

## Farklı Yöntemlerle Paketlenmiş Dilimli Kuzu Kokoreçlerin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Orhan Özünü  ✉, Haluk Ergezer , Ramazan Gökçe 

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

Geliş Tarihi (Received): 08.01.2024, Kabul Tarihi (Accepted): 28.07.2024

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [orhan1907gfb@hotmail.com.tr](mailto:orhan1907gfb@hotmail.com.tr) (O. Özünü)

☎ 0 258 296 3104 📠 0 258 296 3262

### ÖZ

Bu çalışmada, ön pişirilmiş ve dilimlenmiş kuzu kokoreçler vakum (V) ve modifiye atmosfer (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) altında paketlenmiş (MAP) ve depolama boyunca (4°C, 10 gün) kokoreçlerin fizikokimyasal [pH, renk, TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances)] ve mikrobiyolojik özelliklerinde (toplam psikrofil bakteri sayımı, toplam koliform bakteri sayımı ve toplam maya-küf sayımı) meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Kokoreçlerin nem, yağ, protein ve kül içerikleri sırasıyla %56.13, 32.45, 10.35 ve 1.07 olarak bulunmuştur. Kokoreçlerdeki pH değerinin 6.65 ile 7.26 arasında değişkenlik gösterdiği ve depolamanın ilk günü hariç diğer günlerde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Depolama boyunca tüm örneklerin TBARS değerlerinde önemli düşüşler görülmüştür (p<0.05). Örneklerin aletsel renk değerlerinde (CIE L\*, a\*, b\*, C değeri, h açısı) önemli dalgalanmalar belirlenmiştir. Her bir analiz periyodunda, MAP kodlu örneklerde toplam psikrofil bakteri sayısı V kodlu örneklerle kıyasla yüksek bulunmuştur. Depolama boyunca tüm örneklerin toplam koliform bakteri sayılarında ve toplam maya-küf sayılarında önemli artışlar gözlenmiştir (p<0.05).

**Anahtar Kelimeler:** Kokoreç, Raf ömrü, Vakum paketlenme, Modifiye atmosfer

### Physicochemical and Microbiological Properties of Sliced Lamb Kokoreç Packaged with Different Methods

#### ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of different packaging systems [vacuum (V) and modified atmosphere packaging (MAP) (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>)] on the physicochemical [pH, color and TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances)] and microbiological changes (total psychrophilic bacteria count, total coliform bacteria count and total yeast-mold count) in pre-cooked and sliced lamb kokoreç during refrigerated storage (4°C) up to days 10. The moisture (%), fat (%), protein (%) and ash (%) content of the kokoreç samples were records as 56.13%, 32.45%, 10.35% and 1.07%, respectively. The pH value in kokoreç samples ranged from 6.65 to 7.26 and there was statistically difference on the each of storage periods except for the day 1 (p<0.05). The TBARS value of the samples significantly decreased with storage time (p<0.05). There were significant fluctuations in instrumental color values (CIE L\*, a\*, b\*, C and h angle) of the packaged samples throughout storage. Each of analysis intervals, the MAP-coded sample had the highest total psychrophilic bacteria count. The total psychrophilic bacteria and total coliform bacteria count, total yeast-mold count of kokoreç samples significantly increased during storage (p<0.05).

**Keywords:** Kokoreç, Shelf life, Vacuum packaging, Modified atmosphere

## GİRİŞ

Tüm canlıların yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için beslenmeye ihtiyaçları vardır. Bu bağlamda, bireylerin protein, yağ ve karbonhidrat kaynaklı gıda ürünlerini belirli sınırlar çerçevesinde tüketmeleri önerilir. Yeterli ve dengeli bir beslenme için günde her bir kg vücut ağırlığı için en az 1 g ham protein tüketilmesi ve bu protein miktarının en az 1/3'ünün hayvansal kaynaklı olması önerilmiştir [1-5].

Sosyal ve kültürel değişiklikler insanların beslenme alışkanlıklarını değiştirmiştir. Sanayileşme, kentleşme, kadınların iş hayatındaki rollerinin artması, insanların zamanlarının çoğunu dışarıda geçirmesi gibi etkenlerden dolayı hazır yiyecekler olan talep hızla artmaktadır. Bu bağlamda, kırmızı ete alternatif olan çeşitli sakatat ürünleri tüketiminin de artmaya başladığı görülmektedir [6, 7].

Kasaplık hayvanların kesimi sonucunda elde edilen karkas dışındaki tüketilebilir iç organlar "sakatat" olarak adlandırılmaktadır. Sakatatlar genel olarak kırmızı ete göre daha az yağ, daha fazla su ve karbonhidrat içerirler. Ayrıca, sakatatların vitamin ve mineral maddeler açısından da oldukça zengin oldukları bildirilmiştir [8]. Sakatatlar, beyin, karaciğer, böbrek, kalp gibi organları ihtiva etmesine rağmen kuzu veya dana ince bağırsakları çeşitli et ürünlerin üretiminde (sosis, salam gibi et ürünlerinde) kılıf olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, kuzu veya dana ince bağırsakları başta ülkemizde olmak üzere Yunanistan, Azerbaycan, İran gibi pek çok ülkede severek tüketilen bir ürün olan kokoreç üretiminde de kullanılmaktadır.

Hammaddesi bağırsak olan kokoreç, mezenterial yağların etrafına küçükbaş veya büyükbaş hayvanların ince bağırsaklarının sarılması ile üretilen, kısmi bir ısıtma işlemi tabii tutulduktan sonra genellikle kömür ızgaralarında pişirilen, tüketici isteğine bağlı olarak baharatlı (kimyon, kekik, karabiber, kırmızı pul biber) veya baharatsız olarak tüketilebilen lezzetli bir ayaküstü atıştırmalık gıdadır [9]. Kokoreçler taze olarak tüketilebildiği gibi dondurulmuş bir şekilde de çeşitli marketlerin reyonlarında da satılmaktadır. Ancak, tat ve aroma açısından kokoreç üretiminde daha çok süt kuzusu bağırsakları tercih edilmektedir. Yine, tüketicinin isteğine bağlı olarak kokorecin iri kıyım veya ince kıyım olarak da servisi bulunmaktadır.

Kokoreç üretiminde kullanılan bağırsakların yeterince temizlenememesi, yetersiz ısıtma işlemi, uygun olmayan depolama koşulları, üretim hattından tüketim anına kadar hijyenik şartlardaki eksiklik gibi pek çok durumların halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturduğu bilinmektedir. Çünkü kokoreç daha çok ülkemizin büyük şehirlerinde birçok işlek caddenin yanında veya ortasında hali hazırda yasak olmasına rağmen sokak satıcıları tarafından seyyar arabalarda satılmaktadır. Gerek seyyar arabalarda gerekse de ilgili restoranlarda ve marketlerde satılan kokoreçlerin üretiminde hijyenik kaliteye ne ölçüde uyulduğuna yönelik ciddi soru işaretleri tüketicilerin zihnini meşgul etmektedir. Ülkemizin sakatat tebliğinde kokorece

yönelik herhangi bir yasal mevzuatın olmaması gıda zehirlenmelerinin artışına ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek ciddi vakaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla, bu durumun önüne geçilemek için öncelikle kokoreç gibi sakatat ürünlerinin üretimine yönelik yasal bir mevzuatın hazırlanması ve hazırlanan mevzuata göre de ürünlerin Tarım ve Orman Bakanlığı'nda çalışan personellerce hem işletmelerde hem de satışı yapılan market, restoran gibi yerlerde gerekli denetimlerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, seyyar arabalarda satılan kuzu veya dana kokoreç satışlarının engellenmesine yönelik çeşitli caydırıcı çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir [10, 11].

Bu çalışmada, kuzu kokoreçler vakum ve modifiye atmosfer altında (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) paketlenerek depolama boyunca (4°C, 10 gün) kokoreçlerdeki fizikokimyasal (pH, renk, TBARS) ve mikrobiyolojik özelliklerde (toplam psikrofilik ve toplam koliform bakteri sayımı) meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmada kullanılan 4 kg ön-piştirilmiş (kömür ateşinde ve ateşe olan uzaklık 20 cm olacak şekilde 50-55 dakika ısıtma işlemi tabii tutulmuştur), dilimlenmiş (1.5 cm kalınlığında, 15 cm çapında) ve dondurulmuş kokoreç örneği yüksek yoğunluklu mavi polietilen ambalaja konulduktan sonra soğuk zincir altında polisteren köpük kutular içerisinde Akşeker Tarım Et Entegre Tesisleri A.Ş.'den (Konya, Türkiye) tarafımıza temin edilmiştir. Kuzu kokoreçlerin paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyali Krcpack Flexibles (ABD) firmasından ve bu ürünlerin modifiye atmosferinde paketlenmesinde kullanılan gaz tüpü Denizgaz Gulf Cryo şirketinden (Bornova, İzmir) satın alınmıştır. Analizlerde kullanılacak olan tüm kimyasal maddeler Merck (Darmstadt, Almanya) ve Sigma-Aldrich (Steinheim, Almanya) firmalarından temin edilmiştir.

### Kuzu Kokoreçlerin Paketlenmesi

Akşeker Tarım Et Entegre Tesisleri A.Ş.'den temin edilen ön-piştirilmiş, dilimli kuzu kokoreçler soğuk zincir altında Pamukkale Üniversitesi'nin Et ve Et Ürünleri Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örnekler aseptik koşullar altında ambalaj materyalinin içerisine [polietilen+poliamid+etilen vinil alkol, 65±5 µm, (oksijen geçirim oranı:<3 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/gün, 23°C, %0 nispi nem; su buharı geçirim oranı:<12 g/m<sup>2</sup>/gün, 38°C, %90 nispi nem), Krcpack Flexibles, ABD] (100 g olacak şekilde) yerleştirilerek her bir paketleme yöntemi için 20'şer paket hazırlanmıştır. Bu ambalaj materyali hem vakum hem de modifiye atmosferde paketleme sistemlerinde kullanılmıştır. Kuzu kokoreçlerin vakumla paketlenmesinde Intervac markalı (Bad Liebenzell, Almanya) vakum cihazı kullanılırken kokoreçlerin modifiye atmosferde paketlenmesinde (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) ise Seles markalı (DZ-260 model, Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin) modifiye atmosfer cihazı kullanılmıştır. Depolama boyunca (4°C,

10 gün) kuzu kokoreçlerin fizikokimyasal (kimyasal kompozisyon, pH, renk ve TBARS) ve mikrobiyolojik özelliklerinde (toplam psikrofilik ve toplam koliform bakteri sayısı ile birlikte toplam maya-küf canlı sayısı) meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır.

## Analizler

### Kimyasal Bileşim

Kokoreçlerdeki nem, protein ve kül miktarı AOAC [12] yöntemine göre belirlenmiştir. Kokoreç örneklerindeki yağ miktarı Flynn ve Bramblett [13] tarafından geliştirilen yöntem esas alınarak tespit edilmiştir.

### pH Değeri

Dana kokoreçlerinde pH analizi dijital pH metre kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Crison Basic 20, İspanya). Bu ölçümleri yapılabilmesi için öncelikle pH metre elektrodu uygun tampon çözeltileri (pH: 4, 7 ve 10) içerisine daldırılıp kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir.

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_0 - L^*)^2 + (a^*_0 - a^*)^2 + (b^*_0 - b^*)^2}$$

### TBARS Analizi

TBARS analizi, lipit oksidasyonunun ikincil yan ürünü olan malonaldehit miktarının tespitinde kullanılmaktadır. Kuzu kokoreçlerde malonaldehit miktarını hesaplamak TBARS analizi Ergezer ve Serdaroğlu [17]'ye göre yapılmıştır. 5 g kuzu kokoreç erlene tartılmış ve üzerine 50 mL %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde (HG-15A WiseTis, Güney Kore) 2 dk süreyle parçalanmıştır. Karışım üzerine 50 mL su konularak 1 dk daha parçalanmış ve karışım 100 mL'lik balon jöjeye bir huniden filtre kâğıdı yardımıyla süzümüştür. Balon jöje 100 mL'ye 1:1 TCA/su çözeltisi ile tamamlanmıştır. 5 mL süzümü 100 mL'lik balon jöjeden alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Deney tüpünün üzerine 5 mL 0.02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde 5 mL 1:1 TCA:Su ve 0.02 M TBA ile kör numune hazırlanmıştır. Tüpler karıştırılarak 35 dk. 80°C'deki su banyosunda (NB-5 Nüve, Türkiye) bekletilmiş ve sonra soğutulmuştur. Süre sonunda rengi pembeye dönen örneklerin absorbansı 532 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre (EMC-11-UV, Duisburg, Almanya) ile ölçümüştür. Absorbans değerleri 5.2 faktörü ile çarpılarak kg üründeki oluşan mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır.

### Mikrobiyolojik Analiz

Vakum ve modifiye atmosfer paketlenen kuzu kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amacıyla toplam psikrofilik aerobik, toplam koliform ve toplam maya-küf sayımı yapılmış olup depolama boyunca örneklerin mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. PCA (Plate Count Agar, Merck, Darmstadt, Almanya) ve PDA (Potatoes Dextrose Agar, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerleri 121°C'de 15 dk otoklav işleminde sonra

Daha sonra her bir et örneklerinden 10 g tartılıp küçük bir cam kavanozun içerisine yerleştirilmiş ve üzerine 90 mL saf su ilave edilerek homojenizatör (HG-15A WiseTis, Kore) yardımıyla homojenize edilmiştir [14].

### Aletsel Renk Değerleri

Vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerindeki aletsel renk değerlerini belirlemek için kolorimetre cihazı (Miniscan XE Plus, ABD) kullanılmıştır. Bu ölçümlerde L\* (koyuluk-açıklık), a\* (+a\*: kırmızı, -a\*: yeşil) ve b\* (+b\*: sarı, -b\*: mavi), C ve hue açısı değerleri CIE Lab renk sistemine göre belirlenmiştir. ΔE değeri için aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır [15]. Paketten çıkarılan yuvarlak dilimli kuzu kokoreçler cam bir petrinin içerisine yerleştirilmiştir. Ardından örnekler üzerinde 3 farklı noktadan okumaları yapılmıştır. Örneklerdeki aletsel renk değerlerinin ölçümünden önce siyah ve beyaz plakalar kullanılarak kolorimetre cihazının kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir [16].

steril petri kutularına dökümüştür. VRB (Violet Red Bile Agar, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri ise mikrodalgada 2 dk boyunca kaynatıldıktan sonra steril petri kutularına dökümüştür. Her bir analiz günlerinde (0, 1, 4, 7 ve 10. günlerde), vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçleri aseptik koşullar altında alınıp steril Stomacher poşeti (Curafos Co.) içerisine (yaklaşık 10 g) yerleştirilmiştir. Ardından örneklerin üzerine 90 mL serum fizyolojik su ilave edilip homojenizatörde (Seward Medical, London, Birleşik Krallık) homojenize edilmiş (2 dk, orta devirde) ve böylece 10<sup>-1</sup>'lik dilüsyon hazırlanmıştır. Daha sonra ise 10<sup>-1</sup> homojenizatından alınarak seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Otomatik pipet yardımıyla dilüsyonlardan alınan 100 µL'lik örnekler agarlı petri kutularına ekilmiş ve drigalski spatülü kullanılarak iki tekrar ve iki paralel olacak şekilde yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Toplam psikrofilik bakteri sayımı için ekimi yapılan petri kutuları 7°C'ye ayarlanmış inkübatöre (Nüve EN 500, Ankara, Türkiye) yerleştirilmiş ve burada yaklaşık 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır [18]. Toplam koliform bakteri ve toplam maya-küf sayımı için ise ekimi yapılan petri kutuları Mikrobiyoloji (Nüve ES 500, Ankara, Türkiye) ve Et ve Et Ürünleri İşleme Teknolojileri (Membert UNE 400, Almanya) Laboratuvarlarında bulunan inkübatörlere sırasıyla yerleştirilmiştir. Toplam koliform bakteri sayımı için örnekler 37°C'de 24-48 saat inkübasyona tabi tutulurken [19] toplam maya-küf sayımı için ise örnekler 30°C'de 4-5 gün inkübasyona [20] bırakılmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerde analizler 2 tekrar, 2 paralel ve 5 farklı depolama periyodunda (0, 1, 4, 7 ve 10. günlerde) (n=20) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS istatistik programı (%95 güven seviyesinde) kullanılarak

tek yönlü varyans ve Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilmiş ve sonuçlar, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte (ortalama±standart sapma) verilmiştir. Ayrıca, her bir analiz gününde gruplar arasında farklılığın olup olmadığı T-Testi yapılarak tespit edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Kimyasal Bileşim

Ülkemizde sakatat ve sakatat ürünleri tebliğinde kokorece ait herhangi bir yasal mevzuatın olmaması kokoreç üretiminde kullanılacak olan yağ ve protein miktarının belli olmaması tüketiciler üzerinde ciddi soru işaretlerini beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla bu durumun önüne geçebilmek için Tarım ve Orman Bakanlığı'nın sakatat ve ürünlerine yönelik yasal bir mevzuatı hazırlayıp başta Gıda Mühendisleri olmak üzere bakanlığının bünyesinde çalışan diğer personellerle birlikte (veteriner, ziraat mühendislerinin) kokoreç üretim yerleri, restoran, lokanta, market gibi çeşitli yerlerde denetimleri yapması büyük önem arz etmektedir. Akşeker firmasından temin edilen pişirilmiş ve dilimlenmiş kuzu kokoreçlerin % nem, yağ, protein ve kül içerikleri sırasıyla %56.13, %32.45, %10.35 ve %1.07 olarak bulunmuştur.

Bilgin ve ark. [11] tarafından yapılan bir çalışmada, kuru madde cinsinden çiğ kokoreçlerdeki toplam protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %14.34, 8.2 ve 1.31 olarak bulunmuştur. Farklı hayvansal yağları (kuyruk, kabuk ve iç yağı) kullanılarak üretilen dana ve kuzu kokoreçlerin toplam kül içerikleri %0.97 ile 1.48 arasında değişkenlik gösterdiği ve kabuk yağı ilave edilmiş kuzu kokorecin

(%1.48) en yüksek kül içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [21]. Başka bir çalışmada ise, kuzu kokoreçlerin üretiminde kuyruk, iç ve kabuk yağları kullanılmış ve kuzu kokoreçlerdeki toplam yağ içeriğinin %24.04 ile 30.02 arasında değiştiği ve en yüksek yağ içeriğine ise kuyruk yağlı kuzu kokorecin (%30.02) sahip olduğu belirtilmiştir [22].

### Kuzu Kokoreçlerin pH ve TBARS Değerleri

Depolama boyunca vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin pH değerlerinde meydana gelen değişiklikler Tablo 1'de verilmiştir. Kokoreçlerdeki pH değerinin 6.65 ile 7.26 arasında değişkenlik gösterdiği ve depolamanın 1. günü hariç tüm analiz günlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamanın başlangıcından depolamanın 4. gününe kadar V kodlu örneğin daha yüksek pH değerine sahip olduğu görülürken depolamanın 4. gününden sonra ise durum tersine dönmüş ve MAP kodlu örneğin daha yüksek pH değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 0. gününden depolamanın 1. gününe gelindiğinde V ve MAP kodlu örneklerin pH değerlerinde artışların olduğu ancak bu artışların önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Depolama boyunca tüm örneklerin pH değerlerinde önemli artışların olduğu ( $p<0.05$ ) ve özellikle 7. günden sonra bu artışın daha fazla olduğu gözlenmiştir (Tablo-1). pH değerlerinde meydana gelen bu artışın mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak açığa çıkan çeşitli metabolitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerde pH değeri depolama boyunca artış gözlenmiş olmasına rağmen bu artışın V kodlu örneklerde MAP kodlu örnekler göre daha sınırlı kaldığı belirlenmiştir.

Tablo 1. Depolama boyunca (4°C, 10 gün) Vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin pH ve TBARS değerlerinde meydana gelen değişiklikler

*Table 1. Changes in pH and TBARS values of lamb kokoreç packaged in vacuum and modified atmosphere during storage (4°C, 10 days)*

| Örnek Grupları* | pH Değeri                                 |                         |                          |                         |                         |
|-----------------|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                 | Depolama Süresi (Gün)                     |                         |                          |                         |                         |
|                 | 0   | 1                       | 4                        | 7                       | 10                      |
| V               | 6.71±0.02 <sup>aD</sup>                   | 6.73±0.01 <sup>aD</sup> | 6.78±0.01 <sup>bC</sup>  | 6.84±0.04 <sup>bB</sup> | 7.03±0.02 <sup>bA</sup> |
| MAP             | 6.65±0.01 <sup>bD</sup>                   | 6.69±0.03 <sup>aD</sup> | 6.83±0.02 <sup>aC</sup>  | 6.95±0.05 <sup>aB</sup> | 7.26±0.03 <sup>aA</sup> |
|                 | TBARS (mg malonaldehit/kg kokoreç) Değeri |                         |                          |                         |                         |
| V               | 0.34±0.02 <sup>aA</sup>                   | 0.33±0.01 <sup>aA</sup> | 0.32±0.03 <sup>aAB</sup> | 0.29±0.01 <sup>aB</sup> | 0.25±0.02 <sup>aC</sup> |
| MAP             | 0.36±0.01 <sup>aA</sup>                   | 0.34±0.02 <sup>aA</sup> | 0.30±0.01 <sup>aB</sup>  | 0.26±0.02 <sup>aC</sup> | 0.20±0.01 <sup>bD</sup> |

a, b: Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). A, B, C, D: Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). \*V: Vakum paketlenmiş kuzu kokoreç grubu; MAP: %30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub> gazları kullanılarak modifiye atmosferde paketlenmiş kuzu kokoreç grubu

*a,b: Different lower-case letters (a-b) in the same column; A,B,C,D: Capital letters (A-D) in the same row indicate significant differences ( $p<0.05$ ). \*V: Vacuum packaged lamb kokoreç groups; MAP: Lamb kokoreç groups packaged in modified atmosphere using 30% CO<sub>2</sub> and 70% N<sub>2</sub> gases*

Babaoğlu [21] tarafından yapılan bir çalışmada, farklı hayvansal yağların (iç yağı, kabuk yağı ve kuyruk yağı) ilavesi ile üretilen dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlerdeki pH değerlerinin 6.92 ile 7.07 arasında değiştiği ve gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise, kuzu kokoreçlerin üretiminde 3 farklı hayvansal yağ (iç yağı, kabuk yağı ve kuyruk yağı) kullanılmış ve

kokoreçlerdeki pH değerlerinin 6.99 ile 7.07 arasında değiştiği bildirilmiştir [22].

Lipit oksidasyonu gıdaların kalite karakteristiğinin belirlenmesinde önemli rol oynayan parametrelerden birini oluşturmaktadır. Lipit oksidasyonunun ikincil yan ürünü olan malonaldehitlerin tespit edilmesinde TBARS yöntemi kullanılmaktadır. Depolama boyunca vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin

TBARS değerlerinde meydana gelen değişiklikler Tablo 1'de verilmiştir. 10. gün hariç, tüm analiz günlerinde örnekler arasında önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). 0. ve 1. günlerde en yüksek TBARS değerine V kodlu örneğin sahip olduğu görülürken depolamanın ilerleyen aşamalarında ise durum tersine dönmüş ve MAP kodlu örneğin en yüksek TBARS değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Depolamanın başlangıcından depolamanın 1. gününe gelindiğinde, V ve MAP kodlu örneklerinin TBARS değerlerinde düşüşler yaşanmış ancak bu düşüşler istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Depolama boyunca tüm örneklerin TBARS değerlerinde önemli düşüşlerin olduğu ( $p<0.05$ ) ve bu düşüşün ürünün depolanması sırasında açığa çıkan malonaldehitlerin aminoasit ve proteinlerle reaksiyona girerek üründeki malonaldehit oluşum hızını azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yağ içeriği bakımından zengin olan örneklerde oksidasyonun engellenmesine yönelik olarak oransal değişiklikler de dikkate alındığında vakum ambalajlamanın MAP ambalaja göre daha üstün olduğu düşünülmektedir.

Kokoreç ile ilgili tüm literatür incelendiğinde, kokoreçlerde lipit oksidasyonunun ikincil yan ürünü olan malonaldehit miktarının tespitinin yapılmadığı görülmüştür. Dolayısıyla bu durum çalışmamızın özgünlüğünü artırması açısından büyük önem arz etmektedir. Anandh ve ark. [23] tarafından yapılan bir çalışmada, atıştırmalık bir ürün olan bufalo işkembe katkılı sandviç (%75 bufalo bağırsağı ve %25 bufalo eti kullanılarak bufalo bağırsak rulosu) üretilerek atmosferik oksijenle paketlenmiş ve depolama boyunca (4 °C, 10 gün) pişirilmiş sandviçlerin TBARS değerlerinde önemli artışların olduğu bildirilmiştir ( $p<0.05$ ). Başka bir çalışmada ise, iki farklı oranda bufalo işkembe katkılı börekler (%100 bufalo eti ve %0 bufalo bağırsağı; %75 bufalo bağırsağı ve %25 bufalo eti) pişirilerek vakumla paketlenmiş ve depolama boyunca (4 °C, 28 gün) örneklerdeki TBARS değerlerinin 0.50'den 0.92 mg malonaldehit/kg ürün seviyesine yükseldiği belirtilmiştir [24].

### Kuzu Kokoreçlerin Aletsel Renk Değerleri

Kuzu kokoreçlerin depolanması sırasında aletsel renk değerlerinde (CIE L\*, a\*, b\*, C, h ve  $\Delta E$  değeri) meydana gelen değişiklikler Tablo 2'de verilmiştir. Kokoreçlerdeki parlaklık değerlerinin 52.64 ile 60.58 arasında değişkenlik gösterdiği ve her bir depolama periyodunda (7. gün hariç) gruplar arasında anlamlı farklılıkların yaşandığı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamanın başlangıcında, MAP kodlu örneğin en düşük parlaklık değerine sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın 0. gününden 4. güne gelindiğinde, V kodlu örneğin parlaklık değerinde önemli artışlar olmasına rağmen ( $p<0.05$ ), 1. ve 4. günlerde yaşanan artışın önemli olmadığı gözlenmiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın 7. gününe gelindiğinde ise V kodlu örneğin parlaklık değerinde düşüş yaşanmasına rağmen 7. günden sonra V kodlu örneğin parlaklık değeri 56.88'den 60.58 seviyesine yükselmiştir. V kodlu örnekte olduğu gibi

MAP kodlu örneğin parlaklık değerinde dalgalanmaların olduğu ve depolamanın 0. gününden depolamanın 7. gününe gelindiğinde MAP kodlu örneğin parlaklık değerinde önce bir artış daha sonra (7. günden 10. güne gelindiğinde) ise bir düşüş gözlenmiştir. Genel anlamda, depolamanın başlangıcındaki parlaklık değerleriyle karşılaştırıldığında örneklerdeki parlaklık değerinin arttığı ve bu durumun kokoreçlerin depolanması sırasında meydana gelen mikrobiyal aktiviteden (mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu oluşan çeşitli metabolitlerin açığa çıkması) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde, V ve MAP kodlu kokoreçlerin kırmızılık değerlerinde önemli dalgalanmaların yaşandığı görülmüştür. Depolamanın başlangıcında V ve MAP kodlu örneklerin kırmızılık değerleri sırasıyla 3.37 ve 3.89 olarak bulunmuştur ve depolamanın 1. gününe gelindiğinde ise örneklerdeki kırmızılık değerlerinin sırasıyla 2.18 ve 2.98 seviyesine düştüğü gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamanın 1. gününden depolamanın 4. gününe gelindiğinde ise hem V hem de MAP kodlu örneklerin kırmızılık değerlerinde önemli artışlar yaşanmıştır ( $p<0.05$ ). 4. günden 7. güne gelindiğinde örneklerdeki kırmızılık değerlerinin düştüğü ( $p<0.05$ ) ve daha sonraki analiz gününde (10. gün) ise tekrardan artmıştır. 10. gün hariç, her bir analiz gününde örnekler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolama boyunca V kodlu örneğin en yüksek kırmızılık değerine 4. günde sahip olduğu görülürken MAP kodlu örnek ise depolamanın başlangıcında en yüksek kırmızılık değerine sahiptir.

Depolama sırasında vakum ve modifiye atmosferde paketlenen dilimlenmiş kokoreçlerin sarılık değerlerinde meydana gelen değişiklikler Tablo 2'de verilmiştir. Tüm analiz günlerinde, gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolama boyunca V ve MAP kodlu örneklerin sarılık değerinde önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Depolamanın başlangıcından depolamanın 1. gününe gelindiğinde, V kodlu örneğin sarılık değerinde önce bir düşüş daha sonra ise örneğin sarılık değeri 9.96 seviyesine (4. günde) yükselmiş olmasına rağmen bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Depolamanın 4. günden depolamanın 7. gününe gelindiğinde V kodlu örneğin sarılık değerinde önce bir düşüş daha sonra ise önemli bir artış (10. günde) yaşanmıştır ( $p<0.05$ ). Depolamanın 0. ve 10. günlerinde V kodlu örneğin benzer bir sarılık değerine sahip olduğu gözlenmiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın başlangıcından depolamanın 7. gününe kadar MAP kodlu örneğin sarılık değerinde önce bir düşüş (1. günde) daha sonra ise kısmi bir artışın (4. günde) olduğu görülmüştür. Ancak, 1. günden 4. güne gelindiğinde MAP kodlu örneğin sarılık değerinde meydana gelen artış önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Depolamanın 4. gününden depolamanın 10. gününe gelindiğinde, MAP kodlu örneğin sarılık değeri 9.39'dan 11.58 seviyesine yükseldiği ve bu artışın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Tablo 2. Depolama boyunca (4°C, 10 gün) vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin aletsel renk değerleri (CIE L\*, a\*, b\*, C ve h)

*Table 2. Changes in instrumental color parameters (CIE L\*, a\*, b\*, C and h) of lamb kokoreç packaged in vacuum and modified atmosphere during storage (4°C, 10 days)*

| Örnek Grupları*        | L* (Parlaklık) Değeri    |                          |                           |                          |                          |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                        | Depolama Süresi (Gün)    |                          |                           |                          |                          |
|                        | 0                        | 1                        | 4                         | 7                        | 10                       |
| V                      | 57.20±0.25 <sup>aC</sup> | 58.86±0.30 <sup>aB</sup> | 58.91±0.15 <sup>aB</sup>  | 56.88±0.24 <sup>aD</sup> | 60.58±0.11 <sup>aA</sup> |
| MAP                    | 52.64±0.27 <sup>bE</sup> | 53.83±0.18 <sup>bD</sup> | 56.16±0.22 <sup>bB</sup>  | 57.33±0.29 <sup>aA</sup> | 55.43±0.13 <sup>bC</sup> |
| a* (Kırmızılık Değeri) |                          |                          |                           |                          |                          |
| V                      | 3.37±0.20 <sup>bB</sup>  | 2.18±0.16 <sup>bC</sup>  | 3.82±0.08 <sup>aA</sup>   | 3.28±0.17 <sup>aBC</sup> | 3.42±0.29 <sup>aB</sup>  |
| MAP                    | 3.89±0.19 <sup>aA</sup>  | 2.98±0.14 <sup>aB</sup>  | 3.48±0.13 <sup>bC</sup>   | 2.98±0.24 <sup>bB</sup>  | 3.79±0.12 <sup>aA</sup>  |
| b* (Sarılık) Değeri    |                          |                          |                           |                          |                          |
| V                      | 10.65±0.26 <sup>aA</sup> | 9.89±0.15 <sup>aB</sup>  | 9.96±0.11 <sup>aB</sup>   | 9.44±0.19 <sup>bC</sup>  | 10.13±0.27 <sup>bA</sup> |
| MAP                    | 9.84±0.23 <sup>bB</sup>  | 9.37±0.13 <sup>bC</sup>  | 9.39±0.10 <sup>bC</sup>   | 9.93±0.25 <sup>aB</sup>  | 11.58±0.32 <sup>aA</sup> |
| C Değeri               |                          |                          |                           |                          |                          |
| V                      | 11.18±0.34 <sup>aA</sup> | 10.19±0.38 <sup>aB</sup> | 10.75±0.45 <sup>aA</sup>  | 10.01±0.18 <sup>bB</sup> | 10.74±0.33 <sup>aA</sup> |
| MAP                    | 10.61±0.32 <sup>bB</sup> | 9.87±0.40 <sup>aC</sup>  | 10.05±0.21 <sup>bBC</sup> | 10.40±0.24 <sup>aB</sup> | 12.21±0.29 <sup>aA</sup> |
| h Değeri               |                          |                          |                           |                          |                          |
| V                      | 72.71±0.45 <sup>aB</sup> | 78.27±0.47 <sup>aA</sup> | 69.41±0.24 <sup>bE</sup>  | 70.87±0.28 <sup>bD</sup> | 72.00±0.20 <sup>aC</sup> |
| MAP                    | 68.37±0.40 <sup>bD</sup> | 72.50±0.46 <sup>bB</sup> | 69.83±0.18 <sup>aC</sup>  | 73.42±0.23 <sup>aA</sup> | 72.13±0.17 <sup>aB</sup> |
| ΔE                     |                          |                          |                           |                          |                          |
| V                      | 0                        | 2.18±0.28 <sup>aB</sup>  | 1.90±0.32 <sup>bC</sup>   | 1.26±0.24 <sup>bD</sup>  | 3.42±0.25 <sup>aA</sup>  |
| MAP                    | 0                        | 1.57±0.26 <sup>bC</sup>  | 3.57±0.29 <sup>aB</sup>   | 4.78±0.33 <sup>aA</sup>  | 3.23±0.21 <sup>aB</sup>  |

a, b: Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). A, B, C, D, E: Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). (V: Vakum paketlenmiş kuzu kokoreç grubu; MAP: %30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub> gazları kullanılarak modifiye atmosferde paketlenmiş kuzu kokoreç grubu)

*a, b: Different lower-case letters (a-b) in the same column; A, B, C, D, E: Capital letters (A-D) in the same row indicate significant differences (p<0.05). \*V: Vacuum packaged lamb kokoreç groups; MAP: Lamb kokoreç groups packaged in modified atmosphere using 30% CO<sub>2</sub> and 70% N<sub>2</sub> gases*

Tablo 2 incelendiğinde, depolama boyunca MAP kodlu örneğin C değerinde önce bir düşüş (0. günden 1. güne gelindiğinde) daha sonra ise (1. günden 10. güne kadar) önemli artış gözlenmiştir. 1. ve 10. günler hariç, gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek C değerine MAP kodlu örneğin (10. günde) sahip olduğu görülmüştür. Depolama boyunca V kodlu örneğin C değerinde önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Depolamanın başlangıcında, V kodlu örneğin en yüksek C değerine sahip olduğu ve depolamanın 1. gününe gelindiğinde V kodlu örneğin C değerinde önce bir düşüş (10.19) daha sonra ise (4. günde) önemli bir artışın olduğu ve 0. gün ile 4. gün arasında istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0.05). 4. günden sonra V kodlu örneğinin C değeri 10.75'den 10.01'e düşmüş (7. günde) ardından ise tekrardan 10.74 seviyesine (10. günde) yükseldiği gözlenmiştir. 0., 4. ve 10. günlerde, V kodlu örneğin birbirine yakın C değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Depolama boyunca kuzu kokoreçlerin h açıları meydana gelen değişiklikler Tablo 2'de verilmiştir. 10. gün haricinde, her bir analiz günlerinde örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuş ve diğer tüm renk parametrelerinde olduğu gibi (CIE L\*, a\*, b\* ve C değeri) depolama boyunca örneklerin h açıları önemli dalgalanmaların yaşandığı görülmüştür. Her bir analiz günlerinde (0. ve 1. gün hariç), MAP kodlu örneğin daha yüksek h açısına sahip olduğu gözlenmiştir. Depolamanın başlangıcında V ve MAP kodlu örneklerin h açıları sırasıyla 72.71 ve 68.37 olarak bulunmuş ve depolamanın 1. gününe gelindiğinde örneklerin h açıları önce bir artış daha sonra ise bir düşüş (4.

günde) görülmüştür. Ayrıca, depolamanın 4. gününden depolamanın 10. gününe gelindiğinde V kodlu örneğin h açısında önemli artışlar yaşanmasına rağmen MAP kodlu örneğin h açısında ise önce bir artış (7. günde) daha sonra ise önemli bir düşüş (10. günde) gözlenmiştir (p<0.05).

ΔE değeri, kokoreçlerin depolanması sırasında örneklerin renklerinde meydana gelen değişiklikleri gösteren önemli bir parametredir. Buna göre, V ve MAP kodlu örneklerin ΔE değerlerinde depolama sırasında dalgalı bir seyir gözlenmiştir. Depolamanın sonunda başlangıca göre V ve MAP kodlu örneklerin ΔE değerleri sırasıyla 3.42 ve 3.23 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla V kodlu örneklerde MAP kodlu örneklerle kıyasla renk değişikliğinin daha belirgin olduğu söylenebilir.

Literatür incelendiğinde, kokoreçlerin aletsel renk değerlerine ait bir yayına rastlanılmamıştır. Dolayısıyla literatürde kokorece benzer diğer sakatat ürünleri araştırılmış ve bu ürünlere ait aletsel renk değerleri (CIE L\*, a\*, b\* C değeri, h açısı ve ΔE değeri) incelenmiş ve çıkan sonuçlar çalışma sonuçlarımızla karşılaştırılmıştır.

Kolesterol bakımından oldukça zengin bir sakatat ürünü olan domuz beyninin parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerlerinin sırasıyla 63.88, 5.60 ve 15.43 olduğu belirtilmiştir [25]. Domuz ince bağırsaklarının atmosferik ve vakumla paketlenildiği bir çalışmada, çalışma sonuçlarımızla benzer şekilde depolama boyunca (4°C, 10 gün) domuz ince bağırsaklarının aletsel renk değerlerinde (CIE L\*, a\* ve b\*) önemli dalgalanmaların yaşandığı bildirilmiştir [26]. %54 sığır kalbi katkılı sığır

köftesinin üretildiği başka bir çalışmada ise, depolama boyunca (4 °C, 10 gün) pişirilmiş sığır köftelerinin parlaklık değerinde önce bir artış (14. güne kadar) daha sonra bir düşüşün olduğu (14. günde), kırmızılık değerinin azaldığı (8.38'den 6.14'e), sarılık değerinin ise yükseldiği (20.22'den 25.56'ya) tespit edilmiştir [27]. Seong ve ark. [28] tarafından yapılan bir çalışmada ise, Güney Kore'ye özgü bir sığır ırkındaki (Hanu veya Korean Native) ince bağırsakların fizikokimyasal özellikleri araştırılmış ve ince bağırsakların aletsel renk değerlerinin (CIE L\*, a\*, b\*, C değeri, h açısı) sırasıyla 52.78, 4.68, 7.02, 10.47 ve 61.09 olduğu bulunmuştur. Farklı oranlarda sığır işkembesi, sığır karaciğeri ve soya fasulyesinin kullanılarak sığır sosisinin üretildiği bir çalışmada, örneklerdeki parlaklık değerinin 55.20 ile 63.04 arasında değişkenlik gösterdiği ve soya fasulyesi miktarının artmasıyla örneklerdeki parlaklık arttığı bildirilmiştir [29]. Başka bir çalışmada ise, farklı oranlarda tavuk karaciğeri (%10, 20 ve 30) ve kurutulmuş tavuk taşığı (%10, 20 ve 30) kullanılarak köpek bisküvisi üretilmiş ve %20'ye kadar tavuk karaciğeri ve tavuk taşığı ilavesinin örneklerdeki parlaklık ve sarılık değerini artırdığı belirtilmiştir [30].

### Kuzu Kokoreçlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Kuzu kokoreçlerin depolanması sırasında mikrobiyolojik özelliklerinde (toplam psikrofilik bakteri, toplam koliform bakteri ve toplam maya-küf canlı sayımı) meydana gelen değişiklikler Tablo 3'te verilmiştir. Her bir analiz günlerinde, MAP kodlu örneğin en yüksek toplam psikrofil bakteri sayısına sahip olduğu ve depolamanın

0. ve 1. günlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığı olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcından depolamanın 1. gününe gelindiğinde, V ve MAP kodlu kokoreçlerin toplam psikrofil bakteri sayılarında artışların yaşandığı ancak bu artışların istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Depolama boyunca tüm örneklerin toplam psikrofil bakteri sayılarında artışların olduğu ve vakum paketlenmiş örneklerle karşılaştırıldığında, modifiye atmosferde paketlenen kokoreçlerdeki toplam psikrofil bakteri sayısındaki artışın daha fazla olduğu gözlenmiştir. Depolamanın sonunda MAP kodlu örneğin insan tüketimi için eşik sınır olarak kabul edilen 6-7 log (CFU/g) seviyelerine ulaştığı görülmüştür. Genel olarak, vakum paketlenmiş etlerdeki toplam psikrofilik bakteri sayılarının modifiye atmosferde paketlenmiş etlere göre daha düşük olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur [31, 32]. Vakum paketlenmenin özellikle *Pseudomonas* cinsi psikrofil karakterli mikroorganizma gelişimini önemli ölçüde engellediği belirtilmiştir [33].

Sığır işkembesinin vakum ve atmosferik oksijenle paketlenildiği bir çalışmada, depolama boyunca (4°C, 28 gün) tüm örneklerin toplam psikrofil bakteri sayısında önemli artışlar yaşanmasına rağmen en fazla artışın atmosferik oksijenle paketlenen örnek grubunda olduğu bildirilmiştir [34]. Buffalo işkembesi, yağ ve çeşitli baharat karışımından (soğan tozu, sarımsak tozu, karabiber, kimyon, karanfil, kakule gibi) oluşan, ülkemizde kokorece benzer bir ürün olan ve genellikle Afrika bölgesinde severek tüketilen bir ürünün depolanması sırasında (4°C, 60 gün) toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısının 4.70 log CFU/g dan 6.50 log CFU/g seviyesine yükseldiği belirtilmiştir [35].

Tablo 3. Depolama boyunca (4°C, 10 gün) vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin bazı mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler

*Table 3. Changes in some microbiological properties of lamb kokoreç packaged in vacuum and modified atmosphere during storage (4°C, 10 days)*

| Örnek Grupları*                             | Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayımı, log (CFU/g) |                          |                         |                         |                         |
|---|--|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|   | Depolama Süresi (Gün)                                  |                          |                         |                         |                         |
|   | 0  | 1                        | 4                       | 7                       | 10                      |
| V   | 2.25±0.15 <sup>aD</sup>                                | 2.30±0.14 <sup>aCD</sup> | 2.50±0.10 <sup>bC</sup> | 3.20±0.15 <sup>bB</sup> | 4.50±0.25 <sup>bA</sup> |
| MAP   | 2.35±0.10 <sup>aD</sup>                                | 2.45±0.12 <sup>aD</sup>  | 3.50±0.10 <sup>aC</sup> | 4.80±0.20 <sup>aB</sup> | 6.00±0.20 <sup>aA</sup> |
| Toplam Koliform Bakteri Sayımı, log (CFU/g) |  |                          |                         |                         |                         |
| V   | 0.70±0.05 <sup>aD</sup>                                | 0.80±0.07 <sup>aD</sup>  | 0.95±0.05 <sup>bC</sup> | 1.10±0.05 <sup>bB</sup> | 1.30±0.10 <sup>bA</sup> |
| MAP   | 0.75±0.10 <sup>aD</sup>                                | 0.90±0.11 <sup>aC</sup>  | 1.05±0.04 <sup>aC</sup> | 1.25±0.05 <sup>aB</sup> | 1.50±0.05 <sup>aA</sup> |
| Toplam Maya-Küf Sayımı, log (CFU/g)         |  |                          |                         |                         |                         |
| V   | 1.00±0.10 <sup>aE</sup>                                | 1.20±0.04 <sup>aD</sup>  | 1.40±0.03 <sup>bC</sup> | 1.55±0.10 <sup>bB</sup> | 1.90±0.04 <sup>bA</sup> |
| MAP   | 1.10±0.05 <sup>aE</sup>                                | 1.25±0.06 <sup>aD</sup>  | 1.50±0.06 <sup>aC</sup> | 1.80±0.05 <sup>aB</sup> | 2.10±0.10 <sup>aA</sup> |

a, b: Aynı sütunda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). A, B, C, D, E: Aynı satırda bulunan harfler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). \*V: Vakum paketlenmiş kuzu kokoreç grubu; MAP: %30 CO<sub>2</sub> ve %70 N<sub>2</sub> gazları kullanılarak modifiye atmosferde paketlenmiş kuzu kokoreç grubu)

a,b: *Different lower-case letters (a-b) in the same column; A,B,C,D,E: Capital letters (A-E) in the same row indicate significant differences ( $p<0.05$ ).* \*V: *Vacuum packaged lamb kokoreç groups; MAP: Lamb kokoreç groups packaged in modified atmosphere using 30% CO<sub>2</sub> and 70% N<sub>2</sub> gases*

Tablo 3 incelendiğinde, vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerin toplam koliform bakteri sayılarının 0.70 ile 1.50 log CFU/g arasında değişkenlik gösterdiği ve depolama boyunca tüm örneklerin toplam koliform bakteri sayılarında önemli artışlar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamanın başlangıcından depolamanın 1. gününe gelindiğinde, V kodlu örneğin

toplam koliform bakteri sayısında bir artışın görülmesine rağmen bu artış istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). 0. ve 1. günlerde, gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir ( $p>0.05$ ). Kuzu ince bağırsağından yapılan bu kokoreçlerin toplam koliform bakteri sayılarının beklenenden düşük çıkması kokoreçlerin üretim, taşıma

ve depolama koşullarında sanitasyon kurallarının etkili bir şekilde uygulandığını göstermektedir. Depolama boyunca tüm örneklerin toplam koliform bakteri sayılarında meydana gelen artışın ürünlerin depolanması sırasında meydana gelen çeşitli kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çiğ ve farklı metotlarda (ızgarada ve tandırda) pişirilmiş kuzu kokoreçlerinde mikrobiyolojik kalitenin incelendiği bir çalışmada, ısıtma işleminin toplam koliform bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı görülmüş ve ızgarada pişirilen kuzu kokoreçlerinin en düşük koliform bakteri sayısına sahip olduğu belirtilmiştir [10]. Bilgin ve ark. [11] tarafından yapılan bir çalışmada ise, kuzu kokoreçleri tandırda ve ızgarada pişirilmiş ve tandırda pişirilen ( $6.4 \times 10^2$ ) örneğe göre ızgarada pişirilen kuzu kokoreçlerinde ( $5.2 \times 10^2$ ) toplam koliform bakterisi daha düşük bulunmuştur.

Depolama boyunca vakum ve modifiye atmosferde paketlenen kuzu kokoreçlerinin toplam maya-küf sayılarında meydana gelen değişiklikler Tablo 3'te verilmiştir. Örneklerdeki toplam maya-küf sayıları 1.00 ile 2.10 log CFU/g seviyeleri arasında değişiklik göstermiştir. Depolamanın 0. ve 1. günlerinde, V ve MAP kodlu kuzu kokoreçlerdeki toplam maya-küf sayılarının birbirine yakın değerler aldığı ve gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Depolama boyunca tüm örneklerin toplam maya-küf sayılarında önemli artışlar yaşanmıştır ( $p < 0.05$ ). Afyonkarahisar'da tüketime sunulan kokoreçlerde mikrobiyolojik kalitenin araştırıldığı bir çalışmada, kokoreçlerdeki toplam maya-küf sayısı 5.89 log kob/g olarak bulunmuştur [36]. Kılıç [37] tarafından yapılan bir çalışmada ise, çiğ kokoreçteki toplam koliform bakteri sayısının  $1.3 \times 10^5$  CFU/g seviyesinde olduğu ve ısıtma işleminde birlikte kokoreçlerdeki toplam koliform bakteri sayısının  $1.0 \times 10^1$  CFU/g seviyelerine düştüğü belirtilmiştir.

Tüm mikrobiyolojik kriterler dikkate alındığında, depolamanın 1. gününden itibaren V uygulanmış örneklerin MAP uygulanmış örneklere göre daha stabil olduğu ve mikrobiyal artışın sınırlı kaldığı tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Genel bir değerlendirme yapıldığında, depolamanın ilk dört gününe kadar V kodlu örneğin pH değeri daha yüksek bulunmuş ancak gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0.05$ ), depolamanın 4. gününden itibaren ise durum tersine dönmüş ve MAP kodlu örneğin en yüksek pH değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre vakum paketlemenin aletsel renk değerleri üzerinde olumsuz etkilere yol açmadan mikrobiyal aktiviteyi (toplam psikrofil, toplam koliform ve toplam maya-küf) önemli oranda yavaşlattığı saptanmıştır. Depolama boyunca kokoreçlerdeki TBARS değerlerinin kademeli bir şekilde azaldığı görülmüştür.

Ülkemizde kokoreçler (pişirilmiş ve dilimlenmiş veya pişirilmiş ve ardından ince kıyım haline getirilmiş şekilde) vakum ve modifiye atmosferde paketlenmiş paketler şeklinde çeşitli marketlerin et ve et ürünleri reyonlarında satışa sunulduğu gibi bazı restoranlarda ise bütün sarım şeklinde satışının olduğu görülür. Kokoreç, başta ülkemiz olmak üzere Yunanistan, Azerbaycan, İran gibi ülkelerde severek tüketilen bir sakatat ürünü olmasına rağmen dünyada bu ürün ile ilgili bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu kapsamda, kokoreç ile ilgili daha kapsamlı bilimsel çalışmaların yapılması gerekmektedir. Şu ana kadar kokoreç tüketimi ile ilgili zehirlenme ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek olaylara ait resmi bir belge veya yazının olmaması bu ürün ile ilgili dünyada yasal bir mevzuatın olmadığını göstermesi açısından büyük önem arz etmiştir. Ayrıca, günümüzde kuzu kokoreç olarak satılan ürünlerin bazılarının aslında dana kokoreç oldukları bilinmektedir. Besleyicilik açısından kuzu kokoreçlerinin dana kokoreçlerine nazaran protein, vitamin ve mineralce daha zengin oldukları belirtilmektedir. Protein, vitamin ve mineralce oldukça zengin bir ürün olan kokoreci daha geniş kitlelere ulaşımının sağlanabilmesi için öncelikle kokoreçlerde oluşabilecek kimyasal (kimyasal madde kalıntısı, sanitasyon uygulamaları, poliaromatik hidrokarbonlar gibi) ve biyolojik (mikroorganizmalar) tehditlerin neler olabileceği ve bu tehditlere karşı ne tür önlemlerin alınması gerektiğinin bilinmesi ve ardından başta Tarım ve Orman Bakanlığı olmak üzere çeşitli ülkelerin bakanlıklarıyla ortak bir yasal mevzuatın hazırlanıp başta restoranlar, işletmeler olmak üzere kokoreç üretim ve tüketim yerlerinin belirli aralıklarla denetlenip gıda güvenliğinin sağlanması gerekir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada pişirilmiş ve dilimlenmiş kokoreç örneklerini sağlamak suretiyle yardımlarını esirgemeyen Akşeker Tarım Et Entegre Tesisleri A.Ş. (Konya, Türkiye) firmasına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. (2001). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:751, Ders Kitapları Serisi No:69, Erzurum.
- [2] Wood, J., Richardson, R., Nute, G., Fisher, A., Campo, M., Kasapidou, E., Sheard, P., Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66, 21–32.
- [3] Purriños, L., Bermúdez, R., Franco, D., Carballo, J., Lorenzo, J.M. (2011). Development of volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Lacón," a Spanish traditional meat product. *Journal of Food Science*, 76, C89–C97.
- [4] Amaral, A.B., da Silva, M.V., da Lannes, S.C.S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors-A review. *Food Science and Technology*, 38, 1–15.
- [5] Özkaya, P.T., Kayaardı, S. (2018). Et ve et ürünlerinin kalitesini geliştirmede kullanılan yeni teknikler. *Akademik Gıda*, 16(3), 323-331.



- [6] Tosun, D., Demirbaş, N. (2012). Türkiye'de Kırmızı Et ve et ürünleri sanayiinde gıda güvenliği sorunları ve öneriler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 93–101.
- [7] Pogorzelska-Nowicka, E., Atanasov, A.G., Horbańczuk, J., Wierzbicka, A. (2018). Bioactive compounds in functional meat products. *Molecules*, 23(2), 1–19.
- [8] Karakaya, M. (2013). Et ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Basılmamış Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- [9] Temelli, S., Saltan Evrensel, S., Anar, Ş., Tayar, M. (2002). Bursa'da tüketilen kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(2), 467-473.
- [10] Bilgin, B., Makarnacı, N., Yılmaz, İ. (2008). Çiğ ve Farklı Metotlarla Pişirilen Kokoreçlerin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- [11] Bilgin, B., Makarnacı, N., Palabiyik, İ. (2016). The Effect of different cooking process on microbiological quality of kokorec. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(5), 6-8.
- [12] Association of Analytical Chemists (1990). Official Methods of Analysis, Association of Analytical Chemists, Washington, DC.
- [13] Flynn, A.W., Brambert, V.D. (1975). Effects of frozen storage cooking methods and muscle quality attributes of pork loins, *Journal of Food Science*, 40, 631-633.
- [14] Özünlü, O., Ergezer, H. (2022). Development of novel paper-based colorimetric indicator labels for monitoring shelf life of chicken breast fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e17013.
- [15] Aktok, Ö., Demiray, E. (2022). Effect of Temperature and packaging method on bioactive compounds of freeze-dried red beet powder during storage, *Akademik Gıda*, 20(4), 343-349.
- [16] Özünlü, O., Ergezer, H., Gökçe, R. (2018). Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts, *LWT-Food Science and Technology*, 98, 477-484.
- [17] Ergezer, H., Serdaroğlu, M. (2018). Antioxidant potential of arti-choke (*Cynara scolymus* L.) byproducts extract in raw beef patties during refrigerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 982–991.
- [18] Yordshahi, A.S., Moradi, M., Tajik, H., Molaei, R. (2020). Design and preparation of antimicrobial meat wrapping nano paper with bacterial cellulose and postbiotics of lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 321, 1-10.
- [19] Mehdizadeh, T., Langroodi, A.M. (2019). Chitosan coatings incorporated with propolis extract and *Zataria multiflora* Boiss. Oil for active packaging of chicken breast meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 401-409.
- [20] Çelik, P. (2012). Determined the quality specifications of meatballs obtained from poultry meat and red meat mixture [M.Sc. Thesis]. The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Tekirdağ Institute of Sciences.
- [21] Babaoğlu, A.S. (2015). Dana ve Kuzu Kokoreçlerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH) Oluşum Düzeyi Üzerine Farklı Hayvansal Yağların Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- [22] Babaoğlu, A.S., Karakaya, M., Öz, F. (2017). Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in beef and lamb kokorec: Effects of different animal fats. *International Journal of Food Properties*, 20(9), 1960-1970.
- [23] Anandh, M.A., Radha, K., Lakshmanan, V., Mendiratta, S.K. (2008). Development and quality evaluation of cooked buffalo tripe rolls. *Meat Science*, 80, 1194–1199.
- [24] Anandh, M.A., Venkatachalapathy, R.T., Radha, K., Lakshmanan, V. (2014). Quality and shelf life of cooked buffalo tripe rolls at refrigerated storage under vacuum packaging condition. *Journal of Food Science and Technology*, 51(7), 1370–1376.
- [25] Chanted, J., Panpipat, W., Panya, A., Phonsatta, N., Cheong, L.Z., Chaijan, M. (2021). Compositional features and nutritional value of pig brain: Potential and challenges as a sustainable source of nutrients. *Foods*, 10, 2943.
- [26] Kang, G., Seong, P.N., Ba, H.V., Moon, S., Cho, S., Park, B.Y., Kang, S.M., Ham, H.J., Kim, D., Park, K. (2018). Changes in total plate counts and quality of pig small intestine by different washing and packaging methods. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(6), 1253-1260.
- [27] Gao, Y., Li, M., Zhang, L., Wang, Z., Yu, Q., Han, L. (2021). Preparation of rapeseed oil oleo gels based on beeswax and its application in beef heart patties to replace animal fat. *LWT- Food Science and Technology*, 149, 111986.
- [28] Seong, P.N., Kang, G.H., Park, K.M., Cho, S.H., Kang, S.M., Park, B.Y., Moon, S.S., Ba, H.V. (2014). Characterization of Hanwoo bovine by-products by means of yield, physicochemical and nutritional compositions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(4), 434-447.
- [29] Malvestiti, L., Giannuzzi, L., Ferrero, C. (2007). Mixtures of beef tripe, beef liver and soybeans applied to food development. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31, 270–285.
- [30] Virk, K.S., Malav, O.P., Chatli, M.K., Mehta, N., Kumar, P., Wagh, R.V. (2019). Development of calcium fortified biscuits incorporated with chicken slaughter house byproducts and evaluation of their palatability in dogs. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 36(1), 77-82.
- [31] Lorenzo, J.M., Gomez M. (2012). Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 92, 610-618.
- [32] Değirmencioğlu, N., Esmer, O.K., İrkin, R., Değirmencioğlu, A. (2012). Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on shelf life extension of minced meat chemical and microbiological changes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11, 898-911.

- [33] Jaberı, R., Kaban, G., Kaya, M. (2019). Effects of vacuum and high-oxygen modified atmosphere packaging on physico-chemical and microbiological properties of minced water buffalo meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(3), 421-429.
- [34] Karibe, W.G., Kunyanga, C.N., Imungi, J.K. (2018). Microbiological status of ready to eat (RTE) bovine tripe rolls under different storage conditions. *Food Science and Quality Management*, 78, 7-17.
- [35] Sherpa, D.R., Ghimire, L., Subba, D., Gautam, R.R. (2018). Development and assessment of shelf-stable spicy snacks prepared from buffalo tripe by incorporating Sichuan pepper (*Timur*). *Journal of Food Science and Technology*, 10, 29-33.
- [36] Kara, R., Aslan, S., Yaman, H., Akkaya, L. (2013). Afyonkarahisar'da tüketime sunulan kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 6(1), 7-10.
- [37] Kılıç, B. (2016). Determination of microbiological quality of kokoreç Sold in Isparta. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LIX, 296-299.
- 
-