



Dana Etinin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Farklı Ambalajlama Yöntemleri ve Depolama Süresinin Etkisi

Ümran ÇİÇEK*, Şeniz KARABIYIKLI, Duygu ÇABUK, Berna İYİEKMEKÇİ,
Hoşgeldi KURBANDURDİYEV, Hande CEVAHİROĞLU

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat
*e-mail: umran.ensoy@gop.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 06.08.2013

Kabul tarihi (Accepted): 28.10.2013

Online Baskı tarihi (Printed Online): 04.11.2013

Yazılı baskı tarihi (Printed): 06.12.2013

Özet: Bu çalışma ile +4 °C'de 7 gün süre ile açık tabakta (K), streç film ile sarılı tabakta (ST) ve vakum ambalajlanmış (VA) olarak depolanan dana etlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fizikokimyasal özelliklerdeki değişimleri belirlemek amacıyla depolamanın 0., 1., 4. ve 7. günlerinde alınan örneklerde pH, titrasyon asitliği (TA), renk ($L^*a^*b^*$) ve su aktivitesi (aw) değerleri ölçülmüştür. Mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimleri belirlemek amacıyla ise aynı örnekleme aşamalarında toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı ve *Salmonella* ve *Escherichia coli* O157 analizleri yapılmıştır. Depolama süresince VA grubunun pH değerinde önemli bir artış gözlenmemesine karşın ($p>0,05$), ST ve K grubunun pH değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). K grubunun TA değerinin depolama süresince artma eğilimi göstermesine karşın, ST grubunun TA değeri 4. günden itibaren düşmüştür ($p<0,05$). Kurumaya bağlı olarak K grubunun $L^*a^*b^*$ değerleri depolama süresince düşme eğilimi göstermiştir ($p<0,05$). Depolama başlangıcında yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda TMAB sayımları ortalama olarak 5,56 log-kob/g olarak belirlenirken, örneklerin %75'inin *Salmonella* pozitif, %50'sinin ise *E. coli* O157 pozitif sonuç verdiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda TMAB sayımı VA grubu için ortalama 8,26 log-kob/g, ST grubu için ortalama 10,32 log-kob/g ve K grubu için ortalama 8,83 log-kob/g olarak tespit edilmiştir. ST grubu dışındaki tüm örneklerde depolama boyunca *Salmonella* tespit edilmiş olup, 24 saatlik depolama sonunda örneklerde *E. coli* O157'ye rastlanmamıştır. Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen sonuçlar başlangıç florasında mevcut olan mikroorganizmaların depolama boyunca gelişerek sayısını artırdığını göstermiş olup, güvenli koşullarda depolamada başlangıç yükü kadar ambalajlama yönteminin de mikrobiyal üreme hızı üzerinde etkili olduğunu vurgulamaktadır. Et örneklerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine ambalajlama yöntemlerinin etkileri kıyaslandığında, vakum paketleme yönteminin parça dana etinin marketlerde depolama ve satış sırasında kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Dana eti, vakum paketleme, renk, başlangıç mikroflorası, *E. coli* O157, *Salmonella*

The Effects of Packaging Methodologies and Storage Period on Some Physicochemical and Microbiological Properties of Beef

Abstract: In this study it was aimed to determine physicochemical and microbiological evolutions of non-packaged (K), cling film covered (ST) and vacuum packaged (VA) beef samples stored at 4°C during 7 days. In order to determine the physicochemical evolutions, pH, titratable acidity (TA), color measurements ($L^*a^*b^*$) and water activity (aw) analyses were applied to the samples at the beginning and at the 1st, 4th and 7th days of the storage. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) count and *Salmonella* and *Escherichia coli* O157 detection tests were applied to the samples to detect the microbiological evolutions at the same sampling periods. Although, there is no significant increase in the pH values of the VA group during refrigeration ($p>0.05$), the increase in the pH values of the both ST and K groups were statistically significant ($p<0.05$). While the TA values of the K group were increased during storage, TA values of the ST group were decreased after the 4th day of the storage ($p<0.05$).

As a result of dehydration $L^*a^*b^*$ values of the K group decreased during refrigeration. The microbiological analyses showed that the mean value of TMAB counts was 5.56 log CFU/g and 75% of the samples were *Salmonella* positive while 50% of them *E. coli* O157 positive at the beginning of the storage. At the end of the refrigeration TMAB count results for the VA, ST and K groups were 8.26 log CFU/g, 10.32 log CFU/g and 8.83 log CFU/g, respectively. All the beef samples were *Salmonella* positive until the end of storage except ST group and *E. coli* could not be detected after 24 hours storage in all beef samples. The results of the microbiological analyses indicated that the microorganisms of the initial microflora grew and the numbers are increased during storage and it was also impressed that the packaging method is important as much as the initial microflora on the microbiological grow. When we compare the effects of different packaging methodologies on the physicochemical properties of meat samples, it was seen that vacuum packaging was more effective on the preservation of quality parameters of meat cuts during storage and serving in the supermarkets.

Keywords: Beef meat, vacuum packaging, color, initial microflora, *E. coli* O157, *Salmonella*.

1. Giriş

Taze et terimi, tüketime mani hastalığı olmayan hayvanlardan elde edilen ve soğutma işlemi dışında herhangi bir muhafaza tekniği uygulanmamış hayvansal dokuyu tanımlamaktadır (Öztaş 2005, Zhou ve ark. 2010). Muhafaza sıcaklığı, atmosferik oksijen, endojen enzimler, nem kaybı, ışık ve en önemlisi mikroorganizmalar etin raf ömrüne etki eden başlıca faktörlerdir. Bu faktörlerden biri/birkaçı etin renk, koku, besin değeri ve tekstür gibi özelliklerinde değişimlerle sonuçlanan bozulmalara neden olmaktadır (Zhou ve ark. 2010).

Renk, et ve et ürünlerinin kabul edilebilirliğine etki eden en önemli duyuşal özelliktir. Tüketiciler genellikle et rengi ile tazelik, lezzet, gevreklik, güvenilirlik, depolama süresi ve besleyici değeri arasında bir ilişki kurmaktadır (O'Grady ve ark. 2000, Abril ve ark. 2001, Mancini ve Hunt 2005, Tapp III ve ark. 2011, Girolami ve ark. 2013). Taze et tüketimi bakımından değerlendirildiğinde, tüketiciler özellikle renk değişimini tazelik indikatörü olarak kullanmaktadırlar (Mancini ve Hunt 2005).

Renk üzerine kesim öncesi koşullar, kesim işlemi ve olgunlaştırma süresince gerçekleşen oksijenasyon/oksidasyon reaksiyonları etki etmektedir (Abril ve ark. 2001). Satış ve depolama süresince de et yüzey rengi, özellikle myoglobinin verdiği reaksiyonlara bağlı olarak değişmektedir (Girolami ve ark. 2013). Taze etin rengi myoglobinin fizikokimyasal durumuna bağlıdır, şöyle ki, mat kırmızı-mor renge sahip olan myoglobinin oksimiyoglobin formuna dönüşümü ile et, parlak kırmızı renge sahip olurken, metmyoglobin formunun oluşumu ete

kahverengi renk vermektedir (O'Grady ve ark. 2000, Abril ve ark. 2001, Girolami ve ark. 2013). Renk üzerine ayrıca myoglobin içeriği, kas dokunun fiziksel konumu ve etin nihai pH değeri de etki etmektedir. Myoglobin içeriği ise tür, yaş ve beslenme rasyonu gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Abril ve ark. 2001).

Yüksek su aktivitesi (aw) değeri ve besleyici değere sahip olan ete herhangi bir muhafaza tekniği uygulanmadığında bozulma reaksiyonları hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Zhou ve ark. 2010). Taze ette meydana gelen bozulma; işleme, nakliye ve markette depolama süresince gerçekleşen fizikokimyasal, kimyasal reaksiyonların ve mikrobiyal gelişimin bir sonucudur (Nychas ve ark. 2008). Taze ette mikrobiyal faaliyete bağlı olarak ortaya çıkan bozulma hem aerobik hem de anaerobik koşullarda oluşmaktadır (Friedrich ve ark. 2008, Nychas ve ark. 2008). Taze etin raf ömrünü uzatmak ve tüketici güvenliğini arttırmak için ürünün bozulma yapan ve/veya patojen mikroorganizmalarla kontaminasyonunun önlenmesi ve üründeki kontamine olmuş mikroorganizmaların gelişiminin inhibe edilmesi önemli noktalardır (Friedrich ve ark. 2008, Kızıllırmak Esmer ve ark. 2011).

Mikroorganizma ve endojen enzim aktivitesini yavaşlatmak, mikrobiyal gelişimi sınırlamak ve/veya inhibe etmek amacıyla taze ete uygulanan geleneksel muhafaza yöntemlerinden biri de soğuk ve donmuş muhafaza gibi düşük sıcaklık uygulamalarıdır. (Zhou ve ark. 2010). Son yıllarda taze etin muhafazası üzerine yapılan araştırmalar yüksek basınç uygulamaları, yeni

ambalajlama teknikleri ve doğal antimikrobiyal bileşiklerin ilavesi gibi termal olmayan yeni inaktivasyon tekniklerine yönelmiştir (Aymerich ve ark. 2008, Zhou ve ark. 2010). Günümüzde, birkaç firma tarafından taze dana etinin kuşbaşı ve kıyma şeklinde modifiye atmosferde paketlenmiş olarak satılmasına karşın, marketlerde taze kırmızı etler çoğunlukla, metal tepsiler içinde ve üzeri streç filmle sarılı olarak satışa sunulmaktadır. Et reyonlarında metal tepside satışa sunulan taze etler üzerinde hazırlanma tarihi ve ne kadar süre ile reyonda satışa sunulduğu bilgileri de yer almamaktadır. Ayrıca, sürekli streç filmin açılıp kapatılması nedeniyle streç film bir süre sonra koruyucu etkisini de kaybetmektedir. Yapılan literatür taramasında marketlerin et reyonlarında satış/sunuş şekli ve süresinin dana etinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile açık tabakta, streç filmle kaplanmış tabakta ve vakum ambalajda olmak üzere 3 farklı grup dana etinin bir hafta soğuk muhafaza süresince bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Tokat ilinde et satışı yoğun olan bir süpermarketten dana kuşbaşı (but eti) alınarak Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'na soğuk muhafaza koşullarında getirilmiş ve deneme kuruluncaya kadar buzdolabı koşullarında (+4°C) bekletilmiştir.

2.2. Metot

Deneme iki tekerrürlü olarak kurulmuştur. Marketlerin et reyonlarındaki sunuş ve satış şekli göz önünde bulundurularak dana eti sırasıyla, açık tabak (Kontrol, K), streç film ile sarılı (ST) ve vakum ambalajlanmış (VA) olarak gruplara ayrılmıştır. Ambalajlanan et örnekleri bir hafta süre ile +4°C'de muhafaza edilmiştir. Et örneklerinde depolama süresince meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal değişimleri belirlemek amacıyla 0., 1., 4. ve 7. günlerde pH, titrasyon

asitliği (TA), renk ölçümü (L*a*b*) ve su aktivitesi (aw) analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimleri belirlemek amacıyla toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı ve *Salmonella* ve *Escherichia coli* O157 analizleri yapılmıştır. Et örneklerinin pH ve TA (% laktik asit) değerleri Acton ve Keller (1974)'e göre tespit edilmiştir. CIE L*a*b* renk değerleri et üzerinde beş farklı noktadan Minolta Chrometer CR300 (Japonya) kullanılarak ölçülmüştür (Girolami ve ark. 2013). Su aktivitesi değerleri AquaLab Series 3 TE model (ABD) su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Hughes ve ark. 2002).

Örneklerin buzdolabı koşullarında depolanması sürecindeki genel mikrobiyal profilinin belirlenmesi amacı ile TMAB sayımı (FDA-BAM, 2001) yapılmıştır. Ayrıca 29.12.2011 tarihli Resmi Gazete'de 28157 numara ile yayımlanan Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (2011 - 28157) çiğ kırmızı et için verilmiş olan kriterlere uygunluğu tespit etmek amacı ile *Salmonella* (EN/ISO 6579) ve *Escherichia coli* O157 (ISO 16654) analizleri yapılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. pH ve Titrasyon Asitliği (TA)

K, VA ve ST gruplarının 0., 1., 4., ve 7. günlerde ölçülen pH değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Dana etinin başlangıç pH değeri 5,30 olup K, ST ve VA gruplarının pH değerleri depolama süresince artma eğilimi göstermiş ve 7. günde sırasıyla 5,58; 6,77 ve 5,39 olarak tespit edilmiştir. VA grubunun pH değerinde gözlenen değişimin önemli düzeyde olmamasına karşın (p>0,05), ST ve K gruplarının pH değerlerindeki artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Lorenzo ve Gomez (2012), vakum ambalajlanmış, yüksek oksijen içerikli modifiye atmosferde paketlenmiş, düşük oksijen içerikli modifiye atmosferde paketlenmiş ve açık tabakta olan tay etlerinin pH değeri üzerine depolamanın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında depolama süresince tüm örneklerin pH değerlerinin önemli oranda artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, Sekar ve ark. (2006) bufalo etinin

bazı özellikleri üzerine ambalajlama yöntemlerinin etkilerini araştırmışlar ve 1 hafta sonunda ambalajlanmamış etlerin pH değerinin 6,62'den 5,84'e ve vakum ambalajlı etlerin pH değerinin ise 6,62'den 5,77'ye düştüğünü rapor etmişlerdir. Bu farklılık, deneme materyalinin türüne ve başlangıç mikroorganizma yüküne özellikle laktik asit bakteri sayısına ve faaliyetine bağlı olabilir. Depolama süresince 0. ve 1. günlerde et örneklerinin pH değerleri arasındaki fark önemli bulunmazken ($p>0,05$), 4. günden itibaren en yüksek pH değeri ST grubunda ölçülmüştür ($p<0,05$). Bu farklılık, özellikle endojen kas enzimlerinin aktivitesinden ve proteolitik enzim aktivitesine sahip bakteri gelişiminden kaynaklanabilir. Post mortem proteolizde özellikle kalpainler ve katepsinler gibi endojen proteazların miktarı ve aktivitesi önemli rol oynamaktadır (Herrera-Mendez ve ark. 2006, Kemp ve Parr 2012, Lomiwes ve ark. 2013). Proteolitik enzim aktivitesi sonucunda protein olmayan azotlu bileşik içeriğinin artmasına paralel olarak pH değeri artış göstermektedir (Ensoy 2004).

Kesim işlemi sonrası ette asitliğin artışı, pH'nın düşüş seyri ve son pH değerleri; taze etin pek çok kalitatif ve mikrobiyolojik özellikleri ve etlere uygulanacak teknolojik işlemler

bakımından önem taşımaktadır. Bu denemede kullanılan dana etinin başlangıç TA değeri % 0,96 laktik asit olup, taze et için oldukça yüksek bir değerdir (Çizelge 1). TA değerinin yüksek olması, et reyonuna gelen dana etinin özellikle laktik asit bakteri yükünün yüksek olmasına ve faaliyetine bağlı olmakla birlikte, etin soğuk muhafaza süresinin uzun olmasının da bir sonucu olabilir.

K grubunun TA değerinin depolama süresince artma eğilimi göstermesine karşın ST grubunun TA değeri 4. günden itibaren azalma eğilimi göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 1). ST grubunda gözlenen bu azalma laktik asidin depolama süresince etin mikroflorasını oluşturan bakterilerce katabolize edilmesinin bir sonucu olabilir. Nychas ve ark. (2008), etin yapısında bulunan glukoz, laktik asit, serbest amino asitler ve suda çözünen proteinlerin etin mikroflorasını oluşturan bakterilerin çoğu tarafından katabolize edildiğini bildirmiştir. VA örneklerde ise TA değeri 4. günde artma eğilimi göstermesine karşın 7. günde azalma eğilimi göstermiştir ($p<0,05$).

Çizelge 1. Farklı ambalajlanmış dana etlerinin depolama süresince belirlenen pH ve TA değerleri (%laktik asit)*

Table 1. The pH and titratable acidity values of differently packed beef meat measured during chilled storage (lactic acid%)*

	Ambalaj grubu	Depolama süresi (gün)			
		0,	1,	4,	7,
pH	VA	5,30 (0,05) ^{Aa}	5,40 (0,02) ^{Aa}	5,44 (0,02) ^{Ba}	5,38 (0,10) ^{Ba}
	ST	5,30 (0,05) ^{Ac}	5,43 (0,05) ^{Ac}	5,92 (0,07) ^{Ab}	6,77 (0,30) ^{Aa}
	K	5,30 (0,5) ^{Ac}	5,40 (0,10) ^{Abc}	5,50 (0,11) ^{Bab}	5,58 (0,08) ^{Ba}
TA	VA	0,96 (0,01) ^{Ab}	0,97 (0,03) ^{Ab}	1,06 (0,01) ^{Aa}	0,95 (0,04) ^{Bb}
	ST	0,96 (0,01) ^{Aa}	0,96 (0,04) ^{Aa}	0,76 (0,02) ^{Bb}	0,31 (0,11) ^{Cc}
	K	0,96 (0,01) ^{Ab}	0,95 (0,12) ^{Ab}	1,03 (0,06) ^{Ab}	1,46 (0,04) ^{Aa}

*Data (standart sapma), n=6.

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (büyük harfler kolon, küçük harfler satır) ($P<0,05$)

3.2. Renk değerleri

K, VA ve ST gruplarının depolama süresince belirlenen L* değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Tüm örneklerin 0. gün L* değeri 39,68 olup, depolama süresince K grubunun L* değeri istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmış ancak ST grubunda 1. günde artış ve 4. günden itibaren ise düşüş gözlenmiştir (p<0,05). K grubunun L* değerinde gözlenen düşüş kurumaya ve metmyoglobin oluşumuna bağlı olarak rengin koyulaşmasının bir sonucu olabilir. VA grubunun L* değerinde gözlenen düşüş ise (p>0,05) ambalaj koşullarına bağlı olarak parlak kırmızı rengin zamanla kaybolmasından kaynaklanabilir.

Dana etinin başlangıç a* değeri 22,85 olarak ölçülmüştür. VA grubunun a* değeri 1. günden itibaren düşme eğilimi göstermiş, buna karşın, ST ve K gruplarının a* değerleri 1. günde artmış ve 4. günden itibaren düşmüştür (p<0,05). ST ve K gruplarında 1. günde gözlenen artış, myoglobinin oksijenle verdiği reaksiyona bağlı olarak oksimiyoglobin oluşumunun bir sonucu olabilir. Ayrıca, 4. günden itibaren gözlenen düşüş oksidasyon sonucu metmyoglobin oluşumundan kaynaklanabilir. VA, ST ve K gruplarının 7. gün a* değerleri sırasıyla 20,16, 14,31 ve 5,45 olarak ölçülmüştür. Depolama süresi sonunda et örnekleri a* değerleri bakımından değerlendirildiğinde, VA grubunun ST ve K gruplarına göre tüketici tarafından talep edilebileceği gözlenmiştir. Bu konuda yapılacak

başka çalışmalarda et örneklerine uygulanacak duyuşal değerlendirmelerle daha kesin sonuca varmak mümkün olabilecektir. Market et reyonlarında etin satış ve sunuş süresinin 1 günden fazla olmaması, daha uzun süre ile satışa sunulacaksa vakum ambalajlı olarak etin marketlere nakledilmesi ve depolanması organoleptik özelliklerin korunması açısından avantaj sağlayacaktır (Şekil 1).

Et örneklerinin başlangıç b* değeri 13,26 olup, VA grubunun b* değeri depolama süresince azalma eğilimi göstermiştir (p<0,05). ST ve K gruplarında b* değeri 1. günde artma ve 4. günden itibaren azalma eğilimi göstermiştir (p<0,05).

3.3. Su Aktivitesi (a_w)

VA, ST ve K gruplarının depolama süresince belirlenen su aktivitesi değerleri Çizelge 4’de verilmiştir. Deneme başlangıcında 0,991 olarak ölçülen a_w değeri, 7. günde VA, ST ve K gruplarında sırasıyla 0,993, 0,997 ve 0,977 olarak ölçülmüştür. VA grubunda uygulanan ambalajlama yönteminin bir sonucu olarak a_w değeri değişim göstermezken K grubunda kurumaya bağlı olarak düşmüştür (p<0,05). ST grubunda et parçaları yüzeyinde bakteri gelişimi ve mukoz tabakası oluşumuna bağlı olarak artış gözlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı ambalajlanmış dana etlerinin depolama süresince belirlenen L*a*b* değerleri*

Table 2. The L*a*b* values of differently packed beef meat measured during chilled storage*

	Ambalaj grubu	Depolama süresi (gün)			
		0,	1,	4,	7,
L*	VA	39,68 (4,54) ^{Aa}	37,69 (2,94) ^{Ba}	37,47 (3,31) ^{Aa}	35,68 (7,22) ^{Aa}
	ST	39,68 (4,54) ^{Ab}	43,11 (2,29) ^{Aa}	36,99 (2,27) ^{Ab}	32,48 (3,77) ^{Ac}
	K	39,68 (4,54) ^{Aa}	34,44 (3,68) ^{Cb}	22,02 (1,53) ^{Bc}	20,14 (2,07) ^{Bc}
a*	VA	22,85 (1,31) ^{Aa}	20,93 (2,37) ^{Bb}	21,51 (2,72) ^{Aab}	20,16 (1,95) ^{Ab}
	ST	22,85 (1,31) ^{Ab}	25,29 (3,22) ^{Aa}	14,31 (1,37) ^{Bc}	14,31 (2,13) ^{Bc}
	K	22,85 (1,31) ^{Ab}	26,63 (3,81) ^{Aa}	9,04 (1,46) ^{Cc}	5,45 (0,63) ^{Cd}
b*	VA	13,26 (0,85) ^{Aa}	7,94 (1,79) ^{Bb}	7,52 (4,36) ^{Bb}	6,39 (1,41) ^{Ab}
	ST	13,26 (0,85) ^{Ab}	17,81 (2,90) ^{Aa}	10,74 (1,17) ^{Ac}	6,40 (1,86) ^{Ad}
	K	13,26 (0,85) ^{Ab}	15,89 (2,79) ^{Aa}	5,85 (1,16) ^{Bc}	4,92 (0,63) ^{Bc}

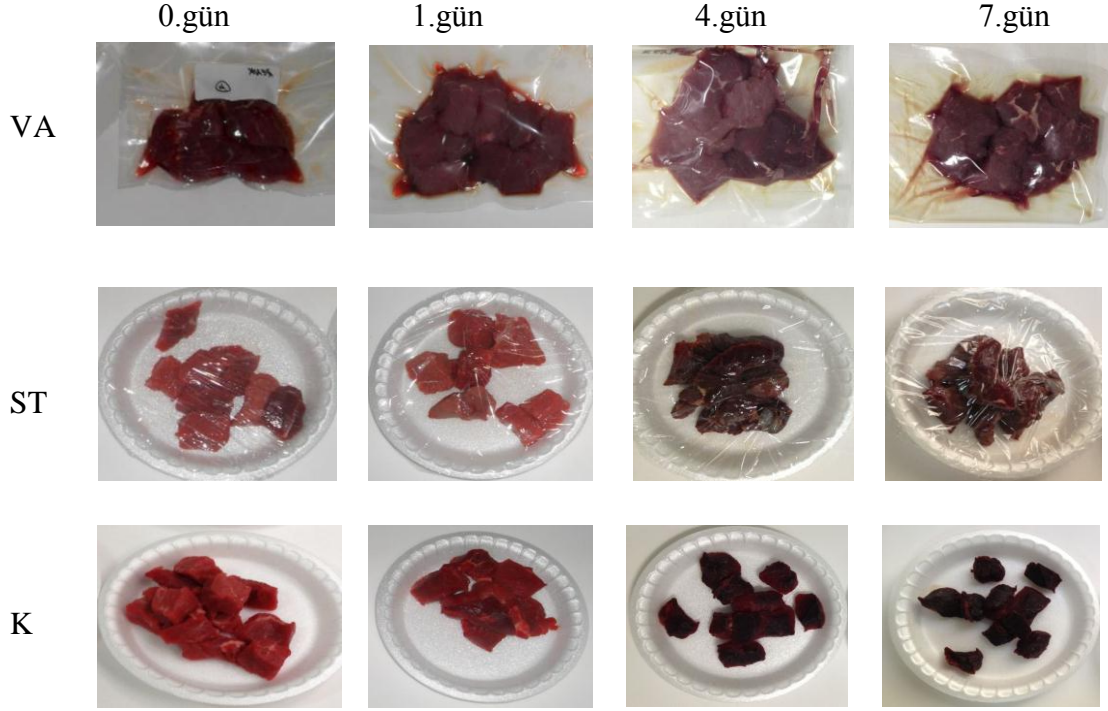
*Data (standart sapma), n=6.

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (büyük harfler kolon, küçük harfler satır) (P<0,05)

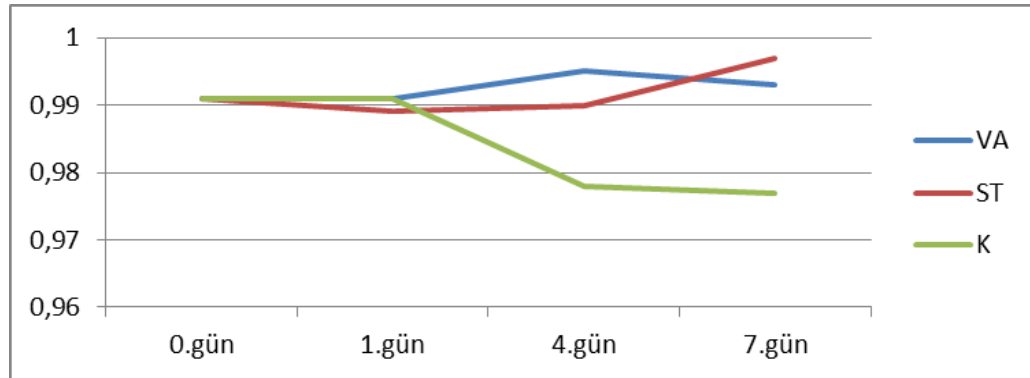
3.4. Mikrobiyolojik Analizler

Depolama başlangıcında örneklerin mevcut mikrobiyal yükünü tespit amacı ile yapılan TMAB sayım sonuçları doğrultusunda ortalama olarak 5,56 log-kob/g düzeyinde bakteri yükü tespit edilmiştir. Depolama boyunca TMAB

sayım sonuçları ortalama olarak, VA grubu için 5,65-8,26 log-kob/g aralığında, ST grubu için 6,80-10,32 log-kob/g aralığında ve K grubu için 6,60-8,83 log-kob/g aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 3).



Şekil 1. VA, ST ve K örneklerinin 0., 1., 4. ve 7. gün görüntüleri
Figure 1. The images of VA, ST and K at the day of 0., 1., 4. and 7.



Şekil 2. Farklı ambalajlanmış dana etlerinin depolama süresince belirlenen aw değerleri
Figure 2. The aw values of differently packed beef meat measured during chilled storage

Çizelge 3. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonuçları* (log-kob/g)**Table 3.** Total aerobic mesophilic bacteria count results* (log CFU/g)

ÖRNEKLER	0.	1.	4.	7.
VA	5,56 (0,17) ^{Aa}	5,65 (0,31) ^{Aa}	7,00 (0,50) ^{Ab}	8,26 (0,64) ^{Ac}
ST	5,56 (0,17) ^{Aa}	6,80 (0,61) ^{Bb}	9,05 (0,06) ^{Bc}	10,32 (0,49) ^{Bd}
K	5,56 (0,17) ^{Aa}	6,60 (0,46) ^{Bb}	8,15 (0,35) ^{Bc}	8,83 (0,01) ^{Ac}

*Data (standart sapma), n=6.

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (büyük harfler kolon, küçük harfler satır) (P<0,05)

Çizelge 4. Patojen analiz sonuçları (% pozitif sonuç)**Table 4.** The results of pathogen analyses (positive result %)

Örnekler	0.gün		1.gün		4.gün		7.gün	
	<i>Salmonella</i>	<i>E.coli</i> O157	<i>Salmonella</i>	<i>E.coli</i> O157	<i>Salmonella</i>	<i>E.coli</i> O157	<i>Salmonella</i>	<i>E.coli</i> O157
VA	75 (0,45)	50 (0,58)	50 (0,52)	0 (0,00)	63 (0,50)	0 (0,00)	63 (0,50)	0 (0,00)
ST	75 (0,45)	50 (0,58)	69 (0,48)	0 (0,00)	94 (0,25)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
K	75 (0,45)	50 (0,58)	75 (0,45)	0 (0,00)	69 (0,48)	0 (0,00)	44 (0,51)	0 (0,00)

*Data (standart sapma), n=6.

Satışa sunulan çiğ etlerin Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (Anonim 2011) belirtilen patojen mikroorganizmalar açısından değerlendirilebilmesi için *Salmonella* ve *E. coli* O157 analizleri yapılmıştır. Depolama başlangıcında örneklerin % 75'inin *Salmonella* içerdiği, % 50'sinin ise *E. coli* O157 açısından pozitif değer verdiği belirlenmiştir. Jordan ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmalarında incelemiş oldukları çiğ et örneklerinin % 1'inde *Salmonella* spp. tespit ederken, Little ve ark. (2008) inceledikleri 3959 çiğ kırmızı et örneğinin % 2,4'ünün *Salmonella* ile bulaşılı olduğunu bildirmişlerdir. Alisharlı ve Akman (2004) Van'da perakende satılan hazır kıymalarda *Escherichia coli* O157'nin varlığını araştırmışlar ve analizler sonucunda, dana kıyma örneklerinin %4,66'sında, koyun kıyma örneklerinin ise % 2'sinde *E. coli* O157 tespit etmişlerdir. Bazı ülkelerde *E. coli* O157 dağılımının çeşitli hayvansal besinlerde belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, Doyle ve Schoeni (1987), perakende satılan sığır etinin % 3,7'sinde ve kuzu etinin % 1,5'inde *E. coli* O157:H7'yi izole ettiklerini bildirmişlerdir. Depolamanın 4. gününde ST grubu için bu sayının % 94'e ulaştığı ancak 7 gün depolama sonucunda aynı grupta *Salmonella* tespit edilemediği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Bu

durum ortamdaki mikroorganizmaların hızlı artışı sonucunda substrat kaynağının tükenmesi ile ilişkili olabilir. VA ve K gruplarında ise *Salmonella* sayısı azalma göstermiş olup, depolama sonunda sırası ile % 63 ve % 44 değerleri kaydedilmiştir. VA grubundaki azalma ambalajlama yöntemine bağlı olarak ortamdaki oksijen yetersizliğinden, K grubundaki azalma ise dehidrasyona bağlı olarak ortamın aw değerindeki düşüşten kaynaklanıyor olabilir. *E. coli* O157 analiz sonuçları incelendiğinde, başlangıçta örneklerin % 50'sinde pozitif sonuç elde edilirken 24 saatlik depolama sonucunda hiçbir örnek grubunda *E. coli* O157'ye rastlanmamıştır (Çizelge 4). Bu durum *E. coli* O157'nin değişken ortam koşullarına *Salmonella*'dan daha dirençsiz olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

4. Sonuç

Günümüzde hipermarketlerin çoğunluğunun et reyonlarında satışa sunulan taze et ve taze et karışımları gibi ürünler merkezi bir soğuk hava deposunu işleten et işletmelerince karşılanmaktadır. Bu durum büyükşehirler kapsamında sorun yaratmasa da merkeze uzak olan bölgelerdeki hipermarket şubelerine ürünlerin hazırlanarak nakliyesi zorunluluğunu getirmektedir. Taze ete uygun ambalajlama

yapılmazsa bu süreçte taze et kalitesi düşmekte ve güvenli gıda temini zorlaşmaktadır. Hem nakliye süresince hem de depoda bekleme süresince meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada ambalajlanmamış et, vakum ambalajlanmış et ve streç film ile sarılı et örnekleri analize alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikler göz önünde bulundurulduğunda depoda bekletme ve nakliye süresince hem kontaminasyonun önlenmesi hem de fizikokimyasal özelliklerdeki değişimlerin önlenmesi/yavaşlatılması adına vakum ambalajlama uygun bir yöntem olarak önerilmiştir. Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre vakum ambalajlanmış taze etin et reyonlarında direkt satışa sunulabilmesi için ileriki çalışmalarda tüketici beğeni testleri ve duyuşal değerlendirme gibi testlere yer verilerek bu çalışmadan elde edilen sonuçların desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre, streç film ile sarılı et ve ambalajlanmamış taze etlerin 1 gün içinde tüketilmesi gerektiği bunun yanı sıra da tüketicinin marketlerde satışa sunulan etlerin hazırlanma tarihi ve satışta kaldığı süre hakkında bilgilendirilmesinin de güvenli ve kaliteli et tüketimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

Abril M, Campo MM, Önenç A, Sanudo C, Alberti P and Negueruela AI (2001). Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.*, 58: 69-78.

Acton JC and Keller JE (1974). Effect of fermented meat pH on summer sausage properties. *J. Milk Food Technol.*, 37: 570-576.

Alişarlı M ve Akman HN (2004). Perakende satılan kıymaların *Escherichia coli* O157 yönünden incelenmesi. *YYÜ Vet Fak Derg.*, 15: 65-69.

Anonim (2011). Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. Resmi Gazete, 28157 (29.12.2011).

Aymerich T, Picouet PA and Monfort JM, (2008). Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.*, 78(1-2): 114-129.

Doyle MP and Schoeni JL (1987). Isolation of E.coli O157:H7 from retail fresh meats and poultry. *Appl.Env. Microbiol.*, 53(10): 2394-2396.

Ensoy Ü (2004). Hindi Sucuğu Üretiminde Starter Kültür Kullanımı ve Isıl İşlem Uygulamasının Ürün

Karakteristikleri Üzerine Etkisi. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, s.138.

EN/ISO 6579 (2005). Mikrobiyoloji - Gıda ve hayvan yemleri - *Salmonella* türlerinin belirlenmesi için yatay yöntem. (Kabul tarihi: 10.03.2005)

FDA-BAM (2001). Aerobic Plate Count, Bacteriological Analytical Manual Chapter 3, January 2001. (<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>).

Friedrich L, Siró I, Dalmadi I, Horváth K, Ágoston R and Balla CS,(2008). Influence of various preservatives on the quality of minced beef under modified atmosphere at chilled storage. *Meat Sci.*, 79: 332-343.

Girolami A, Napolitano F, Faraone D and Braghieri A (2013). Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Sci.*, 93: 111-118.

Herrera-Mendez C, Becila S, Boudjellal A and Ouali A (2006). Meat aging: Reconsideration of the current concept. *Trends in Foods Sci. Technol.* 9 17(8): 394-405.

Hughes MC, Kerry JP, Arendt EK, Kenneally PM, McSweeney PLH and O'Neill EE, (2002). Characterization of proteolysis during the ripening of semi-Dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 62: 205-216.

ISO 16654 (2003). Gıda ve hayvan yemlerinin mikrobiyolojisi-*Escherichia coli* O157'nin tespiti için yatay yöntem. (Kabul tarihi: 24.03.2003)

Jordan E, Egan J, Dullea C, Ward J, McGillicuddy K, Murray G, Murphy A, Bradshaw B, Leonard B, Rafter P and McDowell S (2006). *Salmonella* surveillance in raw and cooked meat and meat products in the Republic of Ireland from 2002 to 2004. *Int. J. of Food Microb.*, 112: 66-70.

Kemp CM and Parr T (2012). Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderization. *Meat Sci.* 92: 252-259.

Kızılırmak Esmer O, Irkin R, Değirmencioglu N and Değirmencioglu A (2011). The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat sci.*, 88: 221-226.

Little CL, Richardson JF, Owen RJ, de Pinna E and Threlfall EJ (2008). *Campylobacter* and *Salmonella* in raw red meats in the United Kingdom: Prevalence, characterization and antimicrobial resistance pattern, 2003-2005. *Food Microb.*, 25: 538-543.

Lomiwes D, Farouk MM, Wiklund I and Young OA (2013). Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: A review. *Meat Sci.*, doi:0.1016/j.meatsci.2013.06.008.

- Lorenzo JM and Gomez M (2012). Shelf life of fresh foal meat under MAP, owerwrap and vacuum packaging conditions. *Meat Sci.*, 92(4): 610-618.
- Mancini RA and Hunt MC (2005). Current research in meat color. *Meat Sci.*, 71(1): 100-121.
- Nychas GJE, Skandamis PN, Tassou CC and Koutsoumanis KP (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Sci.*, 78: 77-89.
- O'Grady MN, Monahan FJ, Burke RM and Allen P (2000). The effect of oxygen level and exogenous α -tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. *Meat Sci.*, 55: 39-45.
- Öztan A (2005). Et Bilimi ve Teknolojisi, Genişletilmiş 4. Baskı Yeniden Basım TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayın No: 1, Ankara.
- Sekar A, Dushyanthan K, Radhakrishnan KT and Narendra Babu R (2006). Effect of modified atmosphere packaging on structural and physical changes in buffalo meat. *Meat Sci.*, 72: 211-215.
- Tapp III WN, Yancey JWS and Apple JK (2011). How is the instrumental color of meat measured? *Meat Sci.*, 89: 1-5
- Zhou GH, Xu XL, Liu Y (2010). Preservation technologies for fresh meat. A review. *Meat Sci.*, 86: 119-128.