

## **ÇEMEN EKSTRAKTI VE TİMOL İÇEREN FİMLERLE KAPLANAN KÖFTELERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Emin Burçin Özvural\***

Çankırı Karatekin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çankırı

Geliş / Received: 08.12.2016; Kabul / Accepted: 25.02.2017; Online baskı / Published online: 06.04.2017

Özvural, EB. (2017). Çemen ekstraktı ve timol içeren filmlerle kaplanan köftelerin bazı kalite özelliklerinin incelenmesi. *GIDA* (2017) 42 (4): 364-371 doi: 10.15237/gida.GD16104

### **Öz**

Bu çalışmada %0.5 ve %1 çemen ekstraktı (Ç0.5 ve Ç1) ile %0.5 ve %1 timol (T0.5 ve T1) içeren çözeltiler ile kaplanan köfte örneklerinin 4°C'de 10 günlük depolama süresi boyunca belirli aralıklarla nem, pH, TBARS ve renk analizleri yapılarak, örnekler birbirleriyle ve kaplama yapılmayan köfte (Kontrol 1) ve antioksidan özellikli katkı içermeyen çözeltiyle kaplanan köfte (Kontrol 2) örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada, kaplama çözeltilerindeki toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarları da belirlenmiştir. Tüm örneklerde pH değerinin depolama boyunca arttığı gözlemlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Köftelerin TBARS değerlerinin depolama süresince arttığı ( $P < 0.05$ ), depolamanın sonunda Ç1, T0.5 ve T1'in diğer örneklere göre daha az oksidasyona uğradığı belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). L\*, a\* ve b\* açısından depolamanın başında örnekler arası farklılık görülmediği ( $P > 0.05$ ), sonunda ise T1 örneğinin L\* değerinin kontrole göre daha düşük ( $P < 0.05$ ), diğer örneklerle ise benzer olduğu belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Çalışma sonucunda timol ilave edilen çözeltilerle kaplanan köftelerin depolamada daha dayanıklı olduğu, bunu çemen ekstraktı içeren çözeltiyle kaplanan ürünlerin izlediği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çemen ekstraktı, timol, yenilebilir kaplama (film), köfte.

## **EVALUATION OF SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF THE PATTIES COATED WITH FILMS INCLUDING FENUGREEK EXTRACT AND THYMOL**

### **Abstract**

In this study, moisture, pH, TBARS and colour analysis of beef patties coated with solutions including 0.5% and 1% fenugreek extract (Ç0.5 and Ç1) and 0.5% and 1% thymol (T0.5 and T1) were conducted at certain time intervals during storage at 4°C for 10 days and the treatments were compared to each other and also to uncoated patty (control 1) and coated patty without antioxidant (control 2). In the study, total phenolic content and antioxidant activity of the coating solutions were also determined. It was observed that pH values of all the treatments increased during storage ( $P < 0.05$ ). TBARS values increased ( $P < 0.05$ ) over time and it was found that Ç1, T0.5 and T1 had lower values than the others in terms of oxidation at the end of storage ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed among the L\*, a\* and b\* values of the treatments at the beginning of storage ( $P > 0.05$ ), however in the end, L\* value of T1 was lower than control, but similar to others ( $P > 0.05$ ). Consequently, the patties coated with solutions including thymol were more resistant to quality deterioration than others and the patties treated with encapsulated fenugreek extract were found to be the second most resistant.

**Keywords:** Fenugreek extract, thymol, edible coating (film), patty

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

bozvural@karatekin.edu.tr,

(+90) 376 218 9500 /8355,

(+90) 376 218 9500

## GİRİŞ

Yenilebilir kaplamalar protein, polisakkarit ve lipid bazlı olabilir ve gıdanın yüzeyine ince bir film olarak uygulanan materyallerdir (1). Bu tarz biyo-polimer bazlı filmler nem geçirgenliğini, mikroorganizma konsantrasyonunu ve fire bozulmasını azaltarak, flavoru koruyarak ve yağ oksidasyonunu geciktirerek gıdaların kalitesini koruyabilmektedir (1-4). Bu özelliklerinin yanında, kaplamalar, kararmayı önleyici ajanlar, renklendiriciler, flavorlar, baharatlar, çeşitli antimikrobiyal bileşikler ve antioksidanlar gibi gıda katkı maddelerinin taşıyıcısı olarak da kullanılarak ürün raf ömrünün uzatılmasında görev alabilir (1-5). Son yıllarda, antimikrobiyal ve antioksidan özellikli maddelerin yenilebilir kaplamalara ilave edilerek depolama sırasında kalitenin korunmasına yönelik çalışmalar dikkat çekmektedir. Ayrıca, tüketici istekleri de dikkate alınarak son zamanlardaki çalışmalarda sentetik koruyucular yerine doğal bileşenler kullanılmaktadır (3).

Aljinik asidin bir tuzu olan ve kahverengi deniz alginden izole edilen aljinat,  $\beta$ -D-mannuronik asit ve  $\alpha$ -L-guluronik asitin oluşturduğu lineer bir polimerdir (2, 3, 6-8). Aljinatın kendine özgü kolloidal özellikleri olup,  $\text{CaCl}_2$  çözeltisiyle muamele edildiğinde  $\text{Ca}^{+2}$  ile çapraz bağlanma yaparak güçlü jel ve çözünmeyen polimerler oluşturabilir (3, 6, 7, 9).

Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum L.*) Leguminosae ailesinin senelik bir bitkisidir. Bu bitkinin tohumları Asya, Afrika ve Akdeniz ülkelerindeki insanlar tarafından günlük diyetinde kullanılmaktadır (10). Çemen otunun polifenolik bileşikler yönünden zengin bir içeriğe sahip olmasından dolayı antioksidan özelliği yüksektir. Bunun dışında, kanseri önleme, anti alerjik, anti diyabetik ve kolesterol düşürme gibi pek çok yararlı etkiye de sahiptir (10-13).

Timol (2-izopropil-5-metil fenol) Origanum, Thymus, Coridothymus, Thymbra, Satureja ve Lippia türlerinden elde edilen esansiyel yağlardaki fenolik bir monoterpendir ve nesillerden beri gıda koruyucusu olarak kullanılmaktadır (14, 15). Timolün antioksidan, antibakteriyel, antifungal ve parazit önleyici etkileri kanıtlanmıştır (14-16). Timol, istenmeyen pek çok yan etkileri bulunan sentetik antioksidanlardan olan bütillenmiş hidroksi toluen ve bütillenmiş hidroksi anizola alternatif olarak kullanılabilir (16). Antioksidan özelliği sahip timolün Avrupa Komisyonunun

2002/113/EC kararıyla genel olarak güvenli kabul edilen (GRAS) katkıları statüsünde bir tat koku maddesi olduğu bildirilmiştir (17).

Bu çalışmada, farklı oranlarda çemen ekstraktı ve timol içeren aljinat bazlı filmlerle kaplanan köftelerin buzdolabı koşullarında (+4°C) depolanmaları sırasında gösterdikleri kalite özelliklerinin incelenmesi ve filmlere ilave edilen bu katkıların ürün raf ömrünün uzatılmasındaki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada kullanılan dana kıyma süpermarketten alınmış tuz eklenmiş (% 1, w/w) ve kaplama işleminin daha kolay yapılabilmesi için köfte şekline getirilmiştir. Kaplama çözeltilerinin oluşturulmasında sodyum aljinat (Acros, China), kalsiyum klorür (Sigma-Aldrich, Germany) ve gliserol kullanılmıştır. Kaplama formülasyonlarının oluşturulmasında çemen ekstraktı (Alfasol, Türkiye) ve timol (Sigma-Aldrich, Germany) kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde analizi için Folin Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Switzerland) çözeltisi, sodyum karbonat (Sigma-Aldrich, France) ve gallik asit (Sigma-Aldrich, China) kullanılmıştır. Antioksidan aktivite analizi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (Sigma-Aldrich, Germany) kullanılarak belirlenmiştir. Lipid oksidasyonunun belirlenmesinde 2-tiyobarbitürik asit (Sigma-Aldrich, Germany), perklorik asit (%70-72, Merck, Darmstadt, Germany) ve bütillenmişhidroksianizol (BHA, Merck, Japan) kimyasalları kullanılmıştır.

### Kaplanmış Köfte Örneklerinin Oluşturulması

Köfte örneklerine uygulanan kaplama çözeltisi formülasyonları Çizelge 1'de verilmiştir. Köfteler öncelikle sodyum aljinat (%1,5, w/v), gliserol (%1, w:v) ve çemen ekstraktı ya da timol içeren çözeltilere daldırılmıştır. Çözeltiden çıkarılan ve üzerindeki fazla kaplama çözeltisi sızdırılan köfte örnekleri kalsiyum klorür çözeltisine daldırılarak kaplama materyalinin jelleşmesi sağlanmıştır.

### Kaplamada Kullanılan Çözeltilerde Yapılan Analizler

#### Toplam fenolik madde analizi

Çözeltilerdeki toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiştir (18).

Çizelge 1. Köfte formülasyonları  
Table 1. Formulation of patties

Örnek - Treatment	Kaplama içeriği - Coating content
K1	Kontrol 1: Kaplama uygulanmayan köfte örneği <i>Control 1: Uncoated patty</i>
K2	Kontrol 2: Antioksidan özellikli katkı içermeyen çözeltiyle kaplanan köfte örneği <i>Control 2: Patty coated with solution including no antioxidant additive</i>
Ç0.5	%0.5 çemen ekstraktı içeren çözeltiyle kaplanan köfte örneği <i>Patty coated with solution including 0.5% fenugreek extract</i>
Ç1	%1 çemen ekstraktı içeren çözeltiyle kaplanan köfte örneği <i>Patty coated with solution including 1% fenugreek extract</i>
T0.5	%0.5 timol içeren çözeltiyle kaplanan köfte örneği <i>Patty coated with solution including 0.5% thymol</i>
T1	%1 timol içeren çözeltiyle kaplanan köfte örneği <i>Patty coated with solution including 1% thymol</i>

#### Antioksidan aktivite analizi (DPPH analizi)

Örneklerin antioksidan aktivitesi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) analizi uygulanarak belirlenmiştir (19). Ancak, yapılan ön denemelerde kaplamaların yoğun viskozitesi sebebiyle deney yapılmasının olanaksızlaştığının görülmesinden dolayı, analiz kaplama çözeltilerindekiyle eşit miktarda ekstraktın suda çözülerek hazırlandığı çözeltilerde gerçekleştirilmiş ve çemen ekstraktı ve timolün antioksidan aktivite gücü belirlenmeye çalışılmıştır.

#### Köfte Örneklerine Uygulanan Analizler

Buzdolabında (+4°C) 10 gün depolanan kaplanmış köfte örneklerinde depolamanın başında ve sonunda nem analizi ile depolamanın 0, 3, 7 ve 10. günlerinde pH, TBARS ve renk analizleri yapılmıştır. Depolamanın 10. günde kesilmesinin sebebi bazı örneklerde kokuşmanın başlamasıdır. Analizler iki kez tekrarlanmış, tekrarlanan analizlerde iki paralel uygulama yapılarak, toplamda her analizde her örnek için dört veri elde edilmiştir. Elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alınarak çizelgelerde ortalama değerler sunulmuştur.

#### Nem ve pH analizi

Örneklerin % nem miktarları etüvde kurutma yöntemiyle belirlenmiştir. Nem değerleri etüvde 125°C'de 2 saat kurutma işlemine tabi tutulan örneklerin kurutma öncesi ve sonrası elde edilen ağırlıklarının farkları kullanılarak hesaplanmıştır (20). Örneklerin pH değerleri pH elektrodunun örneğe daldırılması ve değerin okunması şeklinde belirlenmiştir (21).

#### TBARS analizi

Köfte örneklerinin TBARS (2-tiyobarbitürik asit) değerleri perklorik asitle (%70-72) ekstraksiyon yöntemi uygulanarak mg malonaldehit/kg örnek olarak belirlenmiştir (22).

#### Renk analizi

Köftelerin renk değerleri Lovibond (Lovibond RT series, Reflectance Tintometer, USA) renk cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Siyah ve beyaz taban kullanarak kalibre edilen cihazla CIE 'L\*' parlaklık, 'a\*' kırmızılık, 'b\*' sarılık değerleri köftenin rastgele seçilen yüzeylerinden okuma yaparak belirlenmiştir.

#### İstatistiksel analiz

Çalışmadaki verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde Minitab 16 programında ANOVA yöntemi uygulanarak örnekler arasındaki farklar ve depolama süresince örneklerde meydana gelen değişimler değerlendirilmiş ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

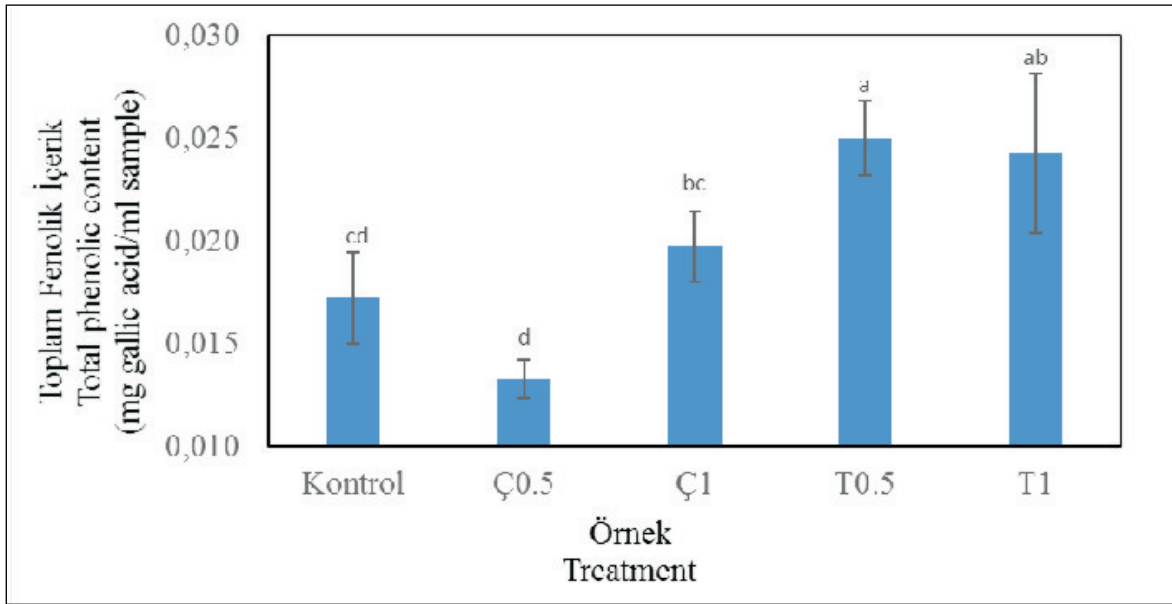
Kaplama çözeltilerindeki toplam fenolik madde içeriği Şekil 1'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlarda %0.5 ve %1 timol içeren kaplamalar en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahiptir ( $P < 0.05$ ). Beklenildiği üzere %1 çemen ekstraktı içeren kaplamanın toplam fenolik madde içeriği %0.5 çemen ekstraktı içeren kaplama örneğinden daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

DPPH sönümlenme analizi çemen ekstraktı ve timol içeren çözeltilerin antioksidan aktivitesinin

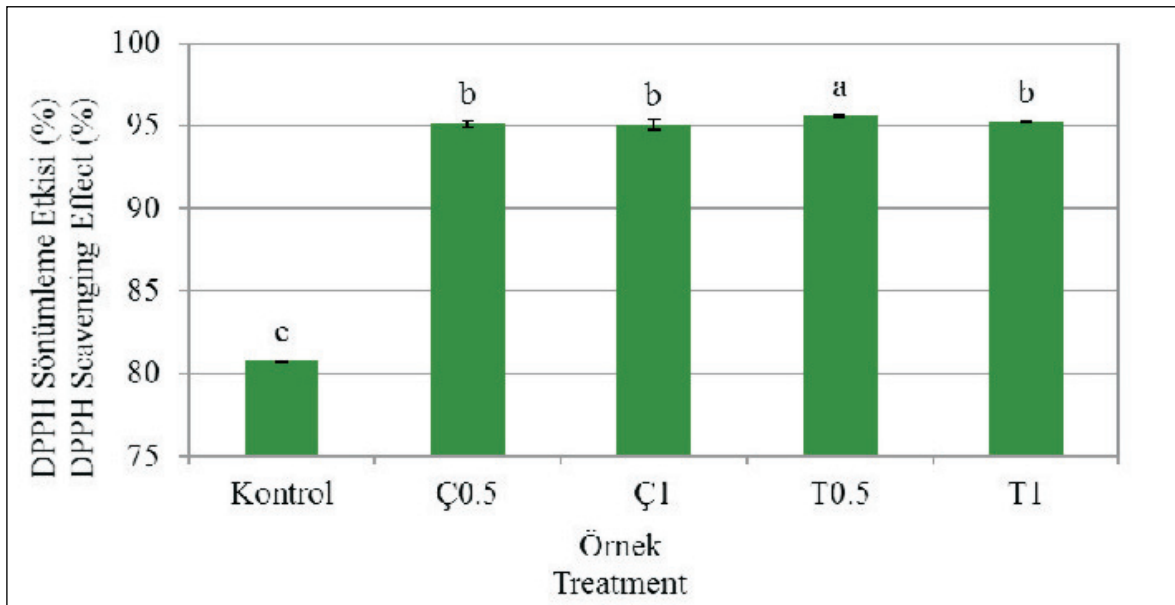
belirlenmesi için uygulanmıştır. Bu analizle stabil bir serbest radikal olan DPPH, antioksidanların etkinliği ölçüsünde koyu mor rengi açılarak sarı renge döner ve absorbans değerlerinde düşme gözlenir. Çemen ekstraktı ve timol kullanılan çözeltilerde antioksidan aktivite %95 dolaylarındadır ve kontrol örneğe göre yaklaşık %20 daha fazla etki göstermiştir (Şekil 2).

4°C'da 10 gün depolanan köftelerin % nem sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde

(Çizelge 2), 0. günde Ç0.5 haricindeki köftelerin nem değerlerinin benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir ( $P > 0.05$ ). 10. günde ise tüm örneklerin nem içerikleri arasında önemli seviyede farklılık bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). 0. ve 10. günler arası istatistiksel sonuçlar değerlendirildiğinde Ç0.5 haricindeki örneklerin nem değerleri depolamanın son günü olan 10. günde artış göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Bu durum, örneklerin saklandığı kabın hava geçirgenliği sebebiyle zaman içinde örneklerin



Şekil 1. Kaplama çözeltilerindeki toplam fenolik madde içeriği  
Figure 1. Total phenolic content of coating solutions



Şekil 2. Sulu ekstrakt çözeltilerinde DPPH sönümlenme etkisi (%)  
Figure 2. DPPH scavenging effect in aqueous extract solutions

havadaki nemi absorblamasından dolayı kaynaklanmış olabilir. Buradaki durumun aksine, Song ve ark. (3), sodyum aljinat ve kalsiyum klorür kullanarak hazırladıkları ve farklı antioksidanlar kattıkları filmleri balıklara uyguladıkları çalışmada, ürünlerin raf ömrü boyunca nem kaybederek ağırlıklarının azaldığını belirtmişlerdir.

4°C'da 10 gün depolanan köftelerin pH analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. 0. ve 3.günde örnekler arasında önemli seviyede farklar görülürken ( $P < 0.05$ ), 7. ve 10. günlerde ise örnekler arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Örnek pH'larında 10 günlük depolama süresince meydana gelen değişimler incelendiğinde ise, K1'in pH değerinin depolamanın 0., 3. ve 7. günlerinde benzer olduğu ( $P > 0.05$ ), fakat 10. günde artış gösterdiği görülmüştür ( $P < 0.05$ ). K2'nin pH değeri depolama süresince değişmemiştir ( $P > 0.05$ ). Ekstrakt içeren diğer tüm örneklerin pH değerlerinin 0., 3. ve 7. günlerde benzerlik gösterdiği ( $P > 0.05$ ), ancak Ç0.5, T0.5 ve T1 örneklerinin pH'sının 7. günden sonra 10. günde arttığı görülmüştür ( $P < 0.05$ ). Ç1 ise 7. günden sonra artış gösterse de bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). Örneklerin pH değerlerindeki artışın biriken bakteri metabolitlerinden ya da protein deaminasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Chidanandaiah ve ark. (8), farklı oranlarda aljinat kullanarak hazırladıkları aljinat-kalsiyum interaksyonu ile oluşturulmuş kaplamalarla kaplanan manda eti köftelerinin pH değerleri arasında farklılık görülmediğini, depolama süresi boyunca ise pH değerlerinin çok az yükselme gösterdiğini ve bu durumun amino asitlerin mikrobiyal yolla parçalanarak ortamda amonyum gibi alkali bileşiklerin oluşmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde İlhak ve Guran, (23) timol ve sodyum laktatı ayrı ayrı veya birlikte kullandıkları balık köftelerinin pH değerlerinde

önemli değişiklikler gözlemlenmediğini ve depolama süresince pH değerlerinin kontrol örnekteki benzer şekilde çok az yükseldiğini belirlemişlerdir. Lu ve ark. (6) çalışmalarında balık (*Channa argus*) filetolarına hem nisin ve EDTA eklediklerini hem de balıkları nisin ve EDTA içeren aljinat-kalsiyumlu kaplamalarla kaplayarak 7 gün buzdolabı koşullarında depoladıklarını belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarında en yüksek pH değerlerine kontrol örneğinin sahip olduğunu, bunu kaplama yapılmadan nisin ve EDTA ilave edilmiş örneğin izlediğini, en düşük pH değerlerinin ise nisin ve EDTA içeren veya içermeyen kaplama yapılmış örneklerde olduğunu bulmuşlardır. Bir diğer çalışmada, Lu ve ark. (7), (*Channa argus*) balık filetolarını aljinat-kalsiyum içeren filmlerle kapladıklarını ve filmlere tarçın ve nisin ilave ederek örnekleri buzdolabı koşullarında 15 gün depoladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada kaplama yapılmayan kontrol örneğinin en yüksek pH artışını gösterdiğini, sadece aljinat-kalsiyum içeren kaplamayla nisin katılan kaplamada kontrolden daha düşük pH değerlerinin ölçüldüğünü, sadece tarçın katılan ile tarçın ve nisin bir arada katıldığı aljinat-kalsiyum içerikli kaplamalara sahip örneklerin pH değerlerinin ise depolama süresi boyunca çok büyük artışlar göstermediğini belirlemişlerdir.

4°C'da 10 gün depolanan köftelerin TBARS analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. 0.günde tüm örneklerin benzerlik gösterdiği görülmüştür ( $P > 0.05$ ). 10. günde K1, K2 ve Ç0.5'in birbirine benzerlik gösterdiği ( $P > 0.05$ ) ve diğerlerinden sayısal değer olarak büyük olduğu görülür. T0.5 ve T1 ile Ç1 benzerlik göstermiş ( $P > 0.05$ ) ve bu örneklerin TBARS değerleri diğer örneklerin TBARS değerlerinden daha düşük bulunarak ( $P < 0.05$ ) daha az lipid oksidasyonuna uğradığı belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca ise, K1 örneğinin değerlerinin 3. ve 10. günlerde benzerlik

Çizelge 2. 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin % nem sonuçları  
Table 2. Moisture % results of patties stored at 4°C for 10 days

Örnek Treatment	Depolama süresi (gün) - Storage time (day)	
	0	10
K1	64.53 <sup>ab</sup>	76.39 <sup>aA</sup>
K2	63.09 <sup>ab</sup>	72.37 <sup>aA</sup>
Ç0.5	69.17 <sup>aA</sup>	75.08 <sup>aA</sup>
Ç1	63.48 <sup>ab</sup>	76.91 <sup>aA</sup>
T0.5	62.81 <sup>ab</sup>	76.24 <sup>aA</sup>
T1	63.54 <sup>ab</sup>	71.59 <sup>aA</sup>

<sup>a,b</sup> Aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>a,b</sup> Means in the same column with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B</sup> Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B</sup> Means in the same row with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

Çizelge 3. 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin pH analizi sonuçları  
Table 3. pH results of patties stored at 4°C for 10 days

Örnek Treatment	Depolama süresi (gün)- Storage time			
	0	3	7	10
K1	5.67 <sup>ab</sup>	5.58 <sup>ab</sup>	5.58 <sup>ab</sup>	6.39 <sup>aa</sup>
K2	5.63 <sup>bcA</sup>	5.51 <sup>abA</sup>	5.68 <sup>aa</sup>	5.90 <sup>aa</sup>
Ç0.5	5.62 <sup>cAB</sup>	5.48 <sup>bB</sup>	5.48 <sup>ab</sup>	5.68 <sup>aa</sup>
Ç1	5.63 <sup>bcAB</sup>	5.44 <sup>bB</sup>	5.63 <sup>aaB</sup>	6.08 <sup>aa</sup>
T0.5	5.65 <sup>abcAB</sup>	5.49 <sup>abAB</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	6.30 <sup>aa</sup>
T1	5.65 <sup>abAB</sup>	5.50 <sup>abB</sup>	5.55 <sup>ab</sup>	5.98 <sup>aa</sup>

<sup>a-c</sup> Aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>a-c</sup> Means in the same column with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>A-B</sup> Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>A-B</sup> Means in the same row with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

gösterdiği ( $P > 0.05$ ) ve 10. günde sayısal değer olarak en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir. K2 örneğinin 0., 3. ve 7. günlerde TBARS değeri açısından değişim göstermediği ( $P > 0.05$ ), 10. günde ise arttığı belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Çemen ekstraktı içeren örnekler için depolama sonunda başlangıca göre önemli oranda artış görülmüştür ( $P < 0.05$ ). T0.5 depolama süresince artış göstermiş, fakat bu artış istatistik açıdan önem taşımamaktadır ( $P > 0.05$ ). T1'in TBARS değeri 7. günden itibaren artış göstermiş ( $P < 0.05$ ), 7. ve 10. günlerde ise benzer değerler sergilemiştir ( $P > 0.05$ ). Bilindiği üzere lipid oksidasyonu ürünlerin raf ömrü açısından arzu edilmeyen olaylardan biridir. Bu çalışmada, bir bitki ekstraktı ve antioksidan özellik gösteren bir madde kaplama formülasyonu içerisinde köftelere uygulanmış ve bu iki materyalin üründe oluşan lipid oksidasyonuna ve ürün raf ömrüne olan etkileri TBARS sayısı ile belirlenerek araştırılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar TBARS değerleri depolama süresince bütün örneklerde yükselme eğilimi gösterse de, tüm örneklerde aynı seviyede bir yükseliş söz konusu değildir. Depolamanın başındaki ve sonundaki değerler incelendiğinde, antioksidan etkili maddelerin ürünlerin lipid oksidasyonunu baskıladığı ve özellikle timolün en yüksek antioksidan etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun ürün raf ömrü üzerinde oldukça etkili olabileceği düşünülmektedir. Literatürde yapılan benzer çalışmaların pek çoğunda antioksidan madde içeren kaplamaların lipid oksidasyonu üzerinde bu çalışmadaki gibi olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir. Lu ve ark. (6) depolama süresince tüm örneklerin tiyobarbitürik asit değerlerinin arttığını ve nisin ve EDTA içeren veya bunları içermeyen kaplamalı örneklerin TBARS değerlerinin kaplama yapılmayan örneklerden düşük olduğunu bildirmişlerdir. Lu

ve ark. (7), balık filetoalarını tarçın ve nisin içeren aljinat-kalsiyum çözeltileriyle kapladıkları çalışmada, depolama süresi boyunca en yüksek tiyobarbitürik asit değerlerinin kaplama yapılmamış kontrol örneğinde gözlemlendiğini, bunu sadece aljinat-kalsiyum içeren kaplamalı örneğin izlediğini, en düşük değerlerin ise tarçın ve nisini bir arada içeren örnekte gözlemlendiğini bulmuşlardır. Chidanandaiah ve ark. (8), köfteleri aljinat-kalsiyumla kapladıkları çalışmalarında TBARS değerlerinin lineer olarak yükseldiğini bildirmişlerdir. Hettiarachchy ve ark. (24), çemen ekstraktı içeren hem çiğ hem de pişmiş köftelerin TBARS değerlerinin kontrolden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 5 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin renk değerlerini göstermektedir. Elde edilen verilere göre 0. ve 3. günde tüm örneklerin L\* değerleri arasında önemli derecede farklılık görülmemiştir ( $P > 0.05$ ). 10.günde K1 sayısal olarak en yüksek değeri olsa da T1 hariç, diğerleriyle benzerlik gösterir ( $P > 0.05$ ). T1'in parlaklık değeri ise diğer örneklerinkinden daha düşüktür ( $P < 0.05$ ). Depolama süresince bakıldığında ise K1'in parlaklık değeri depolama süresince değişim göstermezken ( $P > 0.05$ ), diğer örneklerde önemli seviyede değişiklikler bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). T1'de parlaklık 10. günde en düşük bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin a\* değeri sonuçları incelendiğinde (Çizelge 5) 0.,3. ve 10. günlerde örnekler arasında önemli derecede farklılık bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ) 7. günde Ç0.5 hariç diğer örneklerin a\* değerleri ile K1 arasında benzerlik görülmektedir ( $P > 0.05$ ). Depolama süresince K1, T0.5 ve T1 örneklerinin a\* değerleri değişim göstermemiştir ( $P > 0.05$ ). Diğer örneklerin a\* değerlerinde ise depolama süresi boyunca önemli seviyede farklılıklar gözlemlenmiştir

Çizelge 4. 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin TBARS analiz sonuçları (mg malonaldehit/kg örnek)  
Table 4. TBARS analysis results of patties stored at 4°C for 10 days (mg malonaldehyde/kg treatment)

Örnek Treatment	Depolama süresi (gün) –Storage time (day)			
	0	3	7	10
K1	0.37 <sup>aB</sup>	0.72 <sup>aAB</sup>	0.56 <sup>abB</sup>	1.12 <sup>aA</sup>
K2	0.41 <sup>aB</sup>	0.46 <sup>bB</sup>	0.51 <sup>abcB</sup>	0.98 <sup>abA</sup>
Ç0.5	0.22 <sup>aC</sup>	0.38 <sup>bcBC</sup>	0.44 <sup>abcB</sup>	1.01 <sup>abA</sup>
Ç1	0.23 <sup>aC</sup>	0.42 <sup>bcB</sup>	0.59 <sup>aAB</sup>	0.67 <sup>bcA</sup>
T0.5	0.30 <sup>aA</sup>	0.25 <sup>aA</sup>	0.41 <sup>bcA</sup>	0.32 <sup>ca</sup>
T1	0.21 <sup>aC</sup>	0.25 <sup>bcB</sup>	0.38 <sup>aA</sup>	0.32 <sup>caB</sup>

<sup>a,c</sup> Aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>a,c</sup> Means in the same column with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>A,C</sup> Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>A,C</sup> Means in the same row with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

( $P < 0.05$ ). Köftelerin b\* değeri sonuçlarına göre (Çizelge 5) 0., 7. ve 10. günlerde tüm örneklerin b\* değerleri arasında önemli derecede farklılık görülmemiştir ( $P > 0.05$ ). 3. günde T0.5 haricindeki tüm örnekler K1 ile benzerlik göstermiştir ( $P > 0.05$ ). Örneklerin b\* değerleri depolama süresi boyunca incelendiğinde, T1 dışındaki tüm örneklerin b\* değerleri depolama boyunca önemli derecede değişmemiştir ( $P > 0.05$ ).

Çalışmanın sonucuna genel olarak bakıldığında, oksidasyon yönünden en iyi koruyucu etkiyi timol içeren çözeltinin gösterdiği, bunun ardından ise çemen ekstraktı içeren çözeltinin etkili olduğu bulunmuştur. Herhangi bir antioksidan madde içermeyen çözeltiyle örnekleri kaplamanın koruyucu özellik gösterdiği gözlenmiş olmasına rağmen, antioksidan içeren filmlerin daha iyi etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Daha ayrıntılı etkilerin belirlenmesi için bu konuda ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çizelge 5. 4°C'da 10 gün depolanan köftelerin renk değerleri  
Table 5. Colour values of patties stored at 4°C for 10 days

Gün Day	Örnek-Treatment						
	K1	K2	Ç05	Ç1	T0.5	T1	
L*	0	42.40 <sup>aA</sup>	44.35 <sup>aAB</sup>	45.53 <sup>aA</sup>	44.11 <sup>aA</sup>	46.07 <sup>aA</sup>	44.10 <sup>aA</sup>
	3	43.27 <sup>aA</sup>	42.68 <sup>aAB</sup>	39.95 <sup>abB</sup>	39.77 <sup>abB</sup>	42.12 <sup>aAB</sup>	42.74 <sup>aA</sup>
	7	44.58 <sup>abA</sup>	45.85 <sup>aA</sup>	44.42 <sup>abA</sup>	42.51 <sup>abAB</sup>	46.59 <sup>aA</sup>	41.22 <sup>bA</sup>
	10	44.50 <sup>aA</sup>	40.76 <sup>abB</sup>	41.88 <sup>abAB</sup>	39.73 <sup>abB</sup>	40.36 <sup>abB</sup>	36.74 <sup>bB</sup>
a*	0	8.72 <sup>aA</sup>	7.51 <sup>aB</sup>	6.81 <sup>aB</sup>	8.56 <sup>aAB</sup>	8.26 <sup>aA</sup>	8.23 <sup>aA</sup>
	3	8.05 <sup>aA</sup>	9.80 <sup>aA</sup>	9.05 <sup>aA</sup>	9.92 <sup>aA</sup>	9.00 <sup>aA</sup>	8.60 <sup>aA</sup>
	7	9.88 <sup>aA</sup>	7.78 <sup>abB</sup>	6.74 <sup>bB</sup>	7.61 <sup>abB</sup>	7.39 <sup>abA</sup>	9.10 <sup>abA</sup>
	10	7.22 <sup>aA</sup>	7.74 <sup>aB</sup>	7.48 <sup>abB</sup>	8.37 <sup>aAB</sup>	8.53 <sup>aA</sup>	8.12 <sup>aA</sup>
b*	0	11.27 <sup>aA</sup>	12.64 <sup>aA</sup>	11.33 <sup>aA</sup>	12.58 <sup>aA</sup>	13.20 <sup>aA</sup>	13.37 <sup>aAB</sup>
	3	11.67 <sup>ba</sup>	13.30 <sup>abA</sup>	11.99 <sup>abA</sup>	12.28 <sup>abA</sup>	14.06 <sup>aA</sup>	11.97 <sup>abB</sup>
	7	12.62 <sup>aA</sup>	12.57 <sup>aA</sup>	13.12 <sup>aA</sup>	12.19 <sup>aA</sup>	12.52 <sup>aA</sup>	14.25 <sup>aA</sup>
	10	12.28 <sup>aA</sup>	11.49 <sup>aA</sup>	13.08 <sup>aA</sup>	13.48 <sup>aA</sup>	13.37 <sup>aA</sup>	13.50 <sup>aAB</sup>

<sup>a,b</sup> Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>a,b</sup> Means in the same row with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B</sup> Aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B</sup> Means in the same column with different superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

3. Song Y, Liu L, Shen H, You J, Luo Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22: 608-615.
4. Guerreiro AC, Gago CML, Faleiro ML, Miguel MGC, Antunes MDC. 2015. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biol Tec*, 100: 226-233.
5. Rojas-Graü MA, Raybaudi-Massilia RM, Soliva-Fortuny RC, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH, Mart n-Belloso O. 2007. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biol Tec*, 45: 254-264.
6. Lu F, Liu D, Ye X, Wei Y, Liu F. 2009. Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4°C. *J Sci Food Agric*, 89: 848-854.
7. Lu F, Ding Y, Ye X, Liu D. 2010. Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. *LWT - Food Sci Technol*, 43: 1331-1335.
8. Chidanandaiah, Keshri RC, Sanyal MK. 2009. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4±1°C) storage. *J Muscle Foods*, 20: 275-292.
9. De'Nobili MD, Soria M, Martinefski MR, Tripodi VP, Fissore EN, Rojas AM. 2016. Stability of L-(+)-ascorbic acid in alginate edible films loaded with citric acid for antioxidant food preservation. *J Food Eng*, 175: 1-7.
10. Benayad Z, Gómez-Cordovés C, Es-Safi NE. 2014. Identification and quantification of flavonoid glycosides from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) germinated seeds by LC-DAD-ESI/MS analysis. *J Food Compos Anal*, 35: 21-29.
11. Belguith-Hadriche O, Bouaziz M, Jamoussi K, Simmonds MSJ, El Feki A, Makni-Ayedi F. 2013. Comparative study on hypocholesterolemic and antioxidant activities of various extracts of fenugreek seeds. *Food Chem*, 138: 1448-1453.
12. Kenny O, Smyth TJ, Hewage CM, Brunton NP. 2013. Antioxidant properties and quantitative UPLC-MS analysis of phenolic compounds from extracts of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and bitter melon (*Momordica charantia*) fruit. *Food Chem*, 141: 4295-4302.
13. Bogdanovic A, Tadic V, Ristic M, Petrovic S, Skala D. 2016. Optimization of supercritical CO<sub>2</sub> extraction of fenugreek seed (*Trigonella foenum-graecum* L.) and calculating of extracts solubility. *J Supercrit Fluid*, 117: 297-307.
14. Kavooosi G, Dadfar SMM, Purfard AM. 2013. Mechanical, physical, antioxidant, and antimicrobial properties of gelatin films incorporated with thymol for potential use as nano wound dressing. *J Food Sci*, 78 (2): E244-E250.
15. Marchese A, Erdogan Orhan I, Daglia M, Barbieri R, Di Lorenzo A, Nabavi SF, Gortzi O, Izadi M, Nabavi SM. 2016. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. *Food Chem*, 210: 402-414.
16. Llana-Ruiz-Cabello M, Gutiérrez-Praena D, Puerto M, Pichardo S, Jos Á, Cameán AM. 2015. In vitro pro-oxidant/antioxidant role of carvacrol, thymol and their mixture in the intestinal Caco-2 cell line. *Toxicol in Vitro*, 29: 647-656.
17. Ramos M, Beltrán A, Peltzer M, Valente AJM, del Carmen Garrigós M. 2014. Release and antioxidant activity of carvacrol and thymol from polypropylene active packaging films. *LWT - Food Sci Technol*, 58: 470-477.
18. Barut Uyar B, Gezmen-Karadağ M, Şanlıer N, Günyel S. 2013. Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *GIDA*, 38 (1): 23-29.
19. Siripatrawan U, Harte BR. 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocoll*, 24: 770-775.
20. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official methods of analysis of the AOAC., Washington, USA.
21. Vural H ve Öztan A. 1996. Et ve ürünleri kalite kontrol laboratuvarı uygulama klavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:36, Ankara, Türkiye, 236s.
22. Ulu H. 2004. Evaluating of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. *Meat Sci*, 67: 683-687.
23. İlhak OI, Guran HS. 2014. Combined antimicrobial effect of thymol and sodium lactate against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* in fish patty. *J Food Safety*, 34: 211-217.
24. Hettiarachchy NS, Glenn KC, Gnanasambandam R, Johnson MG. 1996. Natural antioxidant extract from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) for ground beef patties. *J Food Sci*, 61 (3): 516-519.