C</sup>	23,71±0,73 <sup>D</sup>

A-D ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a,b ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\* Ortalama ± standart hata

Örnekler arasında 1. günde K grubu ile film içeren diğer gruplar arasında oldukça önemli fark olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Zamanla K grubunda da miyoglobindeki dönüşüm diğer gruplarla aynı düzeyde olmuştur. Ancak yenilebilir filmin direnci ve uçucu yağın etkisiyle diğer gruplardaki metmiyoglobin dönüşüm oranı 12. gün sonunda K grubuna kıyasla daha az olmuştur. Aynı örnek içinde periyotlar arasındaki fark, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Başlangıç periyodu baz alındığında metmiyoglobin oranında zamanla gözle görülür bir dönüşüm yaşanmıştır. Bu dönüşüm oranı her ne kadar istatistiksel olarak önemli bulunmadıysa da kontrol grubunda diğer gruplara kıyasla daha fazla olmuştur. Yani miyoglobin pigmenti, K grubunda daha fazla oksidasyona uğramıştır. Bu durum yenilebilir filmin sıcaklık, nisbi nem, oksijen, ışık gibi çevresel faktörlere karşı geçirgenlik direnci ve sağlamlığı ile açıklanabilmektedir.

Cross *et al.* (1986), keçi karkasının 8 gün depolama boyunca metmiyoglobinin yüzdesinde önemli artışlar olduğunu onu takip eden günlerde ise metmiyoglobinde meydana gelen değişimlerin dikkate değer olmadığını ve yine TBA reaktif maddelerindeki artışın da metmiyoglobindeki ile benzer olduğunu bulmuşlardır. Etin içeriğindeki farklı yağ asiti kompozisyonlarının oksidasyon düzeyini etkilediği araştırmacılar tarafından ispatlanmıştır (Decker *et al.* 1998). Hutchins *et al.* (1967) ve Faustman *et al.* (1989), tarafından kırmızı et ile yapılan çalışmalarda lipit oksidasyonu ile pigment oksidasyonu arasında yakın bir ilişki olduğu bulunmuştur. Earle (1968), yenilebilir özellikteki Ca-aljinat jeliyle kaplamanın kanatlı etleri, kırmızı et ve balıklarda soğuk depolama boyunca renk oksidasyonuna ve su kaybına karşı bir koruma sağladığını belirtmiştir.

#### **4.1.2.i Enstrümental renk değerleri**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama ( $4^{\circ}\text{C}$ ) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE L\*(parlaklık) değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12'da verilmiştir.

Çizelge 4.12 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince CIE L\* (parlaklık) değerleri.

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	52,85±0,75	52,85±0,75 <sup>A</sup>	52,85±0,75 <sup>C</sup>	52,85±0,75 <sup>AB</sup>	52,85±0,75
1	53,20±0,84	52,07±0,97 <sup>AB</sup>	53,78±0,77 <sup>BC</sup>	54,00±0,74 <sup>AB</sup>	53,26±0,87
3	51,54±0,58	51,27±1,03 <sup>AB</sup>	53,16±0,81 <sup>BC</sup>	52,52±0,86 <sup>B</sup>	52,04±0,94
6	53,78±0,88 <sup>b</sup>	51,30±0,57 <sup>cAB</sup>	56,24±0,49 <sup>aA</sup>	54,90±0,55 <sup>abA</sup>	53,82±0,76 <sup>b</sup>
8	53,96±0,59 <sup>a</sup>	50,58±0,58 <sup>bAB</sup>	55,16±0,80 <sup>aAB</sup>	53,80±0,79 <sup>aAB</sup>	53,54±0,77 <sup>a</sup>
10	52,40±0,89 <sup>bc</sup>	50,20±0,82 <sup>cB</sup>	52,46±0,79 <sup>bC</sup>	54,96±0,72 <sup>aA</sup>	53,38±0,38 <sup>ab</sup>
12	54,45±0,56 <sup>b</sup>	50,18±0,97 <sup>cB</sup>	56,78±0,74 <sup>aA</sup>	53,82±0,99 <sup>bB</sup>	53,60±0,68 <sup>b</sup>

A,B ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-c ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Aynı örnek içindeki periyotlar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede, kontrol grubu ile kekik yağı içeren TH ve ORT gruplarında L\* (parlaklık) değerinin depolama süresince önemli bir değişim göstermediği gözlenmiştir.(p>0,05). Kekik yağı içermeyen yenilebilir filmle kaplanan ISP grubu ile kekik yağı içeren OR grubunda L\* değerinin başlangıç değeri ile son periyot arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). L\* değeri, aynı periyot içinde örneklerdeki değişim açısından incelendiğinde, ISP grubu depolama boyunca diğer tüm gruplardan daha düşük L\* değeri gösterirken 6. günden sonra istatistiksel olarak farklı L\* değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.



Yapılan renk analizleri sonunda a\*(kırmızılık) değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince CIE a\*(kırmızılık) değerleri

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	20,44±0,58 <sup>AB</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>
1	20,44±0,58 <sup>AB</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>	20,44±0,58 <sup>A</sup>
3	19,42±0,59 <sup>aABC</sup>	18,13±0,54 <sup>abcB</sup>	17,38±0,69 <sup>bcB</sup>	16,87±0,32 <sup>cB</sup>	18,64±0,63 <sup>abB</sup>
6	20,45±0,80 <sup>aAB</sup>	17,48±0,4 <sup>bBC</sup>	12,87±0,32D <sup>dE</sup>	14,31±0,31 <sup>dC</sup>	15,81±0,63 <sup>cC</sup>
8	18,84±0,51 <sup>aBC</sup>	16,32±0,47 <sup>bC</sup>	14,19±0,65 <sup>cCD</sup>	13,83±0,44 <sup>cC</sup>	14,22±0,21 <sup>cDE</sup>
10	20,62±0,46 <sup>aA</sup>	17,22±0,56 <sup>bBC</sup>	14,77±0,73 <sup>cC</sup>	14,22±0,35 <sup>cC</sup>	15,21±0,80 <sup>cCD</sup>
12	17,98±0,41 <sup>aC</sup>	17,15±0,87 <sup>aBC</sup>	11,31±0,52 <sup>cE</sup>	11,91±0,32 <sup>bcD</sup>	13,03±0,41 <sup>bE</sup>

A-D ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-c → : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

Aynı örnek içindeki periyotlar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede, a\*(kırmızılık) değerinin tüm gruplarda depolama süresince önemli ölçüde düşüş gösterdiği saptanmıştır (p<0,05). Fakat kontrol grubu ile kekik yağı içermeyen izole soya proteini bazlı yenilebilir film ile ambalajlanmış kıyma olan ISP grubuna ait a\* değerlerindeki azalma diğer gruplara göre nispeten daha az olmuştur. Depolama süresi, özellikle et ve et ürünlerinin a\* değerini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Cannon *et al.* (1996), perakende halde satılan taze domuz etinde a\* değerinin 3 gün sonra düştüğünü rapor ederken, Zhu and Brewer (1998), yine domuz etinin perakende satışı esnasında ilk gün a\* değerinin yükseldiğini daha sonra aşamalı olarak düştüğünü

ve 4. günde en düşük seviyelerde ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Buradaki a\* değerindeki azalmanın da sıcaklık, ışık, metal iyonları gibi çevresel faktörlerden dolayı metmiyoglobinin oksidasyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Kannan *et al.* (2001)'in yaptıkları bir diğer çalışmada ise; et rengi ile lipit oksidasyonu arasında yakın bir ilişki olduğunu bulmuşlar ve et renginin lipit oksidasyonundaki artışla beraber kırmızıdan sapma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Böylelikle, metmiyoglobin yüzdesi ile hem a\* hem de renk berraklığı değerleri arasında negatif bir korelasyon olduğunu ve metmiyoglobindeki dönüşüm oranı arttıkça a\* değerinin azaldığını bulmuşlardır.

Tüm periyotlar boyunca örnekler arasındaki a\* değeri incelendiğinde yine başlangıca göre, kekik yağı içermeyen kontrol grubu ve ISP grubu ile kekik yağı içeren OR, TH, ORT grupları arasındaki fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bunun nedeninin, kekik yağı içeren yenilebilir filmin oksijen bariyerleme özelliğinin yüksek olması ve ortamda var olan az miktardaki oksijenin ise aerobik bakterilerce kullanılmasının ardından miyoglobinin parlak kırmızı renginin, oksimiyoglobine dönüşüm oranı azalmakta ve böylece a\* değeri de diğer gruplara göre daha düşük olmaktadır.

Yapılan renk analizleri sonunda bir diğer renk parametresi olan b\*(sarılık) değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince CIE b\*(sarılık) değerleri

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	13,97±0,18 <sup>A</sup>	13,97±0,18 <sup>A</sup>	13,97±0,18 <sup>A</sup>	13,97±0,18 <sup>A</sup>	13,97±0,18 <sup>A</sup>
1	10,41±0,21 <sup>C</sup>	10,10±0,35 <sup>B</sup>	10,40±0,50 <sup>B</sup>	10,42±0,40 <sup>B</sup>	10,40±0,25 <sup>BC</sup>
3	10,39±0,038 <sup>C</sup>	10,03±0,43 <sup>B</sup>	10,49±0,51 <sup>B</sup>	10,10±0,22 <sup>BC</sup>	10,75±0,23 <sup>B</sup>
6	11,53±0,68 <sup>aB</sup>	8,97±0,37 <sup>bcC</sup>	8,90±0,23 <sup>cC</sup>	9,65±0,29 <sup>bcBCD</sup>	9,96±0,19C <sup>bD</sup>
8	10,55±0,44 <sup>aBC</sup>	9,04±0,33 <sup>cC</sup>	10,13±0,25 <sup>abB</sup>	9,40±0,21 <sup>bcCD</sup>	9,54±0,22 <sup>bcD</sup>
10	11,03±0,38 <sup>aBC</sup>	10,24±0,31 <sup>aB</sup>	10,46±0,23 <sup>aB</sup>	10,13±0,35 <sup>aBC</sup>	10,17±0,38 <sup>aBCD</sup>
12	10,11±0,27 <sup>aC</sup>	8,79±1,18 <sup>cC</sup>	8,96±0,24 <sup>bcC</sup>	9,12±0,16 <sup>bcD</sup>	9,65±0,19 <sup>abD</sup>

A-D ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

a-c ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

\* Ortalama ± standart hata

b\* (sarılık) değeri incelendiğinde, aynı örnek içindeki periyotlar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede, başlangıca göre depolama süresince tüm gruplarda önemli ölçüde azalma gözlenmiştir(p<0,05). 12. günde aynı periyot içindeki örnekler arasındaki farklar değerlendirildiğinde, K grubu ile ORT grubu arasındaki fark önemsiz iken, yine K grubu ile ISP, OR ve TH grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

#### 4.1.2.j TBA değeri

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen TBA değerleri mg malonaldehit (MA) / kg örnek olarak Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince TBA değerleri (mg MA / kg örnek)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	1,46±0,09 <sup>AB</sup>	1,46±0,09 <sup>aAB</sup>	1,46±0,09 <sup>aA</sup>	1,46±0,09 <sup>aA</sup>	1,46±0,09 <sup>aA</sup>
1	1,19±0,06 <sup>aAB</sup>	1,11±0,17 <sup>aAB</sup>	0,60±0,26 <sup>bC</sup>	0,98±0,06 <sup>abBC</sup>	1,15±0,12 <sup>aAB</sup>
3	1,39±0,22 <sup>AB</sup>	1,28±0,21 <sup>AB</sup>	1,05±0,19 <sup>AB</sup>	1,00±0,23 <sup>BC</sup>	1,11±0,18 <sup>AB</sup>
6	1,07±0,11 <sup>Ab</sup>	0,99±0,07 <sup>abB</sup>	0,78±0,04 <sup>bBC</sup>	0,82±0,04 <sup>bC</sup>	0,90±0,07 <sup>abB</sup>
8	1,44±0,23 <sup>AB</sup>	1,44±0,35 <sup>AB</sup>	1,16±0,18 <sup>AB</sup>	1,23±0,21 <sup>ABC</sup>	1,09±0,20 <sup>AB</sup>
10	1,60±0,21 <sup>A</sup>	1,32±0,09 <sup>AB</sup>	1,18±0,15 <sup>AB</sup>	1,23±0,18 <sup>ABC</sup>	1,16±0,15 <sup>AB</sup>
12	1,43±0,20 <sup>AB</sup>	1,60±0,05 <sup>A</sup>	1,38±0,07 <sup>A</sup>	1,30±0,15 <sup>ABC</sup>	1,30±0,19 <sup>AB</sup>

A-C ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
a-b ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
Ortalama ± standart hata

Başlangıçta kıymanın 1,46 mg MA/kg örnek olarak belirlenen TBA değeri muameleden sonraki periyotlarda tüm gruplarda düşerek, K, ISP, OR, TH ve ORT gruplarında sırasıyla, 1,19, 1,11, 1,05, 0,98 ve 1,15 mg MA/kg örnek değerlerine ulaşmıştır. Ancak, TBA değerinde 1. günde gözlenen bu düşüş, TH grubu hariç önemli bulunmamıştır (p>0,05). İstatistiksel olarak önemli olmasa da, depolamanın ilerleyen periyotlarında kekik uçucu yağlarını içeren filmlerle ambalajlanan kıymaların TBA değerlerinin K ve ISP gruplarının TBA değerlerinden düşük olduğu gözlenmiştir. Kekik uçucu yağlarının polar ortamlarda çözünürlüklerinin düşük olduğu, bu nedenle antioksidan aktivitelerinin de polar ortamlarda daha düşük düzeylerde olabileceği Rocha-Guzman *et al.* (2007)

tarafından bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan kıyma, yaklaşık %58 su içeriğine sahip, polaritesi de nispeten yüksek bir materyaldir. Film formülasyonuna dahil edilen OR, TH ve ORT uçucu yağlarının ürüne göçünün polar ortamlarda daha düşük çözünürlük göstermelerinden dolayı düşük düzeyde olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, Oussallah *et al.* (2004) %1 oregano uçucu yağı ilave ettikleri peyniraltı suyu proteini bazlı yenilebilir filmlerin dilimlenmiş sığır etleri üzerine uygulanması sonucu 4°C’de depolama süresince lipit oksidasyonunu tiyobarbütirik asit reaktiflerini (TBARS) tespit ederek gözlemişler ve oregano içeren filmlerin lipit oksidasyonunu geciktirici etkisi olduğunu saptamışlardır. Ancak, bu çalışmada ve Oussallah *et al.* (2004) tarafından yapılan çalışmada kullanılan ham madde farklılık göstermektedir. Kıymanın dilimlenmiş ete göre daha karmaşık bir sistem olduğu açıktır.

Kekik uçucu yağlarının film materyaline değil de direkt ürüne uygulanmasına yönelik yapılan çalışmalarda, et ve ürünlerinde lipit oksidasyonunu geciktirici etki saptanmıştır. Abd El-Alim *et al.* (1999) farklı tür kuru baharatın ve bu baharatın etanol ekstraktlarının tavuk etine ilavesinin depolama stabilitesine etkilerini araştırmışlardır. Çeşitli kuru baharatla muamele edilen 6 ay donmuş olarak depolanan tavuk etlerinin TBA değerlerinde %32 ile %83 oranlarında azalma saptanmıştır. Mercanköşk, yabancı mercanköşk ve kimyon en etkili kuru baharat olmuştur. Aynı baharatın etanol ekstraktları TBA değerini yaklaşık %20-27 düzeyinde azaltıcı etki göstermiştir.

Botsoglou *et al.* (2003b) yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda kekik uçucu yağı veya  $\alpha$ -tokoferol asetat ilave edilen yemlerle beslenen etlik piliçlerin göğüs ve but etlerindeki malondialdehit düzeylerini incelemişler yemlere gerek kekik uçucu yağı ve gerekse  $\alpha$ -tokoferol asetat ilavesinin, kesimden sonra elde edilen etlerde TBA değerini önemli düzeyde düşürdüğünü saptamışlardır. Kekik uçucu yağı ve vitamin E’nin 1:1 oranında karışım halinde kullanılmasının antioksidan etkiyi daha da artırdığını, bu nedenle kekik uçucu yağı ile vitamin E arasında sinerjik bir etki bulunduğunu belirtmişlerdir. Yine, Sanchez-Escalante *et al.* (2003a), %0,02 ve %0,1 oranında oregano ekstraktı ilave ettikleri sığır patilerinde, her iki oranda da TBARS konsantrasyonlarının kontrol örneklerine göre düşük olduğu, ancak %0,1 oranındaki oregano ekstraktı uygulamasının TBARS konsantrasyonunu önemli ölçüde düşürdüğünü belirtmişlerdir. Yapılan başka

bir çalışmada ise Fasseas *et al.* (2008) domuz ve sığır eti örneklerine oregano ve adaçayı yağları ilave ettikten sonra homojenize etmişler ve 4°C’de 12 gün depolamışlar; sonuçta, her iki uçucu yağ ile muamele edilmiş etlerin TBA değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu, ayrıca, oregano uçucu yağının lipid oksidasyonunu kontrol altına almada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4.1.2.k Serbest yağ asitliği

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen serbest yağ asitliği (SYA) değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince SYA değerleri (% oleik asit)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	1,32±0,07 <sup>aC</sup>	1,32±0,07 <sup>ab</sup>	1,32±0,07 <sup>ab</sup>	1,32±0,07 <sup>aCD</sup>	1,32±0,07 <sup>aC</sup>
1	0,80±0,06 <sup>cd</sup>	0,75±0,04 <sup>cd</sup>	0,73±0,05 <sup>cd</sup>	1,41±0,05 <sup>abc</sup>	1,00±0,02 <sup>be</sup>
3	0,82±0,05 <sup>cd</sup>	0,94±0,01 <sup>abc</sup>	1,00±0,04 <sup>abc</sup>	1,34±0,08 <sup>ad</sup>	1,18±0,02 <sup>abd</sup>
6	1,25±0,02 <sup>bc</sup>	1,26±0,04 <sup>bb</sup>	1,38±0,05 <sup>ab</sup>	1,22±0,03 <sup>bd</sup>	1,21±0,03 <sup>bcd</sup>
8	1,33±0,09 <sup>bc</sup>	1,36±0,02 <sup>abb</sup>	1,40±0,02 <sup>abb</sup>	1,39±0,03 <sup>abc</sup>	1,48±0,01 <sup>ab</sup>
10	1,58±0,10 <sup>abB</sup>	1,39±0,05 <sup>bb</sup>	1,74±0,06 <sup>aA</sup>	1,58±0,06 <sup>abB</sup>	1,61±0,05 <sup>aA</sup>
12	2,02±0,07 <sup>aA</sup>	1,82±0,06 <sup>ba</sup>	1,73±0,07 <sup>bcA</sup>	1,73±0,04 <sup>bcA</sup>	1,65±0,03 <sup>ca</sup>

- A-E ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
a-c → : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
• Ortalama ± standart hata

Başlangıç kıyma örneğinde % oleik asit (OA) olarak belirlenen SYA, TH grubu hariç tüm gruplarda muamelenin 1. gününde düşüş göstererek, K, ISP, OR ve ORT gruplarında sırasıyla, %0,80, 0,75, 0,73 ve 1,00 OA değerlerine ulaşmıştır ( $p<0,05$ ). Aynı grup içindeki periyotlar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede, tüm gruplarda 12 gün depolama sonucu SYA değerlerinin istatistik olarak önemli oranda arttığı belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Başlangıç periyodu ve son periyot değerlendirildiğinde, tüm gruplar içinde en büyük artış K grubuna ait kıymaların SYA değerlerinde görülmüş, 12. günde K grubunda SYA değerinin (%2,02 OA), ISP (%1,82 OA), OR (%1,73 OA), TH (%1,73 OA) ve ORT (%1,65 OA) gruplarından önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır.

#### **4.1.2.1 Peroksit değeri**

Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen peroksit değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir.

TBA ve SYA değerlerine benzer şekilde peroksit değerleri de başlangıç değerine (5,66 miliekivalan (ME) O<sub>2</sub>/kg yağ) göre düşüş göstermiş ( $p<0,05$ ) ve K, ISP, OR, TH ve ORT gruplarında sırasıyla, 4,61, 3,58, 2,68, 2,39 ve 4,81 ME O<sub>2</sub>/kg yağ olarak belirlenmiştir. K grubunun peroksit değerleri, 1. 3. ve 10. günlerde, yenilebilir filmlerle muamele edilen grupların peroksit değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Abd El-Alim *et al.* (1999) domuz köftelerine çeşitli baharatın (adaçayı, kekik, fesleğen ve zencefil) etanol ekstraktlarını eklemişler ve buzdolabı koşullarında (4°C) 7 gün depolamışlardır. Baharat içeren grupların tümünde peroksit sayısı değerlerinde bir düşme sağlanmıştır.

Çalışmadan elde edilen depolama süresince genel olarak dalgalanmalar gösteren peroksit değerleri incelendiğinde, kekik uçucu yağlarının lipit peroksidasyonu üzerine etkileri hakkında bir sonuca varmanın mümkün olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.17 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince peroksit değerleri (miliekivalan O<sub>2</sub>/kg yağ)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	5,66±0,13 <sup>aA</sup>	5,66±0,13 <sup>aA</sup>	5,66±0,13 <sup>aA</sup>	5,66±0,13 <sup>aA</sup>	5,66±0,13 <sup>aA</sup>
1	4,61±0,13 <sup>aB</sup>	3,58±0,14 <sup>bc</sup>	2,68±0,19 <sup>cED</sup>	2,39±0,18 <sup>cCD</sup>	4,81±0,27 <sup>aB</sup>
3	4,37±0,19 <sup>bb</sup>	2,84±0,03 <sup>cdD</sup>	3,29±0,06 <sup>cCD</sup>	2,74±0,06 <sup>dC</sup>	5,11±0,35 <sup>aAB</sup>
6	4,02±0,15 <sup>bcBC</sup>	4,57±0,15 <sup>abB</sup>	4,37±0,34 <sup>bb</sup>	3,48±0,15 <sup>cB</sup>	5,09±0,19 <sup>aAB</sup>
8	3,65±0,26 <sup>abC</sup>	3,29±0,14 <sup>abC</sup>	3,78±0,42 <sup>abC</sup>	2,38±0,13 <sup>cCD</sup>	2,97±0,13 <sup>bcC</sup>
10	4,41±0,12 <sup>aB</sup>	2,03±0,22 <sup>bcE</sup>	2,34±0,12 <sup>bcEF</sup>	1,95±0,15 <sup>bcE</sup>	1,76±0,11 <sup>cD</sup>
12	2,33±0,40 <sup>bd</sup>	3,60±0,14 <sup>aC</sup>	1,71±0,38 <sup>bcF</sup>	2,22±0,19 <sup>bDE</sup>	1,28±0,09 <sup>cD</sup>

A-F ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
a-d ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).  
• Ortalama ± standart hata

#### 4.1.2.m Oksidatif stabilite

Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların yağında soğuk depolama (4°C) süresince 0., 1., 6. ve 12. günlerde belirlenen oksidatif stabilite değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.



Çizelge 4.18 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların yağında soğuk depolama (4°C) süresince oksidatif stabilite (ransimat)\* değerleri

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	13,81±1,26 <sup>aA</sup>	13,81±1,26 <sup>aA</sup>	13,81±1,26 <sup>D</sup>	13,81±1,26 <sup>aC</sup>	13,81±1,26 <sup>aD</sup>
1	5,22±0,14 <sup>cC</sup>	7,10±0,04 <sup>cB</sup>	27,39±2,37 <sup>aC</sup>	30,79±0,10 <sup>aB</sup>	19,94±0,05 <sup>bC</sup>
6	8,38±0,12 <sup>dB</sup>	16,01±2,24 <sup>cA</sup>	66,66±0,10 <sup>aA</sup>	60,91±0,04 <sup>bA</sup>	67,38±0,15 <sup>aA</sup>
12	7,33±0,31 <sup>bBC</sup>	5,19±0,32 <sup>bB</sup>	42,97±3,34 <sup>aB</sup>	34,30±4,18 <sup>aB</sup>	36,88±0,02 <sup>aB</sup>

\* İndüksiyon periyodu (saat).

A-D  $\Downarrow$ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a-d  $\Rightarrow$ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\* Ortalama  $\pm$  standart hata.

Oksidatif stabilite, 3, 8, ve 10. günlerde uygun yağ örneği temininde yaşanan sorunlar nedeniyle belirlenememiş, sadece 0., 1., 6. ve 12. günlere ait sonuçlar değerlendirilmiştir. Buna göre, OR, TH ve ORT gruplarından elde edilen yağlarda indüksiyon periyodu 1., 6. ve 12. günlerde K ve ISP gruplarından önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bu da yenilebilir filmlere eklenen mercanköşk ve bahçe kekiği uçucu yağlarının oksidatif stabiliteyi artırdığını göstermektedir. Uçucu yağ içeren yenilebilir filmler kendi aralarında kıyaslandığında 1. günde OR ve TH grupları indüksiyon periyoduna bağlı olarak benzer ( $p>0,05$ ) oksidatif stabilite gösterirken, ORT grubunun oksidatif stabilitesinin bu iki gruba göre daha düşük ( $p<0,05$ ) değerlerde olduğu saptanmıştır. Uçucu yağ eklenen filmlerle ambalajlanan yağların oksidatif stabilite değerlerinin 1. güne kıyasla 6. günde OR ve TH grubunda yaklaşık 2 kat, ORT grubunda ise 3 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağ ilave edilmiş grupların oksidatif stabilitelerinde 12. günde 6. günle karşılaştırıldığında bir düşüş ( $p<0,05$ ) kaydedilmiş ve bu periyotta, üç grup arasında oksidatif stabilite açısından önemli bir fark olmadığı saptanmıştır ( $p>0,05$ ). Elde edilen sonuçlar, çalışmada yenilebilir filme ilave edilen mercanköşk ve bahçe kekiği uçucu yağlarının, kıyma yağlarında Ransimat cihazıyla ölçülen oksidatif stabiliteyi artırdığını, dolayısıyla antioksidatif etkiye sahip olduklarını

göstermektedir. Benzer şekilde, Flachowsky *et al.* (1997) domuz yağlarına ilave edilen antioksidan maddelerin indüksiyon periyodunu önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Ahn *et al.* (2008) ise biberiye, brokoli ve sitrus meyvelerinden elde edilen doğal bitki ekstraktlarının mikroenkapsüle edilmiş ayçiçeği yağında indüksiyon periyodunu artırdığını saptamışlardır.

#### 4.1.2.n Toplam sülfidril miktarı

Mikrosomal membranların temel bileşenleri olan ve birçok biyokimyasal reaksiyonda rol alan proteinlerin oksidasyonunun incelenmesi ürün kalitesi açısından önemlidir. Protein oksidasyonunun değerlendirilmesinde serbest -SH gruplarının miktarının belirlenmesi yaygın bir yöntemdir (Batifoulier *et al.* 2002). Yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen toplam serbest sülfidril (-SH) değerleri  $\mu\text{mol} -\text{SH}/\text{g}$  protein olarak Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Başlangıçta 0,18  $\mu\text{mol}/\text{g}$  protein olan -SH değeri 1. ve 3. gün tüm gruplarda bir önceki periyoda göre önemli ölçüde artış ( $p<0,05$ ) göstererek, 3. gün K, ISP, OR, TH ve ORT gruplarında sırasıyla 0,49, 0,42, 0,46, 0,47 ve 0,44  $\mu\text{mol}/\text{g}$  protein değerlerine ulaşmıştır. K, ISP, OR ve TH gruplarında 3. günden sonra, ORT'de ise 6. günden sonra -SH miktarında azalış ( $p<0,05$ ) gözlenmiştir. Kıyma örneklerinde -SH miktarında zamana bağlı olarak gözlenen bir azalışının nedeninin, -SH gruplarının protein oksidasyonunda primer reaksiyon ürünlerinin stabilizasyonunda kullanılması olduğu tahmin edilmektedir. Oksidasyon sonucu -SH grupları disüflitlere dönüşerek, disüflit miyosin çapraz bağları oluşmakta ve bir polimerleşme ortaya çıkmaktadır (Batifoulier *et al.* 2002, Thanonkaew *et al.* 2006). Gruplararası bir değerlendirme yapıldığında, genel olarak yenilebilir film ve kekik uçucu yağlarının -SH grupları üzerine önemli bir etki yapmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.19 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince -SH değerleri (µmol -SH/g protein)

Depolama Periyodu (gün)	Örnek				
	K	ISP	OR	TH	ORT
0	0,18±0,01 <sup>aD</sup>	0,18±0,01 <sup>aC</sup>	0,18±0,01 <sup>aE</sup>	0,18±0,01 <sup>aE</sup>	0,18±0,01 <sup>aC</sup>
1	0,29±0,01 <sup>bBCD</sup>	0,26±0,01 <sup>cBC</sup>	0,31±0,01 <sup>bBC</sup>	0,37±0,01 <sup>aB</sup>	0,32±0,01 <sup>bB</sup>
3	0,49±0,11 <sup>A</sup>	0,42±0,06 <sup>A</sup>	0,46±0,03 <sup>A</sup>	0,47±0,01 <sup>A</sup>	0,44±0,03 <sup>A</sup>
6	0,35±0,02 <sup>bBC</sup>	0,30±0,01 <sup>bcB</sup>	0,36±0,02 <sup>bB</sup>	0,28±0,03 <sup>cD</sup>	0,45±0,03 <sup>aA</sup>
8	0,32±0,01 <sup>bBC</sup>	0,31±0,01 <sup>bcB</sup>	0,27±0,01 <sup>cCD</sup>	0,39±0,03 <sup>aB</sup>	0,33±0,01 <sup>bB</sup>
10	0,27±0,00 <sup>bcCD</sup>	0,29±0,01 <sup>bcB</sup>	0,25±0,01 <sup>cD</sup>	0,34±0,02 <sup>aBC</sup>	0,29±0,01 <sup>bB</sup>
12	0,39±0,02 <sup>aAB</sup>	0,30±0,02 <sup>bB</sup>	0,32±0,02 <sup>bB</sup>	0,31±0,02 <sup>bCD</sup>	0,33±0,01 <sup>bB</sup>

A-D ↓ : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-c ⇨ : Aynı periyot içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

#### 4.1.2.o Duyusal değerlendirme

Gıdaların kalite ve besleyiciliğinin yanı sıra, ürünlerin duyuşal olarak da tüketiciye hitab etmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada, kekik yağı içeren yenilebilir film uygulamasının ürün duyuşal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan duyuşal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanmış kıymaların duyuşal değerlendirme puanları

	K	ISP	OR	TH	ORT
<b>Görünüş</b>	6,94±0,23 <sup>a</sup>	7,16±0,18 <sup>a</sup>	7,00±0,22 <sup>a</sup>	6,94±0,27 <sup>a</sup>	6,88±0,25 <sup>a</sup>
<b>Renk</b>	7,05±0,20 <sup>a</sup>	7,16±0,20 <sup>a</sup>	7,00±0,19 <sup>a</sup>	6,88±0,25 <sup>a</sup>	7,11±0,21 <sup>a</sup>
<b>Koku</b>	7,50±0,24 <sup>a</sup>	7,33±0,25 <sup>ab</sup>	6,05±0,39 <sup>c</sup>	6,50±0,28 <sup>bc</sup>	6,05±0,39 <sup>c</sup>
<b>Lezzet</b>	7,11±0,30 <sup>a</sup>	6,94±0,33 <sup>a</sup>	4,77±0,29 <sup>b</sup>	5,23±0,45 <sup>b</sup>	5,06±0,34 <sup>b</sup>
<b>Yapı</b>	6,61±0,28 <sup>ab</sup>	6,83±0,21 <sup>a</sup>	6,38±0,20 <sup>ab</sup>	6,16±0,28 <sup>ab</sup>	6,11±0,26 <sup>b</sup>
<b>Genel</b>	7,19±0,31 <sup>a</sup>	7,05±0,28 <sup>a</sup>	5,69±0,27 <sup>b</sup>	5,61±0,36 <sup>b</sup>	5,27±0,31 <sup>b</sup>

a, b  $\Rightarrow$  : Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ )  
1: son derece kötü, 9: mükemmel

Koku ve lezzet parametreleri değerlendirildiğinde, kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanan OR, TH ve ORT grupları, koku için sırasıyla 6.05, 6.50, 6.05 puan lezzet için ise yine sırasıyla 4.77, 5.23, 5.06 puan alarak K ve ISP gruplarına göre daha az beğenilmiştir. Kekik yağını içeren ve içermeyen gruplar içinde koku ve lezzet parametreleri arasındaki farkın da istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ).

Örnekler yapı açısından değerlendirildiğinde, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Renk ve görünüş olarak tüm gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir ( $p > 0,05$ ). Tüm gruplar için genel değerlendirme puanlarının birbirine yakın olduğu ancak aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ). OR, TH ve ORT grupları K ve ISP gruplarına kıyasla daha düşük puanlar almış olmasına rağmen puanlar kabul edilebilir düzeylerde kalmıştır.

## 4.2. Patojen Bakterileri İnhibisyon Testi Sonuçları

Patojen bakterileri inhibisyonu testi sonuçları sırasıyla *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* için Çizelge 4.21, Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Farklı konsantrasyonlarda (%1, 2 ve 3) kekik yağları içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların sığır etlerinde soğuk muhafaza boyunca (4°C’de 4 gün) *E. coli* O157:H7 üzerine inhibisyon etkisi\*

Örnek	Başlangıç	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
K	5.15±0.02 B	5.23±0.09 aB	5.32±0.12 aB	5.53±0.06 aAB	5.84±0.24 aA
ISP	5.15±0.02 B	5.06±0.05 aB	5.11±0.05 abB	5.15±0.05 bB	5.52±0.00 aA
OR-1	5.15±0.02 A	4.14±0.14 bB	4.07±0.05 dcB	4.06±0.05 dB	4.35±0.07 bB
OR-2	5.15±0.02 A	3.80±0.18 bB	3.81±0.15 dcB	3.45±0.07 fB	3.63±0.17 cbB
OR-3	5.15±0.02 A	3.82±0.10 bB	3.69±0.18dcB	3.58±0.09 efB	3.41±0.15 cB
TH-1	5.15±0.02 AB	3.97±0.16 bB	4.37±0.18 bcBA	4.59±0.05 BA <sub>c</sub>	4.34±0.41 bB
TH-2	5.15±0.02 A	4.03±0.10 bB	3.71±0.40 dcB	3.83±0.25 edB	3.81±0.35 cbB
TH-3	5.15±0.02 A	3.80±0.12 bB	3.54±0.37 dB	3.58±0.06 efB	3.88±0.24 cbB

A-D  $\Rightarrow$  Aynı örnek içinde günler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a-c  $\Downarrow$  : Aynı gün içinde örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\* Ortalama  $\pm$  standart hata

ISP kaplama uygulamasının 3 bakteri grubunda da herhangi bir inhibisyon etkisi gözlenmemiştir. Genel olarak, tüm bakteri grupları için, kaplamalarda gerek OR ve gerekse TH konsantrasyonu farklı bir inhibisyon etkisi göstermemiştir. Kaplama uygulanmayan kontrol örneklerinde *L. monocytogenes* dışında zamana bağlı olarak önemli ölçüde bir artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). OR ve TH üç bakteri için de inhibitör etki göstermiştir.

Çizelge 4.22 Farklı konsantrasyonlarda (%1, 2 ve 3) kekik yağları içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların sığır etlerinde soğuk muhafaza boyunca (4°C’de 4 gün) *S. aureus* üzerine inhibisyon etkisi

Örnek	Başlangıç	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
K	5.20±0.12	5.21±0.12 a	5.25±0.09 a	5.27±0.10 a	5.31±0.08 a
ISP	5.20±0.12	5.02±0.01 a	5.05±0.02 a	5.14±0.02 a	5.16±0.02 a
OR-1	5.20±0.12 A	4.29±0.08 bB	4.14±0.10 bB	4.12±0.00 bB	4.08±0.03 cB
OR-2	5.20±0.12 A	4.19±0.03 bB	4.08±0.03 bCB	4.04±0.01 bCB	3.96±0.03 dcC
OR-3	5.20±0.12 A	4.16±0.03 bB	4.04±0.00 bB	3.97±0.14 bB	3.89±0.02 dcB
TH-1	5.20±0.12 A	4.47±0.26 bB	4.14±0.01 bB	4.18±0.18 bB	4.37±0.02 bB
TH-2	5.20±0.12 A	4.23±0.21 bB	4.11±0.18 bB	3.94±0.07 bB	3.90±0.04 dcB
TH-3	5.20±0.12 A	4.09±0.04 bB	3.94±0.08 bB	4.01±0.25 bB	3.82±0.17 dB

A-D  $\Rightarrow$  : Aynı örnek içinde günler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a-c  $\Downarrow$  : Aynı gün içinde örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\* Ortalama ± standart hata

Çizelge 4.23 Farklı konsantrasyonlarda (%1, 2 ve 3) kekik yağları içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların sığır etlerinde soğuk muhafaza boyunca (4°C’de 4 gün) *L. monocytogenes* üzerine inhibisyon etkisi

Örnek	Başlangıç	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
K	4.67±0.02 BA	4.60±0.12 aB	4.67±0.09 aBA	4.78±0.05 aBA	4.94±0.09 aA
ISP	4.67±0.02	4.26±0.25 ab	4.38±0.08 a	4.41±0.07 a	4.82±0.21 a
OR-1	4.67±0.02A	3.66±0.28 bcB	3.67±0.02 bB	3.31±0.23 cbB	3.44±0.69 bB
OR-2	4.67±0.02A	3.42±0.17 dcB	3.36±0.00 cbB	3.38±0.07 cbB	3.09±0.54 bB
OR-3	4.67±0.02A	2.96±0.30 dB	3.03±0.13 cB	2.99±0.18 cB	3.08±0.08 bB
TH-1	4.67±0.02A	3.42±0.24 dcB	3.36±0.17 cbB	3.40±0.10 bB	3.50±0.16 bB
TH-2	4.67±0.02A	3.69±0.03 bcB	3.40±0.01 cbC	3.08±0.08 cbD	2.80±0.06 bE
TH-3	4.67±0.02A	3.13±0.01 dcB	3.44±0.31 cbB	3.20±0.05 cbB	3.01±0.14 bB

A-D  $\Rightarrow$  : Aynı örnek içinde günler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a-c  $\Downarrow$  : Aynı gün içinde örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\* Ortalama ± standart hata

### 4.3 Likopen İçeren Soya Bazlı Yenilebilir Filmlerin Antioksidan Etkileri

#### 4.3.1 Hammaddenin kimyasal bileşimi

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların nem, protein, yağ ve kül (%) olarak belirlenen kimyasal bileşimleri Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların nem, protein, yağ ve kül içerikleri \*

Örnek**	Nem	Yağ	Protein	Kül
K	54,99±0,36 <sup>ab</sup>	24,02±0,35 <sup>abc</sup>	20,06±0,48 <sup>c</sup>	0,94±0,30
ISP	53,12±0,27 <sup>c</sup>	23,27±0,26 <sup>bc</sup>	22,70±0,17 <sup>a</sup>	0,90±0,11
L-2500	55,43±0,98 <sup>ab</sup>	23,36±0,40 <sup>bc</sup>	20,30±0,69 <sup>c</sup>	0,91±0,02
L-5000	56,11±0,41 <sup>a</sup>	23,34±0,44 <sup>bc</sup>	19,66±0,20 <sup>c</sup>	0,89±0,03
L-7500	56,07±0,42 <sup>a</sup>	23,39±0,09 <sup>abc</sup>	19,64±0,34 <sup>c</sup>	0,89±0,03
F-1	53,11±0,48 <sup>c</sup>	24,32±0,27 <sup>a</sup>	21,60±0,38 <sup>ab</sup>	0,96±0,06
F-2	52,39±0,15 <sup>c</sup>	24,28±0,24 <sup>ab</sup>	22,51±0,34 <sup>a</sup>	0,83±0,27
F-3	52,21±0,16 <sup>b</sup>	23,66±0,43 <sup>abc</sup>	21,63±0,38 <sup>bc</sup>	1,05±0,02

\* Ortalama ± standart hata

\*\* K, kontrol; L1, L2 ve L3 sırasıyla 2500, 5000 ve 7500 ppm likopen ilave edilmiş örnekler; ISP, F1, F2 ve F3 sırasıyla %0, 1, 2 ve 3 likopen içeren soya bazlı filmlerle ambalajlanmış örnekler

<sup>a-c</sup> Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

%55,43-54,99 arasında belirlenen K ve likopen ilave edilmiş grupların nem içerikleri arasında önemli fark bulunmazken (p>0,05), yenilebilir film uygulanmış örneklerde nem içeriklerinin (%52,21-53,12 arasında) film uygulanmayan gruplara göre önemli ölçüde düşük olduğu

saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Filmle muamele edilmiş gruplarda belirlenen düşük nem içeriğinin, örnek yüzeyine uygulanan yenilebilir filmlerin örnek içindeki nemi bir miktarı absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır. En düşük ve en yüksek yağ içerikleri %23,27 ve %24,32 değerleri ile sırasıyla ISP ve F-1 gruplarında belirlenmiş, F-1 grubu ISP, L-2500 ve L-5000 gruplarından önemli ölçüde yüksek yağ içeriğine sahip olmuştur ( $p < 0,05$ ). Film uygulanmış grupların protein içerikleri (%21,63-22,70 arasında), film uygulanmayanların protein içeriklerinden (%19,64-20,30 arasında) daha yüksek düzeyde bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Örneklerin %0,83-1,05 değerleri arasında belirlenen kül içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 10580 numaralı "Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş" standardına göre çiğ hamburger köftesinin nem oranı en çok %65, protein oranı en az %12 ve yağ oranı en fazla %25 olmalıdır (Anonim 2002). Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ'e (Tebliğ No: 2007/28) göre ise dana kıymasının yağ içeriğinin en çok %20 olması gerekmektedir (Anonim 2007). Çalışmada, Bu değerler, TS standartlarında sığır kıyması için belirlenen sınır değerler içinde bulunmuştur. Ancak, ham maddenin yağ içeriği, Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ'de (Tebliğ No: 2007/28) belirtilen miktardan daha yüksektir.

#### **4.3.2 Yenilebilir filmlerin kalınlık değerleri**

Kıymalara uygulanan ve likopen içeren ve içermeyen soya bazlı yenilebilir film gruplarının kalınlık değerleri Çizelge 4.25'de verilmiştir. Çalışmada likopen ilave edilmemiş (ISP) filmler için ortalama 0,181 mm olarak belirlenen kalınlık değeri, sadece %3 likopen ilave edilmiş film (F-3) kalınlığı (0,208 mm) ile farklılık göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Filmlere ilave edilen likopen konsantrasyonu arttıkça film kalınlıklarında da bir artış gözlenmiş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Ko *et al.* (2001) ticari soya protein izolatı bazlı yenilebilir filmlere nisin ilavesiyle, kontrolde 0,156 mm olarak belirlenen film kalınlığının nisin ilave edilmiş filmlerde 0,169 mm'ye yükseldiğini saptamışlardır. Kodal (2007) soya bazlı yenilebilir



Çizelge 4.25 Farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmlerin kalınlık değerleri (mm)\*

Örnek kodu	Kalınlık değerleri (mm)
ISP	0,181±0,004 <sup>b</sup>
F-1	0,186±0,003 <sup>ab</sup>
F-2	0,192±0,008 <sup>ab</sup>
F-3	0,208±0,011 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan kalınlık ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

filmlere iki farklı kekik yağı ilave etmiş ve film kalınlıklarının kontrol filminde 0,238 mm, kekik yağı içeren filmlerde ise 0,248-0,262 mm arasında olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, peynir altı suyu proteini bazlı yenilebilir filmlere %1, %2, %3 ve %4 oranında oregano uçucu yağı ilave edilmiş filmlerin kalınlıklarının ortalama 0,246 mm olduğu belirtilmiştir (Seydim and Sarikus 2006). Bu çalışmada elde edilen film kalınlıkları, diğer araştırmacılar (Ko *et al.* 2001, Seydim ve Sarikus 2006 ve Kodal 2007) tarafından belirlenen film kalınlıkları arasında bir değer göstermiştir.

### 4.3.3 pH değeri

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen pH değerleri Çizelge 4.26'te verilmiştir.

Çizelge 4.26 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç **	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	5,82 <sup>B</sup>	5,66 <sup>B</sup>	5,67 <sup>B</sup>	6,27 <sup>AB</sup>	6,57 <sup>A</sup>	6,56 <sup>A</sup>	6,56 <sup>A</sup>
<b>ISP</b>	5,82 <sup>B</sup>	5,76 <sup>B</sup>	5,89 <sup>AB</sup>	6,32 <sup>AB</sup>	6,40 <sup>AB</sup>	6,46 <sup>AB</sup>	6,60 <sup>A</sup>
<b>L-2500</b>	5,82 <sup>BC</sup>	5,65 <sup>C</sup>	5,66 <sup>C</sup>	6,18 <sup>ABC</sup>	6,35 <sup>AB</sup>	6,29 <sup>ABC</sup>	6,55 <sup>A</sup>
<b>L-5000</b>	5,82 <sup>ABC</sup>	5,62 <sup>C</sup>	5,64 <sup>BC</sup>	6,18 <sup>ABC</sup>	6,27 <sup>ABC</sup>	6,28 <sup>AB</sup>	6,45 <sup>A</sup>
<b>L-7500</b>	5,82 <sup>AB</sup>	5,59 <sup>B</sup>	5,63 <sup>B</sup>	6,19 <sup>AB</sup>	6,33 <sup>A</sup>	6,28 <sup>A</sup>	6,36 <sup>A</sup>
<b>F-1</b>	5,82	5,80	5,85	6,19	6,42	6,34	6,37
<b>F-2</b>	5,82	5,78	5,83	6,15	6,37	6,23	6,35
<b>F-3</b>	5,82	5,75	5,83	6,18	6,22	6,25	6,28

ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0. 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen pH değerleri

A-C : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Ortalama ± standart hata

\*\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç pH değeri.

Çalışmada ham madde olarak kullanılan kıymanın pH'sı 5,82 olarak belirlenmiştir. Uygulamayı takiben 1. günde ise örneklerdeki pH değerleri 5,62-5,80 arasında bulunmuş ve gruplar arasında tüm periyotlar boyunca pH değeri açısından önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir (p>0,05). Soya bazlı yenilebilir film uygulanmış örnekler, film uygulanmamış örneklere kıyasla daha yüksek pH değeri göstermiş, ancak, bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (p>0,05). Kodal (2007) kekik yağı ilave edilmiş soya bazlı yenilebilir filmlerin uygulandığı kıymalarda pH değerinin film uygulanmayan kontrol grubundan önemli ölçüde yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda sadece 1. ve 3. günlerde film uygulanan gruplarda diğer gruplara göre daha yüksek pH değeri belirlenmiş ancak bu, istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Genel olarak, muameleyi takip eden 1. gün pH değerlerinin depolama boyunca artış göstererek, 12. günde en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır. Depolama süresince pH değerinde meydana gelen bu artış, K, ISP, L-2500, L-5000 ve L-7500 grupları için önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Candoğan (2002) %5, %10 ve %15 oranında domates salçası ilave edilen hamburger köftelerinde domates salçası konsantrasyonu arttıkça pH değerinde düşüşler olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Osterlie and Lerfall (2005), güneşte kurutulmuş domates, domates salçası ve kristalize likopen ilave ederek hazırladıkları baharatlı kıymada (meat farce), domates salçası ve güneşte kurutulmuş domates ilavesinin pH değerini önemli ölçüde düşürdüğünü, ancak kristalize likopen kullanılan grubun pH değerinin kontrolle benzer değerler gösterdiğini saptamışlardır. Calvo *et al.* (2008) domates işleminde bir yan ürünü olarak elde edilen kurutulmuş domates kabuğunun %0,6, %0,9 ve %1,2 oranında eklendiği kuru fermente sosislerde pH değerinde önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda, kristalize likopen, kıyma örneklerine 2500, 5000 ve 7500 ppm düzeyinde ilave edilmiş olup, pH değeri üzerine önemli bir etki yapacak düzeyde değildir.

#### 4.3.4 TBA değeri

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen TBA değerleri mg malonaldehit (MA) / kg örnek olarak Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Başlangıçta kıymanın 0,55 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değeri muameleden sonraki 1. günde tüm gruplarda önemli ölçüde artış göstermiştir ( $p < 0,05$ ). K grubu, 12 günlük depolama süresince diğer gruplara göre daha yüksek TBA değerine sahip olmuştur ( $p < 0,05$ ). Sadece 1. günde ISP ve F-1 gruplarının TBA değerleri (0,77 mg MA/kg) K grubundan (1,04 mg MA/kg) daha düşük düzeyde olmasına rağmen, istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Çizelge 4.27 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen TBA değerleri (mg MA / kg)

	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç**	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	0,55 <sup>C</sup>	1,04 <sup>aBC</sup>	1,57 <sup>aAB</sup>	2,19 <sup>aA</sup>	2,16 <sup>aA</sup>	2,25 <sup>aA</sup>	2,07 <sup>aA</sup>
<b>ISP</b>	0,55 <sup>D</sup>	0,77 <sup>abC</sup>	0,97 <sup>bB</sup>	0,91 <sup>bBC</sup>	1,02 <sup>bB</sup>	1,05 <sup>bcB</sup>	1,30 <sup>ca</sup>
<b>L-2500</b>	0,55 <sup>D</sup>	0,72 <sup>bcCD</sup>	0,98 <sup>bAB</sup>	0,82 <sup>bBC</sup>	0,74 <sup>bc</sup>	0,75 <sup>cdC</sup>	1,02 <sup>ca</sup>
<b>L-5000</b>	0,55 <sup>C</sup>	0,70 <sup>bBC</sup>	0,86 <sup>bAB</sup>	0,73 <sup>bBC</sup>	0,70 <sup>bBC</sup>	0,71 <sup>dBC</sup>	0,98 <sup>ca</sup>
<b>L-7500</b>	0,55 <sup>D</sup>	0,69 <sup>bBCD</sup>	0,84 <sup>bAB</sup>	0,72 <sup>bBC</sup>	0,67 <sup>bCD</sup>	0,71 <sup>dBCD</sup>	0,94 <sup>ca</sup>
<b>F-1</b>	0,55 <sup>D</sup>	0,77 <sup>abC</sup>	0,89 <sup>bBC</sup>	0,82 <sup>bBC</sup>	0,91 <sup>bBC</sup>	0,98 <sup>bcdAB</sup>	1,15 <sup>bcA</sup>
<b>F-2</b>	0,55 <sup>A</sup>	0,71 <sup>bD</sup>	0,89 <sup>bC</sup>	0,86 <sup>bC</sup>	1,04 <sup>bB</sup>	1,12 <sup>bAB</sup>	1,23 <sup>bcA</sup>
<b>F-3</b>	0,55 <sup>F</sup>	0,72 <sup>bE</sup>	0,90 <sup>bCD</sup>	0,85 <sup>bDE</sup>	1,00 <sup>bBC</sup>	1,15 <sup>bB</sup>	1,40 <sup>bA</sup>

A-F : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-d : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

\* Ortalama ± standart hata

\*\* Hammade olarak kullanılan kıymanın başlangıç TBA değeri (mg MA / kg)

1. günden sonraki periyotlarda uygulama yapılmamış olan K grubunda, likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm) ve farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış gruplara göre daha yüksek TBA değerleri saptanırken (p<0,05); 3., 6., ve 8. günlerde uygulama yapılmış gruplar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. (p>0,05). Depolamanın 10. gününde genel olarak soya bazlı yenilebilir film uygulanmış örneklerde F-1 dışında, film uygulanmamış örneklere kıyasla daha yüksek TBA değerleri göstermiş, ancak, bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

10. ve 12. günlerde de uygulama yapılmamış olan K grubunda likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm) ve farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış gruplara göre daha yüksek TBA değerleri saptanırken ( $p < 0,05$ ), periyotlarda K grubunda istatistiki olarak önemli olmasa da 0. gün itibarıyla artmaya başlamıştır, 3. günden sonra ise önemli bir artış gözlenmiştir ve depolamanın 12. gününde 2,07 mg MA/kg örnek değerlerine ulaşmıştır. TBA değeri film uygulanan tüm gruplarda düşerek F1, F2 ve F3 grubunda sırasıyla 0,77, 0,71 ve 0,72 mg MA/kg örnek değerine ulaşmıştır. ISP grubunda da 1. günde bir düşüş gözlenmiştir fakat 3. günden sonra artış gözlenmeye başlamıştır.

Candoğan (2002), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada içerdiği likopenin antioksidan kapasitesinden dolayı domates salçasının bütün konsantrasyonlarının 9 günlük soğuk depolama boyunca TBA değerini azalttığı gözlenmiştir. Örnekler arasında genel anlamda bir farklılık yoktur. ( $p > 0,05$ ). Sanchez-Escalante *et al.* (2003a) yaptıkları çalışma da kıyma örneğini 8 guba ayırarak içine 20g/kg tuz ve belirledikleri formülasyona göre doğal antioksidanlar karıştırarak grupları hazırlamışlardır. Bu gruplardan 2 g/kg (Lyc-o-Mato) LOM eklenmiş olan da lipid oksidasyonunu 12. güne kadar belirgin şekilde geciktirdiği gözlenmiştir. Eyiler (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ürünlere eklenen domates tozunun üretimi esnasında meydana gelen oksidasyon sonucunda domates tozu sosislerin TBA değerini arttırmıştır. Ancak depolama süresince 150 ppm ve 100 ppm nitrit ile %4 domates tozu içeren örneklerin 1. ve 60. günlerdeki TBA değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. %4 oranında domates tozu eklemenin oksidasyon reaksiyonlarını yavaşlattığı tespit edilmiştir. Oussallah *et al.* (2004) %1 oregano uçucu yağı ilave ettikleri peyniraltı suyu proteini bazlı yenilebilir filmlerin dilimlenmiş sığır etleri üzerine uygulanması sonucu 4°C'de depolama süresince lipid oksidasyonunu tiyobarbitirik asit reaktiflerini (TBARS) tespit ederek gözlemişler ve oregano içeren filmlerin lipid oksidasyonunu geciktirici etkisi olduğunu saptamışlardır. Grene ve Cumuze (1982) göre kötü tat ve kokuya neden olmasından dolayı et ve ürünlerindeki en düşük TBA değeri 2 mg MA/kg örnek değeri olarak kabul edilmektedir. Örneklerden kontrol grubu 2,25 mg MA/kg dışında 12 günlük depolama sonucunda 2 mg MA/kg limitine ulaşmamıştır.

#### 4.3.5. Serbest yağ asitliği

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen serbest yağ asitliği (SYA) değerleri (% oleik asit) Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen serbest yağ asitliği (SYA) değerleri (% oleik asit)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç**	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	0,83 <sup>D</sup>	0,92 <sup>aD</sup>	1,07 <sup>CD</sup>	1,42 <sup>BC</sup>	1,51 <sup>aAB</sup>	1,88 <sup>aA</sup>	1,64 <sup>AB</sup>
<b>ISP</b>	0,83 <sup>B</sup>	0,77 <sup>bB</sup>	0,89 <sup>B</sup>	1,4 <sup>A</sup>	1,45 <sup>abA</sup>	1,60 <sup>abA</sup>	1,34 <sup>A</sup>
<b>L-2500</b>	0,83 <sup>D</sup>	0,93 <sup>aCD</sup>	0,94 <sup>BCD</sup>	1,35 <sup>AB</sup>	1,31 <sup>bcABC</sup>	1,35 <sup>bAB</sup>	1,39 <sup>A</sup>
<b>L-5000</b>	0,83 <sup>D</sup>	0,98 <sup>aD</sup>	1,03 <sup>CD</sup>	1,28 <sup>BC</sup>	1,40 <sup>abcAB</sup>	1,46 <sup>abAB</sup>	1,65 <sup>A</sup>
<b>L-7500</b>	0,83 <sup>E</sup>	0,94 <sup>aDE</sup>	1,09 <sup>CD</sup>	1,17 <sup>BC</sup>	1,22 <sup>cABC</sup>	1,41 <sup>bA</sup>	1,37 <sup>AB</sup>
<b>F-1</b>	0,83 <sup>D</sup>	0,93 <sup>aCD</sup>	0,99 <sup>BCD</sup>	1,29 <sup>ABC</sup>	1,25 <sup>cABC</sup>	1,34 <sup>bAB</sup>	1,59 <sup>A</sup>
<b>F-2</b>	0,83 <sup>D</sup>	0,92 <sup>aCD</sup>	1,08 <sup>BCD</sup>	1,34 <sup>AB</sup>	1,22 <sup>cABC</sup>	1,19 <sup>bABC</sup>	1,51 <sup>A</sup>
<b>F-3</b>	0,83 <sup>E</sup>	0,94 <sup>aDE</sup>	0,99 <sup>CDE</sup>	1,20 <sup>BCD</sup>	1,26 <sup>cBC</sup>	1,31 <sup>bAB</sup>	1,59 <sup>A</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

<sup>a-c</sup> : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç SYA değeri (% oleik asit)

Başlangıç kıyma örneğinde % oleik asit (OA) olarak belirlenen SYA, tüm gruplarda muamelenin 1. gününde önemli bir fark görünmezken, K grubunda 8. günde, ISP grubunda 3. günde önemli bir artış saptanmıştır. F-1, F-2, F-3, L-2500, L-5000 ve L-7500 örneklerinde tüm periyotlar boyunca artış gözlenmiştir fakat istatistiki açıdan önemli değildir ( $p>0,05$ ). 8. ve 10. günlerde K grubu ile ISP ve L-5000 grupları arasında önemli bir fark yokken K grubunun F-1, F-2, F-3, ve L-7500 gruplarından önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ve F-1, F-2, F-3, ve L-7500 grupları arasında 8. günde önemli bir fark yoktur ( $p>0,05$ ). Fakat 10. günde F-3 ün diğer gruplara göre en küçük değere ulaştığı belirtilmiştir. 12. günde tüm örnekler arasında önemli bir fark yoktur ( $p>0,05$ ).

#### 4.3.6 Peroksit sayısı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen peroksit değerleri (miliekivalan O<sub>2</sub>/kg yağ) Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Peroksit değerleri genel olarak tüm gruplarda başlangıç değerine (1,46 miliekivalan (ME) O<sub>2</sub>/kg yağ) göre düşüş göstermiş ( $p<0,05$ ) K, ISP, L-2500, L-5000, L-7500, F-1, F-2, ve F-3 gruplarında sırasıyla 1,28, 0,73, 0,59, 0,45, 0,53, 0,48, 0,68, ve 0,72 ME O<sub>2</sub>/kg yağ olarak belirlenmiştir. 1.günde K grubunun peroksit değeri diğer gruplara göre önemli ölçüde yüksek çıkmıştır ( $p<0,05$ ). K, ISP, L-2500 ve L-5000 gruplarında 1. günde önemli bir artış gözlenmiştir. 3. günden sonra L-5000, F-1, F-2, F-3 ve ISP gruplarında önemli bir artış gözlenmezken ISP grubunda 10. günde önemli bir artış gözlenmiştir.

F-1, F-2 ve F-3 gruplarında depolama boyunca örnekler arasında önemli bir farklılık yoktur ( $p>0,05$ ). L-2500, L-5000 ve L-7500 grupları arasında da depolama boyunca önemli bir farklılık yoktur ve likopen eklenmiş yenilebilir filmle kaplanmış kıymalarla, içine likopen eklenmiş kıymalar arasında tüm depolama boyunca örnekler arasında önemli bir fark yoktur ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.29 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen peroksit değerleri (miliekivalan O<sub>2</sub>/kg yağ)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç**	1.	3.	6.	8.	10.	12.
K	1,46 <sup>C</sup>	1,28 <sup>aD</sup>	2,52 <sup>aA</sup>	1,80 <sup>aB</sup>	1,56 <sup>aBCD</sup>	1,67 <sup>aBC</sup>	1,34 <sup>aCD</sup>
ISP	1,46 <sup>AB</sup>	0,73 <sup>bD</sup>	1,66 <sup>bA</sup>	1,70 <sup>aA</sup>	1,04 <sup>bcC</sup>	1,38 <sup>abB</sup>	1,22 <sup>aBC</sup>
L-2500	1,46 <sup>A</sup>	0,59 <sup>bcD</sup>	1,18 <sup>cABC</sup>	1,39 <sup>bAB</sup>	0,95 <sup>bcC</sup>	1,08 <sup>bcC</sup>	0,90 <sup>bCD</sup>
L-5000	1,46 <sup>A</sup>	0,45 <sup>cC</sup>	0,98 <sup>cdB</sup>	1,06 <sup>cB</sup>	0,84 <sup>bcB</sup>	1,00 <sup>bcB</sup>	0,85 <sup>bB</sup>
L-7500	1,46 <sup>A</sup>	0,54 <sup>bcE</sup>	0,81 <sup>deD</sup>	1,06 <sup>cBC</sup>	1,07 <sup>bB</sup>	0,74 <sup>cDE</sup>	0,82 <sup>bCD</sup>
F-1	1,46 <sup>A</sup>	0,48 <sup>bcD</sup>	0,75 <sup>deBC</sup>	0,97 <sup>cB</sup>	0,84 <sup>bcBC</sup>	0,69 <sup>cCD</sup>	0,75 <sup>bBC</sup>
F-2	1,46 <sup>A</sup>	0,68 <sup>bcB</sup>	0,76 <sup>deB</sup>	0,68 <sup>dB</sup>	0,80 <sup>cB</sup>	0,70 <sup>cB</sup>	0,80 <sup>bB</sup>
F-3	1,46 <sup>A</sup>	0,72 <sup>bB</sup>	0,5 <sup>cC</sup>	0,68 <sup>dB</sup>	0,79 <sup>cB</sup>	0,70 <sup>cB</sup>	0,81 <sup>bB</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

<sup>a-e</sup> : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç peroksit değerleri (miliekivalan O<sub>2</sub>/kg yağ)

Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 10580 numaralı "Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş" standardında peroksit sayısının en fazla 3 meş d/kg olabileceği belirtilmiştir. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında 12. güne kadar tüm periyotlarda K ve ISP gruplarında peroksit değerinin diğer gruplardan daha yüksek olduğu saptanmıştır (p<0,05). 12. günde bütün gruplar arasında önemli bir farklılık yoktur (p>0,05). K grubu genel olarak depolama süresince örnekler arasında da önemli ölçüde diğer gruplardan yüksek çıkmıştır (p>0,05). Abd El-Alim *et al.* (1999) domuz köftelerine çeşitli doğal antioksidanların (adaçayı, kekik, fesleğen ve zencefil) etanol ekstraktlarını eklemişler ve buzdolabı koşullarında (4°C) 7 gün depolamışlardır. Doğal antioksidanları içeren grupların tümünde peroksit sayısı değerlerinde bir düşme sağlanmıştır.



#### 4.3.7 Toplam sülfidril miktarı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen toplam serbest sülfidril (-SH) değerleri  $\mu\text{mol}$  -SH/g protein olarak Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen toplam serbest sülfidril (-SH) değerleri ( $\mu\text{mol}$  -SH/g protein)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç **	1.	3.	6.	8.	10.	12.
K	0,14 <sup>D</sup>	0,21 <sup>C</sup>	0,33 <sup>aB</sup>	0,33 <sup>aB</sup>	0,33 <sup>B</sup>	0,34 <sup>aAB</sup>	0,38 <sup>abcA</sup>
ISP	0,14 <sup>D</sup>	0,24 <sup>CD</sup>	0,24 <sup>abCD</sup>	0,31 <sup>aABC</sup>	0,34 <sup>AB</sup>	0,31 <sup>aABC</sup>	0,34 <sup>bcA</sup>
L-2500	0,14 <sup>C</sup>	0,27 <sup>ABC</sup>	0,25 <sup>abBC</sup>	0,30 <sup>aAB</sup>	0,33 <sup>AB</sup>	0,35 <sup>aAB</sup>	0,38 <sup>abcA</sup>
L-5000	0,14 <sup>D</sup>	0,16 <sup>D</sup>	0,21 <sup>abCD</sup>	0,28 <sup>aBC</sup>	0,29 <sup>B</sup>	0,30 <sup>aB</sup>	0,45 <sup>abA</sup>
L-7500	0,14 <sup>B</sup>	0,14 <sup>B</sup>	0,24 <sup>abB</sup>	0,28 <sup>aB</sup>	0,28 <sup>B</sup>	0,28 <sup>abB</sup>	0,49 <sup>aA</sup>
F-1	0,14 <sup>B</sup>	0,24 <sup>A</sup>	0,23 <sup>abAB</sup>	0,31 <sup>aA</sup>	0,30 <sup>A</sup>	0,29 <sup>abA</sup>	0,31 <sup>cA</sup>
F-2	0,14 <sup>C</sup>	0,20 <sup>BC</sup>	0,26 <sup>abABC</sup>	0,32 <sup>aAB</sup>	0,34 <sup>A</sup>	0,27 <sup>abABC</sup>	0,30 <sup>cAB</sup>
F-3	0,14 <sup>C</sup>	0,22 <sup>ABC</sup>	0,18 <sup>bBC</sup>	0,17 <sup>bBC</sup>	0,28 <sup>AB</sup>	0,18 <sup>bBC</sup>	0,30 <sup>cA</sup>

A-D  $\Rightarrow$  : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

a-c  $\Downarrow$  : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç sülfidril (-SH) değerleri ( $\mu\text{mol}$  -SH/g protein)

Mikrosomal membranların temel bileşenleri olan ve birçok biyokimyasal reaksiyonda rol alan proteinlerin oksidasyonunun incelenmesi ürün kalitesi açısından önemlidir. Protein

oksidasyonunun değerlendirilmesinde serbest –SH gruplarının miktarının belirlenmesi yaygın bir yöntemdir (Batifoulier *et al.* 2002). Örneklerde başlangıçta 0,14 µmol -SH/g protein olan sülfidril miktarı zamanla tüm gruplarda önemli ölçüde artış göstermiştir. F-1, F-2 ve F-3 gruplarının 12. günde belirlenen SH değerleri diğer gruplarda önemli ölçüde düşük bulunmuştur (p<0,05).

#### 4.3.8 Metmiyoglobin oranı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen % metmiyoglobin değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca belirlenen % metmiyoglobin değerleri

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç **	1.	3.	6.	8.	10.	12.
K	20,22 <sup>E</sup>	48,40 <sup>bB</sup>	77,48 <sup>aA</sup>	43,07 <sup>cBC</sup>	27,47 <sup>dD</sup>	28,69 <sup>fD</sup>	38,85 <sup>abC</sup>
ISP	20,22 <sup>D</sup>	28,91 <sup>cDC</sup>	45,75 <sup>cA</sup>	34,44 <sup>dBC</sup>	39,64 <sup>bcAB</sup>	43,87 <sup>bcAB</sup>	42,63 <sup>aAB</sup>
L-2500	20,22 <sup>D</sup>	58,06 <sup>abA</sup>	64,22 <sup>bA</sup>	51,02 <sup>bB</sup>	36,55 <sup>cC</sup>	36,65 <sup>deC</sup>	31,37 <sup>bC</sup>
L-5000	20,22 <sup>D</sup>	52,21 <sup>bB</sup>	68,19 <sup>bA</sup>	49,71 <sup>bB</sup>	47,35 <sup>abB</sup>	47,21 <sup>abB</sup>	31,57 <sup>bC</sup>
L-7500	20,22 <sup>E</sup>	63,52 <sup>aAB</sup>	67,21 <sup>bA</sup>	60,44 <sup>ab</sup>	48,83 <sup>aC</sup>	50,53 <sup>aC</sup>	34,39 <sup>bD</sup>
F-1	20,22 <sup>C</sup>	36,02 <sup>cB</sup>	39,95 <sup>dAB</sup>	33,11 <sup>dB</sup>	45,17 <sup>abA</sup>	45,26 <sup>abcA</sup>	34,40 <sup>bB</sup>
F-2	20,22 <sup>C</sup>	34,87 <sup>cAB</sup>	38,59 <sup>dA</sup>	30,80 <sup>dB</sup>	41,88 <sup>abcA</sup>	40,47 <sup>cdA</sup>	35,69 <sup>abAB</sup>
F-3	20,22 <sup>E</sup>	25,39 <sup>cDE</sup>	41,96 <sup>cdAB</sup>	32,16 <sup>dCD</sup>	43,43 <sup>abcA</sup>	32,98 <sup>efBCD</sup>	35,92 <sup>abABC</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-f : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\*\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç % metmiyoglobin değerleri

Başlangıçta ham madde olarak kullanılan kıymada metmyoglobin %20,22 olarak belirlenmiştir. Genel olarak tüm gruplarda 1. gün önemli bir artış gözlenmiştir. K, ISP, L-2500, L-5000, L-7500, F-1, F-2, ve F-3 gruplarında sırasıyla metmyoglobin değişimi %48,40, %28,91, %58,06, % 52,21, %63,52, %36,02, %34,87 ve %25,39 olarak tespit edilmiştir. Gruplararası fark incelendiğinde, 1. günde K grubunun, yenilebilir film uygulanmış gruplardan önemli ölçüde yüksek ( $p<0,05$ ) metmyoglobin oranına sahip olduğu görülmüştür. 3. günde de K grubunun önemli ölçüde yüksek ( $p<0,05$ ) metmyoglobin oranına sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın 12. gününde tüm gruplar arasında önemli bir fark yoktur. Green *et al.* (1971) metmyoglobin oranının toplam pigmentler içinde %40'ı aştığında tüketici tarafından rededilme sınırına ulaştığını bildirmişlerdir. Yenilebilir film uygulanmış gruplarda genel anlamda Green *et al.* (1971) tarafından metmyoglobin için bildirilen rededilme sınırına ulaşılmamıştır. Fakat diğer gruplarda özellikle 3. günde bu sınır aşılmıştır.

Genel olarak incelendiğinde, 6. güne kadar yenilebilir film kullanımının etkili olduğu saptanmıştır. Cross *et al.* (1986), keçi karkasının 8 gün depolama boyunca metmyoglobin yüzdesinde önemli artışlar olduğunu onu takip eden günlerde ise metmyoglobinde meydana gelen değişimlerin dikkate değer olmadığını bulmuşlardır. Sanchez-Escalante *et al.* (2003a), %0,02 ve %0,1 oranında oregano ekstraktı ilave ettikleri ve modifiye atmosferde paketledikleri sığır patilerinde metmyoglobin oluşumunun kontrol örneklerine kıyasla sırasıyla, 4. ve 8. güne kadar daha düşük düzeyde olduğunu, ekstrakt konsantrasyonu arttıkça daha düşük metmyoglobin oluşumu gözlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgularla literatürdeki sonuçların çelişmesi, kullanılan ham maddenin özelliği, uygulanan ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği ve ambalajlama şekli gibi myoglobin oksidasyonunu önemli ölçüde değiştirebilecek faktörlerin farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır.

#### **4.3.9 Enstrümental renk değerleri**

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların

soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE L\* (açıklık-koyuluk) değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Genel olarak incelendiğinde K, ISP ve F-1 gruplarında 12 günlük depolama boyunca önemli bir değişim gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). İçine likopen eklenen gruplarda genel anlamda başlangıca göre önemli bir düşüş gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yenilebilir filme likopen eklenmiş gruplarda F-2 ve F-3 gruplarında değişimler olmuştur, fakat bunlar istatistiki açıdan bir önem arz etmemişlerdir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.32 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE L\* (açıklık koyuluk) değerleri

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç <sup>**</sup>	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	53,49	55,05 <sup>a</sup>	54,84 <sup>a</sup>	52,39 <sup>a</sup>	55,41 <sup>a</sup>	55,75 <sup>ab</sup>	52,92 <sup>a</sup>
<b>ISP</b>	53,50	53,00 <sup>b</sup>	52,50 <sup>b</sup>	51,00 <sup>a</sup>	52,90 <sup>b</sup>	52,20 <sup>a</sup>	50,50 <sup>b</sup>
<b>L-2500</b>	53,49 <sup>A</sup>	42,22 <sup>cB</sup>	42,20 <sup>cB</sup>	41,70 <sup>bB</sup>	43,43 <sup>cB</sup>	43,09 <sup>bB</sup>	43,57 <sup>cB</sup>
<b>L-5000</b>	53,49 <sup>A</sup>	38,01 <sup>dC</sup>	38,53 <sup>dBC</sup>	38,31 <sup>cbBC</sup>	38,48 <sup>dBC</sup>	39,84 <sup>bB</sup>	39,29 <sup>dBC</sup>
<b>L-7500</b>	53,49 <sup>A</sup>	37,30 <sup>dC</sup>	39,33 <sup>dB</sup>	36,84 <sup>cC</sup>	37,15 <sup>dC</sup>	39,30 <sup>bB</sup>	38,25 <sup>dBC</sup>
<b>F-1</b>	53,49	52,53 <sup>b</sup>	52,30 <sup>b</sup>	53,29 <sup>a</sup>	51,36 <sup>b</sup>	52,93 <sup>b</sup>	52,74 <sup>a</sup>
<b>F-2</b>	53,49 <sup>AB</sup>	51,54 <sup>bB</sup>	53,40 <sup>abAB</sup>	52,53 <sup>aAB</sup>	52,16 <sup>bAB</sup>	53,17 <sup>bAB</sup>	53,70 <sup>aA</sup>
<b>F-3</b>	53,49 <sup>A</sup>	52,54 <sup>bAB</sup>	53,31 <sup>abA</sup>	52,79 <sup>aAB</sup>	52,98 <sup>bA</sup>	50,50 <sup>bB</sup>	53,40 <sup>aA</sup>

A-C : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

a-d : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

\*\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç CIE L\* (açıklık -koyuluk) değerleri

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymalarının soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE a\* (kırmızılık) değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.33 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymalarının soğuk depolama (4°C) boyunca 0.,1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE a\*(kırmızılık) değerleri

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	0.	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	16,37 <sup>A</sup>	14,71 <sup>fAB</sup>	12,93 <sup>cCD</sup>	11,33 <sup>fD</sup>	13,86 <sup>dcBC</sup>	14,10 <sup>dAB</sup>	16,21 <sup>bA</sup>
<b>ISP</b>	16,37 <sup>AB</sup>	16,77 <sup>dA</sup>	12,50 <sup>cD</sup>	12,94 <sup>cdD</sup>	13,28 <sup>dCD</sup>	14,64 <sup>dBC</sup>	12,63 <sup>bD</sup>
<b>L1</b>	16,37 <sup>C</sup>	34,38 <sup>cA</sup>	32,06 <sup>bB</sup>	32,70 <sup>cAB</sup>	33,68 <sup>bAB</sup>	33,66 <sup>bAB</sup>	33,34 <sup>bA</sup>
<b>L2</b>	16,37	37,48 <sup>b</sup>	36,72 <sup>a</sup>	37,20 <sup>b</sup>	37,94 <sup>a</sup>	37,94 <sup>a</sup>	37,11 <sup>a</sup>
<b>L3</b>	16,37 <sup>C</sup>	39,69 <sup>aA</sup>	32,22 <sup>bB</sup>	39,40 <sup>aA</sup>	39,44 <sup>aA</sup>	38,65 <sup>aA</sup>	39,16 <sup>bA</sup>
<b>F1</b>	16,37 <sup>A</sup>	15,43 <sup>defAB</sup>	12,66 <sup>cC</sup>	13,72 <sup>edBC</sup>	14,36 <sup>dcBC</sup>	15,54 <sup>dAB</sup>	13,17 <sup>bC</sup>
<b>F2</b>	16,37 <sup>A</sup>	16,48 <sup>deA</sup>	13,19 <sup>cC</sup>	14,81 <sup>dABC</sup>	14,97 <sup>cAB</sup>	14,42 <sup>dBC</sup>	13,29 <sup>bBC</sup>
<b>F3</b>	16,37 <sup>AB</sup>	15,16 <sup>efBC</sup>	12,33 <sup>cE</sup>	14,27 <sup>ed DC</sup>	13,87 <sup>dcDCE</sup>	17,77 <sup>cA</sup>	13,29 <sup>bDE</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-f : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Hammaddede kullanılan kıymanın başlangıç a\*(kırmızılık) değerleri

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymalarının

soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE b\*(sarılık) değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0.,1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen CIE b\*(sarılık) değerleri

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç **	1.	3.	6.	8.	10.	12.
<b>K</b>	13,93 <sup>ABC</sup>	14,68 <sup>bAB</sup>	14,89 <sup>bA</sup>	12,7 <sup>cCDE</sup>	13,33 <sup>cbBCD</sup>	11,96 <sup>cDE</sup>	11,86 <sup>dE</sup>
<b>ISP</b>	13,93 <sup>A</sup>	13,88 <sup>bA</sup>	13,57 <sup>bA</sup>	11,83 <sup>cB</sup>	12,24 <sup>cB</sup>	12,31 <sup>cB</sup>	11,54 <sup>dB</sup>
<b>L-2500</b>	13,93 <sup>B</sup>	28,68 <sup>aA</sup>	29,36 <sup>aA</sup>	29,07 <sup>aA</sup>	29,97 <sup>aA</sup>	28,18 <sup>aA</sup>	28,62 <sup>aA</sup>
<b>L-5000</b>	13,93 <sup>B</sup>	28,61 <sup>aA</sup>	28,97 <sup>aA</sup>	29,33 <sup>aA</sup>	29,36 <sup>aA</sup>	29,37 <sup>aA</sup>	28,27 <sup>aA</sup>
<b>L-7500</b>	13,93 <sup>C</sup>	28,52 <sup>aAB</sup>	28,42 <sup>aAB</sup>	28,21 <sup>aB</sup>	30,13 <sup>aA</sup>	28,70 <sup>aAB</sup>	27,61 <sup>aB</sup>
<b>F-1</b>	13,93 <sup>B</sup>	14,16 <sup>AB</sup>	14,86 <sup>bA</sup>	13,57 <sup>cbB</sup>	13,45 <sup>cbB</sup>	14,86 <sup>bA</sup>	14,14 <sup>cAB</sup>
<b>F-2</b>	13,93	13,83 <sup>b</sup>	16,87 <sup>b</sup>	13,22 <sup>cb</sup>	14,75 <sup>b</sup>	14,59 <sup>b</sup>	15,68 <sup>cb</sup>
<b>F-3</b>	13,93 <sup>C</sup>	13,91 <sup>bC</sup>	14,80 <sup>bBC</sup>	14,71 <sup>bBC</sup>	14,81 <sup>bBC</sup>	16,02 <sup>bAB</sup>	16,38 <sup>bA</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-d : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç CIE b\*(sarılık) değerleri

#### 4.3.10 Toplam mezofilik bakteri sayısı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 4., 8., ve 12. günlerde belirlenen Toplam Mezofilik Bakteri Sayıları Çizelge 4.35’de verilmiştir

Çizelge 4.35 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 4., 8., ve 12. günlerde belirlenen Toplam Mezofilik Bakteri Sayıları

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	Başlangıç**	1.	4.	8.	12.
K	4,46 <sup>E</sup>	5,24 <sup>D</sup>	7,53 <sup>aC</sup>	8,99 <sup>aB</sup>	9,25 <sup>aA</sup>
ISP	4,46 <sup>D</sup>	5,23 <sup>C</sup>	7,41 <sup>bcB</sup>	8,26 <sup>bA</sup>	8,61 <sup>cdA</sup>
L-2500	4,46 <sup>E</sup>	5,25 <sup>D</sup>	7,44 <sup>bcC</sup>	8,27 <sup>bB</sup>	8,67 <sup>bcA</sup>
L-5000	4,46 <sup>D</sup>	5,35 <sup>C</sup>	7,45 <sup>bcC</sup>	8,28 <sup>bA</sup>	8,45 <sup>dA</sup>
L-7500	4,46 <sup>E</sup>	5,08 <sup>D</sup>	7,42 <sup>bcC</sup>	8,27 <sup>bB</sup>	8,84 <sup>bA</sup>
F-1	4,46 <sup>E</sup>	5,39 <sup>D</sup>	7,40 <sup>bcC</sup>	8,39 <sup>bB</sup>	8,61 <sup>cdA</sup>
F-2	4,46 <sup>E</sup>	5,37 <sup>D</sup>	7,36 <sup>cC</sup>	8,24 <sup>bB</sup>	8,72 <sup>bcA</sup>
F-3	4,46 <sup>E</sup>	5,37 <sup>D</sup>	7,25 <sup>dC</sup>	8,38 <sup>bB</sup>	8,62 <sup>cdA</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

<sup>a-d</sup> : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\* Hammaddede olarak kullanılan kıymanın başlangıç Toplam Mezofilik Bakteri Sayıları

#### 4.3.11 Toplam psikrofilik bakteri sayısı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0.,1., 4., 8., ve 12. günlerde belirlenen Psikrofilik Bakteri Sayıları Çizelge 4.36'da verilmiştir

Çizelge 4.36 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0.,1., 4., 8., ve 12. günlerde belirlenen Psikrofilik Bakteri Sayıları

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	Başlangıç**	1.	4.	8.	12.
K	4,46 <sup>E</sup>	5,33 <sup>bD</sup>	7,52 <sup>aC</sup>	9,05 <sup>aB</sup>	9,29 <sup>aA</sup>
ISP	4,46 <sup>E</sup>	5,26 <sup>bD</sup>	7,44 <sup>bC</sup>	8,42 <sup>bB</sup>	8,61 <sup>bcA</sup>
L-2500	4,46 <sup>E</sup>	5,27 <sup>bD</sup>	7,43 <sup>bC</sup>	8,36 <sup>bcB</sup>	8,65 <sup>bcA</sup>
L-5000	4,46 <sup>D</sup>	5,45 <sup>abC</sup>	7,38 <sup>bcB</sup>	8,28 <sup>cA</sup>	8,46 <sup>cA</sup>
L-7500	4,46 <sup>E</sup>	5,40 <sup>abD</sup>	7,38 <sup>bcC</sup>	8,30 <sup>bcB</sup>	8,80 <sup>bA</sup>
F-1	4,46 <sup>E</sup>	5,58 <sup>aD</sup>	7,35 <sup>cdC</sup>	8,42 <sup>bB</sup>	8,62 <sup>bcA</sup>
F-2	4,46 <sup>E</sup>	5,62 <sup>aD</sup>	7,35 <sup>cdC</sup>	8,34 <sup>bcB</sup>	8,70 <sup>bA</sup>
F-3	4,46 <sup>E</sup>	5,62 <sup>aD</sup>	7,29 <sup>dC</sup>	8,24 <sup>cB</sup>	8,64 <sup>bcA</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-d : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

\*\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç Psikrofilik Bakteri Sayıları



### 4.3.12 Likopen miktarı

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen likopen miktarları (% mg/kg) Çizelge 4.37’de verilmiştir. Likopenin direkt uygulandığı gruplarda likopen içeriği ilave edilen konsantrasyona paralel olarak artarken, likopenli filmlerde ISP’ye göre önemsiz bir artış gözlenmiştir. Filmden ürüne likopen geçisini belirlendiği bu bölümde elde edilen veriler model uygulamaya elverişli olmadığından modelleme yapılamamıştır.

Çizelge 4.37 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen likopen miktarları ( mg/kg)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)						
	Başlangıç**	1.	3.	6.	8.	10.	12.
K	3,04 <sup>C</sup>	3,11 <sup>dC</sup>	4,76 <sup>dAB</sup>	5,17 <sup>dA</sup>	3,72 <sup>dB</sup>	2,89 <sup>dC</sup>	3,16 <sup>dC</sup>
ISP	3,04 <sup>B</sup>	2,64 <sup>dB</sup>	3,89 <sup>dA</sup>	4,04 <sup>dA</sup>	2,40 <sup>dC</sup>	2,84 <sup>dB</sup>	2,75 <sup>dB</sup>
L-2500	3,04 <sup>D</sup>	412,86 <sup>cC</sup>	439,83 <sup>cB</sup>	413,87 <sup>cC</sup>	570,95 <sup>cA</sup>	429,21 <sup>cB</sup>	438,49 <sup>cB</sup>
L-5000	3,04 <sup>D</sup>	823,27 <sup>bBC</sup>	844,70 <sup>bAB</sup>	817,72 <sup>bC</sup>	830,60 <sup>bBC</sup>	831,05 <sup>bBC</sup>	863,23 <sup>bA</sup>
L-7500	3,04 <sup>E</sup>	1525,39 <sup>aAB</sup>	1566,69 <sup>aA</sup>	1462,51 <sup>aBC</sup>	1358,99 <sup>aD</sup>	1561,02 <sup>aA</sup>	1410,77 <sup>aCD</sup>
F-1	3,04 <sup>AB</sup>	3,76 <sup>dAB</sup>	3,82 <sup>dAB</sup>	4,10 <sup>dA</sup>	3,15 <sup>dAB</sup>	3,26 <sup>dAB</sup>	2,98 <sup>dB</sup>
F-2	3,04 <sup>C</sup>	3,53 <sup>dB</sup>	3,22 <sup>dC</sup>	5,35 <sup>dA</sup>	3,39 <sup>dB</sup>	3,18 <sup>dC</sup>	4,13 <sup>dB</sup>
F-3	3,04 <sup>C</sup>	3,12 <sup>dB</sup>	3,81 <sup>dAB</sup>	3,95 <sup>dA</sup>	3,75 <sup>dABC</sup>	3,57 <sup>dABC</sup>	3,28 <sup>dABC</sup>

A-E : Aynı örnek içindeki periyotlar arasında farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

a-d : Her bir bileşen için, aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Ortalama ± standart hata

\*\* Hammadde olarak kullanılan kıymanın başlangıç likopen miktarları (% mg/kg)

### 4.3.13 Duyusal değerlendirme

Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların duyusal özelliklerini incelemek amacıyla panelistler tarafından değerlendirilme yapılmıştır ve kıyma gruplarının görünüş, renk, koku, lezzet, yapı gibi özellikleri değerlendirilmiş ve duyusal değerlendirme sonuçları ve Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38 Likopen ile formüle edilmiş (2500, 5000 ve 7500 ppm), farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) likopen içeren soya bazlı yenilebilir filmle ambalajlanmış ve kontrol grubu kıymaların duyusal değerlendirme puanları

Örnek	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Yapı	Genel
K	6,69±0,31 <sup>a</sup>	6,67±0,33 <sup>ab</sup>	6,38±0,36	6,67±0,37 <sup>ab</sup>	6,56±0,35 <sup>ab</sup>	6,56±0,38 <sup>ab</sup>
ISP	7,00±0,18 <sup>a</sup>	6,81±0,31 <sup>a</sup>	6,25±0,36	6,93±0,25 <sup>a</sup>	7,21±0,26 <sup>a</sup>	7,00±0,28 <sup>a</sup>
L1	5,69±0,49 <sup>bc</sup>	5,67±0,41 <sup>bc</sup>	6,36±0,39	5,82±0,31 <sup>b</sup>	5,88±0,33 <sup>b</sup>	5,68±0,35 <sup>bc</sup>
L2	5,13±0,30 <sup>c</sup>	4,88±0,30 <sup>c</sup>	6,40±0,35	5,91±0,28 <sup>b</sup>	6,13±0,30 <sup>b</sup>	5,59±0,31 <sup>c</sup>
L3	4,87±0,39 <sup>c</sup>	4,68±0,40 <sup>c</sup>	5,86±0,29	5,77±0,29 <sup>b</sup>	6,13±0,32 <sup>b</sup>	5,57±0,27 <sup>c</sup>
F1	6,25±0,36 <sup>ab</sup>	6,47±0,35 <sup>ab</sup>	6,38±0,38	6,00±0,47 <sup>ab</sup>	6,33±0,36 <sup>ab</sup>	5,84±0,36 <sup>bc</sup>
F2	6,63±0,26 <sup>ab</sup>	6,31±0,36 <sup>ab</sup>	6,50±0,30	6,00±0,38 <sup>ab</sup>	6,27±0,45 <sup>ab</sup>	6,38±0,34 <sup>abc</sup>
F3	6,50±0,34 <sup>ab</sup>	6,38±0,44 <sup>ab</sup>	6,38±0,36	6,23±0,49 <sup>ab</sup>	6,33±0,45 <sup>ab</sup>	6,47±0,41 <sup>abc</sup>

<sup>a-c</sup> : Bir duyusal özellik içinde farklı harfleri taşıyan örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önmlidir (p<0,05).

Likopenin direkt ürüne ilave edildiği gruplar renk ve genel beğeni açısından diğer gruplardan düşük puan almıştır.Genel olarak likopen içeren film uygulanmış örnekler kontrol gruplarıyla benzer puanlar almıştır.

## V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın birinci bölümü olan kekik uçucu yağlarını içeren soya bazlı yenilebilir film uygulamalarının sığır kıyması üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada, genel bir değerlendirme yapıldığında, 5 farklı konsantrasyonda bahçe kekiği (thyme) ve mercanköşk (oregano) yağı içeren soya bazlı yenilebilir filmlerin çalışmada denenen 5 patojen bakteriye karşı Antibakteriyel aktivite gösterdiği saptanmıştır. Ancak, kekik yağı içeren yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların mikrobiyolojik kalitesini belirlemek için yapılan değerlendirmelerde bahçe kekiği (thyme), mercanköşk (oregano) ve ikisinin karışımını %5 konsantrasyon düzeyinde içeren yenilebilir filmlerin *Pseudomonas* ve Koliform bakterilerinin haricinde, diğer tüm bakteriler üzerinde yeterli düzeyde inhibisyon etkisinin olmadığı görülmüştür. Yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre doğal antimikrobiyal madde olarak kullanılan kekik uçucu yağının tek başına değil diğer bazı etkili doğal antimikrobiyal ajanlarla kombine halde kullanımının, mikrofloranın çeşitliliği ve suşların gösterdiği direncin farklı oluşu göz önünde bulundurulduğunda daha iyi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ayrıca bakterilerin kıyma matriksi içinde yağ globülleri arasında kalarak uçucu yağın antibakteriyel etkisinden korunduğu da varsayılmaktadır.

Antioksidan aktivite gösteren kekik uçucu yağlarının ilave edildiği filmlerle ambalajlanan sığır kıymalarında lipit oksidasyonu üzerine etkilerinin saptanması amacıyla belirlenen TBA değerleri incelendiğinde oksidasyonun bir göstergesi olan TBA değerlerinin tüm periyotlar boyunca K ve ISP gruplarında OR, TH ve ORT gruplarına nazaran istatistiksel açıdan önemli bulunmasa da ( $p>0,05$ ) daha yüksek olduğu görülmüştür. Lipit oksidasyonun diğer bir göstergesi olan peroksit sayısı ise genellikle ORT grubunda en düşük bulunmuştur. Örneklerin oksidatif stabilite değerleri incelendiğinde kekik içeren film uygulanan örneklerden elde edilen yağların indüksiyon periyodu genel olarak K ve ISP gruplarından önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak yenilebilir filmlere eklenen mercanköşk ve bahçe kekiği uçucu yağlarının Ransimat yöntemiyle belirlenen oksidatif stabiliteyi artırdığını görülmektedir. Kıyma örneklerinde lipit hidrolizinin bir göstergesi olan SYA değerlerindeki artış genel olarak

depolama boyunca devam etmiştir. Depolama sonunda en yüksek SYA değeri K örneğinde, en düşük değer ise ORT örneğinde görülmüştür. Protein oksidasyonunun gözlenmesi amacıyla belirlenen -SH değerleri incelendiğinde kekik uçucu yağ ilavesinin genel olarak protein oksidasyonu üzerine önemli bir değişim yapmadığı saptanmıştır.

Yenilebilir film uygulanan örnekler içinde enstrümental renk parametrelerinden L\* (açıklık-koyuluk) değeri depolama süresince genel olarak en düşük ISP grubunda gözlenmiştir. Buradan, kekik uçucu yağlarının kıymalarda L\* değerini artırdığı söylenebilir. Kekik uçucu yağ ve soya bazlı yenilebilir film uygulamasının et ve ürünlerinde rengin ifade edilmesinde en önemli parametrelerden olan a\* (kırmızılık) değerini azaltıcı etkide bulunduğu belirlenmiştir. Diğer bir renk parametresi b\* (sarılık) değeri ise, özellikle depolamanın ilerleyen periyotlarında film uygulanan örneklerde kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Renk oksidasyonunun bir göstergesi olan metmiyoglobin değerleri genel olarak incelendiğinde, kekik uçucu yağlarını içeren yenilebilir film uygulamasının metmiyoglobin oranı üzerine çok önemli bir değişim yapmadığı görülmektedir. Yapılan duyusal analiz sonucunda görünüş, renk ve yapı değerleri açısından gruplar arası fark gözlenmemiştir; ancak, koku, lezzet ve genel değerlendirme puanları açısından kekik içeren film uygulanan kıyma örnekleri panelistlerce daha az beğenilmiştir.

Antimikrobiyal özellikteki iki farklı kekik yağının sığır eti üzerine inoküle edilen *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* patojen bakteriler üzerine etkisinin blirlendiği patojen inhibisyon testinde, OR ve TH uçucu yağlarını içeren soya bazlı yenilebilir kaplamaların her üç bakteri üzerine de önemli ölçüde inhibitör etki gösterdiği saptanmıştır.

Likopen içeren yenilebilir filmlerin ise antioksidan etki göstererek, soğuk depolama süresince TBA değeri, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı değerlerinde kontrol gruplarına göre önemli düşüslere nedne olduğu gözlenmiştir. Yapılan duyusal

değerlendirmede, genel olarak likopen içeren filmlerle muamele edilmiş örneklerin genel beğeni ve renk özellikleri açısından daha düşük puanlar aldığı saptanmıştır.

Tüketicinin beklentileri doğrultusunda gıda zincirinde kaliteli ürün temininde, yenilebilir filmlerin mekanik, bariyer, duyuusal ve besleyici özelliklerini geliştirmek için plastikleştiriciler, antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar, fungusitler, vitaminler, lezzet verici maddeler ve renk maddeleri gibi katkı maddeleri amacıyla uygun olarak seçildiğinde, filmlerin uygulanabilirliği artırılmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar ürün kalitesinin korunmasında ve geliştirilmesinde gelecek için oldukça ümit verici sistemlerdir. Ancak, yenilebilir film ve kaplamalar ile ilgili çalışmalar çok yenidir ve henüz araştırma düzeyindedir. Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, model sistemde önemli ölçüde antimikrobiyal ve/veya antioksidan aktivite gösteren kekik uçucu yağlarının ve likopenin, yenilebilir filmle formüle edilerek uygulanmasının, mikrobiyolojik oksidatif stabilite üzerine aynı ölçüde yüksek aktivite göstermediği söylenebilir. Ancak, etin ve özellikle kıymanın çok karmaşık bir sistem olduğu ve yenilebilir filmde ürüne antioksidan maddelerin geçiş düzeyi gibi faktörler dikkate alındığında, üründe elde edilen aktivitenin yadsınamayacak düzeyde olduğu bir gerçektir. Genel bir değerlendirme yapıldığında, taze sığır etinin yenilebilir film uygulanarak ambalajlanmasının, teknolojik yeniliklerle kombine edildiğinde gelecek vaad eden bir uygulama olacağı düşünülmektedir.

## VI. KAYNAKLAR

- Abd El-Alim, S.S.L., Lugasi, A., Hovari, J. and Dworschak, E. 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2); 277–285.
- Ahn, J.H., Kim, Y.P., Seo, E.M., Choi, Y.K. and Kim, H.S. 2008. Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering*, 84; 327–334.
- Akoğlu, İ.T. 2002. Mekanik olarak kemikleri ayrılmış tavuk etlerinde depolama koşullarının lipid oksidasyonuna etkisi. Ankara Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.
- Aguirrezabal, M.M., Mateo, J., Dominguez M.C. and Zumalacarregui, J.M. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54; 77-81.
- Anonymous. 1995. TS 11566, Kırmızı etler-Hazır kıyma standardı. Türk Standartları Enstitüsü yayınları, 18 s., Ankara.
- Anonymous. 2000. Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları 522 s., Ankara.
- Anonymous. 2002. TS 10580, Hamburger köfte standardı. Türk Standartları Enstitüsü yayınları, 16 s., Ankara.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists, 15<sup>th</sup> Edi., AOAC Inc., Arlington, VA.
- Appendini, P. and Hotckiss, J.H. 2002. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 3, 113-126.
- Aureli, P., Constantini, A. and Zolea, S. 1992. Antimicrobial activity of some plant essential oils against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*. 55, 334-348.
- Azzouz, M.A. and Bullerman, L.B. 1982. Comparative antimycotic effects of selected herbs, spices plant components and commercial antifungal agents. *Journal of Food Protection* 45, 1298–301.
- Balasubramaniam, V.M. and Chinnan, M.S. 1997. Role of packaging in quality preservation of frozen foods. In *Quality In Frozen Food*. pp, 296-309. Erickson M.C. and Hung Y.C. Eds. Chapter 15. Chapman and Hall. New York. N.Y.

- Baldwin, E.A., Nisperos, M.O., Chen, X. and Hagenmaier, R.D. 1996. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biol. Technol.*, 9, 151-163.
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Biondi, D.M. and Ruberto, G. 1998. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *J. Ess. Oil Res.*, 10(6), 618-27.
- Billing, O. 1989. *Flexible Packaging*. Akerlung and Rausing, Lund, Sweden.
- Batifoulier, F., Mercier, Y., Gatellier, P. and Renere, M. 2002. Influence of vitamin E on lipid and protein oxidation induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-activated MetMb in microsomal membranes from turkey muscle. *Meat Science*. 61; 389–395.
- Biondi, D., Cianci, P., Geraci, C., Ruberto, G. and Piattelli, M. 1993. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flavour Fragrance J.*, 8(6), 331-7.
- Blakeaway, J. 1986. The antimicrobial properties of essential oils. *Soap Perfume Cosmet.*, 59, 201-3.
- Botsoglou, N.A., Christaki, E., Fletouris, D.J. Florou-Paneri, P. and Spais, A.B. 2002. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Science*. 62; 259–265.
- Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Spais, A.B. 2003a. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International*. 36; 207-213.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Bostoglou, E., Govaris, A. and Papegeorgiou, G. 2003b. The effects of dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*. 65: 1193- 1200.
- Botsoglou N.A., Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. and Spais A.B. 2004. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with Oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition*, 58 (3); 209-218.
- Brody, A.L. 2005. Active packaging becomes more active. *Food Technol.*, 59(12), 82-84.

- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223– 253.
- Cagri, A., Ustunol, Z. and Ryser, E.T. 2001. Antimicrobial, mechanical and moisture barrier properties of low pH whey protein based edible films containing p-amino benzoic acid or sorbic acids. *J. Food Sci.* 66(6), 865-870.
- Candogan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food Research and Tech.*, 215, 305-309.
- Caner, C., Vergano, P.J. and Wiles, J.L. 1998. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer, and storage. *J. Food Sci.*, 63(6), 1049-1053.
- Cao, Y.M. and Chang, K.C. 2001. Edible films prepared from water extract of soybeans. *Journal of Food Science*. 67(4), 1449-1454.
- Campbell, MA. 2003. Characterization of chitosan as an antimicrobial solution and packaging film. Msc Thesis. Clemson, SC, Clemson University, U.S.A.
- Calucci, L., Pinzino, C., Zandomenighi, M., Capocchi, A., Ghiringhelli, S., Saviozzi, F., Tozzi, S. and L. Galleschi. 2003. Effects of  $\gamma$ -irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51 (4); 927-934.
- Candogan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food Research and Tech.*, 215, 305-309.
- Cannon, J.E., Morgan, J.B., Schmidt, G.R., Tatum, J.D., Sofos, J.N., Smith, G.C., Delmore, R.J. and Williams, S.N. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with Vitamin E. *J. Anim. Sci.* 74, 98-105.
- Chen, M.C., Yeh, G.H.C. and Chiang, B.H. 1996. Antimicrobial and physicochemical properties of methylcellulose and chitosan films containing a preservative. *J. Food Proc. Preserv.* 20, 379-390.
- Chinnan, M.S. and Cha, D.S. 2004. Primary packaging. In: *Food Packaging*. Dr. Dennis Heldmen. Ed. *Encyclopedia of Food and Agricultural Engineering*. Marcel and Dekker. Inc. N.Y. (accepted)



- Choi, S.G., Kim, K.M., Hanna, M.A., Weller, C.L. and Kerr, W.L. 2003. Molecular Dynamics of soy-protein isolate films Plasticized by water and glycerol. *Journal of Food Science*, 68(8), 2516-2522.
- Conner, D.E. and Beuchat, R.L. 1984. Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts. *J. Food Sci.*, 49, 429-34.
- Cooksey, K. 2001. Antimicrobial food packaging materials. Elsevier Science, 6-10.
- CSIRO., 1994. DFST Fact Sheet. Active Packaging. DFST Information Services, Australia.
- Cooksey, K. 2005. Effectiveness of antimicrobial food packaging materials. *Food Add. and Cont.*, 22(10), 980–987.
- Cross, H.R., Durland, P.R. and Seideman, S.C. 1986. Sensory qualities of meat. In: Bechtel, P.J. (Ed.), *Muscle as Food*, Academic Press, New York, USA, pp. 279-320.
- Cutter, N.C. 2002. Incorporation of antimicrobials into packaging materials. *Fresh Meat/Packaging II. Proceedings of the 55<sup>th</sup> Reciprocal Meat Conference*.
- Çakmakçı, S. ve Gökalp, H.Y. 1992. Gıdalarda kısaca oksidasyon antioksidantlar ve gıda sanayinde kullanılmaları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der.*, 23(2); 174-192.
- Dang, M.N., Takacsova, M., Nguyen, D.V. and Kristianova, K. 2001. Antioxidant activity of essential oils from various spices. *Nahrung/Food*, 45 (1); 64-66.
- Davies, K.J.A 1986. Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defenses: An hypothesis. *Free Radical Biology Medicine*, 2; 155-173.
- Dawson, P.L., Acton, J.C., Han, I.Y., Padgett, T., Orr, R. and Larsen, T. 1995. Incorporation of antibacterial compounds into edible and biodegradable packaging films. pp. 203-210. *Activities report of the R&D Associated for Military Food and Packaging Systems, Inc., San Antonio, TX.*
- Deans, G.G. and Ritchie, G. 1987. Antibacterial properties of plant essential oils. *Int. J. Food Microbiol.*, 5, 80-165.
- Debeaufort, F., Gallo, J.A.Q. and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.

- Decker, E.A., Chan, W.K.M. and Faustman, C. 1998. TBA as an index of oxidative rancidity in muscle foods. In: Proceedings of the 51st Annual Reciprocal Meat Conference, Storrs, CT, 66 p.. USA.
- Devlighere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J. 2004. New preservation Technologies: possibilities and limitations. *Int. Dairy Journal*, 14, 273-285.
- Earle, R.D. 1968. Meat and fish coatings: Alginat coatings. In: Edible coatings and soluble packaging pp. 188-196. Daniels R.Ed.Noyes Data Corp.Park Ridge N.J.
- Elgayyar, M., Draughon, FA., Golden, DA. and Mount, JR. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Prot.*, 64, 1019-24.
- European Pharmacopeia 2002. Suppl. 4.1 2002 and 4.3 2003, 4th Ed. Council of Europe, Strasbourg.
- Eyiler E. 2002. Sosis üretiminde domates tozu kullanımı. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.
- Fang, Y., Tung, M.A., Briu, I.J., Yada, S. and Dalgleish, D.G. 2002. Tensile and barrier properties of edible films made from whey proteins. *J. Food Sci.* 67(1), 188-193.
- Farag, R.S., Salem, H., Badei, A.Z.M.A. and Hassanein, D.E. 1986. Biochemical studies on the essential oils of some medicinal plants. *Fette Seifen Anstrichu.* 88, 69-72.
- Farag, R.S., Daw, Z.Y. and Abo-Raya, S.H. 1989. Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a sythetic medium. *J. Food Prot.*, 54, 74-6.
- Farbood, M.I., Macneil, J.H. and Ostovar, K. 1976. Effect of rosemary spice extractive on growth of microorganisms in milk. *Journal of Milk and Food Technology*, 39, 675-679.
- Faustman, C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Buege, D.R., Williams, S.N. and Scheller, K.K. 1989. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer by dietary supplementation with Vitamin E. *J. Food Sci.* 54, 858-862.
- Garcia, M.A., Martino M.O. and Zaritzky, N.E. 1998. Plasticised starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria-Ananassa*) quality and stability. *J. Agric. Food Chem.*, 46(9), 3758-3767.

- Gennadios, A. and Weller, C.L. 1991. Edible films and coatings from soymilk and soyprotein. *Cereal Foods World*, 36(12), 1004.
- Gennadios, A., Weller, C.L. and Testin, R.F. 1993. Temperature effect on oxygen permeability of edible protein based films. *J. Food Sci.* 58, 112.
- Gennadios, A., Hanna, M.A. and Kurth, L.B. 1997. Application edible coatings on meats, poultry and seafoods:a review. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 30, 337-350.
- Guilbert, S. 1986. Technology and application of edible protective films. In *food packaging and preservation-theory and practise*. pp. 371-394. Mathlouthi, M., Ed.Elsevier Applied Science Publishers co. London, England.
- Guillard, V., Broyart, B., Bonazzi, C., Guilbert, S. and Gontard, N. 2003. Preventing moisture transfer in a composite food using edible films: Experimental and mathematical study. *Journal of Food Science*, 68(7).
- Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Buckley, D.J. 1996. Oxidative Quality and Shelf Life of Meats. *Meat Science*. 43; 111-123.
- Ha, J.U., Kim, Y.M. and Lee, D.S. 2001. Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef. *Packag. Technol. Sci.*, 15, 55-62.
- Halkman, A.K. 2005. *Merck gıda mikrobiyolojisi*. 450 s., Ankara.
- Han, J. 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technol.* 54, 56-65.
- Hargens-Madsen, M., Schnepf, M., Hamouz, F., Weller, C. and Roy, S. 1995. Use of edible films and tocopherols in the control of warmed-over flavor. *J. Am. Diet. Assoc.* 95, A-41.
- Haworth, J.E. 2003. Natural antioxidants. *Proceedings of the 56<sup>th</sup> American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference*, pp. 95-98, June 15-18, Columbia, USA.
- Hoffman, K.L., Han I.Y. and Dawson, P.L. 2001. Antimicrobial effect of corn zein films impregnated with nisin, lauric acid and EDTA. *J. Food Prot.*, 64, 885-889.
- Hur, S.J., Ye, B.W., Lee, J. L., Ha, Y. L., Park, G. B. and Joo, S. T. 2004. Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Science*, 66 (4); 771-775.

- Hutchins, B.K., Liu, T.H.P. and Watts, B.M., 1967. Effect of additives and refrigeration on reducing activity, metmyoglobin, and melonaldehyde of raw ground beef. *J. Food Sci.* 32, 214-217.
- Izzo, A.A., Carlo, G., Biscardi, D., Fusco, R., Mascolo, N., Borrelli, F., Capasso, F., Fasulo, M.P. and Autore, G. 1995. Biological screening of Italian medicinal plants for antibacterial activity. *Phytotherapy Res.*, 9(4), 281-6.
- Jane, J. and Wang, S. 1996. Soy protein based thermoplastic composition for preparing molded articles. US Patent Number, 5, 523, 293.
- Jaynes, H.O. and Chou, W.N. 1975. New method to produce soy protein-lipid films. *Food Prod. Dev.* 9(4), 86.
- Juven, B.J., Kanner, J., Schued, F. and Weisslowicz, H. 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.*, 76, 626-31.
- Kannan, G., Kouakou, B. and Gelaye, S. 2001. Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerates display. *Small Ruminant Research*, 42, 67-75.
- Karagöz, Z. ve Candoğan, K. 2007. Et teknolojisinde antimikrobiyal ambalajlama. *Gıda*, (baskıda), Ankara.
- Kaya, S. and Kaya, A. 2000. Microwave drying effects on properties of whey protein isolate edible films. *Journal of Food Engineering*, 43, 91-96.
- Kerry, J.P., O'Grady, M.N and Hogan, S.A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science.*, 74, 113-130.
- Kim, Y.M., An, D.S., Park, H.J., Park, J.M. and Lee, D.S. 2002. Properties of nisin incorporated polymer coatings as antimicrobial packaging materials. *Packag. Technol. Sci.*, 15, 27-254.
- Kintzios, K.E. 2004. Handbook of herbs and spices. Vol. 2. Agricultural University of Athens, Greece.
- Kolsarıcı, N. and Candogan, K. 1995. Effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf life of vacuum-packed chicken meats. *Poultry Science*, 74(11), 1884-1894.
- Krzywicki, K. 1982. The determination of heme pigments in meat. *Meat Sci.* 7, 29-36.

- Labuza, T.P. and Breene, W.M. 1989. Application of “active packaging” for improvement of shelf life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. *J. Food. Proc. Preserv.*, 13, 1-69.
- Lambert, RJW., Skandamis. PN., Coote PJ. and Nychas, J.E. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.*, 91, 453–62.
- Lawrence, B.M. 2003. Progress in essential oils-Thyme oil. *Flav. Fragr.*, 28(2), 52-7.
- Lazarus, C.R., West, R.L., Oblinger, J.L. and Palmer, A.Z. 1976. Evaluation of a calcium alginate coating and a protective plastic wrapping for the control of lamb carcass shrinkage. *J. Food Sci.* 41, 639-641.
- Lis-Balchin, M., Deans, S.G., Eaglesham, E. 1997. Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. *Flavour Fragr. J.*, 13(2), 98-104.
- Menghini, A., Savino, A., Lollini, M.N. and Caprio, A. 1987. Activit  antimicrobienne en contact direct et en microatmosph re de certains huiles essentielles. *Plant M d. Phytoth r*, 42, 21-36.
- Miura, K., Nagaki, T. and Nakatani, N. 1989. Structure and activity of new deodorant biphenyl compounds from thyme (*Thymus vulgaris L.*). *Chem. Pharm. Bull.*, 37, 1816-9.
- Nadarajah, D., Han, J.H. and Holley, R.A. 2005. Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. *International Journal of Food Microbiology.* 99, 257-267.
- Nelson, R.R. 1997. In vitro activities of five plants essential oils against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin resistant *Enterococcus faecium*. *J. Antimicrob. Chemother.*, 40, 305-6.
- Nikaido, H. and Vaara, M. 1985. Molecular basis of bacterial on membrane permeability. *Microbiology Reviews*, 49, 1-32.
- Ou, S., Wang, Y., Tang, S., Huang, C. and Jackson, M.G. 2005. Role of ferulic acid in preparing edible films from soy protein isolate. *Journal of Food Engineering*, 70, 205-210.

- Ouattara, B., Simard, E.R., Piette, G., Begin, A. and Holley, A.R. 2000a. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *Int. J. Food Micro.*, 62, 139-148.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A. and Holley, A.R. 2000b. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *J. Food Sci.*, 65(5), 768-786.
- Ousallah, M., Caillet, S. Salmieri, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2004. Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 5598-5605.
- Padgett, T., Han, I.Y. and Dawson, P.L. 1998. Incorporation of food-grade antimicrobial compounds into biodegradable packaging films. *Journal of Food Protection*, 61, 1330-1335.
- Padgett, T., Han I.Y. and Dawson, P.L. 2000. Effect of lauric acid in addition on the antimicrobial efficacy and water permeability of corn zein films containing nisin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 24, 423-432.
- Pai, S.T and Platt, M.W. 1995. Antifungal effects of *Allium sativa* (garlic) extract against the *Aspergillus* species involved in mycosis. *Letters in Applied Microbiology*, 20, 14-18.
- Park, H.J. and Chinnan, M.S. 1990. Properties of edible coatings for fruits and vegetables. Paper No. 90-6510, presented at the 1990. International winter meeting of American Society of Agricultural Engineers, Chicago, pp. 18-21.
- Park, H.J. and Chinnan, M.S. 1995. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. *J. Food Eng.*, 25, 497-507.
- Park, H.J. 1996. Gas and mechanical barrier properties of carrageenan-based biopolymer films. *Food Science and Industry*, 23, 47-53.
- Paster, N., Juven, B.J. and Shaaya, E. 1990. Inhibitory effects oregano and thyme essential oils on moulds and food born bacteria. *Letters in Applied Microbiology*, 11, 33-37.
- Pol, H., Dawson, P., Action, J. and Ogaic, A. 2002. Soy protein isolate/corn zein laminated films. Transport and mechanical properties. *J. Food Sci.* 67(1), 212-217.

- Pranoto, Y., Rakshit, S.K., Salokhe, V.M. 2005. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *LWT* 38, 859-865.
- Quintavalla, S and Vicini, L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci.*, 62, 373-380.
- Rooney, M.L. 1995. In: Rooney, M.L., Ed. *Active food packaging*. Blackie Academic and Professional, New York, pp. 74-110.
- Russo, M., Galletti, G.C., Bocchini, P. and Carnacini, A. 1998. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis: 1. Inflorescences. *J. Agr. Food Chem.*, 46, 3741-3746.
- Schmitz, S., Weidenborner, M. and Kunz, B. 1993. Herbs and spices as selective inhibitors of mould growth. *Chem. Microbiol. Technol. Lebensm.*, 15(6):175-7.
- Sallam, K.I., Ishioroshi, M. and Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37(8), 849-855.
- Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltran, J.A. Roncales, P. 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58, 421-429.
- Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J.A. and Roncales, P. 2003a. Antioxidant Action of Borage, Rosemary, Oregano, and Ascorbic Acid in Beef Patties Packaged in Modified Atmosphere. *Journal of Food Science*, 68 (1); 339-344.
- Sanchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltran, J.A. and Roncales, P. 2003b. Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Lycopene Rich Tomato Pulp, Oregano and Ascorbic Acid and their Mixtures on the Stability of Beef Patties, *Food Science and Technology International*, 9 (2); 77-84.

- SAS 1996. SAS/STAT User's Guide. Release 6.12. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute, Inc.
- Sevcikova, S., Skrivan, M., and Dlouha, G., 2008. The effect of lycopene supplementation on lipid profile and meat quality of broiler chickens. *Journal of Animal Science* 53(10):431-440.
- Seydim, A.C. and Sarikus G. 2005. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International* (2006), 39, 639-644.
- Shelef, L.A. 1983. Antimicrobial effects of spices. *J. Food Sci.*, 6, 29-44.
- Shen, J.L. 1976. Solubility profile, intrinsic viscosity and optical rotation studies of acid precipitated soy protein and of commercial soy isolate. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 784.
- Shih, F.F. 1994. Interaction of soy isolate with polysaccharide and its effect on film properties. *JAOCs*. 71(11), 1281-1285.
- Shuang, C. 2004. Development and characterization of antimicrobial food coatings based on chitosan and essential oils. Msc. Thesis, The University of Tennessee, Knoxville, USA.
- Smith-Palmer A., Steward J. and Fyfe L. 1998. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Lett. Appl. Microbiol.*, 26, 118-22.
- Stahl-Biskupe, E. 2002. Essential oil chemistry of the genus. *Thymus a global view*, in Stahl-Biskupe, E. and Saez, F., *Thyme-The Genus Thymus*, Taylor and Francis, London, pp. 75-124.
- Swain, S.N., Biswal, S.M., Nanda, P.K. and Nayak, P.L. 2004. Biodegradable soy-based plastics: Opportunities and challenges. *Journal of Polymers and the Environment*, 12(1), 35-42.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A.F. 2006. Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Teknolojik Araştırmalar, GTED*, 49(2), 41-50.
- Thakur, B.R. and Singh, R.K. 1994. Food irradiation, chemistry and application. *Food Research Int.*, 10, 437-473.



- Tharanathan, R.N. 2003. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science Technology*, 14, 71-78.
- Tsigarida, E., Skandamis, P. and Nychas, GJE. 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5°C. *J Appl Microbiol.*, 89, 901-909.
- Vartiainen, J., Motion, R., Kulonen, H., Rattö, M., Skytta, E. and Ahvenainen, R. 2004. Chitosan-coated paper: effects of nisin and different acids on the antimicrobial activity. *Journal of Applied Polymer Sci.*, 94, 986-993.
- Vekiari, S.A., Oreopoulou, V., Tsia, C. and Thomopoulos, C.D. 1993. Oregano flavonoids as lipid oxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70(5), 483-7.
- Vermeiren, L., Devlighere, F., Van Beest, M., de Kruijf, N., Debevere, J. 1999. Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Sci. and Techn.*, 10, 77-86.
- Vermeiren, L., Devlighere, F. and Debevere, J. 2002. Effectiveness of some antimicrobial packaging concepts. *Food Addit. Contam.*, 19 Suppl., pp. 163-171.
- Vilar, H. 2002. Flavonoids and further polyphenols in the genus *Thymus* in Stahl-Biskupe E. and Saez F., *Thyme-The Genus Thymus*, Taylor and Francis, London, pp. 144-76.
- Wang, M., Li, J., Ho, G.S., Peng, X. and Ho, C-T. 1998. Isolation and identification of antioxidative flavonoid glycosides from thyme (*Thymus vulgaris* L.). *J. Food Lipids*, 5, 313-21.
- Wang, G.H. 1992. Research Note: Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan. *J. Food Prot.*, 55, 916-919.
- Wanstedt KG, Seideman SC, Donnelly LS and Quenzer, NM. 1981. Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties. *J. Food Prot.*, 44, 732-735.
- Wendakoon, C.N. and Sakaguchi, M. 1995. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active component in spices. *J. Food Prot.*, 58, 280-3.
- Weng, Y.M. and Hotchkiss, J.H. 1992. Inhibition of surface molds on cheese by polyethylene containing the antimycotic imazalil. *Journal of Food Protection*, 55, 367-369.

- Wu, L.C. and Bates, R.P. 1972a. Soy protein-lipid films. 1.Studies on the film formation phenomenon. *J. Food Sci.*, pp. 36-37.
- Wu, L.C. and Bates, R.P. 1972b. Soy protein-lipid films. 1.Optimization of the film formation . *J. Food Sci.*, pp. 37-40.
- Xu, S., Chen, X. and Sun, D.W. 2001. Preservation of kiwi fruit coated with an edible film at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 50, 211-216.
- Young, L.L., Reveire, R.D. and Cole, A.B. 1988. Fresh red meats: A place to apply modified atmospheres. *Food Technology*, 42(9), 64-66, 68-69.
- Zambonelli, A., Daulerio, A.Z., Bianchi, A. and Albasini, A. 1996. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. *J. Phytopathol.*, 144, 491-4.
- Zhu, L.G. and Brewer, M.S. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* 63, 763-767
- Zivanovic, S., Chi, S. and Draughon, A.F. 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*, 70 (1), 45-5.

## VII. EKLER

### a) Mali Bilanço ve Açıklamaları

**TOPLAM PROJE BÜTÇESİ (GELİR): 38296,00 TL**

**YAPILAN HARCAMA TOPLAMI (GİDER): 28986,81 TL**

**BAP'A KALAN MİKTAR: 9309,19 TL**

### b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Proje kapsamında satın alınan ve adları aşağıda verilen cihazlar Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknoloji Laboratuvarlarında kurulmuş ve hepsi tüm öğretim üyelerinin ve öğrencilerin kullanımına açılmıştır. Yine, makine ve teçhizatın tümü ileride laboratuvarlarımızda yapılacak tüm araştırmalarda kullanıma açıktır.

#### Proje kapsamında satın alınan makine ve teçhizat listesi

Hassas Terazi	1 adet
Saf Su Cihazı	1 adet
Soxhelet Ekstraksiyon Düzeneği (6'lı)	1 adet
Isıtcılı magnetik karıştırıcı	1 adet
Laboratuvar tipi küçük blender	1 adet
Laboratuvar tipi et kıyma makinası	1 adet
Et homojenizatörü	1 adet
Rondo (Parçalayıcı)	1 adet
Desikatör Vakumlu cam, 240MM	1 adet

#### **d) Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar)**

**POLAT, G., CANDOĞAN, K.** 2009. Antimicrobial Activity of Thyme and Oregano Incorporated Soy Based Edible Coatings against Food Borne Pathogens in Fresh Beef. Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting, Anaheim California (A.B.D.). 6-12 Haziran'da sunulmak üzere poster bildirisi olarak kabul edildi.

#### **e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler**

##### **YAYINLAR**

**KARAGÖZ, Z., POLAT, G. and CANDOĞAN, K.** Effects of antimicrobial edible films on microbiological stability of ground beef. Meat Science (Yayına gönderildi).

**KODAL, B., ÇALIKOĞLU, E. and CANDOĞAN, K.** . Antioksidant activity of thyme and oregano incorporated edible films on fresh ground beef patties. J. Food and Agriculture (Yayına gönderildi).

##### **TEZLER**

**1. Tezin adı:** Antimikrobiyal Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Taze Sığır Etinin Mikrobiyolojik ve Renk Stabilitesine Etkileri

**Tez Öğrencisi (Yüksek lisans):** Zehra Karagöz

**Tezin tamamlanma tarihi:** 2007

**2. Tezin adı:** Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri

**Tez Öğrencisi (Yüksek lisans):** Betül Kodal

**Tezin tamamlanma tarihi:** 2008

**3. Tezin adı:** Likopen İçeren Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri

**Tez Öğrencisi (Yüksek lisans):** Gülüstan Öztürk

**Tezin tamamlanma tarihi:** 2009