

## DONMUŞ DEPOLANAN TAVUK BURGERLERDE YEŞİL ÇAY EKSTRAKTININ LİPOLİTİK DEĞİŞİMLER VE MİKROBİYEL İNHİBİSYON ÜZERİNE ETKİSİ

Eda Demirok Soncu\*\*<sup>1</sup>, Güliz Haskaraca<sup>1</sup>, Esra Selin Davarcıoğlu<sup>2</sup>, Nuray Kolsarıcı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Dışkapı, Ankara

<sup>2</sup>Bolu Belediyesi, Veteriner İşleri Müdürlüğü, Bolu

Geliş tarihi / Received: 05.01.2016

Kabul tarihi / Accepted: 20.02.2016

### Özet

Tavuk burgerlerde donmuş depolamada meydana gelen lipolitik reaksiyonlar ve mikrobiyel aktivite ürün raf ömrünü kısıtlayan ve kalite kayıplarına neden olan değişimlerdir. Bu noktadan hareketle, bu araştırma kapsamında, burgerlerin kaplanmasında kullanılan sıvı ve kuru sosa ilave edilen yeşil çay ekstraktının (YÇE-%0, %0.5, %1.5, %3) 8 ay süreyle donmuş depolanan (-18°C) tavuk burgerlerde lipolitik reaksiyonları ve mikrobiyel aktiviteyi sınırlandırması amaçlanmıştır. YÇE, ilk 3 ay boyunca oksidasyon reaksiyonları üzerine etkili değilken, 4. ay ve sonrasında oksidatif reaksiyonları sınırlayıcı bir etki göstermiştir ( $P<0.05$ ). YÇE kullanımıyla, daha koyu ve daha sarı renkte ürün kaplaması elde edilmiş ( $P<0.05$ ) ancak bu değişim duyuşsal panelde negatif yönde değerlendirilmemiştir. %0.5 YÇE içeren burger, %1.5 ve %3 YÇE içeren burgerlere kıyasla daha yüksek duyuşsal puan almıştır ( $P<0.05$ ). Tüketime hazır ürün olmaları ve donmuş depolama sebebiyle burgerlerde mikrobiyel aktivite gözlenmemiştir. Özetle, YÇE, raf ömrü uzun ve kaliteli tavuk burger üretmek amacıyla kullanılabilir doğal ve etkili antioksidanlardan biridir.

**Anahtar kelimeler:** Tavuk burger, yeşil çay ekstraktı, donmuş depolama, TBARS, antioksidan bileşik, kaplamalı tavuk ürünleri, mikrobiyel aktivite

## THE EFFECT OF GREEN TEA EXTRACT AGAINST LIPOLYTIC CHANGES AND INHIBITION OF MICROBIAL ACTIVITY IN FROZEN STORED CHICKEN BURGER

### Abstract

Lipolytic reactions and microbial activity occurred in chicken burgers during frozen storage cause a decrease in shelf life and quality losses. From this point of view, the purpose of the current study was to mitigate lipolytic reactions and microbial activity in chicken burger stored at -18°C for 8 months by adding green tea extract (GTE-0%, 0.5%, 1.5%, 3%) into batter and bread. Although GTE did not found to be effective in lipid oxidation reactions during the first three months of frozen storage, it restricted lipid oxidation at the fourth month and later ( $P<0.05$ ). Darker and more yellowness color were observed on the outer surface of burger as a result of GTE usage, but this color change did not evaluate as a fault in the sensory panel. Chicken burger with 0.5% GTE had higher sensory scores than those of with 1.5% and 3% GTE ( $P<0.05$ ). Microbial growth did not observe in ready to eat burgers due to frozen storage and cooking process. In brief, GTE is suggested as a natural and effective antioxidant to produce chicken burger with long shelf life and high quality.

**Keywords:** Chicken burger, green tea extract, frozen storage, TBARS, antioxidant compound, coated chicken meat products, microbial activity

\* Bu çalışma 16-17 Ekim 2014 tarihleri arasında Tokat'ta düzenlenen "Et Ürünleri Üretiminde Inovasyon" konulu 3. Et Ürünleri Çalıştay'ında sözlü sunum olarak sunulmuştur. *This study was presented as a oral presentation at 3<sup>rd</sup> Meat Products Workshop "Innovation in Production of Meat Products" held on 16-17 September 2014 in Tokat.*

\*\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ edemirok@eng.ankara.edu.tr,

☎ (+90) 0312 203 3300,

☎ (+90) 0312 317 8711

## GİRİŞ

Son zamanlarda değişen yaşam koşulları, iş hayatında artan zaman ve kültürel değişikliklere bağlı olarak, tüketicilerin ayaküstü (fast food) ürünlere olan talepleri de hızla artmaktadır (1). Özellikle, kısa sürede tüketime hazırlanabilme olanağı sunan kaplamalı tavuk ürünleri, ayaküstü gıdalar içerisinde her yaştan tüketiciye hitap eden popüler ürün gruplarından birisidir (2). Türkiye’de 2012 yılında yaptığımız bir çalışmada, Ankara, Bolu, Çorum, İstanbul, Manisa, Sakarya illerinden rastgele seçilen bireylerin katıldığı bir anket ile tüketicilerin kaplamalı tavuk eti tüketim algıları ve satın alma alışkanlıkları belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ankete katılan bireylerin %70.25’inin kaplamalı tavuk ürünlerini tükettiği ve tüketilen kaplamalı tavuk ürünlerinden en yüksek payın %77.48 ile tavuk burgere ait olduğu ifade edilmiştir (3).

Tavuk burger üretim prosesinin son aşaması donmuş depolamadır. Bu noktada, tavuk burgerlerin raf ömrünü sınırlandıran en önemli faktör lipit oksidasyonudur. Lipit oksidasyonu sonucunda üründe karsinojenik bileşiklerin yanı sıra ürünün duyuusal kabul edilebilirliğini etkileyen ransit koku ve tada neden olan bileşikler de oluşur. Ayrıca, ürünün fonksiyonel özelliklerinde, renginde ve tekstüründe değişim meydana gelirken, besinsel değerlerinde de kayıp açığa çıkar (4, 5).

Uzun yıllardan beri gıdalarda soğuk ve donmuş depolama esnasında meydana gelen lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla antioksidanlar kullanılmaktadır. Son dönemde yapılan çalışmalarda, karsinojenik etkilerinden dolayı sentetik antioksidanların insan sağlığı açısından zararlı olduğu bildirilmiş ve buna bağlı olarak tüketici talepleri de gıdalarda sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanların kullanımı yönünde değişmiştir (1, 6). Bu noktada, gıdaların yapısında bulunan polifenoller, hem kolay erişilebilirlikleri hem de güçlü antioksidatif etkileri nedeniyle önemli doğal antioksidanlardır (7). Yeşil çay ekstraktı da (YÇE) son zamanlarda gıdalarda sıklıkla kullanılan, popüler ve zengin kateşin içeriği nedeniyle güçlü antioksidan aktiviteye sahip doğal antioksidanlardan birisidir. Araştırmalar, gıda sistemlerinde özellikle et ve et ürünlerinde yeşil çay ve çay kateşinlerinin lipit oksidasyonunu engellemede veya azaltmada oldukça etkili olduğunu belirtirken (6, 8-14), bir grup çalışmada, yeşil çayın bileşiminde bulunan polifenollerin hem gram pozitif hem de gram negatif bakteriler üzerine antimikrobiyel etkiye de sahip olduğu bildirmiştir (9, 14-17).

Bu noktadan hareketle, et endüstrisi için önemli bir kalite problemi olan lipit oksidasyonunu tavuk burgerlerde engellemek amacıyla kaplamaya ilave edilen yeşil çay ekstraktının 8 aylık donmuş depolama süresince etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca tavuk burgerlerde donmuş depolama süresi boyunca meydana gelen mikrobiyolojik ve duyuusal değişimlerde araştırma kapsamında incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Tavuk Burger Üretimi

Tavuk burgerlerin üretimi Türkiye’de ticari olarak üretim yapan bir işletmede (Beypi Beypazarı Tarımsal Üretim Pazarlama Sanayi ve Ticaret A.Ş.) gerçekleştirilmiştir. Tavuk burger üretimi için ilk önce ürüne özgü et hamuru hazırlanmış ve ardından hamura burger formu verilmiştir. Burgerlerin kaplanması için kullanılmak üzere dört farklı oranda yeşil çay ekstraktı (%0; %0.5; %1.5 ve %3 YÇE) içerikli sıvı sos ve kuru sos hazırlanmıştır. Sıvı sos, 1 kg toz halindeki materyale gerekli miktarda YÇE eklendikten sonra 1600 ml su içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır. Sıvı sos, buğday unu, buğday nişastası, tuz ve bezelye lifi içerirken, kuru sosun bileşimi buğday unu, tuz, difosfat (E450), sodyum karbonat (E500), asetik asit (E260), baharat, maya (*S. cerevisiae*), L-sistein (E920), biber ekstraktı (E160c) ve ayçiçek yağıdır. YÇE (Guardian green tea extract 20S) Burkim Kimya San. Tic. A.Ş. aracılığıyla Danisco (Kopenhag, Danimarka) firmasından satın alınmış ve fenolik madde içeriği Çelik ve Gökmen (18) tarafından bildirilen yöntemle göre HPLC-MS kullanılarak belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada, formlanmış burgerler manuel olarak ilk önce sıvı sos ardından kuru sos ile kaplanarak derin yağda kızartma hattına yerleştirilmiş ve 190°C’de 45 sn süreyle ayçiçeği yağında kızartılmıştır. Kızartma sonrası, burgerler %80 buhar altında 160°C’de 3 dk 15 sn süreyle buharlı fırında pişirilmiştir. Son olarak, burgerler -30°C’deki spiral dondurucuda 50 dk içerisinde orta nokta sıcaklığı -18°C’ye ulaşıncaya kadar dondurulmuştur. Donmuş burgerler yüksek bariyerli hazır tabaklara yerleştirilerek ambalajlanmış, soğuk zincir kırılmadan Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et İşletmesi’ne getirilmiş ve -18°C’de 8 ay süreyle depolanmıştır. Deneme 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve donmuş depolama sürecinde mikrobiyolojik ve oksidatif değişimleri incelemek amacıyla aylık periyotlarda yapılan analizler her bir tekerrür için iki paralelli olarak yürütülmüştür. Genel bileşim, pH ve

serbest yağ asitliği (SYA) analizleri bir doğrayıcı (Tefal Smart, France) kullanılarak homojen hale getirilen örneklerde yapılmıştır. TBARS analizi ise burgerlerin kaplamaları sıyrıldıktan sonra et kısmında yürütülmüştür. Ayrıca burgerlerde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk ölçümü, mikrobiyolojik analiz ve duyuşal değerlendirme de yapılmıştır.

#### Genel Bileşim ve pH Analizi

Örneklerin genel bileşimlerini belirlemek amacıyla homojen örneklerde, nem analizi (950.46), Soxhelet ekstraksiyon yöntemine göre yağ analizi (991.36), Kjeldahl yöntemine göre protein analizi (955.04) ve kül analizi (920.153) yapılmıştır (19). Ayrıca, örneklerin pH değeri de belirlenmiştir (20).

#### Serbest Yağ Asitliği (SYA) Analizi

Bligh ve Dyer (21) tarafından rapor edilen soğuk ekstraksiyon yöntemine göre homojen et örneğinden ham yağ elde edilmiş ve SYA miktarı 10 mL etil alkol içerisinde çözündürülen 1 gram yağda 0.05 N NaOH ile titre edilerek belirlenmiştir. Burgerlerdeki SYA miktarı oleik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (22).

#### TBARS Analizi

TBARS analizi Mielnik ve ark. (23) tarafından bildirilen yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar TEP (1,1,3,3 tetraetoksi propan) standardı kullanılarak çizilen kurve yardımı ile burgerlerin et kaplama oranları da dikkate alınarak mg malondialdehide (MA)/kg olarak hesaplanmıştır.

#### $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ Renk Değerlerinin Ölçümü

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk ölçümü burgerlerin dış yüzeylerinin 6 farklı noktasından beyaz kalibrasyon plakası (Referans no: 1353123;  $Y=92.70$ ;  $x=0.3133$ ;  $y=0.3193$ ) kullanılarak kalibre edilmiş Minolta kolorimeter (CR 300, Japan) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.  $+L^*$  açıklık,  $-L^*$  koyuluk,  $+a^*$  kırmızılık,  $-a^*$  yeşillik,  $+b^*$  sarılık ve  $-b^*$  mavilik koordinatlarını simgelemektedir.

#### Mikrobiyolojik Analiz

10 g burger örneği steril homojenizasyon poşeti içerisinde 90 mL fizyolojik tuzlu su kullanılarak homojen hale getirilmiş ve uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) için plate count agarda (PCA) 28°C'de 48 saat, toplam psikrofil bakteri için PCA'da 6.5°C'de 10 gün, *Staphylococcus aureus* için Baird Parker Agarda 37°C'de 24 saat, toplam koliform grup bakteri için VRB Agarda 37°C'de 24 saat, *E. coli* için Chromocult TBX Agarda 44°C'de 18-24 saat, *Pseudomonas* için Cetrimide Agarda 37°C'de 48 saat, toplam maya küf sayısı için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC)

Agarda 28°C'de 4-5 gün inkübasyondan sonra gelişen koloniler değerlendirmeye alınmış ve sonuç log KOB/g cinsinden hesaplanmıştır. Ayrıca, burgerlerde ISO 11290 yöntemine göre *Listeria monocytogenes* ve ISO 6579 yöntemine göre de *Salmonella* için var/yok testi yapılmıştır (24).

#### Duyusal Değerlendirme

Burgerlerin duyuşal değerlendirmesi aylık periyotlarda Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Duyusal Analiz Laboratuvarında deneyimli 8 kişiden oluşan bir ekip tarafından yapılmıştır. Burgerler rastgele belirlenen 3 haneli sayılarla kodlanarak, 360 W'da 2 dk süreyle mikrodalga fırında (HMT84G451, Bosch, Germany) ısıtıldıktan sonra sunum kapları içerisinde panelistlere sunulmuştur. Örnek grupları arasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla yağsız tuzsuz kraker ve su kullanılmıştır. Panelistlerden burgerlerin duyuşal özelliklerini belirlemek için 9'lu hedonik skala (9=Mükemmel, 1=Son derece kötü) kullanarak puanlama testi yapmaları ve farklı konsantrasyonda YÇE içeren grupların görünüş, renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri açısından değerlendirmeleri istenmiştir.

#### İstatistik Değerlendirme

Araştırma, tesadüf blokları faktöriyel deneme deseninde tekrarlanan ölçümler düzenine göre kurulmuştur. Gruplar arasında incelenen özellik bakımından fark olup olmadığı SPSS 15 paket programı kullanılarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılığın önemlilik düzeyi ( $\alpha=0.05$ ) Duncan's çoklu karşılaştırma testi kullanılarak ölçülmüştür.

#### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Donmuş depolama sürecinde lipolitik reaksiyonları engellemek amacıyla kaplamaya %0; %0.5; %1.5 ve %3 oranlarında YÇE ilave edilerek üretilen tavuk burgerlerin besinsel bileşimine ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir. %0; %0.5; %1.5 ve %3 oranlarında YÇE içeren tavuk burgerlerin sırasıyla nem değerleri %54.55; %50.86; %49.94 ve %49.45, kül içerikleri %2.48; %2.94; %3.28 ve %3.28, protein değerleri %11.64; %10.09; %10.33 ve %10.60 ve yağ değerleri %12.36; %11.93; %11.26 ve %12.35 olarak belirlenmiştir. 8 aylık donmuş depolama periyodu boyunca tavuk burgerlerin pH değerindeki değişimler de incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Burgerlerin üretim sonrası pH değerleri 6.59-6.63 arasında ölçülürken, 8 aylık depolama sonunda bu değer 6.53-6.55 aralığında ölçülmüştür. 8 aylık ölçümlere ilişkin ortalama değerler incelendiğinde,

kaplamaya YÇE ilavesinin ve depolama süresinin ürünlerin pH değerlerini istatistiksel olarak önemli oranda etkilemediği tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ).

Donmuş depolama süresince lipitlerde meydana gelen değişimler lipoliz ve oksidasyon reaksiyonları olarak tanımlanır. Lipoliz reaksiyonları, trigliseritler ile fosfolipitlerin hidrolizi olarak bilinir ve lipoliz reaksiyonları sonucunda oksidasyon reaksiyonlarının substratı olan serbest yağ asitleri açığa çıkar (25). Tavuk burgerlerin SYA değerleri üzerine 8 aylık depolama süresi istatistik olarak önemli bulunmuş

ve değişimler Çizelge 2'de gösterilmiştir ( $P<0.05$ ). Bu değişimler ilk 3 ay boyunca azalış 4. aydan itibaren ise artış şeklinde ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, yapılan bir araştırmada, 3 gün süreyle 4°C'de depolanan kaplamalı tavuk ürünlerinde de SYA değerlerinin artış ve azalış sergilediği belirlenmiştir (26). Burgerlerin kaplamalarına ilave edilen YÇE ise üründe gelişen lipoliz reaksiyonları üzerine etkili olmamış ve aynı depolama periyodunda %0; %0.5; %1.5 ve %3 YÇE içeren örnek gruplarının SYA değerleri arasında istatistik

Çizelge 1. Tavuk burgerlerin besinsel bileşimi  
Table 1. Proximate composition of chicken burgers

Tavuk burgerler Chicken burgers	Nem (%) Moisture (%)	Kül (%) Ash (%)	Protein (%) Protein (%)	Yağ (%) Fat (%)
%0 YÇE/0% GTE	54.55±0.26	2.48±0.04	11.64±2.26	12.36±2.23
%0.5 YÇE/0.5% GTE	50.86±0.53	2.94±0.35	10.09±1.00	11.93±0.73
%1.5 YÇE/1.5% GTE	49.94±0.63	3.28±0.05	10.33±1.22	11.26±1.36
%3 YÇE/3% GTE	49.45±1.90	3.28±0.67	10.60±1.67	12.35±1.74

Çizelge 2. Depolama periyodu boyunca tavuk burgerlerin pH, SYA ve TBARS değerlerindeki değişim  
Table 2. The changes in pH, FFA, and TBARS values of chicken burgers during frozen storage

Tavuk burgerler / Chicken burgers						
	Aylar Months	%0 YÇE 0% GTE	%0.5 YÇE 0.5% GTE	%1.5 YÇE 1.5% GTE	%3 YÇE 3% GTE	Ort±SH Mean±SEM
pH değeri / pH value	0	6.63±0.05	6.61±0.08	6.59±0.09	6.59±0.09	6.60±0.03
	1	6.60±0.04	6.60±0.05	6.59±0.05	6.59±0.05	6.59±0.02
	2	6.56±0.03	6.53±0.03	6.53±0.04	6.53±0.04	6.54±0.01
	3	6.54±0.01	6.56±0.02	6.57±0.02	6.56±0.02	6.56±0.01
	4	6.52±0.03	6.55±0.07	6.51±0.05	6.52±0.05	6.53±0.02
	5	6.55±0.02	6.56±0.01	6.54±0.01	6.55±0.01	6.55±0.01
	6	6.57±0.08	6.53±0.05	6.53±0.05	6.54±0.06	6.54±0.02
	7	6.59±0.03	6.59±0.01	6.60±0.01	6.58±0.01	6.59±0.01
	8	6.53±0.02	6.54±0.04	6.55±0.03	6.55±0.03	6.54±0.01
Serbest yağ asitliği (SYA-%) Free fatty acid (FFA-%)	0	0.53±0.13	0.52±0.01	0.52±0.03	0.62±0.08	0.55±0.03 <sup>A</sup>
	1	0.30±0.04	0.27±0.13	0.31±0.13	0.22±0.07	0.28±0.04 <sup>C</sup>
	2	0.38±0.13	0.39±0.20	0.28±0.18	0.30±0.17	0.34±0.07 <sup>BC</sup>
	3	0.29±0.14	0.36±0.18	0.37±0.16	0.27±0.13	0.32±0.06 <sup>C</sup>
	4	0.46±0.04	0.63±0.13	0.45±0.02	0.44±0.06	0.49±0.04 <sup>AB</sup>
	5	0.60±0.01	0.52±0.05	0.40±0.01	0.47±0.15	0.50±0.04 <sup>AB</sup>
	6	0.42±0.01	0.51±0.03	0.72±0.23	0.67±0.23	0.58±0.08 <sup>A</sup>
	7	0.55±0.11	0.75±0.14	0.61±0.13	0.54±0.07	0.61±0.06 <sup>A</sup>
	8	0.53±0.01	0.49±0.01	0.49±0.04	0.52±0.02	0.51±0.02 <sup>AB</sup>
TBARS değeri (mg MA/kg) TBARS value (mg MA/kg)	0	0.73±0.01	0.71±0.01	1.01±0.01	0.78±0.01	0.81±0.05 <sup>DE</sup>
	1	1.14±0.01	1.24±0.01	1.05±0.01	1.06±0.01	1.12±0.03 <sup>AB</sup>
	2	0.99±0.01	0.69±0.01	0.59±0.01	0.64±0.01	0.73±0.06 <sup>E</sup>
	3	1.05±0.18	1.04±0.01	1.04±0.07	1.08±0.01	1.05±0.04 <sup>ABC</sup>
	4	1.13±0.05	0.92±0.22	0.90±0.24	0.75±0.14	0.92±0.09 <sup>CD</sup>
	5	1.40±0.25	1.12±0.17	1.06±0.17	0.93±0.34	1.13±0.11 <sup>A</sup>
	6	1.17±0.04	1.00±0.30	0.81±0.19	0.82±0.24	0.95±0.10 <sup>BCD</sup>
	7	0.93±0.14	0.77±0.16	0.75±0.24	0.76±0.30	0.80±0.09 <sup>DE</sup>
	8	1.04±0.10	0.84±0.12	0.96±0.16	0.82±0.14	0.92±0.06 <sup>CD</sup>

A,B,C,D,E: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan aylar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).

A,B,C,D,E: Mean values with different uppercase letters in the same column are different due to the main effect of storage time ( $P<0.05$ ).

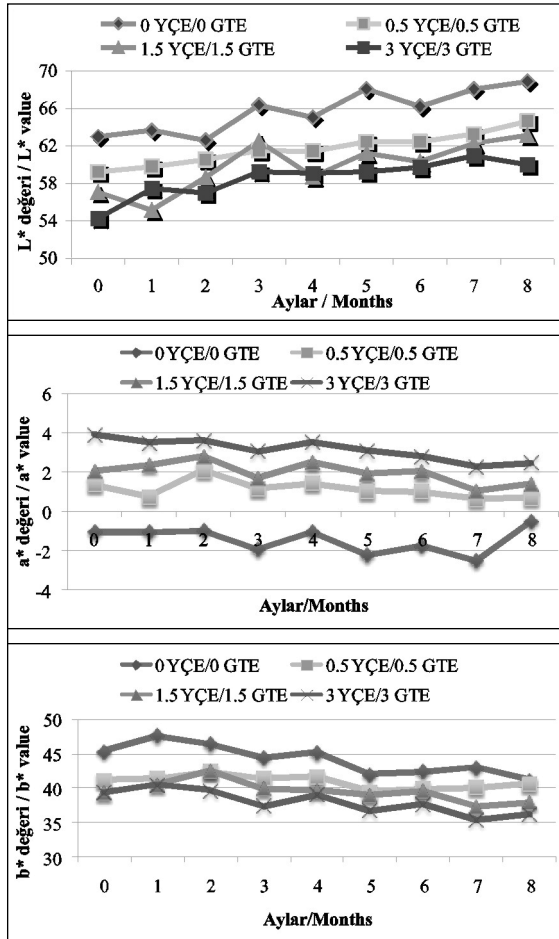
Ort±SH: Ortalama±Standard hata, Mean±SEM: Mean±Standard error of the mean

olarak bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ). Lipoliz reaksiyonları sonucu açığa çıkan ya da etin yapısında bulunan serbest yağ asitlerinin moleküler oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu otokalik olarak gelişen lipit oksidasyonu üründe karsinojenik bileşiklerin yanı sıra kalite kayıpları ile sonuçlanır. TBARS analizi de, et ve et ürünlerinde meydana gelen lipit oksidasyon düzeyini ölçmek amacıyla uzun yıllardan beri kullanılan hassas bir yöntemdir (27, 28). Çizelge 2'de tavuk burgerlerin 8 aylık donmuş depolama periyodu boyunca TBARS değerlerindeki değişim verilmiştir. Başlangıçta (0. ayda) 0.73-1.01 mg MA/kg aralığında değişen TBARS değeri, 8. ayın sonunda 0.82-1.04 mg MA/kg aralığında bulunmuştur. Donmuş depolama süresince aylık ölçümlerde TBARS değerinde istatistik olarak önemli düzeyde değişimler gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Bununla birlikte 4. ay ve sonrasında elde edilen TBARS değerleri incelendiğinde YÇE içermeyen burgerin TBARS değerinin, YÇE içeren burgerlerin TBARS değerine kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, kaplamaya YÇE ilavesinin, donmuş depolama süresince tavuk burgerlerde lipit oksidasyon reaksiyonlarını sınırlandırdığını göstermektedir. Benzer şekilde araştırmacılar, aerobik koşullarda, 4°C'de, 616 lux floresan ışık altında 10 gün depolanan domuz, sığır eti ve tavuk köftelerinde (8, 29), 700 lux floresan ışık altında 7 gün ya da 620 lux floresan ışık altında 9 gün depolanan burgerlerde (9, 13) ve aerobik koşulların yanı sıra MAP ambalajda 4°C'de 616 lux ışık altında 7 gün süreyle depolanan köftelerde (12) YÇE'nin bileşiminde bulunan kateşinlerin lipit oksidasyonunu engellediğini ifade etmiştir. Yapılan çalışmalar, YÇE'nin lipit oksidasyon reaksiyonlarını inhibisyon mekanizmasını YÇE'nin yapısında yer alan benzen halkasının serbest radikallerle reaksiyona girmesi, kateşinlerin zincir oksidasyon reaksiyonlarını durdurması ya da metal iyonları ile şelat oluşturması olarak açıklamaktadır (6). Çalışmada kullanılan YÇE'nin fenolik madde dağılımı 1.90 mg/g gallik asit, 0.24 mg/g tearubigin, 6.61 mg/g gallokateşin (GC), 0.14 mg/g teofilin, 25.83 mg/g epigallokateşin (EGC), 18.62 mg/g kafein, 0.75 mg/g epikateşin (EC), 124.01 mg/g epigallokateşin gallat (EGCG) ve 20.09 mg/g epikateşin gallat (ECG) olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler, antioksidan etki düzeyleri açısından  $ECG>EGCG>EGC>EC$  şeklinde sıralanmakta olup, epikateşin ve kateşin ise lipit sistemlerinde güçlü antioksidatif özellik göstermektedir (6). He ve Shahidi (10) de yürüttükleri araştırmada, 4°C'de 7 gün boyunca depolanan balık eti model sisteminde lipit

oksidasyonunu inhibe etmek amacıyla ECG, EGCG ve EGC kullanımının sentetik antioksidanlara kıyasla daha başarılı olduğunu belirlemişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda, YÇE'nin bileşiminde tanımlanan kateşinlerin donmuş depolama süresince burgerlerde gelişen oksidasyon reaksiyonları üzerine etkili olduğu ifade edilebilir.

Renk tüketiciler için ürünün kabul edilebilirliği açısından önemli bir kalite parametresi olup (7), özellikle kaplamalı tavuk ürünlerinin karakteristik amber renginin donmuş depolama süresince korunması bu noktada önem taşımaktadır. Tavuk burgerlerin dış yüzey  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerlerine ilişkin grafik Şekil 1'de verilmiştir. Aylık periyotlarda yapılan ölçümler, depolama boyunca  $L^*$  değerinde istatistik olarak önemli düzeyde bir artış olduğunu gösterirken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde de önemli düzeyde bir azalış tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Bu çalışma kapsamında vurgulanması gereken diğer önemli noktalardan birisi de, kaplamaya ilave edilen YÇE'nin ürün rengi üzerine negatif etkisinin belirlenmiş olup olmamasıdır. Şekil 1'de verilen grafikler incelendiğinde, genel olarak YÇE içermeyen burgerlerin YÇE içeren burgerlere kıyasla daha yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerine, daha düşük  $a^*$  değerine sahip olduğu görülebilir. Bu sonuç, kaplamaya YÇE ilavesinin daha koyu ve daha sarı renkli tavuk burger üretimine neden olduğunu göstermektedir. Ancak bu değişim, bir sonraki paragrafta da açıklandığı gibi duyuşal değerlendirmede orta düzeye yakın puanlar almış olmasına rağmen kabul edilemeyecek düzeyde değildir. Benzer şekilde araştırmacılar, tavuk burgerlere üzüm posası ilavesinin ürün rengini değiştirdiğini ancak bu değişimin duyuşal panelde ürünün kabul edilebilirliği üzerine etkili olmadığını bildirmiştir (7).

Tavuk burgerlerin duyuşal değerlendirmesinde panelistler tarafından verilen ortalama beğeni puanları Çizelge 3'de yer almaktadır. 8 aylık donmuş depolama süresince burgerlere verilen puanlar çok iyi (8.00) ve orta (5.00) düzeyinde değişim göstermiştir ve 8. ayın sonunda tüm burger grupları tüketilebilir düzeyde puan almıştır. Kaplamaya ilave edilen YÇE'nin oksidasyon reaksiyonlarını sınırlandırmasına bağlı olarak ürünün duyuşal özelliklerinde kötü tat ve koku oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak, kaplamaya YÇE ilavesine bağlı ürün renginde açığa çıkan ve enstrümental olarak ölçülen değişim duyuşal analizde beğeni puanlarına yansımış ve artan YÇE konsantrasyonuna bağlı olarak ortalama renk puanları da istatistik olarak önemli düzeyde azalış göstermiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca, kaplamada YÇE kullanımına



Şekil 1. Depolama periyodu boyunca tavuk burgerlerin L\*, a\*, b\* renk değerlerindeki değişim  
 Figure 1. The changes in L\*, a\*, b\* values of chicken burgers during frozen storage

bağlı olarak, YÇE konsantrasyonu arttıkça ortalama görünüş, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni puanları da azalma göstermiştir ( $P < 0.05$ ). YÇE içeren gruplar içerisinde en yüksek puanı %0.5 oranında YÇE içeren burger alırken en düşük puanı %3 oranında YÇE içeren burgerler almıştır. Ancak, genel olarak tüm grupların tüketiciler açısından duysal olarak kabul edilebilir puanlar aldığı da söylenebilir. Benzer şekilde, önemli bir şarap endüstrisi atığı olan üzüm posasının 9 ay boyunca vakum paketlenerek donmuş depolanan tavuk köftelerinde kullanımının renk, koku ve lezzet değişikliklerine neden olduğu ve bu değişimin duysal panelde gözlemlendiği Selani ve ark. (30) tarafından yapılan bir araştırma da belirtilmiştir. Genel olarak renkteki bu değişim, gıdaların ya da bitkilerin yapısında bulunan antioksidan bileşiklerin veya ekstraktlarının koyu renkli olması ile ilişkilendirilebilir.

Tavuk burgerlerde donmuş depolama boyunca mikrobiyel aktivite de değişim göstermiş ve başlangıçta yaklaşık 3.13 log KOB/g olan TMAB sayısı azalış göstererek 8 aylık depolamanın sonunda tüm gruplarda 2.5 log KOB/g'in altına ulaşmıştır. TMAB sayısındaki bu düşüşe kaplamaya ilave edilen YÇE'nin etkili olmadığı, donmuş depolama esnasında bakteri hücrelerinin soğuktan etkilenmesine bağlı olarak söz konusu azalışın ortaya çıktığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, taze tavuk etinin  $-10^{\circ}\text{C}$  ve  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de depolandığı bir çalışmada TMAB ve *Pseudomonas* sayılarında azalış rapor edilmiştir (31). Koliform, *E. coli* ve *S. aureus* sayısı depolama boyunca  $< 1$  log KOB/g, toplam maya küf, *Pseudomonas* ve psikrofil bakteri sayısı da  $< 2$  log KOB/g olarak belirlenmiştir. Ayrıca tavuk burgerlerde donmuş depolama periyodu boyunca *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* ya rastlanmamıştır. Yashoda ve ark. (26) yürüttükleri bir araştırmada, benzer şekilde, 3 gün süreyle  $4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan kızarmış tavuk ürünlerinde koliform, *S. aureus*, enterococci ve küf oluşumuna rastlanmadığını bildirmiştir. Bu bağlamda, tavuk burgerlerin üretim prosesi gereği tüketime hazır pişmiş ürün olmasının, son üründe iyi bir mikrobiyel kaliteye sahip olmasında etkili en önemli faktör olduğu ifade edilebilir.

## SONUÇ

Donmuş depolanan ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) tavuk burgerlerde %0.5; %1.5 ve %3 oranında YÇE kullanımı oksidasyon reaksiyonlarını aynı düzeyde sınırlamıştır. Duyusal değerlendirme incelendiğinde de, YÇE içermeyen burgerlere en yakın, YÇE içeren burgerler içerisinde de en yüksek puana sahip grup %0.5 YÇE katkılı burgerlerdir. Bu bağlamda, oksidasyon reaksiyonlarını sınırlandırarak kalite kayıplarını önlemek, raf ömrünü artırmak ve duysal açıdan da YÇE içermeyen gruba en yakın ürünü üretmek amacıyla kaplamaya %0.5 oranında YÇE ilavesi önerilebilir. Ayrıca, lipoliz ve oksidatif reaksiyonlar üzerine daha etkili sonuçlar alabilmek için YÇE'nin et hamuruna katılması bir başka yöntem olarak düşünülebilir.

## Teşekkür

Bu araştırma, TÜBİTAK tarafından desteklenen "Kaplmalı tavuk ürünlerinde heterosiklik aromatik amin ve akrilamid oluşumu, yeşil çay ekstraktı ve mikrodalga kullanımı ile azaltılma olanakları (No: 111-O-375)" konulu projenin bir parçasıdır. Ayrıca Beypi Beypazarı Tarımsal Üretim Pazarlama Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye verdiği teknik destekten dolayı teşekkür ederiz.

Çizelge 3. Depolama periyodu boyunca tavuk burgerlerin duyu özelliklerindeki değişimler  
Table 3. The changes in sensory properties of chicken burgers during frozen storage

	Aylar Months	Görünüş Appearance	Renk Color	Koku Odor	Lezzet Taste	Tekstür Texture	Genel beğeni Overall acceptability
%0 YÇE / 0% GTE	0	7.62±0.24	7.42±0.29	6.85±0.72	7.54±0.04	7.73±0.02	7.54±0.17
	1	7.56±0.32	7.38±0.50	6.75±0.38	7.50±0.25	7.38±0.50	7.33±0.42
	2	7.81±0.19	7.83±0.46	7.33±0.05	7.67±0.04	7.32±0.25	7.55±0.02
	3	7.56±0.19	7.63±0.38	7.31±0.69	7.75±0.63	7.59±0.47	7.66±0.41
	4	7.31±0.00	7.38±0.38	7.31±0.07	7.66±0.03	7.22±0.28	7.47±0.03
	5	7.38±0.13	7.50±0.13	7.03±0.72	7.72±0.53	7.06±0.44	7.50±0.44
	6	7.69±0.31	7.50±0.50	7.19±0.44	7.81±0.57	7.41±0.22	7.97±0.09
	7	6.85±0.28	6.97±0.41	6.38±0.25	6.97±0.41	6.84±0.41	6.72±0.66
	8	7.50±0.13	6.94±0.06	6.81±0.69	7.56±0.57	7.47±0.28	7.56±0.50
	Ort±SH Mean±SEM	7.48±0.08 <sup>A</sup>	7.40±0.11 <sup>A</sup>	7.00±0.15 <sup>A</sup>	7.58±0.12 <sup>A</sup>	7.34±0.10 <sup>A</sup>	7.48±0.12 <sup>A</sup>
%0.5 YÇE / 0.5% GTE	0	6.60±0.03	6.72±0.16	6.62±0.24	6.84±0.41	6.88±0.75	6.85±0.28
	1	7.41±0.60	7.13±1.13	6.44±0.69	6.97±0.78	6.88±0.63	6.97±0.72
	2	7.21±0.08	7.25±0.19	6.26±0.12	6.63±0.51	6.71±0.29	6.86±0.36
	3	7.34±0.35	7.28±0.03	5.94±0.31	6.88±0.50	6.63±0.13	6.47±0.28
	4	6.75±0.50	6.63±0.38	5.91±0.72	6.69±0.81	6.72±0.41	6.56±0.75
	5	7.44±0.56	7.75±0.38	6.16±0.85	6.94±0.81	7.16±0.60	6.88±0.75
	6	7.03±0.35	6.81±0.07	6.13±0.25	6.84±0.04	6.63±0.00	6.78±0.03
	7	7.33±0.05	7.54±0.17	6.35±0.22	7.19±0.38	6.96±0.33	7.10±0.03
	8	6.81±0.69	6.63±0.75	5.56±0.69	6.41±0.66	6.38±0.44	6.41±0.66
	Ort±SH Mean±SEM	7.10±0.13 <sup>A</sup>	7.08±0.15 <sup>A</sup>	6.15±0.15 <sup>B</sup>	6.82±0.15 <sup>B</sup>	6.77±0.12 <sup>B</sup>	6.76±0.14 <sup>B</sup>
%1.5 YÇE / 1.5% GTE	0	7.02±0.17	7.25±0.25	6.51±0.63	7.14±0.15	7.38±0.25	7.10±0.04
	1	6.56±0.94	6.41±0.97	6.31±0.82	6.69±0.75	6.91±0.72	6.59±0.79
	2	6.96±0.33	6.74±0.12	6.74±0.55	6.81±0.12	6.57±0.43	6.74±0.12
	3	6.53±0.03	6.28±0.41	5.88±0.38	6.38±0.00	6.44±0.19	6.00±0.00
	4	6.69±0.44	6.47±0.16	5.88±0.63	6.31±0.57	6.50±0.38	6.41±0.47
	5	7.19±0.06	7.06±0.07	6.25±0.63	6.69±0.81	6.63±0.50	6.63±0.50
	6	6.00±0.50	6.47±0.72	6.25±0.38	6.78±1.03	6.25±0.63	6.44±0.75
	7	6.60±0.03	6.51±0.13	6.02±0.27	5.35±0.21	5.99±0.20	5.84±0.09
	8	6.63±0.88	6.25±0.50	5.75±0.63	6.06±0.57	6.38±0.25	6.13±0.57
	Ort±SH Mean±SEM	6.69±0.14 <sup>B</sup>	6.61±0.14 <sup>B</sup>	6.18±0.16 <sup>B</sup>	6.47±0.19 <sup>BC</sup>	6.56±0.14 <sup>BC</sup>	6.43±0.15 <sup>BC</sup>
%3 YÇE / 3% GTE	0	6.53±0.10	6.26±0.12	6.17±0.54	6.75±0.19	6.89±0.61	6.60±0.18
	1	5.63±0.00	5.63±0.25	6.13±0.25	6.25±0.06	5.69±0.06	6.25±0.19
	2	6.62±0.76	6.47±0.47	6.27±0.02	6.68±0.18	6.92±0.28	6.83±0.05
	3	6.19±0.56	6.25±0.75	5.97±0.22	6.13±0.25	6.38±0.25	6.16±0.22
	4	5.91±0.78	5.81±0.82	5.56±0.94	5.69±0.81	6.31±0.57	5.66±0.91
	5	7.00±0.13	7.13±0.25	6.41±0.35	6.50±0.63	6.47±0.28	6.47±0.47
	6	5.56±0.32	5.63±0.38	5.69±0.44	5.97±0.22	5.44±0.56	5.84±0.10
	7	6.64±0.65	6.41±0.66	5.85±0.72	5.33±0.96	6.07±1.07	5.4±0.97
	8	6.25±0.50	5.88±0.25	5.06±0.44	5.94±0.06	6.19±0.19	5.91±0.10
	Ort±SH Mean±SEM	6.26±1.17 <sup>C</sup>	6.16±0.16 <sup>B</sup>	5.90±0.16 <sup>B</sup>	6.14±0.16 <sup>C</sup>	6.26±0.17 <sup>C</sup>	6.13±0.16 <sup>C</sup>

<sup>A,B,C</sup>: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan farklı oranda YÇE içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).  
<sup>A,B,C</sup>: Mean values with different uppercase letters in the same column are different due to the main effect of GTE ( $P<0.05$ ).  
Ort±SH: Ortalama±Standard hata, Mean±SEM: Mean±Standard error of the mean

## KAYNAKLAR

1. Mohamed HMH, Mansour HA. 2012. Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes. *LWT Food Sci. Tech*, 45: 79-87.

2. Barbut S. 2012. Convenience breaded poultry meat products-New developments. *Trends in Food Sci. Tech*, 26: 14-20.

3. Yaldirak G, Kolsarıcı N. 2012. Tüketicilerin kaplama tavuk eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. 2. Et Ürünleri Çalıştayı "Kanatlı Et Ürünleri", 6-7 Aralık 2012, Manisa, Türkiye, 30.

4. Ladikos D, Lougovois V. 1990. Lipid oxidation in muscle foods: A review. *Food Chem*, 35: 295-314.
5. Cheng J, Ockerman HW. 2003. Effect of phosphate with tumbling on lipid oxidation of precooked roast beef. *Meat Sci*, 65: 1353-1359.
6. Gramza A, Korczak J. 2005. Tea constituents (Camellia sinensis L.) as antioxidants in lipid systems. *Trends in Food Sci Tech*, 16: 351-358.
7. Sáyago-Ayerdi SG, Brenes A, Go i I. 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT Food Sci Tech*, 42: 971-976.
8. Tang S, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA. 2001. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food Res Int*, 34: 651-657.
9. Ba ón S, D az P, Rodr guez M, Garrido MD, Price A. 2007. Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. *Meat Sci*, 77: 626-633.
10. He Y, Shahidi F. 1997. Antioxidant activity of green tea and its catechins in a fish meat model system. *J Agric Food Chem*, 45: 4262-4266.
11. Tang SZ, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA. 2000. Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. *Meat Sci*, 56: 285-290.
12. Tang SZ, Ou SY, Huang XS, Li W, Kerry JP, Buckley DJ. 2006. Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J Food Eng*, 77: 248-253.
13. Mitsumoto M, O'Grady MN, Kerry JP, Buckley DJ. 2005. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci*, 69: 773-779.
14. Perumalla AVS, Hettiarachchy NS. 2011. Green tea and grape seed extracts-Potential applications in food safety and quality. *Food Res Int*, 44: 827-839.
15. Sakanaka S, Juneja LR, Taniguchi M. 2000. Antimicrobial effects of green tea polyphenols on thermophilic spore-forming bacteria. *J Biosci Bioeng*, 90: 81-85.
16. Akiyama H, Fujii K, Yamasaki O, Oono T, Iwatsuki K. 2001. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *J. Antimicrob Chemother*, 48: 487-491.
17. Taylor PW, Hamilton-Miller JMT, Stapleton PD. 2005. Antimicrobial properties of green tea catechins. *Food Sci Technoll Bull*, 2: 71-81.
18. Çelik EE, Gökmen V. 2014. Investigation of the interaction between soluble antioxidants in green tea and insoluble dietary fiber bound antioxidants. *Food Res Int*, 63: 266-270.
19. AOAC. 2000. *Official methods of analyses*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
20. Vural H, Öztan A. 1996. *Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Klavuzu*. H.Ü. Müh. Fak. Yayınları, Ankara, 236 s.
21. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*, 37: 911-917.
22. Mauriello G, Casaburi A, Blaiotta G, Villani F. 2004. Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of southern Italy. *Meat Sci*, 67: 149-158.
23. Mielnik MB, Olsen E, Vogt G, Adeline D, Skrede G. 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT-Food Sci Tech*, 39: 191-198.
24. Halkman AK. 2005. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 s.
25. Gandemer G. 2002. Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Sci*, 62: 309-321.
26. Yashoda KP, Modi VK, Mahendrakar NS, Sachindra NM, Narasimha Rao D. 2004. Quality characteristics of fried broiler chicken prepared by two processing methods. *Food Res Int*, 14: 163-173.
27. Cheng J, Wang S, Ockerman HW. 2007. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. *Meat Sci*, 75: 71-77.
28. Cheng JH, Wang ST, Sun YM, Ockerman HW. 2011. Effect of phosphate, ascorbic acid and  $\alpha$ -tocopherol injected at one-location with tumbling on quality of roast beef. *Meat Sci*, 87: 223-228.
29. Mc Charthy TL, Kerry JP, Kerry JF, Lynch PB, Buckley DJ. 2001. Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Sci*, 57: 177-184.
30. Selani MM, Contreras-Castillo CJ, Shirahigue LD, Gallo CR, Plata-Oviedo M, Montes-Villanueva ND. 2011. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Sci*, 88: 397-403.
31. Al-jasser MS. Effect of cooling and freezing temperatures on microbial and chemical properties of chicken meat during storage. *J Food Agric Environ*, 10: 113-116.