



Vakum Ambalajlı Olarak Soğukta Muhafaza Edilen Dana, Kuzu ve Tavuk Etlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Ümran ÇİÇEK* Şeniz KARABIYIKLI Fatma Nur KILINÇER Ahmet Talha YILDIRIM
Hande CEVAHİROĞLU

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

Alındığı tarih (Received): 27.11.2013

Kabul tarihi (Accepted): 13.01.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 15.01.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 21.03.2014

Özet: Bu çalışmada vakum ambalajlanan tavuk (T), kuzu (K) ve dana (D) eti örneklerinin 4°C'de 7 günlük depolama süresince fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Et örneklerinde başlangıçta (0. gün) depolamanın, 1., 4. ve 7. günlerinde pH değeri, titrasyon asitliği (%laktik asit), su aktivitesi değeri (a_w), sızıntı kaybı ve pişirme kaybı ölçümleri yapılmıştır. Et örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla aynı örnekleme periyodunda toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, *Salmonella* ve *Escherichia coli* O157 analizleri yapılmıştır. Tüm örneklerin sızıntı kaybı ve pişirme kaybı değerleri 7 günlük depolama süresince artış göstermiştir. En düşük pH değerine sahip D örneklerinin en yüksek sızıntı ve pişirme kaybı değerlerine, en yüksek pH değerine sahip T örneklerinin ise en düşük sızıntı ve pişirme kaybı değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen verilere göre başlangıç mikroorganizma yükünün D örneğinde diğerlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin TMAB sayısı önemli ölçüde artış göstermiş ($p<0,05$), 7. günün sonunda bu sayı 8,23 – 9,77 log-kob/g seviyelerine ulaşmıştır. İncelenen örneklerin tümü *E. coli* O157 açısından pozitif bulunmuş, buna karşın *Salmonella* sadece T ve D örneklerinden izole edilebilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen verilere göre başlangıç mikroorganizma yükünün D örneğinde diğerlerine göre daha düşük olmasına rağmen tüm örneklerin kesim, hazırlama aşamalarındaki kontaminasyona bağlı olarak patojen mikroorganizma içerdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sızıntı kaybı, pişirme kaybı, patojen, vakum ambalajlama

Some physicochemical and microbiological evolution of vacuum packaged beef, lamb and chicken meat during refrigerated storage

Abstract: In this study, it was aimed to determine some physicochemical and microbiological properties of vacuum packaged chicken (T), lamb (K) and beef (D) meat samples which were stored at 4°C for 7 days. The pH value, titratable acidity (lactic acid %), water activity value (a_w), dripping loss and cooking loss values of meat samples were evaluated at the beginning and on the 1st, 4th and 7th days of storage. In order to determine the microbiological properties of meat samples, enumeration of total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) and the analysis of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157 were considered at the same sampling periods. Dripping loss and cooking loss values of all meat samples showed significant increases during the storage period for 7 days. It was seen that, D samples which had the lowest pH value showed the highest dripping loss and cooking loss values among the meat types while T samples which had the highest pH values showed the lowest dripping loss and cooking loss values. It was determined that D samples had the lower initial microorganism counts in comparison with the other meat samples just according to the results of microbiological analysis. TMAB numbers dramatically showed significant increases during storage for all samples ($p<0.05$), the numbers were reached to 8.23 - 9.77 log CFU/g at the end of 7th day. *E. coli* O157 was detected in all samples, while *Salmonella* was detected from T and D samples. According to the data obtained from microbiological analyses, the initial microflora of D lower than others, on the other hand, all meat samples contained pathogenic microorganisms as a result of contamination at slaughtering and processing stages.

Key Words: Dripping loss, cooking loss, pathogen, vacuum packaging

1. Giriş

Et endüstrisinde ekonomik nedenlerden ve uygulanacak teknolojiden dolayı yüksek su tutma kapasitesine sahip etler tercih edilmektedir (Ergezer ve Serdaroğlu 2008). Etin su tutma kapasitesi ete uygulanan fiziksel işlemlere karşı etin suyu alıkoyma özelliği olarak tanımlanabilir (Öztan 1995). Taze etin et ürünlerine kolay işlenmesi ve verim kaybının minimum olması açısından ette bulunan suyun yapıda tutulması istenmektedir. Ancak kesim işlemi sonrası gerçekleşen biyokimyasal değişimler süresince ve ete uygulanan fiziksel işlemler sonucunda etin su içeriğinde azalma gözlenmektedir (Ergezer ve Serdaroğlu 2008). Taze etin su içeriğinin hayvanın türü, cinsi, yaşı, kas yapısı ve kasın bulunduğu yer gibi birçok faktöre bağlı olmasına karşın etin su içeriği %70-80 aralığında değişim göstermektedir. Etin yüksek su içeriği ve su aktivitesi değerleri ile su tutma kapasitesi teknolojik açıdan önemli özelliklerdir (Gökmen ve Öztan 1995). Taze etin işlenmesi, nakliyesi ve markette depolanması süresince gerçekleşen bozulma genel olarak fizikokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar ile mikrobiyal gelişimin bir sonucudur (Çiçek ve ark. 2013). Bu süreçte ette gerçekleşen bozulma reaksiyonları üzerine etki eden önemli faktörlerden biri de etin su aktivitesi değeridir. Bundan dolayı, su aktivitesi değeri ve et ürünlerinde mikrobiyolojik stabilite indikatörü olarak da kabul edilmektedir (Vidova ve ark. 2012).

Etin mikroorganizmalarla kontaminasyonu kesim aşamasında başlar ve özellikle yüzme ve karkas parçalama gibi işlemler sırasında mikrobiyal yükte artış olur (Ertaş 1979). Taze ette mikrobiyal bozulma et yüzeyindeki mikroorganizma sayısına, mevcut mikroorganizmaların türüne ve bunların faaliyeti için gerekli uygun ortam sıcaklığı ile a_w değerine bağlıdır (Yıldırım 1981).

Taze dana eti yüzeyinde *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Salmonella*, *Escherichia* ve *Clostridium* cinsi

bakteriler ile *Clodosporium*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium* ve *Monilla* cinsi küflerin gelişimi fazladır (Ertaş 1979). Kanatlı etinin gıda güvenliğinin, işletme sanitasyon koşullarının, depolama koşullarının araştırılmasında ve vakum/modifiye atmosferde paketlenmiş ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde incelenen mikrobiyolojik kriterler mezofilik/psikrofilik, aerobik/mikroaerofilik/anaerobik bakteriler, *Enterobacteriaceae* familyasına dahil bakteriler, koliform grubu bakteriler, laktik asit bakterileri, küf ve maya sayımlarıdır (Astorga ve ark. 2002, Rio ve ark. 2007). Tavuk ve tavuk ürünlerinde mikrobiyal bozulmalara neden olan bakteriler arasında ise *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Acinetobacter-Moraxella* ve *Flavobacterium* türleri yer almaktadır (Şener ve Temiz, 2004). Dana etine kıyasla özellikle kuzu etinde *Brochothrix thermosphacta* ve psikrotrofik *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerin gelişim riski daha yüksek olduğundan, kuzu etlerinin soğutma ve ambalajlama aşamaları ve koşullarına dikkat edilmelidir (Barrera ve ark. 2007).

Vakum ambalajlama et endüstrisinde özellikle taze etlerin yiyecek-içecek merkezlerine dağıtım/satışı esnasında kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla en sık kullanılan ambalajlama yöntemidir (Jeremiah 2001, Bağdatlı ve Kayaardı 2010). Vakum ambalajlama tekniğinin, sığır eti gibi pH değeri diğer et türlerine kıyasla daha düşük olan etlerin muhafazası için uygun bir yöntem olmasına karşın, vakum ambalajlanmış kırmızı etlerde parlak kırmızı renk kaybolmaktadır. Ancak, bu dezavantaj vakum ambalajlanmış etlerin bir sonraki işlem aşamasından önce birkaç saat hava ile teması sağlanarak oksimiyogloblin oluşumunun sağlanması ile renk kusurunun düzeltilmesi ile giderilebilir (Bağdatlı ve Kayaardı, 2010). Tüketicinin minimal ısı işlem görmüş, tazeye en yakın ve güvenilir et tüketme isteği vakum ambalajlama ile karşılanabilmektedir.

Vakum paketlenmiş etin raf ömrü muhafaza sıcaklığına ve ambalajlama anındaki mikrobiyal yüke bağlı olarak değişir (Bağdatlı ve Kayaardı

2010). Taze etin vakum ambalajlanması ile etle oksijenin teması kesileceğinden et kalite nitelikleri korunarak, kontaminasyon riski ve buharlaşmadan kaynaklı ağırlık kaybı, kötü koku ve aroma oluşumu da azalmakta yani mikrobiyal ve kimyasal kontrol de sağlanmış olmaktadır (Jeremiah 2001). Son yıllarda, taze etlerdeki fizikokimyasal özelliklere dayalı bozulmalar üzerine yapılan araştırmalar artış göstermiş, ancak farklı depolama koşullarındaki etlerin mikrobiyal özelliklerinin incelendiği araştırmalar yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada vakum ambalajlanarak soğuk koşullarda (4°C) depolanmış tavuk, kuzu ve dana etlerinde depolama sürecinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Tokat ilinde et satışının yoğun olduğu süper marketlerden kesim işleminden 1 gün sonra et reyonuna gelmiş olan dana, kuzu ve tavuk eti alınarak, soğutucu kaplar içerisinde Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarına getirilmiş ve analize alınana kadar 4±1 °C'de buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Etlerin temin edildiği süpermarket, satışa sunduğu dana ve kuzu karkaslarını Tokat ilinde faaliyet gösteren bir mezbahadan satın almaktadır. Dana ve kuzu etinde, yağsız ve kemiksiz but eti, tavuk etinde ise kemiksiz ve derisiz göğüs eti tercih edilmiştir. Ambalajlamaya alınmadan önce et parçaları üzerindeki fazla yağlar traşlanarak uzaklaştırılmıştır.

2.2. Metot

Tüm analizler üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Başlangıç anını temsil edecek örnekler ayrıldıktan sonra, depolanacak tavuk, kuzu ve dana eti örnekleri La Minerva (İtalya) marka vakum ambalajlama cihazında 40 saniye süre ile vakumlama ve 15 saniye süre ile kapama işlemleri yapılarak ambalajlanmıştır. Vakum ambalajlanmış tavuk (T), kuzu (K) ve dana (D) örnekleri süpermarketlerde karkasın işlenmesi ve taze etin satış süreci göz önünde bulundurularak

bir hafta süre ile 4±1 °C'de muhafaza edilmiştir. Depolama süresince et örneklerinin bazı fizikokimyasal değişimlerini belirlemek amacıyla 0. 1. 4. ve 7. günlerde alınan örneklerde pH, titrasyon asitliği (TA), a_w , sızıntı ve pişirme kaybı analizleri yapılmıştır. Örneklerin 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. a_w değerleri ise AquaLab Series 3TE model (ABD) su aktivite ölçüm cihazı ile saptanmıştır (Hughes ve ark. 2002). Örneklerin sızıntı kaybı değerleri, periyot sonunda et örneğinin dokusundan sızdırdığı suyun, kâğıt havlu ile bastırılmadan kurulanmasını takiben belirlenen ağırlık farkı üzerinden hesaplanmıştır (Bond ve Warner 2007). Pişirme kaybı değerlerinin belirlenmesi amacıyla ise, ağırlığı bilinen et örnekleri polietilen poşet içerisinde ağzı açık olarak 70°C sıcaklıktaki su banyosunda 30 dk süre ile pişirilmiştir. Süre sonunda poşet içindeki et örnekleri sürekli akan musluk suyu altında 15 dk süre ile soğutulmuş ve bastırılmadan kâğıt havlu ile kurulanmıştır. Örneklerin pişirme kaybı değeri ağırlık farkı üzerinden hesaplanmıştır (Mitchoathai ve ark. 2006).

Depolama süresince örneklerin mikrobiyolojik durumunun belirlenmesi amacıyla aynı örnekleme basamaklarında TMAB sayımı FDA-BAM (2001)'e göre uygun desimal dilüsyonlar hazırlanmış Plate Count Agar besiyerine dökme plak yöntemine göre ekimler yapılmış ve 30°C'de 24 – 48 saatlik inkübasyon sonrası petrilerden sayım sonuçları alınmıştır. Ayrıca analiz örneklerinin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde çiğ kırmızı et için verilmiş olan kriterlere (Anonim 2011) uygunluğunun tespit edilmesi amacıyla *Salmonella* (Anonim, 2005) ve *E. coli* O157 (Anonim, 2003) analizleri yapılmıştır. *Salmonella* varlığının tespiti için tamponlanmış peptonlu su ile 37°C'de 18 saat ön zenginleştirme yapılan örneklerden 0,1 ml alınarak 10 ml'lik Rappaport-Vassiliadis besiyerine ve 1 ml alınarak 10 ml'lik Muller-

Kauffmann tetrathionate/novobiocin sıvı (MKTTnbroth) besiyerine aktarılmış ve sırasıyla 41,5°C ve 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Zenginleştirme işleminden sonra seçici ayırt edici Xylose Lysine Deoxycholate Agar ve Brilliant Green Agar besiyerlerine çizim yapılmış ve 37°C'de 24 saat inkübasyondan sonra şüpheli kolonilere doğrulama testleri uygulanmıştır (Anonim, 2005). *E. coli* O157 varlığını tespit etmek amacıyla novobiocin ilave edilmiş Tryptone Soya Broth besiyerinde 41.5 12-18 saat ön zenginleştirme uygulanan örnekler inkübasyon sonunda Tellurit-Cefixime-Sorbitol MacConkey (TC-SMAC) agar içeren petrilere çizilmiş ve petrilere 37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Tipik görüntü veren en az 5 koloni rastgele alınarak Gram boyama ve Singlepath *E. coli* O157 test kiti doğrulama analizlerine tabi tutularak *E. coli* O157 varlığı doğrulanmıştır (Anonim, 2003).

Araştırma sonucunda elde edilen tüm veriler SPSS 10 (Anonim 1999) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların ortaya konulmasında ise Duncan testinden yararlanılmıştır (Düzgüneş ve ark, 1987).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. pH ve Titrasyon Asitliği

T, K ve D gruplarının 0., 1., 4. ve 7. günlerde ölçülen pH ve TA değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. T, K ve D gruplarının 0. gün pH değerleri sırasıyla 5,72, 5,69 ve 5,55 olup başlangıçta T ve K gruplarının D grubuna kıyasla daha yüksek pH değerine sahip olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Depolama başlangıcına kıyasla T ve K gruplarının pH değeri 7. günde artma eğilimi göstermiş ($p<0,05$) ve 7. günde grupların pH değerleri sırasıyla 6,28 ve 5,87 olarak ölçülmüştür. Barrera ve ark. (2007) çalışmalarında vakum ambalajlanmış ve 4°C'de depolanan kuzu etinin pH değerinin 0. günde 5,86 olduğunu ve bu değer 7. gün sonunda 5,93'e yükseldiğini bildirmiştir. T ve K gruplarının pH değerlerinde depolama süresince gözlenen artış

endojen ve eksojen proteolitik enzim aktivitesi ürünleri olarak protein olmayan azotlu bileşik içeriğinin artmasının bir sonucu olabilir (Ensoy 2004). Buna karşın D grubunun pH değeri depolama süresince düşme eğilimi göstermiş ($p<0,05$) ve 7. gün pH değerinin 5,24 olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Sekar ve ark. (2006) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar bufalo etinin bazı özellikleri üzerine ambalajlama yöntemlerinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 7 gün sonunda vakum ambalajlı etlerin pH değerinin 6,62'den 5,77'ye düştüğünü rapor etmişlerdir. Gökoğlu ve ark. (2011) vakum ambalajlanmış dana etlerinin pH değerinin 5,58'den 4,90'a düştüğünü bildirmiştir. Buna karşın, Çiçek ve ark. (2013) bir hafta süreyle buzdolabı koşullarında muhafaza ettikleri vakum ambalajlanmış dana etlerinin pH değerinin önemli düzeyde değişmediğini bildirmiştir. Bu farklılığın deneme materyalinin başlangıç pH değerlerinin ve mikrobiyal yüklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Vakum ambalajlanmış et örneklerinin 0.gün TA değerlerinin % 0,84-1,08 laktik asit aralığında değişim gösterdiği ve en yüksek TA değerine sahip örneğin T grubu olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Tüm et örneklerinin TA değerleri, depolama başlangıcına kıyasla 7. günde artma eğilimi göstermekle birlikte T ve D gruplarının TA değerlerindeki artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Vakum ambalajlanmış et örneklerinin TA değerinde gözlenen artış laktik asit bakterilerinin faaliyetinden kaynaklanabilir. T, K ve D gruplarının 7. gün TA değerleri sırasıyla % 1,23, % 0,91 ve % 1,09 olarak ölçülmüştür. 7. günde en yüksek TA değerinin T grubuna ait olduğu belirlenmiş olmasına karşın K grubunun en düşük TA değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çiçek ve ark. (2013) vakum ambalajlanmış ve soğukta depolanan taze dana etinin 0. ve 7. gün TA değerlerinin sırasıyla % 0,96 ve % 0,95 olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 1. Tavuk, kuzu ve dana etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen pH ve TA değerleri (%laktik asit)*

Table 1. The pH and titratable acidity (lactic acid %) of chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage (lactic acid%)*

Örnek	0. gün ^b	1. gün ^b	4. gün ^b	7. gün ^a	
pH	T	5,72 (0,06) ^{Ac}	5,74 (0,03) ^{Ac}	5,80 (0,06) ^{Ab}	6,28 (0,02) ^{Aa}
	K	5,69 (0,03) ^{Ab}	5,75 (0,14) ^{Aab}	5,69 (0,03) ^{Bb}	5,87 (0,15) ^{Ba}
	D	5,55 (0,05) ^{Ba}	5,47 (0,02) ^{Bb}	5,51 (0,04) ^{Cab}	5,24 (0,02) ^{Cc}
TA	T	1,08 (0,05) ^{Ab}	1,20 (0,02) ^{Aa}	1,17 (0,03) ^{Aa}	1,23 (0,07) ^{Aa}
	K	0,84 (0,03) ^{Ba}	0,75 (0,05) ^{Cb}	0,86 (0,05) ^{Ca}	0,91 (0,04) ^{Ca}
	D	0,86 (0,01) ^{Bc}	0,90 (0,02) ^{Bb}	0,93 (0,03) ^{Bb}	1,09 (0,02) ^{Ba}

*Data (standart sapma), n=6.

Büyük harfler sütunlar arasında, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Araştırmacılar vakum ambalajlanmış dana etinin TA değerinin 4. günde artma ve 7.günde azalma eğilimi gösterdiğini de bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise Barrera ve ark. (2007) vakum ambalajlanmış ve 4°C'de depolanan kuzu etinin TA değerinin 7. günde düştüğünü rapor etmiştir. Araştırmacılar tarafından TA değerinde 7. gözlenen düşüş etin mikroflorasını oluşturan bakterilerin çoğunun etin yapısında bulunan glukoz, laktik asit, serbest amino asitler ve suda çözünen proteinleri katabolize etmelerinden kaynaklanabilir (Nychas ve ark. 2008).

3.2.Su Aktivitesi (a_w)

T, K ve D örneklerinin 0., 1., 4. ve 7. günlerde ölçülen a_w değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. 0. günde T, K ve D örneklerinin a_w değerleri sırasıyla 0,983, 0,981 ve 0,982 olarak ölçülmüştür. Tüm örneklerin 0. gün değerleri arasında önemli bir fark gözlenmezken depolamanın 1. ve 4. günlerinde K örneklerinin T ve D örneklerine kıyasla daha düşük a_w değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (p<0,05). 7. günün sonunda T, K ve D örneklerinin a_w değerleri sırasıyla 0,985, 0,980 ve 0,976 olarak ölçülmüştür. Depolamanın 7. gününde ise gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Tüm örneklerin başlangıç ve 7. gün a_w değerleri arasındaki farkın önemli düzeyde olmadığı gözlenmiştir (p>0,05). Bu durum tüm örneklerde vakum ambalajlama tekniğinin uygulanmasından kaynaklanabilir. Çiçek ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada vakum ambalajlanmış

dana etinin depolamanın 0. ve 7. gününde a_w değerlerinin sırasıyla 0,991 ve 0,993 olduğunu ve bir haftalık depolama süresince a_w değerinde önemli bir değişimin olmadığını bildirmiştir.

3.3. Sızıntı Kaybı

T, K ve D örneklerinin 0., 1., 4. ve 7. günlerde ölçülen sızıntı kaybı değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Tüm et gruplarının sızıntı kaybı değerlerinin depolama süresince artmış olmasına karşın depolama aşamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Depolamanın 1. gününde et örnekleri arasında en yüksek sızıntı kaybı değerinin D grubuna ait olduğu tespit edilmiş (p<0,05) ancak 4. ve 7. günlerde gruplar arasındaki farkın önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir (p>0,05). Ekiz ve ark. (2012) vakum ambalajlanmış kuzu *Longissimus dorsi* kas örneklerinin 2. gün sızıntı kaybı değerlerinin % 1,45 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı tarafından rapor edilen değerler bu çalışmada elde edilen kuzu et örneğinin sızıntı kaybı değerine kıyasla daha düşüktür. Bir başka çalışmada ise, Şen (2008) kuzu etinin 3. ve 7. gün sızıntı kaybı değerlerinin sırasıyla % 8,7 ve % 12,6 olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacı tarafından bildirilen sızıntı kaybı değerleri bu çalışmada elde edilen kuzu eti sızıntı kaybı değerine kıyasla oldukça yüksektir. Araştırmacılar tarafından bildirilen sızıntı kaybı değerleri ile bu çalışmada tespit edilen sızıntı kaybı değerleri arasındaki farklılığın hayvan ırkı, kas türü ve yapısı gibi birçok faktörden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.4. Pişirme Kaybı

Su tutma kapasitesi özellikle et teknolojisi açısından önem taşımaktadır ve ekonomik açıdan su tutma kapasitesi yüksek etler tercih edilmektedir. Etin su tutma kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler arasında sızıntı ve pişirme kaybı değerlerinin ölçülmesi de yer almaktadır (Ergezer ve Serdaroğlu 2008). T, K ve D örneklerinin 0. gün pişirme kaybı değerlerinin % 14,26-21,32 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.). 0. günde en yüksek

pişirme kaybı değerinin D grubuna ait olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolama süresince et örneklerinin pişirme kaybı değerleri artma eğilimi göstermekle birlikte T grubunda gözlenen artışın önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Depolamanın 7. gününde T, K ve D gruplarının pişirme kaybı değerleri sırasıyla % 14,39, % 20,66 ve % 27,44 olarak ölçülmüştür. 7. günde en yüksek pişirme kaybı değerinin D grubuna ait olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 2. Tavuk, kuzu ve dana etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen a_w değerleri

Table 2. The a_w values of chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage

*Data (standart sapma), n=6.

Büyük harfler sütunlar arasında, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$)

Örnek	0. gün ^a	1. gün ^a	4. gün ^b	7. gün ^{ab}
T ^A	0,983 (0,00) ^{Aab}	0,984 (0,00) ^{Aa}	0,980 (0,00) ^{Ab}	0,985 (0,00) ^{Aa}
K ^B	0,981 (0,01) ^{Aa}	0,978 (0,00) ^{Bab}	0,974 (0,00) ^{Bb}	0,980 (0,00) ^{Aa}
D ^A	0,982 (0,00) ^{Aab}	0,986 (0,00) ^{Aa}	0,981 (0,00) ^{Aab}	0,976 (0,01) ^{Ab}

Çizelge 3. Tavuk, kuzu ve dana etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen sızıntı kaybı değerleri(%)*

Table 3. The dripping loss values (%) of chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage (%)*

Örnek	1. gün ^b	4. gün ^a	7. gün ^a
T	3,97 (1,45) ^{Ba}	6,78 (1,16) ^{Aa}	7,30 (3,62) ^{Aa}
K	4,08 (1,74) ^{Ba}	6,25 (3,17) ^{Aa}	7,90 (2,21) ^{Aa}
D	7,21 (1,10) ^{Aa}	8,99 (1,58) ^{Aa}	10,26 (2,29) ^{Aa}

*Data (standart sapma), n=6.

Büyük harfler sütunlar arasında, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4. Tavuk, kuzu ve dana etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen pişirme kaybı değerleri (%)*

Table 4. The cooking loss values (%) of chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage (%)*

Örnek	0. gün ^b	1. gün ^b	4. gün ^a	7. gün ^a
T	14,26 (0,29) ^{Ba}	14,45 (1,64) ^{Ba}	14,81 (1,53) ^{Ca}	14,39 (0,40) ^{Ca}
K	14,57 (7,30) ^{Bb}	14,81 (2,65) ^{Bab}	20,07 (2,49) ^{Ba}	20,66 (3,80) ^{Ba}
D	21,32 (3,52) ^{Ab}	25,00 (1,41) ^{Aab}	26,94 (0,86) ^{Aa}	27,44 (0,47) ^{Aa}

*Data (standart sapma), n=6.

Büyük harfler sütunlar arasında, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Gruplar arasındaki pişirme kaybı değerlerinin farklı olması et türü, kas tipi, pH değeri ve genel bileşim (yağ, protein ve nem gibi) farklılığından kaynaklanabilir. Su tutma kapasitesi üzerine özellikle pH değerinin önemli etkiye sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Ekiz ve ark. (2012) kuzu *Longissimus dorsi* kas örneklerinin 2. gün pişirme kaybı değerlerinin % 14,73 olduğunu rapor etmiştir.

Bir başka çalışmada Şen (2008) kuzu et örneklerinin 0. gün pişirme kaybı değerlerinin % 22 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ile aynı yöntem kullanılmasına karşın araştırmacı tarafından rapor edilen değer bu çalışmada kuzu eti için belirlenen değere kıyasla daha yüksektir. Bu farklılık araştırmacının çalışmasında kullandığı hayvan ırkının ve kas tipinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

3.5. Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerin mikrobiyal yükünü belirlemek amacıyla toplam aerobik mezofilik bakteri (TMAB) sayımı gerçekleştirilmiş olup bulunan değerler Çizelge 5'te verilmiştir. T, K ve D örneklerinde başlangıç TMAB sayım sonuçları sırasıyla 7,32, 7,15 ve 6,99 log-kob/g iken bu değerler 7. günün sonunda sırasıyla 9,77, 8,43 ve 8,23 log-kob/g'a yükselmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (Anonim 2011) çiğ kırmızı et için verilmiş olan kriterler arasında TMAB ile ilgili her hangi bir madde olmamakla birlikte benzer çalışmalar (Barrea ve ark. 2007, Ergeldi 2010, Çiçek ve ark. 2013) dikkate alındığında başlangıç yükünün oldukça

fazla olduğu ancak depolama boyunca gözlemlenen artışın bu çalışmalarda tespit edilen artış ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Örneklerin depolama boyunca mikrobiyal açıdan güvenilirliğinin tespiti amacıyla *Salmonella* spp. ve *E.coli* O157 analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Analiz sonuçlarında K örneğinin hiçbir aşamasında *Salmonella* spp. tespit edilmezken, *E.coli* O157 başlangıçta ve depolama süresince tüm örneklerde tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, analize alınan örneklerin tamamının 29.12.2011 tarihli Resmi Gazete'de 28157 numara ile yayımlanan Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (Anonim 2011) göre uygunsuz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum çalışmada analize alınan örneklerin başlangıç mikrofloralarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Çiçek ve ark. (2013) vakum paketlenerek buzdolabı koşullarında depolanan dana etinde TMAB sayısını 0. günde 5,56 log-kob/g ve 7. günde 8,26 log-kob/g bulmuşlardır. Aynı çalışmada örneklerin % pozitif sonuç veren *Salmonella* spp. ve *E.coli* O157 sayıları sırasıyla 0. gün için % 75 ve % 50, 7. günün sonunda ise % 50 ve % 0 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Tavuk, kuzu ve dana etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen TMAB sayısı* (log-kob/g)

Table 5. TMAB counts results of chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage * (log CFU/g)

Örnek	0. gün	1. gün	4. gün	7. gün
T	7,32 (0,38) ^{Aa}	7,65 (0,38) ^{ABa}	8,42 (0,11) ^{Ab}	9,77 (0,26) ^{Ac}
K	7,15 (0,31) ^{Aa}	7,94 (0,26) ^{Ab}	7,91 (0,34) ^{Bb}	8,43 (0,36) ^{Bc}
D	6,99 (0,33) ^{Aa}	7,40 (0,37) ^{Bb}	7,60 (0,13) ^{Cb}	8,23 (0,14) ^{Bc}

*Data (standart sapma), n=6. Büyük harfler sütunlar arasında, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Çizelge 6. Çiğ tavuk, kuzu ve dana etlerinde buzdolabı koşullarında depolanması süresince belirlenen patojen bakteriler* (%pozitif sonuç)

Table 6. Presence of pathogenic bacteria in chicken, lamb and beef meat measured during chilled storage (positive result %)

	Örnek	0. gün	1. gün	4. gün	7. gün
<i>Salmonella</i>	T	62,5	31,25	6,25	6,25
	K	0	0	0	0
	D	37,5	68,75	6,25	0
<i>E.coli</i> O157	T	100	100	100	100
	K	100	100	100	100
	D	100	100	100	50

*Data, n=6.

Barrea ve ark. (2007) 4°C’de depoladıkları vakum ambalajlanmış kuzu eti örnekleri üzerinde yaptıkları mikrobiyolojik analizlerde TMAB sayısını 0. günde 3,08 log-kob/g, 7. günde 4,29 log-kob/g olarak tespit ederken, örneklerin *E.coli* O157:H7 sayısı 0. günde 2,72 log-kob/g, 7. günün sonunda 2,56 log-kob/g olarak bulunmuştur. Jordan ve ark. (2006), 2002-2004 yılları arasında topladıkları tavuk örneklerinin ortalama olarak % 2,8’inde *Salmonella* spp. varlığı tespit etmişlerdir.

4. SONUÇ

Fizikokimyasal özellikleri belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda teknolojik açıdan önemli bir kriter olan su tutma kapasitesinin depolama süresince özellikle pH değerindeki değişime bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bu çalışmada elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları ve benzer çalışma sonuçları dikkate alındığında hem TMAB sayısı hem de patojen mikroorganizma içeriği açısından soğukta depolamanın güvenli gıda tüketimi için tek başına yeterli bir önlem olmadığı tespit edilmiştir.

Özellikle *Salmonella* spp. ve *E. coli* gibi patojen mikroorganizmaların optimum gelişme sıcaklığının insan metabolizmasının doğal sıcaklığı ile paralel olarak 37°C dolayında olduğu göz önünde bulundurulursa, elde edilen verilerin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Buna ilave olarak çalışmada da ele alındığı üzere sıcaklık stresine ek olarak oksijen stresinin de kombin olarak kullanılması dahi patojen mikroorganizmaların canlılığı üzerine tamamen etki edememiş ve örneklerin TMAB sayısını

düşürmek için yeterli olamamıştır. Dolayısıyla mikrobiyolojik açıdan gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için en önemli faktörün temelde başlangıçtaki mikrobiyal yükün düşük olması ve patojen kontaminasyonun önlenmesi olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Acton JC and Keller JE (1974). Effect of fermented meat pH on summer sausage properties. *J. Milk Food Technol.*, 37: 570–576.
- Anonim (1999). SPSS for Windows, advanced statistics release 10. Chigago, IL, USE.
- Anonim (2003). ISO 16654: Gıda ve hayvan yemlerinin mikrobiyolojisi-*Escherichia coli* O157'nin tespiti için yatay yöntem. (Kabul tarihi: 24.03.2003)
- Anonim (2005). EN/ISO 6579: Mikrobiyoloji - Gıda ve hayvan yemleri - *Salmonella* türlerinin belirlenmesi için yatay yöntem. (Kabul tarihi: 10.03.2005)
- Anonim (2011). Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. Resmi Gazete, 28157 (29.12.2011).
- Astorga MA, Capita R, Calleja CA, Moreno B and Fernandez MCG (2002). Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain. *Meat Sci.*, 62: 45-50.
- Bağdatlı AB ve Kayaardı S (2010). Et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri. *Akademik Gıda Derg.*, 8(2):24-30.
- Barrera O, Calleja JMR, Santos JA, Otero A and Lopez MLG (2007). Effect of different storage conditions on *E.coli* O157:H7 and indigenous bacterial. *Food Microb.*, 115:244-251.
- Bond JJ and Warner RD (2007). Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of *Longissimus thoracis et*

- lumborum* in meat of lamb subjected to antemortem exercise. Meat Sci., 75:406-414.
- Chapman PA, Malo CM, Ellin M, Ashton R and Harkin MA (2001). *Escherichia coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamb products in South Yorkshire, UK. Food Microb., 64:139-150.
- Çiçek Ü, Karabıyıklı Ş, Çabuk D, İyiekmekçi B, Kurbandurdiyev H ve Cevahiroğlu H (2013). Dana etinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı ambalajlama yöntemleri ve depolama süresinin etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fak. Derg., 30(2):62-70.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O ve Gürbüz F (1987). Araştırma ve deneme metotları. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, 1021, 381 s. Ankara.
- Ekiz B, Yılmaz A, Ozcan M and Kocak O (2012). Effect of production system on carcass measurements and meat quality of Kivircik lambs. Meat Sci., 90:465-471.
- Ensoy Ü (2004). Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıtma uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, s. 138.
- Ergeldi S (2010). Tavuk etinden termofilik *Campylobacter* türlerinin izolasyonu ve tanımlanması.(Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Ergezer H ve Serdaroğlu M (2008). Et ve et ürünlerinde su tutma kapasitesi ve ölçüm yöntemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, s.493-496..
- Ertaş HA (1979). Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Mezbaa Mahsulleri Teknolojisi Kürsüsü, 6:187-191.
- FDA-BAM (2001). Aerobic Plate Count, Bacteriological Analytical Manual Chapter 3, January 2001. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>. Erişim tarihi: 28.01.2013
- Gökmen V ve Öztan A (1995). Gıdaların raf ömrünü etkileyen faktörler ve raf ömrünün belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Gıda Derg., 20(5):265-271.
- Gökoğlu N, Yerlikaya P, Uran H and Topuz OK (2011). Effects of Packaging Atmospheres on the Quality and Shelf Life of Beef Steaks. Kafkas Univ Vet Fak Dergisi, 17(3):435-439.
- 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.
- Jeremiah LE (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. Food Research International, 34:749-772.
- 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.
- Mitthaithai J, Yuangklang C, Wittayakun S, Vasupen K, Wongsuthavas S, Srenaul P, Hovenier R, Everts H and Beynen AC (2006). Effect of dietary fat type on meat quality and fatty acid composition of various tissues in growing-finishing swine. Meat Sci., 105: 1067-1075.
- Nychas GJE, Skandamis PN, Tassou CC and Koutsoumanis KP (2008). Meat spoilage during distribution. Meat Sci., 78: 77-89.
- Öztan A (1995). Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, 19.Yayın, Ankara, s. 41-70.
- Rio E, Moran MP, Prieto M, Calleja CA and Capita R (2007). Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. Food Microb., 115:268-280.
- 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.
- Şen U, (2008). Koyunlarda gebeliğin 30. ve 80. günleri arasında farklı seviyelerde beslemenin kuzuların doğum sonrası kas lifi çeşidi ve sayısına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı, Tokat, s113.
- Şener A ve Temiz A (2004). Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri. Orta On-Line Mikrobiyolojisi Derg., 2(10):1-28.
- Vidova J, Drobny J and Sovjak R (2012). Selected microbiological and organoleptic changes in vacuum packed imported beef. Agricultura Tropica Et Subtropica, 45(3):126-133.
- Yıldırım Y (1981). Et ve ürünlerinin su aktivitesi (a_w) değerleri ve önemi. A. Ü. Veteriner Fakültesi Besin Kontrolü ve Teknolojisi Kürsüsü, 633-644.