

Bazı Organik Asitlerle Yapılan Marinasyon İşleminin Sığır Et Kalitesi Üzerine Etkisi

Tolga KAHRAMAN^{1*}, Alev Gürol BAYRAKTAROĞLU², Ghassan ISSA¹,
Filiz AKSU³

¹ İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 34320, Avcılar, İstanbul

² Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara

³ İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

*Sorumlu Yazar: Tolga KAHRAMAN

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 34320, Avcılar, İstanbul
e-posta: tolgakah@istanbul.edu.tr, Tel: 0212 4737070/17155

Geliş Tarihi / Received: 15.06.2010

ÖZET

Bu çalışmada, organik asitler kullanılarak yapılan marinasyon işlemlerinin, sığır karkaslarından (10 adet) elde edilen *longissimus dorsi* (LD) kasları üzerine olan etkileri araştırıldı. Postmortem 24. saatinde numuneler alındı ve marinatlar (Distile su (K); 0,1 M Sitrik Asit (CA1); 0,2 M Sitrik Asit (CA2); 0,1 M Laktik Asit (LA1); 0,2 M Laktik Asit (LA2); 0,1 M Asetik Asit (AA1); 0,2 M Asetik Asit (AA2) içersine daldırıldı. 4°C de 12 saat bekledikten sonra et kalitesinin belirlenmesi amacıyla pH, pişirme kaybı (CL), su tutma kapasitesi (WHC), gerilme kuvveti (SF), sarkomer uzunluğu (SL) ve renk (L^* , a^* , b^*) değerleri incelendi. Sonuçlar, marine edilen örneklerin pH değerlerinde istatistiksel açıdan önemli düşüşler olduğunu göstermiştir. En düşük pH değerleri, CA2 ve LA2 ile marine edilen gruplarda tespit edilmiştir. CL ve WHC değerlerinde, CA2, AA2, LA2 gruplarında istatistiksel anlamda önemli azalmalar belirlenmiştir ($p<0,001$). Düşük pH derecesine sahip marinatlı solüsyonlar içersine daldırılan etlerin daha düşük SF ve yüksek SL değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Renk analizlerinde ise, L^* değerlerinin olumlu, a^* değerinin de olumsuz olarak etkilendiği ortaya konmuştur. Etin b^* değerinde ise, herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bunlara göre, marinasyon işleminin a^* değeri hariç tüm kalite kriterlerini olumlu etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marinasyon, organik asitler, et kalitesi, sarkomer uzunluğu

ABSTRACT

EFFECT OF MARINATION WITH SOME ORGANIC ACIDS ON THE QUALITY OF BEEF MEAT

In this study, *longissimus dorsi* muscles obtained from 10 beef carcasses were used to determine the effect of marination with organic acids on the quality characteristics of beef meat. At 24 h postmortem, steak samples were removed from each carcass and then marinated by immersing samples in solutions containing 0.1 M citric acid (CA1), 0.2 M citric acid (CA2), 0.1 M acetic acid (AA1), 0.2 M acetic acid (AA2), 0.1 M lactic acid (LA1) and 0.2 M lactic acid (LA2). Distilled water was used for control group (K). After storing for 12 h at 4°C, meat quality was evaluated by determining pH, cooking loss (CL), water holding capacity (WHC), shear force (SF), sarcomere length (SL) and color (L^* , a^* , b^*) parameters. The results showed that marination accelerated the rate of pH decline. The lowest pH was obtained in samples marinated with CA2 and LA2. CL and WHC decreased significantly in samples marinated with CA2, AA2, LA2 compared to other treatment groups ($p<0,001$). Marinating muscle samples with lower pH solutions resulted in lower SF and higher SL. Color analyses revealed that marinated samples with lower pH were lighter (higher L^* values) than higher ones however, redness was found to be in a lesser extent red (lower a^* values) in these samples. No statistically significant difference was observed in b^* values between

treatments. These results suggested that acid marination techniques were effective for improving meat quality. However, some adverse effects on redness were observed.

Keywords: Marination, organic acids, meat quality, sarcomere length

Giriş

Ülkemiz et sanayinde, kalite kavramı gittikçe önem kazanmaya başlayan bir faktör durumuna gelmektedir. Tüketime sunulan etlerin kalitesini saptamada renk, gevreklik, lezzet, su tutma kapasitesi gibi kriterler esas alınmaktadır. Etin bir dizi enzimatik reaksiyonlar geçirerek sertliğinin çözülmesi ve tüketicinin arzu ettiği gevreklik ile aroma ve lezzeti kazanması, olgunlaşma olarak ifade edilmektedir (Arslan, 2002; Çetin ve Topçu, 2009).

Olgunlaşma işlemleri doğal olarak gelişebildiği gibi alternatif uygulamalarla da şekillenebilmektedir. Bunlardan biri marinyasyon adı verilen, marinatlar ile hazırlanan çeşitli solüsyonların ete enjeksiyon, masaj veya immersiyon (daldırma) yoluyla uygulanmasıdır (Barbanti ve Pasquini, 2005; Sheard ve ark., 2004).

Et marinyasyonunda NaCl ve CaCl₂ gibi tuzların yanı sıra organik asitler yaygın olarak kullanılmaktadır (Burke ve Monahan, 2003; Cadun ve ark., 2008). Sitrik asit, laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler yüksek etkime gücüne sahiptirler ve doğal ortamlarda zaten sentezlendiklerinden dolayı tüketiciler için sağlık riski taşımamaları nedeniyle önerilmektedir (Serdaroglu ve ark., 2006; Aktaş ve Kaya, 2003). Organik asitler, hücre içine alındıklarında dissosiyasyon olurlar ve hücre içi pH değerini düşürerek daha güvenilir ve kaliteli et ürünleri elde etmeye katkı sağlamaktadır. Bunların kullanımına bağlı olarak su tutma kapasitesinde artış sağlanmaktadır, et proteinlerinin çözülebilirliği gelişerek duyu özellikleri iyileşmektedir (Aktaş ve ark., 2003). Et kalitesine yönelik katkıları yanı sıra, önemli patojenlere karşılık antimikrobiyel etki göstermesi de bu yaygın kullanıma destek vermektedir (Alvarado ve McKee, 2007).

Ülkemizde kırmızı etlerin marinyasyonu üzerine yapılan çalışmaların sayısı yeterli düzeyde değildir. Genellikle bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar, su ürünleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Kılınç ve Çaklı, 2005). Bu çalışma, sığır karkaslarından elde edilen *longissimus dorsi* kaslarına uygulanan marinyasyon işlemlerinin et kalitesi üzerine olan etkilerinin araştırılması amacıyla yapıldı.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada aynı bakım ve beslenme programında bulunan 5–6 yaşlarında 10 adet sağlıklı sığır karkaslarından elde edilen *longissimus dorsi* (LD) kasları materyal olarak kullanıldı. Kesimden 6 saat öncesinden sığırların yemlemesi kesildi ve bu süre içinde sadece su verildi. Sığırlar herhangi bir stres faktörüne maruz kalmadan sağlık muayenesinden geçirildi. Gerekli görülen durumlarda sistematik muayeneye tabii tutuldu.

Dinlenme padoklarından çıkarılacak olan hayvanlar monoray sistemde kanatmaya alındı. Kanatma işlemini, derinin yüzülmesi ve iç organların çıkarılması izledi. Tüm bu işlemler takriben 40 dakika sürdü. Karkaslar median hattın iki eşit parçaya ayrıldıktan sonra son iki kaburga arka çeyrekte kalacak şekilde iki parçaya daha bölündü. Arka çeyrek karkaslar 0–4°C’de 24 saat süreyle muhafazaya alındı.

Postmortem 24. saatte soğuk depodan parçalama bölümüne getirilen arka çeyreğin, LD kasından numuneler alındı. Örnekler, 7 farklı marinyasyon (Distile su (K); 0,1 M Sitrik Asit (CA1), 0,2 M Sitrik Asit (CA2), 0,1 M Laktik Asit (LA1), 0,2 M Laktik Asit (LA2), 0,1 M Asetik Asit (AA1), 0,2 M Asetik Asit (AA2)) uygulaması için hazırlanmış küvetlere yatırıldı. Daldırma (immersiyon) yolu ile yapılan marinyasyon işleminde etler, solüsyonlar içerisinde 4°C’de 12 saat tutuldu. Alınan örnekler, kas liflerine paralel olacak

şekilde 1 x 1 cm kesitinde ve 5 cm uzunluğunda kesildi. Marinat konsantrasyonu, etin gramı için 10 ml olacak şekilde ayarlandı.

Marinasyon uygulaması sonrası etlerde kurutulduktan sonra pH, pişirme kaybı (CL), su tutma kapasitesi (WHC), gerilme kuvveti (SF), sarkomer uzunluğu (SL) ve renk analizleri yapıldı.

Örneklerin pH ölçümünde, pH metrenin (Hanna HI 9321) elektrotları merkeze yakın 3 farklı noktaya sokularak değerler tespit edildi ve 3 değerlerin ortalaması alındı.

CL için alınan 50 g et numunesi 100 °C' deki su banyosunda 10 dakika pişirildi. Pişirme işlemi sonrası et kurutuldu ve tartılarak formül ile hesaplandı (Vergara ve Gallego, 2000).

CL: $100 - 100 \times \text{pişirdikten sonra ağırlık/ham etin ağırlığı}$

WHC ölçümü için alınan et örnekleri, iyice kıyılmış olarak kurutulmuş süzgeç kâğıdı üzerinde yaklaşık 300 mg tartıldı. Örnek ve süzgeç kâğıdı pleksiglas plakalar arasına konuldu. Cam plakalar üzerine 1 kg'lık ağırlık yerleştirilerek 20 dakika beklenildi. Sürenin dolduğunda ağırlık alınıp süzgeç kâğıdı çıkarılarak, süzgeç kâğıdı üzerinde gözlenen dairelerin alanı Autocad 2008 programı ile ölçüldü ve formülle hesaplandı (Vural ve Öztan, 1996).

WHC: $\text{Etin Yayılma Alanı (cm}^2\text{)} / \text{Toplam Alan (cm}^2\text{)}$

Numunelerin SF analizlerinde Warner-Bratzler shear force cihazından yararlanıldı. Bu analizde 100°C' deki su banyosunda 10 dakika

pişirilen etler kullanıldı. Her bir örnek için Warner-Bratzler bıçağının kesmesi sırası uygulanan en yüksek kuvvet (kg/cm²) ve 5 farklı okuma yapılarak kuvvet x zaman grafiği bilgisayara kaydedildi (Vergara ve ark., 2005).

SL ölçümü için kaslardan alınan 2 g numune Cross ve ark. (1981) tarafından bildirilen metotla hazırlanıp faz-kontrast mikroskopta (Olympus CX41) 100'lük büyütmede incelendi.

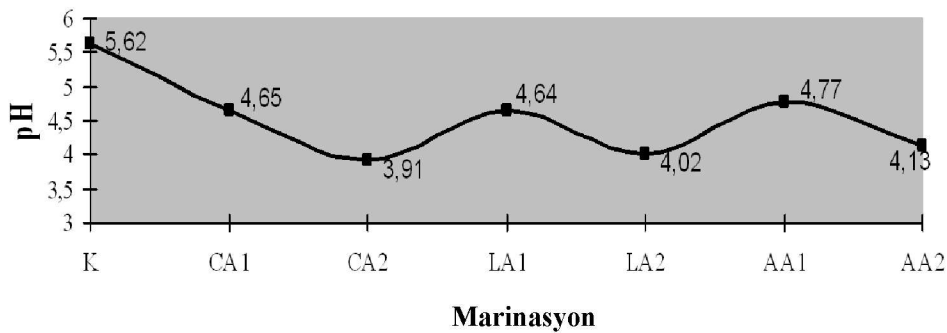
Et rengi ölçümü için üç temel renk parametresi (L^* =parlaklık, a^* =kırmızı, b^* =sarı) ile ölçüm yapan, Color Flex Hunter Lab Color Measurement System (Hunter Associates Laboratory Inc.) kullanıldı. Her bir renk ölçümünde alınan numunenin kesit yüzeyinin yağsız bölümünden 5 ölçüm yapıldı ve elde edilen sonuçların ortalaması alındı (Hunt ve ark., 1991).

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, SPSS analiz programından General Linear Model (GLM) univariate test yöntemi kullanılarak verilerin analizi yapılmıştır (Özdamar, 1999).

Bulgular

Bu çalışma sonucunda elde edilen pH değerleri Şekil 1'de; CL, WHC, SF ve SL değerleri Tablo 1'de, renk (L , a , b) değerleri ise Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Marinasyon sonrası etlerde ölçülen pH değerleri

Figure 1. Changes in pH decline after marination

K: Kontrol; CA1: 0,1 M Sitrik Asit; CA2: 0,2 M Sitrik Asit; LA1: 0,1 M Laktik Asit; LA2: 0,2 M Laktik Asit; AA1: 0,1 M Asetik Asit; AA2: 0,2 M Asetik Asit

Tablo 1. Marinasyon sonrası etlerde tespit edilen CL, WHC, SF ve SL değerleri**Table 1.** Effect of marination on CL, WHC, SF and SL

Gruplar		CL (%)	WHC (%)	SF (kg)	SL (µm)
Marinasyon		***	***	***	***
	K	41.82 ^a ±0.174	14.96 ^a ±0.019	6.56 ^a ±0.031	1.24 ^d ±0.005
	CA1	41.23 ^{bc} ±0.174	14.21 ^{bc} ±0.019	5.82 ^c ±0.031	1.35 ^b ±0.005
	CA2	39.99 ^{de} ±0.174	13.76 ^d ±0.019	4.97 ^e ±0.031	1.47 ^a ±0.005
	LA1	41.08 ^{bc} ±0.174	14.10 ^{bc} ±0.019	5.88 ^c ±0.031	1.36 ^b ±0.005
	LA2	40.01 ^{de} ±0.174	13.70 ^d ±0.019	4.69 ^f ±0.031	1.46 ^a ±0.005
	AA1	41.57 ^{ab} ±0.174	14.48 ^b ±0.019	6.20 ^{bc} ±0.031	1.32 ^{bc} ±0.005
	AA2	40.11 ^d ±0.174	13.81 ^d ±0.019	5.34 ^d ±0.031	1.46 ^a ±0.005

Pişirme Kaybı: CL; Su Tutma Kapasitesi: WHC; Gerilme Kuvveti: SF; Sarkomer Uzunluğu: SL

K: Kontrol; CA1: 0,1 M Sitrik Asit; CA2: 0,2 M Sitrik Asit; LA1: 0,1 M Laktik Asit; LA2: 0,2 M Laktik Asit; AA1: 0,1 M Asetik Asit; AA2: 0,2 M Asetik Asit

^{a,b,c,d,e,f}: Aynı sütunda farklı harfler taşıyan değerler arasında istatistiksel anlamda farklılık vardır.

Tablo 2. Marinasyon sonrası etlerde tespit edilen renk değerleri**Table 2.** Effect of marination on color parameters

Groups		L	A	b
Marinasyon		***	***	N. S
	K	35.13 ^d ±0.054	8.18 ^a ±0.025	10.58±0.026
	CA1	37.27 ^{bc} ±0.054	7.38 ^c ±0.025	10.55±0.026
	CA2	39.92 ^a ±0.054	6.59 ^d ±0.025	10.55±0.026
	LA1	37.54 ^b ±0.054	7.22 ^{bc} ±0.025	10.59±0.026
	LA2	39.82 ^a ±0.054	6.66 ^d ±0.025	10.57±0.026
	AA1	37.41 ^b ±0.054	7.36 ^c ±0.025	10.54±0.026
	AA2	39.97 ^a ±0.054	6.70 ^d ±0.025	10.59±0.026

K: Kontrol; CA1: 0,1 M Sitrik Asit; CA2: 0,2 M Sitrik Asit; LA1: 0,1 M Laktik Asit; LA2: 0,2 M Laktik Asit; AA1: 0,1 M Asetik Asit; AA2: 0,2 M Asetik Asit

^{a,b,c,d}: Aynı sütunda farklı harfler taşıyan değerler arasında istatistiksel anlamda farklılık vardır.

N. S. İstatistiksel anlamda farklılık önemli değildir.

Tartışma

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar organik asitlerle marine edilen etlerde ölçülen pH derecelerinin, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak belirgin bir şekilde daha düşük

($p < 0,001$) olduğunu göstermektedir (Şekil 1). En düşük pH değerleri, CA2 ve LA2 ile marine edilen gruplarda tespit edilmiştir. Marinasyon öncesi 5,62 olarak ölçülen pH değeri, uygulama ile 3,91–4,77 arasında değerler almıştır. Benzer sonuçlar, Serdaroğlu ve ark.

(2006), Aktaş ve Kaya (2003) ve Önenç ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir.

Marinasyon uygulamasının LD kasında CL oranını azalttığı ve bunun da istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,001$). En yüksek CL değeri K grubunda, en düşük değer ise CA2 grubunda ölçülmüştür. Marinatlar arasında 0,1 M ve 0,2 M asit solüsyonları arasında bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). Buna karşılık, 0,1 M ile 0,2 M sahip gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0,001$). Bu çalışmada, kullanılan marinatların molarları yükseldikçe pH değerlerinin düştüğü, buna bağlı olarak da CL değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 1). Asitli marinatların etin pH'sını 5,0'in altına düşürdüğü, myofibrillerdeki bağlayıcı proteinlerin şişerek su tutmasını sağladığı, buna karşılık CL değerlerini azalttığı, Gault (1984) ve Offer ve Knight (1988) tarafından ifade edilmiştir. Serdaroğlu ve ark. (2006) ve Oreskovich ve ark. (1992)'da yapmış oldukları çalışmalarda, marinasyon işleminin CL üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık, Mikel ve ark. (1996) organik asitlerle yapılan marinasyonun sığır etleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

WHC değerlerinin marinasyon işlemi ile geliştiği ve kontrol grubu ile arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Marinatlar arasında ise, 0,1 M ile 0,2 M marinatlara ait değerlerin kendi içersinde istatistiksel anlamda önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu çalışmada, düşük pH değerine sahip marinatlar ile işleme tabii tutulmuş etlerin yüksek WHC değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ke ve ark. (2009) ve Medynski ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmalar, bizim bulgularımızı destekler durumdadır. Hamn ve Deatherage (1960), etin pH'sının izoelektrik noktadan (5,0–5,1) daha da aşağılara düştüğünde WHC değerlerinin arttığından bahsetmiştir. Gault (1985), bu duruma ozmotik basıncın ve proteinler üzerindeki pozitif yükün neden olabileceğini ileri sürmüştür.

Marinasyon uygulamasının SF değerleri üzerinde pH faktörünün etkisi görülmüştür. Marinatlar içersine koyulan tüm et filetolarının SF değerlerinin, kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p < 0,001$). Ayrıca, 0,1 M organik asitlerle yapılan marinasyonun SF değerleri üzerine etkileri bakımından birbirleri ile aralarında önemli farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). 0,2 M organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin ise; 0,1 M marinatlardan daha etkili olduğu ($p < 0,001$); kendi içlerinde sırasıyla LA, CA ve AA gruplarının en düşük SF değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Asitli marinatların, etlerin pH'larını izoelektrik noktanın aşağısına çekerek, katepsinin etkin hale gelmesi ile proteolizisi hızlandırdığı ve bunun da pişirme esnasında kollagen yapıların jelatinsel bir hal almasına neden olduğu ifade edilmiştir (Serdaroğlu ve ark., 2006; Önenç ve ark., 2004; Gault, 1985). Katepsinin 3,5–5,0 pH derecelerinde etkin hale geldiği ve özellikle B ve L katepsinin proteolizisde etkin rol oynadığı açıklanmıştır (Burke ve Monahan, 2003; Ertbjerg, 1996). Aktaş ve Kaya (2003) etlerin gevrekliğinin artmasının aynı zamanda düşük pH değerlerinde miyofibriller arasında fazla su bağlama kapasitesinden kaynaklandığını savunmuşlardır. Bunların aksine, Arganosa ve Marriott (1989) düşük molarlı organik asitlerle yaptıkları çalışmalarında, marinasyon işleminin kontrollerle kıyaslandığında gevreklik üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Bu farklılığın, kullanılan marinatların molarlarından, marinasyon içersine konulan et parçalarının büyüklüğünden ve marinatlar içinde bekletilme süresinden kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Desmond ve Troy, 2001).

SL değerlerinin tüm marinatlarda, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ve 0,2 M organik asitler ile yapılan marinasyon işlemlerinin diğerlerinden daha etkili olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Bu çalışmada LD kasında ölçülen SL, 1,24–1,47 μm arasında değişmektedir. SF değerlerinin SL'ye bağlı olarak şekillendiği düşünülmektedir (Hannula ve Pudanne, 2004). Claus ve ark. (1997) ve

Sorheim ve ark. (2001), SL arttıkça SF değerlerinin düştüğünü ifade etmektedir. **Ke ve ark. (2009)** yaptıkları çalışmada, pH'ın 3,5 düzeylerine inmesinin proteinler üzerindeki pozitif basıncı artırarak SL değerini yükselteceğini ifade etmişlerdir.

Renk, etin tüketiciler tarafından alım sırasında en çok dikkat ettiği kriterdir. Bu çalışmada, etlerin L^* ($p<0,001$) ve a^* ($p<0,001$) değerlerinde farklılıklar belirlenirken, b^* değerinde gelişme olmamıştır ($p>0,05$). Marinatların pH dereceleri düştükçe etlerin parlaklığının arttığı tespit edilmiştir. 0,2 M organik asitlerin, 0,1 M asitlerden daha parlak renge sahip olduğu ($p<0,001$); aynı molar marinatlar arasındaki farklılıkların önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). **Arganosa ve Marriot (1989)** ve **Kotula ve Thelappurate (1994)** yaptıkları çalışmalarda hemen hemen benzer sonuçlar almışlardır. Buna karşılık, a^* değeri marinasyon işleminden olumsuz olarak etkilenmiştir. Kontrol grubu, kırmızılık düzeyi en yüksek değerlere sahip olurken onu sırasıyla 0,1 M ve 0,2 M organik asitler izlemiştir. **Serdaroğlu ve ark. (2006)**, en asitli marinatın en yüksek L^* değerine sahip olduğunu ortaya koymuştur, fakat a^* değerinde değişiklik tespit etmemiştir. **Önenç ve ark. (2004)** sitrik asitle yaptıkları marinasyon işleminde, L^* ve b^* değerinde yükselme, a^* değerinde azalma belirlemişlerdir. Renk değerlerinin değişmesinde pH ve kas proteinlerinin önemli rol oynadığı; yüksek pH değerinin etlerin L^* değerlerini olumsuz, a^* değerini de olumlu olarak etkilediği bildirilmektedir (**Lawrie, 1998**).

Sonuç

Sonuç olarak, organik asitlerle marinasyon işlemi ile elde edilen düşük pH değerlerine bağlı olarak etlerde, a^* değeri haricinde incelenen tüm kalite parametrelerinin olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle et kalitesinin geliştirilmesi amacıyla farklı marinasyon tekniklerinden yararlanılmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aktaş, N., Aksu, M.İ., Kaya, M., 2003.** The influence of marination with different salt concentrations on the tenderness, water holding capacity and bound water content of beef. Turkish Journal of Veterinary Animal Science 27, 1207-1011.
- Aktaş, N., Kaya, M., 2001.** The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. European Food Research Technology 213, 88-94.
- Alvarado, C., McKee, S., 2007.** Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. Journal of Applied Poultry Research 16, 113-120.
- Arganosa, G.C., Marriot, N.G., 1989.** Organic acids as tenderizers of collagen in restructured beef. Journal of Food Science 54, 1173-1176.
- Arslan, A., 2002.** Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Medipres, Elazığ.
- Barbanti, D., Pasquini, M., 2005.** Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. LWT 38, 895-901.
- Burke, R.M., Monahan, F.J., 2003.** The tenderization of shin beef using a citrus juice marinade. Meat Science 63, 161-168.
- Cadun, A., Kışla, D., Çaklı, Ş., 2008.** Marination of deep water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf life. Food Chemistry 109, 81-87.
- Cetin, O., T. Topcu, 2009.** Effects of electrical stimulation on meat quality in goat carcasses. Journal of Food Agriculture Environment 7 (3-4), 101-105.
- Claus, J.R., Wang, H., Marriot, N.G., 1997.** Prerigor carcass muscle stretching effects on tenderness of grain-fed beef under commercial conditions. Journal of Food Science 62 (6), 1231-1234.
- Cross, H.R., West, R.L., Dutson, T.R., 1981.** Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef *semitendinosus* muscle. Meat Science 5, 261-266.
- Desmond, E.M., Troy, D.J., 2001.** Effect of lactic and citric acid on low value beef used for emulsion type meat products. LWT 34, 374-379.
- Ertbjerg, P., 1996.** The potential of lysozymal enzymes on post-mortem tenderisation of meat. PhD thesis, Department of Dairy and Food Science, The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.

- Gault, N.F.S., 1984.** The influence of acetic acid concentration on the efficiency of marinating as a process for tenderizing beef. Proceedings of the 30th European Meeting of Meat Research Workers, p. 184–185.
- Gault, N.F.S., 1985.** The relationship between water-holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science* 15, 15–30.
- Hamm, R., Deatherage, F.E., 1960.** Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. *Food Research* 25, 587–591.
- Hannula, T., Puolanne, E., 2004.** The effect of cooling rate on beef tenderness: the significance of pH at 7 °C. *Meat Science* 67 (3), 403–408.
- Hunt, M.C., Acton, J.C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah, L.E., Olson, D.G., Salm, C.P., Savell, J.W., Shivas, S.D., 1991.** AMSA guidelines for meat color evaluation. In E. Schofield (Ed.), Proceedings of the Forty-Fourth Annual Reciprocal Meat Conference (pp. 3-17). Manhattan, Kansas: Kansas State University (9-12 July 1991).
- Ke, S., Huang, Y., Decker, E.A., Hultin, H.O., 2009.** Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. *Meat Science* 82, 113-118.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., 2005.** Determination of the shelf life of sardine (*Sardina pilchardus*) marinades in tomato sauce stored at 4°C. *Food Control* 16, 639–644.
- Kotula, K.L., Thelappurath, R., 1994.** Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. *Journal of Food Protection* 57, 665–670.
- Lawrie, R.A., 1998.** In Lawrie's meat science (6th Ed.). Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England.
- Medynski, A., Pospiech, E., Kniat, R., 2000.** Effect of various concentrations lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat Science* 55, 285-290.
- Mikel, W.B., Goddard, B.L., Bradford, D.D., 1996.** Muscle microstructure and sensory attributes of organic acid-treated beef strip loins. *Journal of Food Science* 61, 1058–1061.
- Offer, G., Knight, P., 1988.** The structural basis of water-holding in meat. Part 1: general principles and water uptake in meat processing. In R. Lawrie (Ed.), Development in meat science-4 (pp. 63–171). London.
- Oreskovich, D.C., Bechtel, P.J., McKeith, F.K., Novakofski, J., Basgall, E.J., 1992.** Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of Food Science* 57, 305–311.
- Öneç, A., Serdaroğlu, M., Abdramov, K., 2004.** Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat. *European Food Research and Technology* 218, 114-117.
- Özdamar, K., 1999.** Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Serdaroğlu, M., Abdramov, K., Öneç, A., 2007.** The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *Journal of Muscle Foods* 18, 162-172.
- Sheard, P.R., Nute, G.R., Richardson, R.I., Wood, J.D., 2005.** Effects of breed and marination on the sensory attributes of pork from Large White and Hampshire-sired pigs. *Meat Science* 70, 699-707.
- Sorheim, O., Idland, J., Halvorsen, E.C., Froystein, T., Lea, P., Hildrum, K.I., 2001.** Influence of beef carcass stretching and chilling rate on tenderness of *M. longissimus dorsi*. *Meat Science* 57(1), 79–85.
- Vergara, H., Gallego, L., 2000.** Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Science* 56, 345–349.
- Vergara, H., Linares, M.B., Berruga, M.I., Gallego, L., 2005.** Meat quality in suckling lambs: effect of preslaughter handling. *Meat Science* 69, 473–478.
- Vural, H., Öztan, A., 1996.** Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları (36), Ankara.