



# Etil Pirüvat Buharının Tavuk Etinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Harun Uran<sup>1\*</sup>, Bayram Çetin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayalı Kampüsü, Kırklareli, Türkiye

(2. Uluslararası Balkan Ziraat Kongresi (2nd International Balkan Agriculture Congress) 'nde poster olarak sunulmuştur)

(İlk Geliş Tarihi 5 Ekim 2018 ve Kabul Tarihi 27 Kasım 2018)

(DOI: 10.31590/ejosat.467569)

## Öz

Bu çalışmada, buharlaştırılmış Etil Pirüvatın (EP) tavuk but etlerinin raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla tavuk eti örnekleri 1 L'lik kaplara konmuş ve her bir kaba sırasıyla 42, 105 ve 420 mg /L hava olacak şekilde EP ilave edilmiştir. Daha sonra kaplar kapatılıp +4°C'de 10 gün boyunca depolanmıştır. Bazı kalite özellikleri belirlenmek amacıyla örneklerde mikrobiyolojik (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, *Enterobacteriaceae* ve Maya-Küf sayıları) ve fizikokimyasal (pH, su aktivitesi ( $a_w$ ) ve Tiyobarbiturik Asit (TBA)) analizler depolamanın 3., 6., 8. ve 10. günlerinde yürütülmüştür. Örnekler ayrıca depolamanın 3. ve 10. günlerinde çeşitli duyuşsal kriterler açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre EP uygulanmamış örnekler kiyasla 42 mg/L EP uygulanmış tavuk but eti örneklerinin raf ömründe 4 gün; 105 ve 420 mg/L EP uygulanmış örneklerin raf ömründe ise 4 günden daha fazla artış olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan artan EP oranı örneklerde  $a_w$  ve pH değerleri açısından değişime neden olmazken, TBA değerinde artışa neden olmuştur. Bununla birlikte 420 mg/L EP uygulanmış tavuk örneklerinde depolama periyodu boyunca yoğun EP kokusu hissedilmiştir. Sonuç olarak buharlaştırılmış EP uygulamasının tavuk but etlerinin raf ömrü üzerinde artış meydana getirdiği ve bu anlamda en uygun EP konsantrasyonunun 105 mg/L EP olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Etil Pirüvat, tavuk eti, kalite, raf ömrü

## Effect of Vaporized Ethyl Pyruvate on the Shelf Life of Chicken Meat

### Abstract

In this study, the effect of evaporated EP on the shelf life of chicken thigh meat was investigated. For this purpose, chicken meat samples placed in 1 L containers with 42, 105 and 420 mg/L in air vapour EP treatment and were stored at +4°C for 10 days after being sealed. To determine some quality characteristics of the samples, microbiological (Total Aerobic Mesophilic Bacteria, *Enterobacteriaceae* and Yeast-Mold count) and physicochemical (pH,  $a_w$ , and TBA) analysis were carried out on the 3rd, 6th, 8th and 10th days of storage. Also sensorial analysis of samples were performed on the 3rd and 10th days. According to the obtained results; compared with untreated EP samples of chicken thigh meat, 42 mg/L of air vaporized EP application provided an increase for 4 days, 105 and 420 mg/L of air vaporized EP applications provided an increase for over 4 days on the shelf life of chicken thigh meats. It was observed that the increase in the EP ratio caused an increase in the amount of TBA, while the EP application had no effect on the pH and  $a_w$  of the samples. However, there is an intense EP smell was felt in the 420 mg/liter air vapourized EP samples throughout the storage period. As a result, it has been determined that evaporated EP application have an increased on the shelf life of chicken thigh meats and the most suitable concentration is 105 mg/L air vapourized EP.

**Keywords:** Ethyl Pyruvate, chicken meat, quality, shelf life

### 1. Giriş

Tavuk eti, hayvansal kaynaklı gıdalar arasında tercih edilen etlerdendir. Bunun nedenleri; tavuk etinin iyi kalitede protein kaynağı olması, düşük yağ içeriği nedeniyle kalori düzeyinin kırmızı etlerden daha düşük olması, kolay hazmedilebilir olması, B grubu vitaminleri ve demir açısından zengin olmasıdır (Soyer ve ark., 1999).

Bununla birlikte genel olarak kanatlı etleri, yüksek miktarda farklı besin maddelerini içermeleri, yüksek su aktivitesi değerine

sahip olmaları ve raf ömrünü sınırlayan daha yüksek bir nihai pH değeri nedeniyle bakteriyel kirleticilere karşı oldukça hassastır (Cantalejo ve ark., 2016). İnsanlarda hastalıklara neden olan *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* ve *Campylobacter* sp., kümes hayvanları karkaslarında ve kümes hayvanları işleme tesislerinde bulunabilmektedir (Nierop ve ark., 2005). Çoğunlukla, *Salmonella* gelişen etlerde tat ve koku değişiklikleri olmamaktadır. Bu durum tehlikenin daha da artmasına neden olabilmektedir (Burt ve ark., 2007).

*Salmonella*, bakteriyel enfeksiyonlar arasında gıda kaynaklı hastalıkların en sık bildirilen nedenidir. *Salmonella* türlerine bağlı

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar: Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayalı Kampüsü, Kırklareli, Türkiye, [harunuran@klu.edu.tr](mailto:harunuran@klu.edu.tr)

olarak dünya genelinde her yıl yaklaşık 94 milyon gastroenterit vakasının meydana geldiği tahmin edilmektedir ve bu durum her yıl 155.000 ölüme neden olmaktadır (Rahman ve ark., 2016). *Salmonella* sp. kontaminasyonu tavuk üretim zincirinde meydana gelebilir ve kafa ayırma, iç çıkarma gibi işlem basamakları tavuk karkaslarında *Salmonella* sp.'nin bulaşma oranının artmasına katkıda bulunan potansiyel risk faktörleri olarak kabul edilmektedir (Hungaro ve ark., 2013).

Tavuk karkaslarında bakteriyel kontaminasyonu azaltmak için kullanılan bazı fiziksel uygulamalar mevcuttur. Bu uygulamalar genel olarak su bazlı ve buhar uygulamaları, ışılama, ultrason, yüksek hidrostatik basınç işleme ve darbeleri elektrik alan işlemlerini içerir. Bu fiziksel yöntemler arasında, su bazlı uygulamalar ve buhar uygulamaları, tavuk karkaslarının dekontaminasyonu için sık kullanılan uygulamalardır. Yapılan bazı çalışmalarda tavuk karkas ve parçalarında sıcak su muamelesi sonucunda aerobik bakteri, koliformlar, *Enterobacteriaceae* ve *E. coli* sayılarında sırasıyla 0,2'den 3,3 log kob cm<sup>-2</sup>'nin üstünde; 0,1 ile 1,3 log kob cm<sup>-2</sup> arası; 0,1'den 1,1 log kob ml<sup>-1</sup>'in üstünde ve 0,1 ile 1,8 log kob ml<sup>-1</sup> düzeyinde azalma olduğu bildirilmektedir. Benzer şekilde buhar uygulaması sonucunda bu ürünlerde aerobik bakteri, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacteriaceae* ve *E. coli* O157:H7 sayılarında sırasıyla 3,3 log kob cm<sup>-2</sup>'nin üzerinde; 1,8 ile 3,3 log kob cm<sup>-2</sup> arası; 0,6-0,7 log kob g<sup>-1</sup> ve 3,5 log kob cm<sup>-2</sup> düzeyinde azalmalar olduğu belirtilmiştir (Loretz ve ark., 2010).

Karkasların görünüm ve kalitesindeki değişiklikler, ekipman ihtiyacı ve kullanıcı eğitimi ile birlikte tüketici tercihi, tavuk karkaslarının muhafazasında kullanılacak fiziksel yöntemlerin uygulanması için büyük sınırlamalar oluşturmaktadır. Ayrıca, kesim ve işleme sırasında, bazı ülkelerde kümes hayvanları karkaslarında mikroorganizma sayısının azaltılmasına yardımcı olmak için trisodyum fosfat, klor bazlı bileşikler ve organik asitler gibi kimyasallar kullanılmaktadır (Del Río ve ark., 2007). Örneğin, trisodyum fosfat ile işlendikten sonra, klor bazlı bileşikler ve laktik veya asetik asit muamelesi *Salmonella* kontaminasyonunda sırasıyla 0,6–2,3, 0,9-1,1 ve 0,8–2,2 log düzeyinde azalma sağladığı bildirilmektedir (Buncic ve Sofos, 2011). Ancak, uygulanan kimyasal dekontaminasyon yöntemlerinin etkinliği, tavuk derisinin iç bölgelerine nüfuz eden mikrobiyal patojenlere erişemediği için sınırlı kalabilmektedir. Gaz fazında ve uçucu özellikte antimikrobialler, ürünlerin gizli alanlarına ulaşarak bu dekontaminasyon işlemlerinin dezavantajlarını ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Taze üründe patojenleri inaktive etmek için klor, ozon, allil izotiyosiyanat (AIT), metil izotiyosiyanat ve uçucu yağlar da dahil olmak üzere gaz veya buhar fazında çeşitli antimikrobiyal maddeler kullanılmaktadır. Her ne kadar etkili olsalar da, bu yöntemler karmaşıktır, ayrıca pahalı, potansiyel olarak zararlı ve de ürünün özelliklerini değiştirebilecek niteliktedir (Durak ve ark., 2012).

Etil piruvat (EP), uçucu antimikrobiallerden biridir ve pirüvattan daha güvenli ve daha kararlı bir lipofilik piruvat türevidir. Anti-inflamatuar ve antioksidatif etkileri vardır. Şu anda terapötik ajan olarak bilinen bir gıda katkı maddesi ve aroma maddesi olarak kullanılmaktadır. EP uygulaması, taze ve işlenmiş gıdaların yüzeyindeki mikrobiyal yükü azaltmak için ortaya çıkan, termal olmayan bir teknolojidir. EP, uçucu olduğu için mikroorganizmaların gizlenebileceği yerlere ulaşabilir ve zor noktalara nüfuz edebilir (Li ve ark., 2017; Tornuk ve Durak, 2015). EP, mikroorganizmalara (bakteri, mantar, küf, parazit) karşı klinik olarak ilgili direnç gösterebilen antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Ayrıca, EP, *Lactobacillus* türleri gibi

simbiyotik mikroorganizmalara karşı azaltılmış antimikrobiyal aktiviteler göstermiştir (Debebe ve ark., 2016). EP (CAS numarası 617-35-6), ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından GRAS kategorisinde (21CFR172.515) yer almakta, lezzet verici ve koku ajanları sınıfı içerisinde bulunmaktadır. FDA tarafından yayınlanan bu listede EP'nin çeşitli gıdalarda (fırınlanmış ürünler, alkol içermeyen içecekler, dondurulmuş süt ürünleri, meyveli buzlar) 20 ppm düzeyinden 150 ppm düzeyine kadar kullanımına izin verilmektedir (FDA, 2018). EP'nin çeşitli taze ürünlerde antimikrobiyal etkisi üzerine çalışılmış olsa da (Durak ve ark., 2012; Tornuk ve Durak, 2015; Bozkurt ve ark., 2016), bu materyalin tavuk ve kanatlı etleri üzerine etkisi henüz incelenmemiştir. Bu çalışmada EP'nin tavuk but etlerinin soğuk muhafazası (+4°C) sırasında raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırmada kullanılacak tavuk but etleri, Kırklareli'de faaliyet gösteren yerel bir firmadan taze olarak temin edilmiş ve hızlıca soğutucu içerisinde taşınarak aynı gün işleme alınacağı Kırklareli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm laboratuvarına ulaştırılmıştır. EP (98% purity; Sigma Aldrich, St. Louis, MO) uygulamasında, Durak ve ark. (2012)'nin belirttiği yöntemde kullandıkları konsantrasyonlara riayet edilmiştir. Örnekler öncelikle 4 gruba ayrılmıştır. Her bir gruptan 200 g örnek 1 L hacimli plastik kaplara (18x25.5x9 cm, Bora plastik, İstanbul) konmuştur. EP sirkülasyonunun kap içerisinde homojen olarak gerçekleşebilmesi için kap tabanına 1 cm yükseklikte plastik ızgara da konulmuş ve tavuk but eti örnekleri bu ızgara üzerine yerleştirilmiştir. 105, 260 ve 1,050 µL EP (42, 105 ve 420 mg/L havaya eşit) kapların kapaklarının alt tarafına tutturulmuş olan steril filtre kağıtlarına sıvı olarak pipet yardımıyla emdirilmiştir. Bir grup örnek ise EP içermeyen kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Bütün kaplar bu işlemlerden sonra hızlıca kapatılıp +4°C'de 10 gün boyunca depolanmıştır. Duyusal analizler depolamanın 3. ve 10. günlerinde yapılırken, diğer analizler örneklerin işleme alındığı gün (0.) ile birlikte depolamanın 3., 6., 8. ve 10. günlerinde yürütülmüştür.

### 2.2. Yöntem

#### Mikrobiyolojik analizler

Bu amaçla örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB), *Enterobacteriaceae* sayısı ve maya-küf sayısı analizleri geleneksel kültürel yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Her gruptan alınan 10 g örnek, 90 mL % 0,1'lik peptonlu suya (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, İngiltere) alınmış ve stomacher ile (Seward Medical, Londra, İngiltere) homojenize edilmiştir. Numunelerin uygun 10 kat dilüsyonları steril pepton suda hazırlanmıştır. *Enterobacteriaceae* sayısı, dökme plak yöntemi kullanılarak Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBDA, Oxoid, Basingstoke, Hampshire, İngiltere) ile gerçekleştirilmiş ve hazırlanan petripler standart prosedüre göre 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir (ISO, 2004). Toplam küf-maya sayısı, yüzeye yayma metodu kullanılarak Rose Bengal Chloramphenicol Agar (Oxoid) ile belirlenmiştir ve hazırlanan petripler 5 gün boyunca 25°C'de inkübe edilmiştir (ISO, 2008). Tavuk but örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı için Plate Count Agar (Oxoid) ile dökme plaka yöntemi kullanılmış ve hazırlanan petripler 24-48 saat 30 °C'de aerobik koşullar altında inkübe edilmiştir (ISO, 2013).

Mikrobiyolojik analizlerde elde edilen sonuçlar logaritmik değerlere dönüştürülmüş ve veriler  $\log_{10}$  olarak ifade edilmiştir.

### Fizikokimyasal analizler

pH ölçümü; et problu pH-metre (Hanna HI 99163, ABD) ile prob ete daldırılmak suretiyle yapılmıştır (AOAC, 1984). Su aktivitesi ölçümü, örneklerin sıcaklığı 25°C'ye ulaştıktan sonra su aktivitesi tayin cihazı (Novasina LabSwift, İsviçre) ile yapılmıştır (Frei ve ark., 2012). TBA analizi Gökoğlu ve ark. (2010)'a göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş 10 g örnek, ½ oranında seyreltilmiş HCl+Saf su solusyonu içinde distile edilmiştir. 5 mL distilat daha sonra test tüpüne aktarılmış ve üzerine 5 mL TBA standardı (0.288 g TBA/100 mL saf su) eklenmiştir. Tüpler çalkalandıktan sonra su banyosuna alınarak, burada 110°C'de 35 dk bekletilmiştir. Bu işlem sonunda ürün absorbansları, spektrofotometrede 538 nm dalga boyunda yalnızca TBA standardı ve saf su içeren köre karşı okutularak belirlenmiştir. Sonuçlar mg malonaldehit/kg olarak kaydedilmiştir.

### Duyusal analizler

Örnekler renk, koku ve genel kabul (kabul edilebilirlik) açısından görsel olarak 10 kişiden oluşan bir panel tarafından incelenmiş ve 7 puanlık bir hedonik değerlendirme ölçeğinin göre (1: Çok kötü ve 7: Çok iyi) puanlandırılmıştır. Her bir muameleden alınan numuneler (kontrol ve 3 EP uygulanmış gruplar), rastgele üç haneli bir sayı ile etiketlenen steril gıda kaplarında ve aynı anda panelistlere sunulmuştur (Tseng ve ark., 2000). Örneklerin bulunduğu kaplarının kapakları, duyuusal analizden 15 dakika önce açılmış ve daha sonra analizler için örnek alınmıştır.

### İstatistiksel analizler

Ölçülen her değişkene SPSS 18.0 istatistik programı ile varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve elde edilen veriler  $P < 0.01$  önem düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi ile mukayese edilmiştir. Analizler 2 tekrarlı ve 2 paralelli olarak yürütülmüştür.

## 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Etil Pirüvat uygulanmış ve uygulanmamış tavuk but eti örneklerinin +4°C'de 10 gün boyunca depolanması esnasında

meydana gelen fizikokimyasal değişimler tablo 1'de verilmiştir. Örneklerin Tiyobarbiturik Asit (TBA) değerleri incelendiğinde, EP uygulanmamış (kontrol) grupta gözlenen artış, uygulanmış gruplara göre daha belirgin olmuştur. Depolamanın 10. gününde kontrol grubunun TBA değeri 0,684 mg malonaldehit/kg olarak belirlenirken, bu değer 42, 105 ve 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde sırasıyla 0,358; 0,460 ve 0,426 mg malonaldehit/kg düzeyinde gözlenmiştir. EP uygulamasının TBA değerinde meydana gelen artışı nispeten engellediği görülmektedir. Diğer taraftan depolamanın 3., 6. ve 8. günlerinde örneklerin TBA değerlerinde istatistiki olarak fark gözlenmemesine rağmen ( $P > 0.05$ ), kontrol grubunun TBA değeri EP uygulanmış gruplardan yüksek bulunmuştur. Depolamanın 10. gününde ise 105 ve 420 mg EP/L örneklerin TBA değerleri istatistiki açıdan fark meydana getirmezken ( $P > 0.05$ ), bu gruplar ile diğer gruplar arasındaki istatistiki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). TBA değerinin minimum olduğu grubun ise düşük EP uygulanmış grup (42 mg EP/L) olduğu belirlenmiştir. Düşük miktarda uygulanan EP, mikrobiyal gelişimin engellenmesine olan etkisinin aksine TBA değerindeki artışın önlenmesinde olumlu sonuç vermiştir. Bununla birlikte EP'nin TBA değeri üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması maksadıyla özellikle et ve et ürünlerinde EP uygulaması ile ilgili ilave çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. EP uygulamasının örneklerin pH değerlerinde farklı etki gösterdiği görülmüştür. Kontrol grubu ile birlikte düşük ve orta düzeyde EP uygulanan (42 ve 105 mg EP/L) örneklerin pH değerlerinde depolama boyunca artış gözlemlenirken, 420 mg EP/L uygulanan tavuk but eti örneklerinin pH değerlerinde depolamanın 6. gününden sonra azalma görülmüştür. Bu durumun artan EP miktarının mikrobiyal faaliyeti önemli oranda inhibe etmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte depolamanın 3. ve 6. günlerinde bütün örneklerin pH değerleri arasında istatistiki olarak fark gözlenmemiş ( $P > 0.05$ ), 8. ve 10. günde ise sadece 420 mg EP/L uygulanmış örnekler diğer gruplardan önemli ölçüde farklı bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). 10. Gün sonunda kontrol grubu tavuk but eti numunelerinin pH değeri 6,87 ölçülürken, 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde bu değer 6,29 olarak kaydedilmiştir.

Tüm gruplara ait tavuk but eti örneklerinin su aktivitesi ( $a_w$ ) değerlerinde depolama boyunca azalma gözlemlenmiş, ancak ölçüm yapılan günlerde bu değerler gruplar arasında fark oluşturmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Gaz formunda uygulanan EP'nin örneklerde kurumunun artmasına neden olmadığı söylenebilir.

**Tablo 1.** Tavuk but eti örneklerine ait fizikokimyasal analiz bulguları<sup>1</sup>.

Analiz	Örnek	Depolama Süresi (Gün)				
		0	3	6	8	10
TBA (mg malonaldehit/kg)	0 mg EP/L	0,198±0,14	0,397±0,10 <sup>a</sup>	0,460±0,05 <sup>a</sup>	0,477±0,03 <sup>a</sup>	0,684±0,01 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		0,216±0,74 <sup>a</sup>	0,258±0,07 <sup>a</sup>	0,368±0,13 <sup>a</sup>	0,358±0,04 <sup>c</sup>
	105 mg EP/L		0,389±0,07 <sup>a</sup>	0,417±0,10 <sup>a</sup>	0,430±0,01 <sup>a</sup>	0,460±0,01 <sup>b</sup>
	420 mg EP/L		0,387±0,01 <sup>a</sup>	0,357±0,03 <sup>a</sup>	0,347±0,01 <sup>a</sup>	0,426±0,02 <sup>b</sup>
pH	0 mg EP/L	6,39±0,13	6,53±0,11 <sup>a</sup>	6,67±0,10 <sup>a</sup>	6,74±0,01 <sup>a</sup>	6,89±0,09 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		6,46±0,13 <sup>a</sup>	6,70±0,18 <sup>a</sup>	6,87±0,07 <sup>a</sup>	6,92±0,04 <sup>a</sup>
	105 mg EP/L		6,57±0,07 <sup>a</sup>	6,83±0,13 <sup>a</sup>	6,88±0,12 <sup>a</sup>	6,96±0,03 <sup>a</sup>
	420 mg EP/L		6,52±0,10 <sup>a</sup>	6,67±0,03 <sup>a</sup>	6,35±0,09 <sup>b</sup>	6,29±0,01 <sup>b</sup>
$a_w$	0 mg EP/L	0,998±0,00	0,997±0,00 <sup>a</sup>	0,993±0,01 <sup>a</sup>	0,984±0,01 <sup>a</sup>	0,984±0,01 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		0,990±0,00 <sup>a</sup>	0,985±0,01 <sup>a</sup>	0,979±0,01 <sup>a</sup>	0,982±0,01 <sup>a</sup>
	105 mg EP/L		0,993±0,00 <sup>a</sup>	0,987±0,01 <sup>a</sup>	0,984±0,01 <sup>a</sup>	0,981±0,00 <sup>a</sup>
	420 mg EP/L		0,989±0,00 <sup>a</sup>	0,986±0,01 <sup>a</sup>	0,981±0,00 <sup>a</sup>	0,982±0,01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur ( $P > 0.05$ )

EP uygulanmış ve 4°C'de depolanmış tavuk but eti örneklerinde depolama süresince bazı mikrobiyolojik analizler de (*Enterobacteriaceae* sayısı, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ve maya-küf sayısı) yürütülmüş ve bu analizlere ilişkin veriler Tablo 2'de verilmiştir.

EP'nin etkisi, örneklerin mikrobiyolojik analiz sonuçlarında çok daha belirgin şekilde gözlenmiştir. EP uygulanmış örneklerin depolama süresi boyunca *Enterobacteriaceae*, TAMB ve maya-küf sayıları kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. 42 mg EP/L uygulanmış örneklerin *Enterobacteriaceae*, TAMB ve maya-küf sayıları depolama süresi boyunca az da olsa artış göstermiş, ancak 105 ve 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde bu sayılar sürekli olarak azalmıştır. Örneklerin *Enterobacteriaceae* sayıları, analiz yapılan bütün günlerde birbirinden önemli ölçüde farklı ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Örneklerdeki EP miktarındaki artış, *Enterobacteriaceae* gelişimini önemli ölçüde engellemiştir.

EP uygulaması örneklerde TAMB gelişimini önemli ölçüde engellemiş ve TAMB sayısı açısından da örnekler arasında özellikle depolamanın 3. gününden sonra belirgin bir fark meydana getirmiştir ( $P<0.01$ ). Kontrol grubu örneklerinde TAMB sayısı depolamanın 10. gününde 7,65 log kob g<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken, bu değer 42, 105 ve 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde sırasıyla 6,43; 3,21 ve 0,51 log kob g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir ( $P<0.01$ ).

EP uygulaması tavuk but eti örneklerinin maya-küf sayılarında da benzer etki sağlamıştır. Kontrol grubu örneklerinin depolamanın 10. günündeki maya-küf sayısı 6,71 log kob g<sup>-1</sup> olarak bulunurken, bu değer aynı güne ait 42, 105 ve 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde sırasıyla 6,06; 2,96 ve <0,5 log kob g<sup>-1</sup> düzeyinde belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Örneklerdeki EP miktarındaki artışın diğer mikrobiyolojik analiz sonuçlarına benzer şekilde maya-küf gelişimini de önemli ölçüde engellediği tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Tavuk but eti örneklerine ait mikrobiyolojik analiz bulguları (log kob g<sup>-1</sup>)<sup>1</sup>.

Analiz	Örnek	Depolama Süresi (Gün)				
		0	3	6	8	10
<i>Enterobacteriaceae</i>	0 mg EP/L	4.07±0.08	4.54±0.04 <sup>a</sup>	5.19±0.16 <sup>a</sup>	5.95±0.04 <sup>a</sup>	6.36±0.14 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		4.22±0.26 <sup>b</sup>	4.59±0.09 <sup>b</sup>	4.69±0.01 <sup>b</sup>	4.70±0.03 <sup>b</sup>
	105 mg EP/L		3.23±0.11 <sup>c</sup>	3.15±0.21 <sup>c</sup>	2.68±0.08 <sup>c</sup>	2.32±0.09 <sup>c</sup>
	420 mg EP/L		2.10±0.14 <sup>d</sup>	1.83±0.05 <sup>d</sup>	1.04±0.06 <sup>d</sup>	0.48±0.04 <sup>d</sup>
TAMB	0 mg EP/L	5.35±0.01	5.85±0.09 <sup>a</sup>	6.36±0.14 <sup>a</sup>	7.06±0.08 <sup>a</sup>	7.65±0.10 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		4.64±0.05 <sup>b</sup>	5.78±0.02 <sup>b</sup>	6.06±0.08 <sup>b</sup>	6.43±0.33 <sup>b</sup>
	105 mg EP/L		4.29±0.16 <sup>c</sup>	4.27±0.18 <sup>c</sup>	4.13±0.07 <sup>c</sup>	3.21±0.13 <sup>c</sup>
	420 mg EP/L		4.11±0.10 <sup>c</sup>	3.54±0.26 <sup>d</sup>	2.93±0.10 <sup>d</sup>	0.51±0.14 <sup>d</sup>
Maya-küf sayısı	0 mg EP/L	4.79±0.04	4.92±0.01 <sup>a</sup>	5.71±0.34 <sup>a</sup>	6.40±0.35 <sup>a</sup>	6.71±0.21 <sup>a</sup>
	42 mg EP/L		4.28±0.03 <sup>b</sup>	4.45±0.06 <sup>b</sup>	5.85±0.06 <sup>a</sup>	6.06±0.08 <sup>b</sup>
	105 mg EP/L		3.84±0.03 <sup>bc</sup>	3.41±0.16 <sup>c</sup>	3.21±0.29 <sup>b</sup>	2.96±0.06 <sup>c</sup>
	420 mg EP/L		3.55±0.35 <sup>c</sup>	2.58±0.24 <sup>d</sup>	1.68±0.09 <sup>c</sup>	0.48±0.10 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur ( $P>0.05$ )

Tavuk but eti örnekleri depolama periyodu boyunca renk, koku ve kabul edilebilirlik (genel kabul) kriterleri bakımından incelenmiş ve bu incelemeye ilişkin diyagramlar Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Duyusal değerlendirmeyi yapan panelistler, 42 ve 105 mg EP/L uygulanmış örneklerle kontrol grubu örnekleri arasında koku açısından bir farklılık hissetmediklerini bildirmişlerdir. Bununla birlikte 420 mg EP/L uygulanmış örneklerde depolama boyunca yoğun EP kokusu hissedilmiştir. Renk açısından EP uygulanmış örneklerin kontrol grubu örneklere kıyasla daha yüksek puan aldıkları belirlenmiştir. Depolamanın 3. Gününde duyusal kriterler açısından en düşük EP uygulanmış (42 mg/L) örnekler en iyi puanlara sahip olurken (Şekil 1), bu durum depolamanın 10. gününde değişmiştir. EP'nin en yüksek uygulandığı (420 mg/L) örneklerin tüm duyusal kriterler açısından depolamanın 10. gününde daha yüksek puan aldığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu durumun EP'nin antimikrobiyal bir madde olmasının yanında bir aroma verici olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Duyusal değerlendirmeyi yapan panel, EP'nin depolamanın 10. gününde ürünlerde rahatsız edici bir aroma değil, baharat benzeri bir aroma meydana getirdiğini vurgulamışlardır.

Tavuk etleri; üretim, kesim, nakliye ve depolama işlemleri sırasında yoğun olarak bakterilerle kontamine olmakta ve bu şekilde pazarlandığında etler hızlı bir şekilde bozulmaktadır (Efe ve Gümüşsoy, 2005). Bu nedenle özellikle parça halinde ve taze olarak satışa sunulan tavuk etlerinde bozulmanın önüne geçilmesi

ve raf ömrünün artırılması amacıyla buhar fazında karvakrol uygulaması (Burt ve ark., 2007), sodyum hipoklorit çözeltisi ile yıkama (Northcutt ve ark., 2007) ve potasyum sorbat kullanımı (Küçüköner ve ark., 1997) gibi çalışmalar mevcuttur.

Buhar fazında uygulanan antimikrobiyallerin etkileri, çeşitli faktörlere dayanmaktadır (Nadarajah ve ark., 2005; Obaidat ve Frank, 2009; Durak ve ark., 2012). Bununla birlikte mikrobiyal inaktivasyon, yükselen EP konsantrasyonu ile artmakta ve ürünlerde raf ömrü de buna paralel olarak artmaktadır. Durak ve ark. (2012) artan EP konsantrasyonu ile sebze örneklerinde (taze soğan ve ispanak) mikrobiyal inaktivasyonun arttığını bildirmişler ve çalışmamızla benzer bulgular elde etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada tavuk but eti örneklerinde artan EP konsantrasyonunun mikrobiyal (*Enterobacteriaceae*, TAMB ve maya-küf sayısı) açıdan önemli düzeyde inaktivasyon sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin TBA ve pH değerlerinde de benzer düşüş gözlenmiş ve bunun mikrobiyal inaktivasyondan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Üstelik EP konsantrasyonunun yüksek olduğu örnekler depolamanın 10. gününde dahi duyusal anlamda fark yaratmış ve incelenen kriterler açısından oldukça olumlu olarak değerlendirilmiştir.

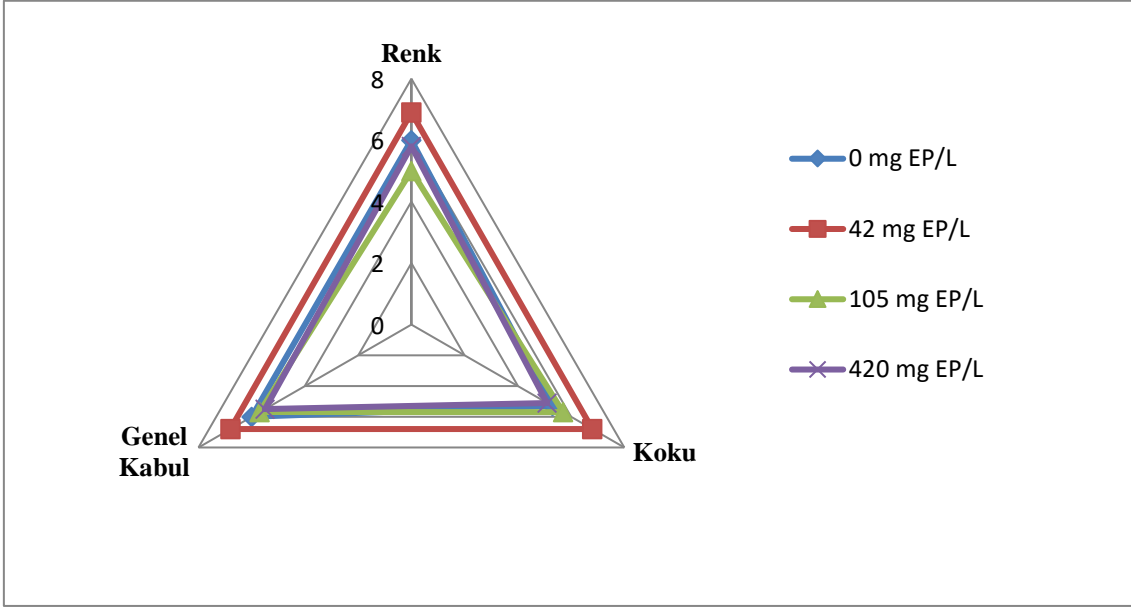
Diğer taraftan buhar fazında uygulanan antimikrobiyallerin etkinliği üzerinde en önemli faktörlerin başında sıcaklık gelmektedir ve bu durumda çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Obaidat ve Frank, 2009; Durak ve ark., 2012). Düşük depolama

sıcaklığının çalışmamızda da benzer etkiyi meydana getirdiği görülmektedir.

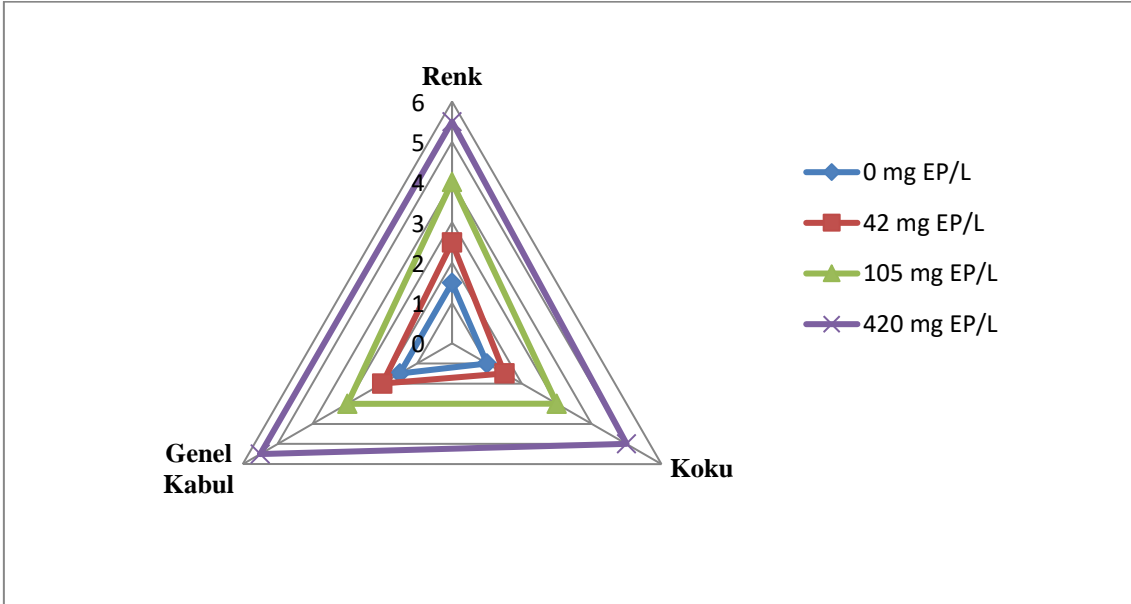
Ayrıca tavuk etinin fiziksel yapısının da özellikle mikrobiyolojik açıdan olumlu sonuçların alınmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bunun dışında EP'nin etkinliğinin örneğin içinde bulunduğu kap ve örneğin yüzeyindeki boşluklarla da ilgili olduğu bildirilmektedir (Durak ve ark.,2012).

Yapılan birçok çalışmada buhar fazında kullanılan kimyasalların önemli antimikrobiyal etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Ancak gaz fazındaki bu kimyasallar halk sağlığını

olumsuz yönde etkileyebilmekte ve ayrıca kullanılan ekipmanlara zarar verebilmektedir. Örneğin klorin gazıyla uzun süre temas etmek ciltte tahrişe neden olabilmekte ve klorin dioksit şiddetli patlamalara neden olabilmektedir (Beuchat, 1998). Allil İzosiyanat (AİT) ise güçlü bir deri ve mukoza çeper tahriş edicidir (Gosselin ve ark., 1982). Ozon gazı okside edici özelliğe sahiptir, metal ve yüzeylerde korozyona sebep olabilir. Ayrıca ozon teknolojisi karmaşık ve pek çok uygulama için oldukça pahalıdır (Durak ve ark., 2012).



Şekil 1. Tavuk but eti örneklerinin duyu analizi grafiği (3. gün)



Şekil 2. Tavuk but eti örneklerinin duyu analizi grafiği (10. gün)

#### 4. Sonuç

Her ne kadar EP ile yapılan çalışmalarda, EP'nin antimikrobiyal etki mekanizması tam olarak anlaşılmasa da, bu uygulamanın yeni ve oldukça pratik olması gıdaların muhafazasında önemli avantajlar sağlayabilir. Özellikle mikrobiyal riski yüksek taze ürünlerde başarıyla uygulanabilir.

Bu materyal ile çeşitli sebze ve meyvelerde çalışılmış olmasına rağmen, henüz et ürünlerinde ve de tavuk etinde çalışılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle yaptığımız çalışmanın bundan sonraki çalışmalara ışık tutabileceği, uygulamanın modifiye atmosfer gibi teknolojilere alternatif olabileceği ve mezbaha gibi mikrobiyal bulaşma riskinin yüksek olduğu yerlerde karkas

dekontaminasyonu amacıyla başarıyla uygulanabileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- AOAC, 1984. Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Beuchat, L.R., 1998. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. WHO, p: 1-42. <http://www.who.int/iris/handle/10665/64435>
- Bozkurt, F., Tornuk, F., Toker, O.S., Karasu, S., Arici, M., Durak, M.Z., 2015. Effect of vaporized ethyl pyruvate as a novel preservation agent for control of postharvest quality and fungal damage of strawberry and cherry fruits. *Food Science and Technology*, 65: 1044-1049.
- Buncic, S., Sofos, J., 2011. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. *Food Research International*, 45: 641-655.
- Burt, S.A., Fledderman, M.J., Haagsman, H.P., van Knapen, F., Veldhuizen, E.J.A., 2007. Inhibition of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis on agar and raw chicken by carvacrol vapour. *International Journal of Food Microbiology*, 119: 346-350.
- Cantalejo, M.J., Zouaghi, F., Perez-Arnedo, I., 2016. Combined effects of ozone and freeze-drying on the shelf-life of broiler chicken meat. *Food Science and Technology*, 68: 400-407.
- Debebe, T., Krüger, M., Huse, K., Kacza, J., Mühlberg, K., König, B., Birkenmeier, G., 2016. Ethyl Pyruvate: An Anti-Microbial Agent that Selectively Targets Pathobionts and Biofilms. *Plos One*, 11(9): 1-19.
- Del Río, E., Panizo-Morán, M., Prieto, M., Alonso-Calleja, C., Capita, R., 2007. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. *International Journal of Food Microbiology*, 115(3): 268-80.
- Durak, Z., Churey, J.J., Gates, M., Sacks, G.L., Worobo, W.R., 2012. Decontamination of green onions and baby spinach by vaporized ethyl pyruvate. *Journal of Food Protection*, 75(6): 1012-1022.
- Efe, M., Gümüşsoy, K.S., 2005. Ankara garnizonunda tüketime sunulan tavuk etlerinin mikrobiyolojik analizi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(3): 151-157.
- FDA, 2018. U.S. Food & Drug Administration, Code of Federal Regulations. Title 21, Volume 3, 21CFR172.515.
- Frei C.B.F., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C., Pinto, S.S., Murakami, A.N.N., Murakami, F.S., 2012. Microencapsulation of *bifidobacteria* by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Research International*, 45:306-312.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Uran, H., Topuz, O.K. 2010. The effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of Frankfurter type-sausages. *Journal of Food Quality*, 33: 367-380.
- Gosselin, R.E., Hodge, H.C., Smith, R.P., Gleason, M.N., 1976. *Clinical toxicology of commercial products. Acute poisoning.* 4<sup>th</sup> ed. Williams and Wilkins Press. Baltimore.
- Hungaro, H.M., Mendonça, R.C.S., Gouvea, D.M., Vanetti, M.C.D., Pinto, C.L.O., 2013. Use of bacteriophages to reduce *Salmonella* in chicken skin in comparison with chemical agents. *Food Research International*, 52: 75-81.
- International Organization for Standardization (ISO), 2004. 21528-2: Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae. Part 2, Colony-count technique. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO), 2008. 21527-2: Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the detection and enumeration of yeasts and moulds. Part 2, Colony-count technique. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO), 2013. Microbiology of the food chain-Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 2, Colony count at 30 degrees by the surface plating technique. Geneva: ISO.
- Küçüköner, E., Dayısoylu, K.S., Küçüköner, Z., 1997. Tavuk eti mikroflorası ve mikrobiyolojisi. *Çiftlik Dergisi (Turkish Poultry and Feed Magazine)*, 165: 64-69.
- Li, W., Yang, X., Peng, M., Li, C., Mu, G., Chen, F., 2017. Inhibitory effects of ethyl pyruvate on platelet aggregation and phosphatidylserine exposure. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 487: 560-566.
- Loretz, M., Stephan, R., Zweifel, C., 2009. Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control*, 21: 791-804.
- Nadarajah, D., Han, J.H., Holley, R.A., 2005. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in packaged ground beef by allyl isothiocyanate. *International Journal of Food Microbiology*, 99: 269-279.
- Nierop, van W., Duse, A.G., Marais, E., Aithma, N., Thothobolo, N., Kassel, M., Stewart, R., Potgieter, A., Fernandes, B., Galpin, J.S., Bloomfield, S.F., 2005. Contamination of chicken carcasses in Gauteng, South Africa, by *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*, 99: 1-6.
- Northcutt, J., Smith, D., Ingram, K.D., Hinton, J.A., 2007. Musgrove M. Recovery of bacteria from Broiler carcasses after spray washing with acidified electrolyzed water or sodium hypochlorite solutions. *Poultry Science*, 86: 2239-2244.
- Obaidat, M.M., Frank, J.F., 2009. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on the intact and damaged portions of lettuce and spinach leaves by using allyl isothiocyanate, carvacrol, and cinnamaldehyde in vapor phase. *Journal of Food Protection*, 72: 2046-2055.
- Rahman, H., Asif, M., Qasim, M., Khan, T.A., Ullah, W., Jie, Y.. 2016. Molecular detection and antimicrobial resistance profile of zoonotic *Salmonella* Enteritidis isolated from broiler chickens in Kohat, Pakistan. *Journal of the Chinese Medical Association*, 80: 303-306.
- Soyer, A., Kolsarıcı, N., Candoğan, K., 1999. Tavuk Etlerinin Bazı Kalite Özellikleri ve Besin Öğelerine Geleneksel ve Mikrodalga ile Pişirme Yöntemlerinin Etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23(Ek sayı 2): 289-296.
- Tornuk, F., Durak, M.Z., 2015. A novel method for fresh-cut decontamination: Efficiency of vaporized ethyl pyruvate in reducing *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7 from fresh parsley. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 1518-1524.
- Tseng, T.F., Liu, D.C., Chen, M.T., 2000. Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meat-balls. *Meat Science*, 55(4): 427-431.