



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**KOYUN KARKASLARININ MİKROBİYAL KALİTESİ ÜZERİNE
LAKTİK ASİT SPREY UYGULAMASININ ETKİSİ**

Devrim BEYAZ

(DOKTORA TEZİ)

Bursa-2007



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**KOYUN KARKASLARININ MİKROBİYAL KALİTESİ ÜZERİNE
LAKTİK ASİT SPREY UYGULAMASININ ETKİSİ**

Devrim BEYAZ

(DOKTORA TEZİ)

Danışman: Prof. Dr. Mustafa TAYAR

Bursa-2007

İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	II
İNGİLİZCE ÖZET.....	III
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	4
Et hijyeni	4
İntravital bulaşma	5
İntramortem bulaşma	5
Postmortem bulaşma	6
Dekontaminasyon	11
GEREÇ ve YÖNTEM	26
BULGULAR	30
TARTIŞMA ve SONUÇ	34
KAYNAKLAR	42
TEŞEKKÜR	56
ÖZGEÇMİŞ	57

ÖZET

Bu çalışma, koyun karkaslarının dekontaminasyonu amacı ile iki farklı yoğunlukta hazırlanan laktik asit solüsyonunun sprey şeklinde uygulanmasının karkasların mikrobiyal kalitesi üzerine etkisinin incelenmesi ve bir günlük soğuk muhafaza sonrasında bu uygulamanın etkinliğinin saptanması amacı ile yapıldı.

Bu amaçla, Bursa'da faaliyet gösteren özel sektöre ait 1. sınıf bir mezbahaya 2006 Mart-Haziran ayları arasında gidilerek kesimi takiben koyun karkaslarına soğuk depoya girmeden önce % 1 ve % 2'lik yoğunluklarda hazırlanan ticari laktik asit solüsyonu 30 saniye süre ile sprey şeklinde uygulandı. Uygulamanın ardından 30 dakika ve soğuk depoda 24 saat bekletildikten sonra karkaslardan alınan toplam 400 adet örnek mikrobiyolojik olarak aerobik mezofilik genel canlı, koliform bakteriler ve *Escherichia coli* (*E.coli*) sayısı yönünden incelendi.

Çalışmada, % 1'lik yoğunlukta laktik asit uygulamasının kontrol grubu örneklere oranla incelenen mikroorganizma sayılarında önemli ($p<0.001$) düzeyde azalma oluşturduğu, soğuk depoda bekletmenin ise aerobik mezofilik genel canlı sayısında önemli ($p<0.005$) düzeyde artış sağladığı tespit edildi.

% 2'lik yoğunlukta laktik asit uygulaması sonrasında, örneklerin $5.03 \log \text{ kob/cm}^2$ düzeyinde olan aerobik mezofilik genel canlı sayısının $3.26 \log \text{ kob/cm}^2$ seviyesine (% 35.18), $2.98 \log \text{ kob/cm}^2$ düzeyinde olan koliform bakterilerin ve $2.23 \log \text{ kob/cm}^2$ düzeyinde olan *E. coli* sayısının da saptama sınırının altına düştüğü (% 100) belirlendi ($p<0.001$). Bununla birlikte, soğuk depolama sonrasındaki örneklerde tüm mikroorganizmalar açısından belirlenen artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) saptandı.

Sonuç olarak, % 2'lik yoğunlukta uygulanan laktik asit spreyinin % 1'lik yoğunluğa oranla incelenen mikroorganizmalar açısından daha etkili bir azalma sağladığı, bu azalmanın özellikle koliform bakteriler ve *E. coli* sayısı üzerinde daha fazla şekillendiği ancak soğuk depolama sonrasında rekontaminasyona bağlı olarak etkinliğinin azaldığı belirlendi. Bu nedenle, asgari teknik ve hijyenik düzenlemelerin yapıldığı mezbahalarda, karkaslara dekontaminasyon amacı ile % 2'lik laktik asit uygulanması, halk sağlığı açısından kaliteli ve güvenli et-et ürünleri elde edilebilmesinde koruyucu bir önlem olacaktır.

Anahtar Sözcükler: karkas, koyun, dekontaminasyon, mikrobiyal kalite, laktik asit

SUMMARY

The Effect of Lactic Acid Spray Application on the Microbiological Quality of Sheep Carcasses

This study was conducted to decontaminate sheep carcasses by spraying lactic acid solutions in two different concentrations. By doing this, the microbiological quality of carcasses and the effects of lactic acid spraying after one day cold storage were determined.

For this reason, a first class slaughterhouse was visited between March and June 2006, and sheep carcasses were sprayed by using 1% and 2% lactic acid solutions for 30 seconds prior to cold storage (cooling stage). Sampling was carried out 30 minutes after spraying and after 24 hours cold storage. A total of 400 samples were examined for Total Viable Count (TVC), the number of coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*).

The results showed that there were significant reductions in the numbers of bacteria investigated in carcasses sprayed with 1% lactic acid after 30 minutes sampling ($p < 0.001$). However, following 24 hours of cold storage TVC increased significantly ($p < 0.005$) in the sprayed group.

Following 2% lactic acid application, the level of TVC reduced from 5.03 log cfu/cm² to 3.26 log cfu/cm² (35.18%). The levels of coliforms (2.98 log cfu/cm²) and *E. coli* (2.23 log cfu/cm²) reduced to undetectable levels (100 %), ($p < 0.001$). Meanwhile, the increase occurred during one day cold storage was not found to be significant ($p > 0.05$).

As a result, application of 2% lactic acid was more effective than 1% lactic acid application on the microorganisms investigated. The reductions were more remarkable in the numbers of coliforms and *E. coli*. However, due to possible recontaminations during cold storage after lactic acid applications, the effectiveness of the treatments might have been reduced. Therefore, it could be suggested that 2% lactic acid application with proper hygiene and handling procedures in the premises could provide wholesome and safe meat/meat products.

Key words: carcass, sheep, decontamination, microbiological quality, lactic acid

GİRİŞ

Günümüzde, insan sağlığı açısından beslenmenin önemi her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Toplumların kalkınması, o toplumu oluşturan bireylerin iyi beslenmeleri ve sağlıklı olmalarına bağlıdır. Beslenme; bireyin yaşına, cinsiyetine, büyüme, gelişme, sağlık ve çalışma durumuna göre, vücut için gerekli olan bütün enerji ve besin öğelerini almasıdır. Yeterli ve dengeli beslenme ise; insanların büyüme, gelişme, varlıklarını sürdürüebilme ve faaliyetlerini en iyi şekilde yapabilmeleri için gerekli olan çeşitli besinleri en uygun miktarda, besin değerini yitirmeden ve sağlığı bozucu hale gelmeden, en ekonomik şekilde alarak vücutta kullanması olarak tanımlanmaktadır (1,2).

İnsanların bedensel ve zihinsel faaliyetlerini tam olarak yapabilmesi, sağlıklı kalması, yenilikler yaratabilme gücü, kısacası yaşam olgusunun var olabilmesi ancak bileşiminde azot bulunan maddelerin alınması ile olabilmektedir (3). Bu açıdan dengeli beslenmede hayvansal besinlerin önemi büyüktür. Bunların önemli bir bölümünü et ve et ürünleri oluşturmaktadır. Örneğin yetişkin bir insanın yeterli ve dengeli bir şekilde beslenebilmesi için günde 2800–3000 kalori ve 75–80 g toplam protein alması gerekmektedir. Protein gereksiniminin de % 50'sinin hayvansal kökenli olması önerilmektedir (4–6).

Üretimi kolay, hoşa giden lezzette, iştah açıcı, açlık durumunu giderici, yapısında yaşamsal önem arz eden birçok besin öğesini yeterli ve dengeli miktarda içeren ve buna bağlı olarak beslenme bozuklukları ve hastalıklarını kolaylıkla önleyen hayvansal bir besin olan et, bu üstün özelliklerinden dolayı insanoğlunun var oluşundan günümüze kadar beslenmede her zaman ön planda yer almıştır. Nitekim bir ülkenin sosyoekonomik yönden gelişmişliğini gösteren en önemli ölçütlerden birisi de o ülke insanların hayvansal gıdaları tüketebilme oranının yüksek olmasıdır. Günümüzde kişi başına düşen hayvansal protein tüketimi % 40'ın üzerinde olan ülkeler gelişmiş olarak kabul edilmektedir (7–10).

Proteinler, üstün besleyici değere sahip olmaları nedeniyle beslenmede önemli bir yer almaktadırlar. Et proteinleri yüksek kaliteli proteinler olup, bu proteinler bütün esansiyel (eksojen) amino asitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içerdikleri gibi; sindirilebilme yetenekleri yüksektir ve kolay absorbe edilmektedirler. Amino asitlerin hayvansal protein molekülü içerisinde sindirim enzimlerinin kolaylıkla etki yapabileceği bir pozisyonda bulunmaları hayvansal proteinlerin Net Protein Kullanım Oranını (NPU) yükseltmektedir (4, 7–9, 11–14). Proteinlerin organizma tarafından kullanılabilme oranı et proteinlerinde % 95'in üzerinde iken bitkisel proteinlerde bu oran % 65–75 civarında olmaktadır. B₁₂ vitamininin hayvansal proteinlerle birlikte bulunması, Fe (+2 değerli), Zn, N, Cu ve Ca

gibi mineral maddelerin büyük ölçüde sindirilebilir nitelikte olması ve çoğunlukla antikorların bileşiminde bulunması hayvansal proteinlerin diğer üstün özelliklerini oluşturmaktadır (4, 7, 9, 13, 14). İnsan organizması ette bulunan demirden % 35 dolayında yararlanmakta, ayrıca et, diğer demir içeren gıdalarla beraber tüketildiğinde, bitkisel kaynaklı demirin vücut tarafından emilme oranını da arttırmaktadır (8).

Koyun eti, ülkemiz kırmızı et üretimi içerisinde önemli bir paya sahip olup; oldukça fazla tüketilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (15)'nün 2004 yılı verilerine göre yıllık koyun ve keçi eti üretimi Çin'de 3995.89 bin ton, İran'da 453.00 bin ton, Yeni Zelanda'da 519.50 bin ton, Avustralya'da 577.50 bin tondur. Avrupa Birliği ülkeleri arasında en yüksek üretime sahip ülkeler arasında İngiltere 314.00 bin ton, İspanya 244.84 bin ton, Fransa 128.80 bin ton, Yunanistan 125.00 bin ton, İrlanda 71.80 bin tonluk üretim ile yer alırken Türkiye 318.00 bin tonluk üretimi ile tüm birlik ülkelerinden daha yüksek koyun-keçi eti üretimine sahiptir. Günlük kişi başına koyun ve keçi eti tüketimi ise Çin'de 8.32 g, İran'da 17.77 g, Yeni Zelanda'da 64.58 g, Avustralya'da 38.24 g olarak belirtilmiştir. Bu durum Türkiye için 12.05 g iken Avrupa Birliği ülkelerinden İngiltere'de 16.22 g, İspanya'da 15.93 g, Yunanistan'da 34.18 g, İrlanda'da 15.04 g olduğu rapor edilmiştir. Görüldüğü gibi ülkemiz Avrupa Birliği ülkelerine kıyasla yıllık üretim miktarları açısından ön sıralarda bulunmasına rağmen kişi başına günlük tüketim miktarları ele alındığında oldukça gerilerde kalmaktadır.

Taze et üretiminin çeşitli aşamalarında karşılaşılabilecek mikrobiyolojik tehlikelerin ana kaynaklarından birisi de mezbahalardır. Türk halkının beslenmesinde önem taşıyan koyun eti, asgari teknik ve hijyenik şartlara sahip olmayan mezbahalarda uygun olmayan koşullarda kesildiği takdirde primer ve sekonder olarak mikrobiyal kontaminasyona maruz kalmaktadır (4, 16). Bu karkaslardan elde edilen etlerde mikrobiyal yük fazla olduğu için raf ömrü azalmakta ve ülke çapında büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Aynı zamanda mikrobiyal yükü fazla olan ve/veya patojen mikroorganizmaları içeren bu etler, yetersiz pişirilerek tüketildiğinde ya da uygun olmayan koşullarda tüketicilere sunulduğunda gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarına neden olarak halk sağlığını tehdit etmektedir (17). Ülkemizde mezbaha düzeyinde yapılmış bazı mikrobiyolojik çalışmalar kesim işlemlerinin hijyenik koşullarda yapılmadığını, kombinalar dışındaki mezbahalarda küçükbaş hayvan kesimlerinin yerde yapıldığını ve bunun sonucunda karkasların mikrobiyal yükünün fazla olduğunu göstermektedir (11, 18–21). Kesim prosesinde, canlı hayvanın ete dönüşümü sırasında mikrobiyal kontaminasyon mezbahalarda uygulanan hijyene bağlı olarak azaltılabilmekte; ancak tamamıyla yok edilememektedir (22, 23).

Karkaslardaki mikrobiyal gelişimi inhibe etmek, tüketime sunulan etlerin dayanıklılığını arttırarak raf ömrünü uzatmak ve ham madde kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonları önlemek amacı ile çeşitli dekontaminasyon yöntemleri kullanılmaktadır (22, 24–28).

Farklı araştırmacılar tarafından mezbahalarda yapılan çalışmalarda; sığır, koyun, tavuk ve domuz karkaslarının dekontaminasyonunda değişik oranlarda organik asitlerin özellikle de laktik asit kullanımının mikrobiyal florayı (toplam aerobik bakteri) özellikle de patojen bakterileri (*Escherichia coli* gibi) önemli ölçüde azalttığı bildirilmektedir (7, 29–31). Laktik asidin doğal olarak kas dokusunda bulunması, ılımlı asidik tadı, daha fazla antimikrobiyal etki sağlaması ve karkaslarda organoleptik (lezzet ve renk) olarak en az değişime sebep olmasından dolayı özellikle sprej şeklinde et endüstrisinde artan bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir (22, 31, 32).

Ülkemizde, organik asitlerin kanatlı karkaslarında kullanımı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmasına rağmen (33, 34), koyun karkaslarında mikrobiyal dekontaminasyona yönelik her hangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışma, koyun karkaslarının dekontaminasyonu amacı ile, iki farklı yoğunlukta hazırlanan laktik asit solüsyonunun sprej şeklinde uygulanmasının karkasların mikrobiyal kalitesi üzerine etkisinin incelenmesi ve bir günlük soğuk muhafaza sonrasında bu uygulamanın etkinliğinin saptanması amacı ile yapılmıştır.

GENEL BİLGİLER

Genel olarak et; yeterli olgunluğa erişmiş sağlıklı hayvanlardan (büyük-küçükbaş, kanatlı hayvanlar ve su hayvanları) tekniğine uygun şekilde elde edilmiş yenilebilir hayvansal dokulardır. Bilimsel anlamda et, çoğunluğu kas doku olmak üzere kan, epitel, sinir, yağ ve bağ dokularını yapısında bulunduran hayvansal kaynaklı bir besin olarak tanımlanmaktadır (7, 9, 10, 12). Histolojik olarak ise et; kas tellerinin, kollojen ve elastinden meydana gelen bağ doku aracılığı ile bir araya toplanmasından meydana gelmiş çizgili kaslardır (4).

Türk Gıda Kodeksi (TGK), Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği (35)'ne göre kasaplık hayvanlar; büyükbaş hayvanlar (sığır, manda ve deve), küçükbaş hayvanlar (koyun ve keçi) ve diğer kasaplık hayvanlar (domuz, yaban domuzu, at ve tavşan) olarak sınıflandırılmıştır. Aynı tebliğde karkas; kasaplık hayvanların tekniğine uygun olarak kesilip, kanı akıtılarak yüzülüp, iç organları boşaltılıp, böbrek ve kavram yağı çıkartılıp, baş ve ayaklarından ayrıldıktan sonra elde edilen gövdesi olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı etin ise; kasaplık hayvanların karkaslarından elde edilen insan tüketimi için uygun tüm parçaları içerdiği belirtilmektedir.

Et Hijyeni

Ham maddenin işletmeye girmesinden son ürün elde edilmesine kadar üretimin tüm aşamalarında, ürüne çeşitli kaynaklardan mikroorganizma kontaminasyonu söz konusu olmaktadır. Mikroorganizmanın türü, sayısı, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çevre koşulları kontaminasyonu etkileyen faktörler içerisinde yer almaktadır (8, 9, 28, 36–40).

Et hijyeninin amacı, kaliteli et elde etmek ve halk sağlığını güvence altında tutmaktır (41). Genel olarak sağlıklı bir ürünün üretilmesi; kaliteli hammadde ve katkı maddelerinin kullanılması, iyi bir teknolojinin ve etkili bir hijyen programının uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir (7).

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et ve et ürünleri, sağlıklı hayvanlardan sağlandıkları ve hijyenik şartlara uyularak uygun koşullarda işlendikleri takdirde mikrobiyolojik açıdan güvenilir nitelik taşımaktadırlar. Ancak yetiştirme ve kesim işlemleri sırasında gerekli önlemler alınmadığı takdirde çeşitli mikroorganizmalar eti kontamine eder. Sonuçta, hem et ve et ürünlerinde kalite bozukluğuna bağlı ekonomik kayıpların oluşmasına hem de tüketicilerde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Et; bir taraftan içerdiği üstün kaliteli ve dengeli esansiyel amino asitler, vitaminler, mineraller ve bazı büyüme faktörleri ile beslenme fizyolojisinde vazgeçilmez bir öneme

sahip iken, diğ er taraftan da belirtilen bu nitelikleri ve iç erdiğ i yüksek su miktarı ile çođ u patojen ve/veya bozulmaya yol ačan mikroorganizmaların gelişmeleri için de mükemmel bir ortam oluşturmaktadır. Bu nedenle gıda kaynaklı infeksiyon ve intoksikasyonlar iç erisinde et ve et ürünlerinin ilk sıralarda yer aldığ ı görölmektedir (7–9, 12, 28, 42).

Kesim hayvanlarının mezbahalara taşınmasındaki koşullar da etin hijyenik durumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hayvanların nakledilmeleri sırasında strese maruz bırakılmaları ve dinlendirilmeden kesime sevk edilmeleri, kaslarındaki glikojenin büyük bir kısmının dekompoze olmasına sebep olmaktadır. Böylece kesimden sonra oluşması gereken asitleşme yeterince gerç ekleşememekte ve sonuçta mikroorganizmalar için uygun bir ortam meydana gelmektedir (11, 43).

Karkaslardaki mikroorganizma yükü, kasaplık hayvanların kesim tekniğ ine göre farklılık göstermektedir. Aynı ř ekilde aynı karkasın değ iç ik bölgelerinde mikroorganizmaların yükü de farklı olmaktadır. Genellikle kesim yarası civarında, karkasların ½ ve ¼'e ayrıldığ ı yerlerde, diğ er kısımlara oranla daha çok bakteri bulunmaktadır. Karkasın dış kısmı, iç kısımlara kıyasla aynı ř ekilde daha çok mikroorganizma yüküne sahiptir. Hijyenik kurallara uygun olarak kesilmiş ve çeyrek parçalara ayrılmış karkaslarda toplam bakteri sayısı 10^3-10^5 /cm² arasında değ işmektedir. Karkasın dış yüzündeki toplam bakteri sayısının 10^6 /g'in üzerinde olması, etlerin iç lenmesi sırasında hijyen eksikliğ ini veya yüksek sıcaklıklarda muhafaza edildiğ ini ortaya koymaktadır. Bu sayı 10^7-10^8 /g'a ulaştığ ında ise etin bozulduğ u anlaşılmaktadır. Ayrıca *E.coli*'nin ette varlığ ı, etin fekal kirlenmesini göstermektedir (4).

Genel olarak sağ lıklı hayvanların iskelet kasları, kesimden önce steril kabul edilmektedir (11, 24, 27, 29, 36–40, 43–49). Mikroorganizmaların kasaplık hayvanlara kontaminasyonu intravital, intramortem ve postmortem olmak üzere üç safhada gerç ekleşmektedir (7, 12, 50).

İntravital Bulaşma

Bu bulaşma ř eklinde hayvan canlı iken mikroorganizmayı taşımaktadır. Hayvanda hastalık latent seyredabilmekte, hayvan antemortem muayenede sağ lıklı görüncesine karşın, bakteriler bağ ırsaklardan lenf yumrularına, lenf damarlarına, kana karışmakta; kesim sonrası çeşitli organ ve kaslarda etkenler bulunabilmektedir (7, 8).

İntramortem Bulaşma

İntramortem safhada, kesim yöntemi ve ortam hijyenine bağlı olarak bıçak yarasından hayvana bulaşan mikroorganizmalar önem taşımaktadır. Kesim ile birlikte kan dolaşımının durması ve koruma faktörlerinin etkisiz kalması ile vücuda giren mikroorganizmalar herhangi bir dirençle karşılaşmadan et içerisinde aktif hale gelebilmektedirler (50).

Kesimin uygun koşullarda yapılması ve vücut boşluklarının özenle açılması, etin başlangıç mikroflorasını azaltan önemli etmenler arasında yer almaktadır. Kasaplık hayvanın yerde veya askıda kesilmesi, karkasın mikrobiyal kontaminasyonunda önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde çoğu mezbahada kesim işlemi yerde yapılmaktadır. Bu kesim şeklinde hayvan yerde kesilip yüzülmekte ve iç organları çıkarılmakta, dolayısıyla karkasların çeşitli patojenlerle kontamine olma riski de artmaktadır. Bunu önlemek için en ideal olan askıda kesimdir; eğer bu sağlanamıyor ise kesimden hemen sonra karkasın askıya alınmasıdır. Yüzüm işleminin askıda yapılması, kesim salonu tabanı ile teması engellemesi açısından önem taşımaktadır (4, 11, 20, 21).

Ülkemizde yapılan bir çalışmaya göre yerde yüzülen karkasların hepsinde genel mikroorganizma sayısı 2.5×10^4 - 5.0×10^4 /cm², askıda yüzülenlerin ise %98'inde mikroorganizma sayısı 5.0×10^3 - 6.5×10^3 /cm² arasında saptanmıştır (51).

Solunum sistemi, sindirim sistemi ve eksternal yüzey (kıl, deri), dışında canlı hayvanın diğer dokularında normal şartlarda mikroorganizma bulunmamaktadır. Dolaşım sisteminde bulunan akyuvar ve antikorların, vücudu enfeksiyon etkenlerine karşı koruyucu fonksiyonları bulunmaktadır. Ancak bu internal savunma sistemi kesim sırasında kanın akıtılmasıyla beraber ortadan kalkmaktadır. Aynı zamanda, hayvanın kanı akıtılırken oluşan negatif (alçak) basınç nedeniyle kan damarlardan emilerek alınır. Kesim yarasının kontaminasyonu, steril olmayan bıçak ile beraber mikroorganizmaların vasküler sisteme girmesiyle olmakta; kesimden sonra homeostatik dengeyi korumak için kısa süreliğine kan sirkülasyonunun devam etmesi ile de mikroorganizmalar kesim yerinden vücudun bir çok yerine ulaşmaktadırlar (7, 8, 43, 52).

Her bıçak bilemede karkasa yaklaşık 8.0×10^4 - 4.0×10^6 arasında mikroorganizma taşındığı bildirilmektedir (51).

Postmortem Bulaşma

En fazla kontaminasyonun gerçekleştiği ve kontaminasyon yollarının içerisinde en önemlisi olan postmortem safhada, hijyenik koşullara bağlı olarak et çok sayıda ve değişik

türde mikroorganizma ile kontamine olabilmektedir. Kanın akıtılmasını takiben baş ve ayakların kesilmesi, derinin yüzülmesi, iç organların çıkarılması, karkasların parçalanması sırasında; kesim bıçakları, deri, ayak, sindirim sistemi içeriği, personelin el ve elbiseleri, çizmeleri, taşıma arabaları, ortam atmosferi, karkas ve ekipmanların yıkanmasında kullanılan sular, ambalaj materyalleri, alet ve ekipmanlar ile etler kontamine edilmektedir. Ayrıca; soğutma odaları, soğutucu ajanlar, muhafaza depoları da hava kaynaklı mikroorganizmaların kontaminasyonunda etkili olmaktadır. Bunların yanı sıra bilinçsiz olarak patlatılan ya da çıkartılan kist ve apseler ile de et kontamine edilebilmektedir. Bu yüzden et ile temas eden tüm materyalin mikrobiyal kontaminasyonun potansiyel bir kaynağı olarak görülmesi gerekmektedir (7–9, 11, 12, 24, 27, 29, 36, 38, 43–45, 50, 52–60).

Postmortem kontaminasyonda, karkasların yüzeysel mikroflorasının % 33'nün hayvanların kir ve derilerinden, % 5'inin kesimhane atmosferinden, % 3'ünün iç organların içeriğinden, % 50'sinin uygun olmayan taşıma ve saklama koşullarından, % 2'sinin parçalanma işleminden, % 7'sinin de kullanılan alet ve çalışan personelden kaynaklandığı belirtilmiştir (12).

Yücel ve Turan (61), Bursa il merkezindeki et ve et ürünleri işleyen işletmelerde et kütüklerinde $4.2 \times 10^6/\text{cm}^2$ toplam bakteri, $3.2 \times 10^4/\text{cm}^2$ stafilocok ve $3.2 \times 10^3/\text{cm}^2$ koliform bakteri; et işletmelerinin zeminlerinde ise $8.8 \times 10^7/\text{cm}^2$ toplam bakteri, $3.7 \times 10^6/\text{cm}^2$ stafilocok ve $5.7 \times 10^4/\text{cm}^2$ koliform bakteri bulunduğunu saptamışlardır.

İşleme tesislerindeki yüzeyler ve personelden kaynaklanan kontaminasyon derecesi önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır. Metaxopoulos ve arkadaşları (48) tarafından yapılan bir çalışmanın sonucunda, incelenen yüzeylerin % 16'sının ve çalışanların da % 40'ının hijyenik açıdan uygun olmadığı saptanmıştır. Bu durumun yetersiz temizleme ve sanitasyon programı ile personele bu konuda yeterli eğitimin verilmediğinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Gill ve arkadaşları (62) tarafından dört farklı kapasitedeki kesim yerlerinde alet-ekipmanların karkas kontaminasyonu üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada; karkas dekontaminasyon uygulamalarının yapıldığı kesim yerinde *E.coli* bulunmadığı, diğer üç tesisin ikisinde alet ve ekipmandaki kontaminasyonun ürünlerdeki *E.coli* varlığı ve aerob bakteri sayısını artırdığı sonucuna varılmıştır.

Büyükbaş ve küçükbaş hayvanların kesim prosesinde en önemli kontaminasyon derinin yüzülmesi ve iç organların alınması sırasında oluşmaktadır (23, 24, 36, 63–67). Zira kasaplık hayvanların derileri patojen bakterilerle yoğun bir şekilde kontamine

olduğundan kesim ve derinin yüzülmesi sırasında bu bakteriler karkasa bulaşabilmektedir. Bu durum çeşitli araştırmacılar (44, 45, 68–74) tarafından da bildirilmektedir. Dolayısı ile karkasların toplam bakteri sayısı, kasaplık hayvanın deri florasından önemli bir şekilde etkilenmekte olup bu kontaminasyon derideki kir parçacıklarından (saman, fekal materyal, kıl ve yün) kaynaklanmaktadır (44, 69).

Kesim ve deri yüzümü sırasında oluşabilen fekal kontaminasyon sonucu gastrointestinal sistemdeki bozucu ve/veya insanlar için patojen olan mikroorganizmalar karkasa taşınmaktadır (68, 75). Bu aşamada edinilen başlangıç mikrobiyal kontaminasyonun boyutu, son ürünün raf ömrünü etkileyebilmekte ve potansiyel gıda kaynaklı hastalıkların oluşmasına neden olabilmektedir (23).

Bacon ve arkadaşları (76) tarafından yapılan bir çalışmada, derinin dış tarafından alınan örneklerde toplam genel canlı sayısının $8.2-12.5 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$, toplam koliform bakteri sayısının $6.0-7.9 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$, *E.coli* sayısının $5.5-7.5 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$ seviyelerinde bulunduğu, deri yüzüldükten sonra karkastan alınan örneklerde ise toplam genel canlı sayısının $6.1-9.1 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$, toplam koliform bakteri sayısının $3.0-6.0 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$, *E.coli* sayısının $2.6-5.3 \log \text{ kob}/100 \text{ cm}^2$ düzeylerinde bulunduğu bildirilmiştir.

Ülkemizde yaygın bir alışkanlık olan koyunların yüzülmeden önce deri altına verilen hava ile şişirilmesi hijyen açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu uygulama ile gövde etlerinin yüzeyine ve deri altı dokusuna fazla sayıda mikroorganizma girişi olmaktadır (43).

Biss ve Hathaway (77), koyun karkaslarında farklı yüzme tekniklerinin uygulanması işleminin, toplam aerob bakteri ve *E.coli* sayıları üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kesimden sonra iç organların çıkarılması sırasında meydana gelen yaralar veya kıl ve boynuzlar da postmortem bulaşmada önemli yer tutmaktadır. Bu tür bulaşmada, bağırsaklarda bulunabilen bakteri türleri ile etin kontamine olması söz konusudur (8).

Hindistan'da modern bir kesimhanede koyun karkaslarının mikrobiyolojik kalitesinin incelendiği bir çalışmada, iç organların çıkarılması ve yıkama işlemlerinin karkas yüzeyindeki mikrobiyal yükü artırmadığı, karkasın omuz ve boyun bölümlerinin mikrobiyal yük açısından kritik noktalar oluşturduğu belirtilmiştir. Karkasların % 86.6'sında toplam bakteri sayısının $3.0-4.9 \log/\text{cm}^2$ oranları arasında değiştiği, koliform, stafilocok, enterokok ve psikrotrofların sayısının kabul edilebilir sınırın altında olduğu saptanmış; Salmonella ise tespit edilememiştir (53).

Etlerin taşınma ve muhafaza koşulları da karkasların mikrobiyal yükünü etkileyen faktörler arasında yer alır. Uygun olmayan depolama koşulları mikrobiyal gelişmeye olanak sağlar (31, 41, 78). Ayrıca soğuk deponun havası da mikroorganizmaların karkasa bulaşmasında önemli bir role sahiptir (79–83). Temiz alanlardaki havada çok az mikroorganizma bulunurken; canlı hayvanların bulunduğu veya çığ gıdaların işlendiği alanlarda mikrobiyal yük oldukça yüksektir (17, 84). Ayrıca havadaki mikroorganizmaların sayısının 500–1000 adet/cm³'ten fazla olması, işletmelerde ciddi önlemler alınmasını gerektirmektedir (18, 85).

Mezbaha ve et işletmelerinde havanın kirli-temiz olması, karkas ve parça etlerin mikrobiyal kalitesini önemli derecede değiştirebilir. Karkasların yüzeyleri kesim ortamından gelen mikroorganizmalarla kontamine olmaktadır. Havada bulunan küf ve bakteri sporları, vejetatif hücrelere kıyasla daha uzun süre canlı kaldığından havanın fungal florasında genellikle küf sporları hakimdir (4, 17, 86, 87). İşletme havasının genellikle bir filtreden geçirilmesi veya üretim sahasında ventilasyonu sağlayarak işletmenin havasının sürekli değişmesi sağlanmalıdır (88, 89).

Temelli ve arkadaşları (90) ısıtma işlemi görmüş Türk tipi sucukların üretim aşamalarındaki mikrobiyal kontaminasyon kaynaklarını inceledikleri çalışmada, karkasların bulunduğu soğuk depo havasının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını 1.31 log kob/plak, maya-küf sayısını 1.19 log kob/plak; üretim yeri havasının ise toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını 1.56 log kob/plak, maya-küf sayısını 1.7 log kob/plak olarak tespit etmişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda soğuk depo havasının karkasın toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının artışı üzerine önemli düzeyde etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde depo havasının kontaminasyon/rekontaminasyon için kritik nokta olduğu ve buna bağlı olarak da karkasın raf ömrünün azalmasına neden olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (90–92).

Gıda kontaminasyon kaynaklarının en önemlilerinden bir diğeri olan gıda işleyicileri, işleme prosesi süresince gıdaları sıklıkla kontamine etmektedirler (37–39, 93). İnsan vücudu birçok mikroorganizma için depo görevi yapmakta ve eller bir gıda işleme tesisinde çapraz kontaminasyon için temel ajanlardan biri sayılmaktadır. Tuvalet sonrası ellerin yıkanmasının ihmal edilmesi veya doğru yıkanmaması gibi yetersiz personel hijyeni uygulamalarında gıda işleyicilerinin tırnaklarındaki bakteri sayısı 10⁷'lere kadar ulaşabilmektedir (93). Frazier ve Westhoff (94)'a göre insanlar dakikada yaklaşık 1x10³-1x10⁴ adet canlı mikroorganizma saçmaktadırlar.

Mezbahalarda, kasaplar derinin yüzümü sırasında karkas ile deri arasına ellerini sokmakta, sık sık elleri yıkamak çok pratik olmamakta ve dolayısıyla derinin yüzülmesi süresince çapraz kontaminasyon oluşma olasılığı yüksek olmaktadır (44).

Cumbul (18) tarafından yapılan araştırmada, işçi ellerinde total bakteri sayısı $2,9 \times 10^6$ adet/cm², koliform bakteriler 3.1×10^3 adet/cm², küf ve mayalar 1.4×10^3 adet/cm² düzeylerinde saptanmıştır.

Et işletmelerinde personel giysileri ve et taşıma arabaları üzerinde yapılan araştırmalarda, işçi önlüklerinde 9.0×10^6 adet/cm² çizmelerde 9.9×10^7 adet/cm² ve taşıma arabalarında 9.7×10^7 adet/cm² toplam canlı mikroorganizma saptanmıştır (51).

Postmortem safhadaki sanitasyon; et hijyeni ile et ve et ürünlerinin dayanıklılığı ve kalitesi açısından en önemli faktördür. Uygun bir sanitasyonun kullanılması mikrobiyal kontaminasyonu sınırlandırmak için en iyi yaklaşımdır (25, 50, 52). Kesimin temiz koşullarda yapılması, kanın asılı vaziyette ve seri bir şekilde akıtılması, vücut boşluklarının özenle açılması etin başlangıç mikroflorasını azaltan önemli faktörlerdir (11). Hijyenik koşullarda elde edilen etin yüzeyinde 100–1000 adet/cm² arasında değişen seviyelerde mikroorganizmaya rastlanılmaktadır. Ortamın bağıl nemi ve sıcaklığı, etin su aktivitesi ile pH değeri, yüzey genişliği ve başlangıç mikroorganizma yükü etteki mikroorganizma faaliyetini etkilemektedir (50).

Gastrointestinal hastalıklara neden olan *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *verotoxigenic E.coli*, *Campylobacter* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* ve *Aeromonas hydrophila* gibi patojen mikroorganizmaların karkaslarda belirlenmesinin uzun zaman alması ve anlamlı veriler elde edilememesi sebebiyle, bunların yerine indikatör mikroorganizmaların kullanılmasının daha uygun olduğu bilinmektedir. Genellikle, depolama ömrünün belirlenmesinde ve hijyen performansının bir ölçüsü olarak; toplam canlı veya aerob canlı sayısı ile, fekal kontaminasyonun bir indikatörü olarak da *E.coli* ve *Enterobacteriaceae* aranması ile sınırlandırılmaktadır (44).

Saltan (95)'in Elazığ'da yaptığı çalışmada, Et ve Balık Kurumu (EBK) kombinasında kesilen 25 koyuna ait iç organ ve gövdenin boyun bölgesinden alınan et örnekleri *Enterobacteriaceae* familyasına ait mikroorganizmalar yönünden incelenmiş, *Enterobacter* % 25.46, *Proteus* % 22.68, *Arizona* % 11.57, *Citrobacter* % 10.64 ve *Escherichia* türleri % 8.33 oranında bulunmuş, kasaplık hayvanlardan elde edilen iç organ ve gövde etlerinin halk sağlığı açısından zararlı olabilecek bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

Gill ve Baker (72) yıkama işleminden sonra koyun karkaslarının değişik bölgelerinden aldıkları örneklerde *E.coli*, koliform ve toplam aerob bakteri sayılarını sırasıyla 4.13, 4.22, 4.48 log/cm² düzeylerinde tespit etmişlerdir.

Dekontaminasyon

Et işlek yerlerinde amaç, patojen bakteri içermeyen, düşük düzeyde toplam bakteri içeren ürünler üretebilmektir (24). Güvenli ürün elde etmek için proste hijyenik kurallara uyulması, işletmelerde sabit bir bakteri akışı ve çapraz kontaminasyonun kaçınılmaz olması nedeni ile tek başına yeterli olamamaktadır. Kasın ete dönüşümü sırasında gerçekleşen bakteriyel azalmanın, ürün güvenliği ve kalitesi üzerindeki olumlu etkisi et işleme endüstrisi için her zaman önem taşımaktadır. Bu sayede bakteriyel kontaminasyon düzeyleri kesim prosesinde azaltılabilmekte ancak tamamen ortadan kaldırılması oldukça zor, hatta imkansız olmaktadır (22,24). Kesim ve işleme süresince sağlıklı üretim uygulamaları (SMP-Sanitary Manufacturing Practices) bakteriyel kontaminasyonun azaltılmasında etkili olmakta; fakat yeterli azalma sağlanamamaktadır (96). Bu nedenle, son yıllarda et ürününün raf ömrünü arttırmak ve tüketicilerin de güvenli gıdaya olan taleplerini karşılamak için karkas dekontaminasyon teknolojisi dikkat çekmekte ve başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (22, 24, 28, 41, 97–100).

Kesimden sonra ilk aşamada karkasın yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar, daha sonra etin derin kısımlarına penetre olmaktadır. Dekontaminasyon yöntemleri kullanılarak oluşan bu ilk yüzey kontaminasyonu azaltılarak mikrobiyal gelişme önlenmekte veya sınırlandırılmaktadır (29, 30, 36, 101–103). Diğer bir ifade ile karkas dekontaminasyon teknikleri ile hem et bozulmasına neden olabilecek hem de insanlar için patojen olabilecek etkenlerin elimine edilmesi veya azaltılması hedeflenmektedir (24, 101, 104, 105). Özellikle ABD’de *E.coli* O157:H7 kaynaklı et ve et ürünlerinin tüketimi sonucu oluşan salgınların önlenmesi amacıyla çiğ etin dekontaminasyonu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (105). Yapılan birçok çalışmada da sığır karkaslarına dekontaminasyon amacı ile laktik asit ve sıcak su uygulamalarının toplam aerobik bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform bakteri, *Salmonella* Typhimurium *L. monocytogenes* ve *E.coli* O157:H7 sayısını azalttığını göstermiştir (106–110).

Kullanılacak dekontaminasyon yöntemi fekal orijinli patojenlerin insidensini azaltmalı, ürünlerde renk-görünüş veya lezzet-koku değişikliği yapmamalı, kalıntı bırakmamalı, tüketicilerde toksik etki ve sağlığı tehdit edecek diğer etkilere sahip

olmamalı, ürün ve çevre üzerinde kabul edilemez riskleri olmamalı, aynı zamanda da uygulaması kolay ve ucuz olmalıdır (22, 25, 27, 28, 30, 36).

Dekontaminasyonda kullanılan yöntemlerin etkinliği; kullanılan suyun basınç ve sıcaklığına, kimyasal ile birlikte kullanılıyorsa bunların yoğunluklarına, uygulama süresine ve uygulama şekline bağlı olmaktadır (25).

Karkaslardaki mikrobiyal gelişimi inhibe etmek, tüketime sunulan etlerin dayanıklılığını arttırarak raf ömrünü uzatmak ve ham madde kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonları önlemek amacı ile çeşitli dekontaminasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Kimyasal ve fiziksel dekontaminasyon yöntemlerinin veya bunların kombinasyonlarının iç organ çıkarma ve/veya soğutma aşamalarından önce karkaslara sprey, daldırma, yıkama veya buhar tarzında başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere Avrupa Birliği'ne bağlı birçok ülkede yasal olarak yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Genel olarak dekontaminasyon metodları; başlıca toplam aerobik bakteri ve koliform bakteriler olmak üzere tüm bakteri düzeylerinin azalmasına sebep olabilmektedir (22–24, 27, 28, 41, 97, 105, 111–118). Sofos ve Smith (27) karkasların dekontaminasyonunda toplam canlı ve *E. coli* sayısında yaklaşık 1-2 log düzeyindeki düşüşü olanaklı kılan farklı tekniklerin olabileceğini bildirmiştir.

Karkasların dekontaminasyonunda kullanılan dekontaminasyon yöntemleri Tablo 1'de verilmiştir (22, 116).

Tablo 1. Dekontaminasyonda Kullanılan Kimyasal ve Fiziksel Yöntemler

Kimyasal	
Organik asitler	Laktik asit, asetik asit, glukonik asit vb.
Klor	Hipoklorit, klordioksit
İnorganik fosfatlar	Trisodyum fosfat, polifosfatlar
Organik koruyucular	Benzoatlar, propionatlar
Bakteriosinler	Nisin, magainin
Okside edici ajanlar	Hidrojen peroksit, ozon
Fiziksel	
Su	Yıkama, sprey, buhar şeklinde
Yüksek basınç	
Radyasyon	İnfrared, gama
Darbeli alan elektrik akımı	
Ultrasonik enerji	
UV	
Kimyasal ve Fiziksel Yöntem Kombinasyonları	

Karkas dekontaminasyonu için en çok önerilen yöntemler arasında fiziksel olarak sıcak su ve buhar uygulaması, kimyasal olarak da organik asitlerin kullanımı yer almaktadır (24, 27, 63, 70, 102, 108, 119–123). Bunların içerisinde ise organik asitlerin kullanımının en pratik seçeneklerden biri olduğu belirtilmektedir (31, 97, 114, 124).

Kimyasal dekontaminasyon yöntemleri içerisinde organik asitlerin dışında klor, klordioksit, trisodyum fosfat, hidrojen peroksit, sodyum hidroksit, ozon, sodyum bisulfat, sodyum klorit, nisin, potasyum sorbat, cetylpirinidium klorit, etanol ve laktoferrininde tek başına veya kombinasyon şeklinde kullanıldığı uygulamalar da bulunmaktadır (25, 115, 116, 122, 123, 125–127).

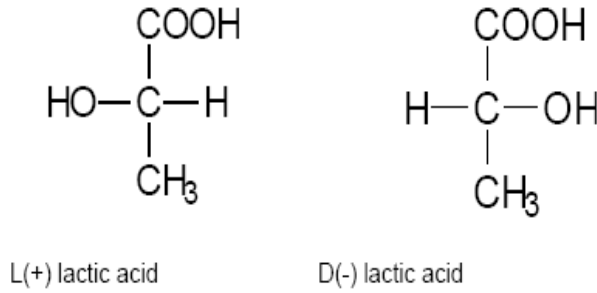
Organik Asitler

Daldırma veya sprey tarzında uygulanan organik asit solüsyonları en sık kullanılan kimyasal dekontaminantlar olup; geniş ölçüde yüzeysel bakterisidal ve bakteriyostatik etki meydana getirmektedir (22, 24, 26, 27, 31, 40, 47, 76, 97, 101, 105, 120, 128–136). ABD Tarım Bakanlığı tarafından karkasların iç organ çıkartımı öncesinde organik asit (genellikle laktik asit) solüsyonuna daldırılmasına yasal olarak izin verilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde ise bu yönde bir fikir birliği yoktur. Belçika ve Almanya organik asitlerin kullanımına izin verirken, Fransa, Hollanda ve Lüksemburg gibi bazı ülkelerde halen kullanımı yasal değildir (22). Bu ülkelerin et hijyeni ile ilgili düzenlemeleri içerisinde içilebilir kalitedeki su ile yıkamanın dışında başka herhangi bir dekontaminasyon yönteminin kullanılmasına izin verilmemektedir. Bu durum mezbahalarda yetersiz hijyenik uygulamaları dengeleme veya gizleme yöntemi olarak algılanma riskinden dolayı bu teknolojiye karşı isteksiz olmalarından kaynaklanmaktadır (97).

Organik asitlerin uygulanması ile karkas yüzeyindeki kontaminasyon önemli bir şekilde azalmakta (27, 30, 120, 128, 136), uygulamadan sonra da devam eden antimikrobiyal özelliği ile etkisi devam etmekte (28, 54, 135), karkasın raf ömrünü uzatmakta ve etin duyuşsal ile mikrobiyolojik kalitesinde düzelme sağlanmaktadır (29, 137).

Smulders ve Greer (97) organik asitlerin sulandırılmış solüsyonlarının kullanılması ile karkaslarda yüzeysel kontaminasyonda 1.5 log'luk bir azalmanın sağlandığını bildirmişlerdir. Organik asitlerin özellikle deri yüzüldükten sonra iç organ çıkarmadan önce karkas hala sıcak iken uygulandığında etkinliğinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (22, 24, 28).

Ayrıışmayan asitlerin bakterisit ve bakteriyostatik etkileri ayrıışanlardan 10-600 kat daha güçlüdür. Organik asitler suda çözüdüğünde ayrıışmamış form halinde bulduklarından, hidroklorik asit gibi suda tamamen ayrıışan inorganik asitlerden daha güçlü antibakteriyel etkiye sahiptir. Ancak organik asitler arasında da aynı pH ve ayrıışma şartlarında bile antimikrobiyal etki bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Buna spesifik asit etkisi denilmekte ve bu açıdan laktik asidin (Şekil 1) en kuvvetli asit olduğu bilinmektedir (7, 24).



Şekil 1: Laktik asidin D ve L formu

Serbest laktik asidin ayrıışmamış formu difüzyon yoluyla mikrobiyal hücrelere penetre olmakta ve hücre sitoplazması içinde birikerek ayrıılmaktadır. Spesifik asit etkisi; membran transportunu ve bakteriyel enzimlerin fonksiyonlarını bozarak ve hücrenin solunumunu etkileyerek kendini göstermekte; ancak bakterisidal etkisi depolama süresince düşmektedir (24, 138).

Organik asitlerin etkinliği asidin ayrıışma derecesine ilaveten pH değerine de bağlıdır. Antibakteriyel etki ayrıca, kullanılan asidin cinsi, hedef mikroorganizmanın aside duyarlılığı, asidin yoğunluğu, uygulama yöntemi ve süresi, solüsyonun sıcaklığı ile de ilişkilidir (22, 40, 63, 96, 97, 104, 132, 139–141). Bu etki, uygulama süresinin ve sıcaklığının yükseltilmesi (22, 30) veya uygulamadan önce tuz/şeker gibi kimyasalların uygulanmasıyla arttırılabilmektedir (22). Asidin ete uygulama süresinin arttırılması, bakterilerin hayatta kalma sürelerini etkilemektedir. Bu açıdan uygulamadan beklenen olumlu etkinin gözlenebilmesi için 15 ile 300 saniyelik bir zaman aralığının kullanılması gerektiği bildirilmektedir (138).

Yapılan çalışmalar, organik asit ilavesinin mikrobiyal popülasyonu azaltmak için etkin bir yol olduğunu ve raf ömrünü arttırdığını (31), iki veya daha çok asidin kombinasyonu şeklindeki uygulamaların tek bir asit uygulamasından daha etkili olduğunu göstermektedir (132, 142).

Yine birçok çalışmada genel bakteriyel popülasyonlar kadar belirli patojen organizmalar üzerinde de organik asitlerin olumlu etkilerinin gözlemlendiği belirtilmiştir (24). Özellikle Gram negatif mikroorganizmalara karşı, Gram pozitif mikroorganizmalardan daha fazla etkili oldukları bildirilmektedir (96, 142). Van Netten ve arkadaşları (143) yaptıkları bir çalışmada, laktik asidin % 1–5’lik yoğunluklarda 30–90 saniye süre ile domuz karkaslarına uygulanması sonucu Gram negatif bakterileri öldürdüğünü bildirmişlerdir.

Organik asitlere karşı patojenlerden *Y.enterocolitica*’nın duyarlı iken *E.coli* O157:H7’nin ise dirençli olduğu belirtilmiştir (97). Laktik asit *Listeria monocytogenes*’in gelişimini inhibe etmek için kullanılan etkili bir solüsyon olarak bildirilmektedir (144).

Karkastan bakteri sayısını azaltmak amacıyla uygulanan organik asitlerin içerisinde laktik ve asetik asidin % 1–3’lük yoğunluklarda hazırlanan solüsyonları, tek başlarına veya kombinasyon şeklinde kanatlı ve kırmızı et endüstrisinde en yaygın kullanım alanına sahip olanlardır (25, 27, 28, 97, 104, 107, 113, 116, 120, 137, 140). USDA (United States Department of Agriculture) – FSIS (Food Safety and Inspection Service) (145) raporlarında asetik ve laktik asit gibi organik asitlerin % 1.5–2.5’luk yoğunluklarda kullanılması önerilmektedir.

Dekontaminasyon için ayrıca; sitrik asit, propiyonik asit, süksinik asit, askorbik asit, sorbik asit kullanılmakta ve mevcut bakteri sayısında azalma görülmektedir (7, 23, 116, 146). Yıkamayı takiben % 2 organik asit kullanılması *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* Typhimurium sayısının azaltılmasında etkili bulunmuştur (120).

Organik asitlerle, ticari olarak üretilen karkaslarda bulunabilen insan patojenlerinin insidensinin düşürülebileceği bulunmakla birlikte, psikrotrofik ve mezofilik patojenler üzerinde kesin etkilerinin bulunmadığı bildirilmektedir (97).

Post-mortem glikolizis süresince üretilen doğal bir et bileşiği olan laktik asidin ticari uygulamalarda en yaygın kullanılan (26, 28, 30, 54, 101, 102, 147) ve kontaminasyon düzeyini azaltmadaki bakterisidal etkisi ile raf ömrünü arttıran iyi bir organik asit olduğu bildirilmektedir (22, 31, 96, 101, 138, 144, 147, 148). Laktik asit uygulamasının sonrasında bakteri sayısındaki düşüşe ek olarak depolama boyunca, bakterilerin muhtemelen uzamış lag fazından kaynaklanan gecikmiş bir bakteriostatik etki gözlenmektedir (148, 149).

Etin doğal laktik asit içeriği, yaklaşık 10 g/kg’dır; özellikle etin lezzetine katkıda bulunması yanında antimikrobiyal etkisi nedeniyle de kalitenin sürdürülmesinde etkisi vardır (22).

İç organların çıkartılmasından sonra soğutmaya alınmadan önce karkaslar hala sıcakken dekontaminasyon amaçlı laktik asit uygulaması önerilmektedir (56, 149). Laktik asidin % 2'lik solüsyonunun soğutulmuş karkaslara uygulandığında oldukça etkisiz olduğu fakat % 4'lük yoğunluğun kullanılması ile mikrobiyal sayıda büyük bir azalma gözlemlendiği belirtilmektedir (78, 150). Laktik asit; soğuk, ılık veya sıcak suya eklenerek kullanılabilir (144).

Kullanılan laktik asidin yoğunluğu % 0.2'den % 2.5'e kadar değişebilmektedir (144). Sığır karkası için en yaygın olarak kullanılan oran % 2'lik yoğunluktur (78). Snijders ve arkadaşları (149) ise laktik asit uygulamasının kabul edilebilir renk değişimleri ile sonuçlanabilmesi için süreye de bağlı olarak sığır etlerinde % 1'i, dana etlerinde % 1.25'i, domuz etlerinde % 1.5'i geçmemesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Pipek ve arkadaşları (101) domuz karkaslarında yaptıkları çalışmada laktik asit uygulanmasını takiben karkasın koliform bakteri sayısında bir azalma gerçekleştiği ancak depolama süresince bu azalmanın yavaşladığı sonucuna varmışlardır.

Snijders ve arkadaşları (149) kesim prosesinin farklı noktalarında, sığır eti, dana eti ve domuz etini içeren farklı türler üzerinde laktik asit kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlar ve sonuç olarak laktik asit uygulamasının postmortem ilk safhalarında sıcak karkas yüzeyine uygulandığı zaman aerobik sayıyı 1.5 log'luk düzeyde azaltabildiğini tespit etmişlerdir.

Hardin ve arkadaşları (120) sığır karkasının yıkanmasını takiben % 2'lik laktik asit solüsyonunun sprey tarzında uygulanması sonucu *E.coli* O157:H7 ve *Salmonella* Typhimurium sayısında önemli düzeyde azalma şekillendiğini; sadece su kullanarak yapılan yıkamadan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bu uygulamaların kan akıtmayı takiben 45 dakika içinde karkas hala sıcakken yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda laktik asidin asetik asitten daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Castillo ve arkadaşları (151) ise 55 °C'deki % 4'lük laktik asit solüsyonunu soğuk karkas üzerine uygulayıp; yüzeydeki aerobik bakteri, koliform bakteri ve *E.coli* sayılarında azalma sağlamışlardır.

Çalıcıoğlu ve arkadaşları (107) sığır karkaslarına laktik asit spreyinden önce noniyonik bir surfaktan olan Tween 20 uygulamasının etkisini inceledikleri bir çalışmada; steril su, laktik asit ve laktik asidin sodyum benzoatla kombinasyonu ile uygulanan karkas parçaları için, karkaslar Tween 20 (% 5) ile ön uygulamaya tabi tutulduğunda, *E.coli* O157:H7'nin ortalama toplam azalmasının sırasıyla 2.0, 3.1 ve 3.4 log olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Tween 20'nin, hidrofobik etkisi ile bakterinin karkasa bağlanabilmesini

önleyebildiğini; böylece bakteri hücrelerinin laktik asidin etkisine karşı daha savunmasız kalabildiğini belirtmişlerdir.

Organik asitlerin domuz ve sığır karkaslarının yüzeyinde toplam aerobik bakteri sayısında 1–2 log'luk düzeyde azalma oluşturduğu bildirilmiştir. Çeşitli mezbahalarda, 55 °C'de % 1'lik laktik asit solüsyonunu sprey şeklinde uygulamanın bakteriyel etkinliği karşılaştırılmış ve asit uygulaması sonrası hemen soğuk depoya konulan karkasların yüzey kontaminasyonunda mikroorganizma sayısının 1.8–1.9 log'luk bir düşüş meydana getirdiği belirlenmiştir (97).

Van Netten ve arkadaşları (152) domuz karkas yüzeyine % 2'lik yoğunluktaki laktik asit solüsyonunun 30 saniye süre ile uygulanmasının, daha önceden inokule edilmiş *Salmonella* Typhimurium sayısını saptama düzeyinin altına düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Castelo ve arkadaşları (115) yaptıkları bir çalışmada domuz kıyması örneklerinin kontrol grubunda ortalama aerobik bakteri sayısı 4.97 log kob/g iken % 2 laktik asit uygulaması sonucu 2.80 log kob/g değerlerine düştüğünü belirlemişlerdir. Koliform bakteri sayısının ise kontrol grubunda ortalama 3.54 log kob/g iken laktik asit uygulamasından sonra 1.67 log kob/g'a düştüğü bildirilmiştir.

Bautista ve arkadaşları (153) yaptıkları bir çalışmada, hindi karkaslarına %1.24'lük laktik asit spreyi uygulamaları sonucu toplam aerobik bakteri sayısında 2.4 log'luk bir azalmanın gözlemlendiğini saptamışlardır.

Smulders ve Greer (97) % 2'lik laktik asit solüsyonunun dana karkaslarının yüzey bakteri sayısında 1.5 log'luk bir azalma oluşturduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Smulders ve Woolthuis (154) dana karkaslarına % 1.25 laktik asit uygulandığında aerobik genel canlı sayısında bir azalma gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Laktik asit gibi bazı organik asitlerin yüksek yoğunlukları ile yapılan uygulamalar, bakteriyel popülasyonu azaltmada daha etkili olmasına rağmen, et yüzeyinin renginde bozukluklar oluşturabilmekte (30, 41, 102, 147); ancak tamponlanmış laktik asit kullanılarak bu olumsuz etkiden korunulabilmektedir (155). Laktik asidin et yüzeyinin renginde olumsuz değişiklik yapmadan kullanılabilir en yüksek yoğunluğunun % 2 olduğu bildirilmektedir (138).

Litrede 0.19 molden daha yüksek yoğunluklarda laktik asit öncelikle lipid oksidasyon ürünleri yüzünden kabul edilemez renk ve kokuya sebep olmaktadır (132).

Hollanda'da yapılan bir çalışmada, 120 saniye süresince % 2 ve % 5'lik yoğunluklarda laktik asit uygulamasının domuz etlerinin organoleptik kalitesinde bozukluğa yol açtığını belirtilmiştir. Sprey solüsyonlarına renk stabilizerleri olarak nikotik ve askorbik asitlerin

eklenmesinin % 2'lik laktik asit kullanıldığında, bu değişiklikleri azalttığı belirlenmiştir (152).

Organik asitlerin özellikle et rengi olmak üzere, karkasın duyuusal özelliklerine olan etkisi üzerinde birçok araştırmacı çalışmıştır. Yapılan çalışmalar laktik asit solüsyonunun % 1-2'lik yoğunluklarda kullanımının, renk, tat ve koku gibi organoleptik özellikler değişmeksizin karkasların bakteri yükünü kesimden hemen sonra ve depolama süresince düşürdüğünü göstermektedir (22, 28, 29, 36, 101, 102).

Sığır eti üzerine % 1.2'lik asetik asidin 1 dakika süre ile uygulanması sonucu bir renk değişikliği olmadığı; ancak % 0.6 laktik asit solüsyonunun 10 dakika süre ile uygulanmasında ise kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli bir renk değişikliğinin olduğu belirtilmiştir (24). Goddard ve arkadaşları (156) sığır etine laktik asit ve asetik asit kombinasyonu uygulamışlar, et ve yağ rengi ile kokusunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli bir fark oluşmadığı sonucuna varmışlardır.

Smulders ve Greer organik asitlerin % 1-3'lük yoğunlukta hazırlanan solüsyonlarının genellikle etin istenen duyuusal özelliklerini değiştirmedeğini bildirmişlerdir (97).

Whyte ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, asetik ve laktik asidin % 3'lük solüsyonunun bufalo bifteklerine uygulamasının renk üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.(44)

Klor

Karkas yıkama suyu içerisine klor katılması antimikrobiyal etkiyi arttırmakta, bu nedenle çapraz ve/veya sekonder kontaminasyonu kontrol etmek için bazı ülkelerde kullanılmaktadır. Bakteri yükünü azaltmak için klorun etkinliğinin asetik, laktik asit gibi organik asitlerle kombine edilmesi ile veya solüsyon sıcaklığının yükseltilmesiyle artırılabilceği, kullanılacak klor düzeyinin 50 ppm'in üzerinde olmaması gerektiği belirtilmektedir (22, 23, 27, 116, 157).

James ve arkadaşları (36) tarafından yapılan bir çalışmada klorlu su (200 ppm) ile sığır karkaslarına yıkama şeklinde yapılan uygulama sonucu toplam aerobik bakteri sayısında 5 log düzeyinde azalmanın olduğu belirtilmiştir.

Yapılan diğer çalışmalar da kanatlı soğutma suyuna sırasıyla 25, 50 ve 20 ppm yoğunluklarda klor eklenmesinin *Salmonella* spp ile çapraz kontaminasyonu azalttığını göstermiştir. Broilerlerde yıkama suyuna 25 ppm yoğunlukta klorun eklenmesi sonucu toplam aerobik bakteri sayısında önemli bir düşüş elde edildiği bildirilmiştir (157, 158).

Cutter ve arkadaşları (159) yaptıkları bir çalışmada, cetylpyridinium chloride (CPC) solüsyonunun (%1) sığır yağ dokusuna sprey şeklinde uygulanması sonucu, 10^5 – 10^6 kob/cm² düzeylerinde inokule edilen *E.coli* O157:H7 ve *Salmonella* Typhimurium'un sayısının tespit edilebilme sınırının altında olduğunu belirtmişlerdir.

Kim ve Slavik (160), cetyl-pyridinium chloride'nin kanatlı derisine sprey tarzında uygulanmasının *Salmonella* spp. sayısının azaltılmasında etkili olduğunu, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında *Salmonella* sayısında 0.9–1.7 log₁₀ luk bir düşüş sağladığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar daldırma ile de benzer sonuçlar (1.0–1.6 log₁₀ units düşüş) elde ettiklerini bildirmişlerdir.

İnorganik Fosfatlar

Trisodyum fosfat (TSP), patojenlerin veya diğer mikroorganizmaların azaltılması için kullanılmakta olan bir alkali fosfattır. TSP ile sprey yıkama, bulaşma düzeyini azaltmakta ve bakteriyel tutunmayı engellemektedir (25, 27, 116, 148, 161, 162). TSP'nin etkisi; solüsyonun sıcaklık derecesi, yoğunluğu, uygulama şekli ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (161).

TSP ile karkaslara yapılan uygulama, *Salmonella* spp. gibi Gram negatif bakterilerin düzeylerini düşürmektedir (163). TSP veya diğer fosfatların uygulanmasından sonra kanatlı deri örneklerinde *E.coli* ve *Pseudomonas* spp.'nin önemli bir düzeyde azaldığı görülmüştür (22).

Rodriguez ve arkadaşları (164) tavuk kanatlarına TSP ve sıcak su kombinasyonu uygulamışlar ve 4 °C'de 7 gün sonra bozulmaya neden olan bakterilerin sayısında 3 log'luk bir azalma şekillendiğini saptamışlardır.

Dickson ve arkadaşları (162) TSP uygulamasının yağsız sığır etinde yağ dokuya göre *Salmonella* spp.'nin inhibisyonunda daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Rathgeber ve Waldroup (165) yaptıkları bir çalışmada, broiler soğutma suyuna (% 1.5 yoğunlukta; pH 2.8) asidik sodyum pirofosfat uygulamışlar ve uygulamanın sudaki koliform bakteri ve *E.coli* sayısında önemli bir azalmaya sebep olduğunu ortaya koymuşlardır.

Diğer Organik Koruyucular

Sorbik asit ve benzoik asitlerin sodyum ve potasyum tuzları olan sorbatlar ve benzoatlar yaygın olarak kullanılan diğer kimyasal koruyuculardır. Potasyum sorbat uygulamasından sonra *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus* gibi patojenler baskılanmakta ve

kanatlı karkaslarının raf ömrü uzatılmaktadır (22, 147). Uygulama sıcaklığına bağlı olarak potasyum sorbatın tavuk karkaslarında *Salmonella*'ya karşı letal etkisi değişmektedir (22).

Dickson ve Anderson (166) yaptıkları çalışmada sığır karkaslarına, potasyum sorbat ile birlikte sodyum asetat, sodyum sitrat ve sodyum klorür gibi koruyucuların kombine edilerek uygulanmasının sıcaklığa ve mikroorganizmanın türüne bağlı olarak gelişmeyi inhibe ettiğini; fakat aynı zamanda duyuusal bozuklukların oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu koruyucuların kullanılması etkili olmasına rağmen, ürünlerde kalıntılarının bulunma olasılığı onların et endüstrisinde kullanılmasını sınırlamaktadır (22).

Bakteriosinler

Mikrobiyal metabolitler bazı mikroorganizmalar üzerinde antagonistik (letal veya bakteriyostatik) etkiye sahiptir. Laktik asit de bu metabolitlerden biridir. Laktobasiller aynı zamanda bakteriosinler olarak bilinen spesifik antimikrobiyal proteinler de üretmektedir. Bunlardan biri olan nisin *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* tarafından üretilmekte ve Gram pozitif bakterilere karşı etkili olmaktadır. Yang ve Ray (167), bakteriosin üreten mikroorganizmaların ette yaygın olarak bulunduğunu ve herhangi bir olumsuz etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir.

Et yüzeyine bakteriosinlerin uygulanması, et ürünlerinde istenilmeyen bakterileri azaltmak için yararlı olabilmektedir (168). Etin dekontaminasyonu ve korunması için bakteriosinlerin etkinliği araştırılmış ve bakteriosinler içerisinde nisinin et dekontaminasyon ajanı olarak özellikle *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ve *Listeria monocytogenes* gibi Gram pozitif mikroorganizmaların gelişmesini inhibe ettiği için yaygın bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (96, 116, 169).

Bakteriosinler ya direkt ürüne eklenerek ya da ürün yüzeyinde bakteriosin üreten mikrobiyal bir kültürün geliştirilmesi ile uygulanabilir. İkinci yöntem in vivo ortamlarda bakteriosin üretim düzeyinin çok düşük olması nedeni ile pek etkili olamamaktadır. Bakteriosinler proteinlerden oluşmakta dolayısıyla proteolitik enzimler veya diğer gıda komponentleri tarafından inaktive edilebilmektedir. Bundan başka, uygulanan bakteri kültürünün gelişmemesi, bakteriosin üretme yeteneğinin olmaması veya hedef mikroorganizmaların dirençli olabilmesi bu yöntemin dezavantajları arasındadır. Karkas dekontaminantı olarak nisin Gram negatif bakterilerin inhibe edilmesinde etkili olmadığı için *Salmonella* spp. ve *E.coli* gibi bakterilerin gelişmesini inhibe etmede ancak ek bir işlem ile birlikte kullanıldığı zaman uygun olmaktadır. Nisinin, EDTA veya sitrik asit gibi

bağlayıcılarla kombine edilmesi *Salmonella* spp. ve diğer Gram negatif mikroorganizmaların gelişmesini inhibe etmekte ve kanatlı derisinin mikrobiyal kalitesi üzerinde 20 ppm'lik klorlu sudan daha iyi etki sağlamaktadır. Nisinin laktik asit ile kombinasyonu sığır etinde hem Gram negatif hem de Gram pozitif mikroorganizmaların gelişimini önlemektedir (22).

Et ürünlerinde starter kültür olarak Laktobasillerin veya Laktokokların kullanılmasının *Brochothrix thermosphacta* ve *Listeria monocytogenes* ile rekabet eden laktik asit bakterilerinin gelişiminin arttırdığı görülmektedir. Bununla birlikte kanatlı karkaslarında Gram negatif bozulma yapıcı mikrofloranın *Lactobacillus* türleri ile inhibe edilemediği belirtilmektedir (22).

Hidrojen Peroksit

Karkas dekontaminasyonu için hidrojen peroksit uygulamasının, patojenlerin kontrolü için etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu görülmektedir (22, 25, 27).

Hidrojen peroksit, başlıca nükleik asitler, proteinler ve yağlara zarar veren radikallerin formasyonunda bakterisidal/bakteriostatik bir etkiye sahip olmaktadır (170, 171). Kanatlı karkaslarında dekontaminasyon amacı ile kullanılacak hidrojen peroksitin minimum etkili dozunun suda % 0.5 (w/v) olduğu, karkaslarda geçici bir beyazlaşmaya ve derinin katalaz aktivitesi ve de kanın oksijen üretmesi nedeniyle soğutma suyunda aşırı derecede köpürmeye neden olduğu bildirilmektedir (22). Fletcher ve arkadaşları (172) sodyum bikarbonat ve hidrojen peroksit kombinasyonunun sprey şeklinde uygulanması sonucu kanatlı etlerinin raf ömründe önemsiz derecede bir artışa sebep olduğunu, bunun uygulama süresinin kısa oluşundan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Ozon

Ozon jeneratörleri bazen mikroorganizmaların gelişmesini kontrol etmek için gıdaların depolandığı odalarda kullanılmaktadır. Sığır karkas dekontaminasyon ajanı olarak ozonun kullanılması ürünün bakteriyel kalitesini arttırmaktadır (27, 173, 174). Sheldon ve Brown (175) yaptıkları bir çalışmada kanatlı karkaslarını ozonlanmış suda soğutmanın karkasta duysal olarak herhangi bir bozulmaya neden olmadığı; ancak uygulamanın psikrotrof bakteriler için yetersiz olduğu (1 log'un altında) ve raf ömründe de artış sağlamadığı sonucuna varmışlardır. Yapılan bir diğer çalışmada ise, ozonlanmış suyun sprey halinde uygulanmasının, sığır etleri için etkili bir bakteriyel sanitasyon yöntemi olduğu bildirilmiştir (176).

Su

Dekontaminasyon yöntemlerinde kullanılan suyun uygun kalitede ve içme suyu standartlarında olması gerekmektedir (25, 27).

Su ile bakterilerin ortamdan uzaklaştırılması yıkama, sprey, daldırma veya buhar uygulaması ile yapılabilmektedir. Saf su ile karkasların yıkanması bakteri yükünde düşük bir azalmaya neden olurken; daldırma ile soğutma süresince broiler karkaslarının mikroorganizma sayısında önemli bir azalma oluşmaktadır. Soğuk suyun karkaslara sprey şeklinde uygulanması ile dekontaminasyon sağlanamamakta hatta uygulamanın aerosoller halinde olması mikrobiyal kontaminasyonun yayılmasına sebep olabilmektedir (22, 166).

Soğuk su ile domuz karkaslarının yüksek basınç altında yıkanması ile mikrobiyolojik kalitede iyileşme görülmüştür (22). Shackelford (177) iç organ çıkartımından önce kanatlı karkaslarının yüksek basınçlı su ile yıkanmasından sonra toplam bakteri sayısında önemli bir azalma olduğunu saptamıştır.

Rodriguez de Ledesma ve arkadaşları (178) kanatlı derilerinin yüzeysel dekontaminasyonu için sıcak su (95 °C) kullanımının derinin mikroflorasında önemli bir düşüş sağladığını bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise 65.6 °C sıcaklığındaki suyun kanatlı derilerinin bakteri yükünde 1 log'luk azalma oluşturduğu saptanmıştır (22).

USDA-FSIS (145) raporlarında kırmızı etler için 74 °C'nin üzerindeki sıcaklıktaki suyun karkastaki sanitize edici bir etki oluşturduğu bildirilmektedir. Ancak bu uygulama kanatlı karkaslarında derinin epidermis katmanındaki olumsuz etkisinden dolayı pratikte kullanım alanı bulunmamaktadır (22). Davey ve Smith (179) sığır karkaslarında yaptıkları bir çalışmada, su sıcaklığı ile *E.coli* sayısının azalması arasında doğru orantılı bir etkinin olduğu; ancak su sıcaklığının 74 °C nin üstüne çıktığı durumlarda karkasın görünüşünde kalıcı bir bozukluğa neden olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Graves ve arkadaşları da (180) yıkamada kullanılan sıcak suyun sığır karkaslarında koliform bakteri sayısını azalttığını belirtmişlerdir.

Gorman ve arkadaşları (176) diğer kimyasal maddeler ile kombine edildiğinde sığır karkasları için 74 °C'deki suyun sprey şeklinde uygulanmasının en yararlı dekontaminasyon uygulaması olduğunu, bununla birlikte ozon, hidrojen peroksit veya TSP gibi kimyasal uygulamaların ise tercihen düşük sıcaklıklarda (16–35 °C) uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Karkaslarda bakteriyel kontaminasyonu azaltmada sıcak suyun (80–85 °C) sprey tarzında uygulanmasının daha etkili olduğu bildirilmektedir. (25, 105, 116, 130). Sıcak su

ile kontaminasyonda istenilen etkinin oluşumunun; suyun sıcaklığı, hortum başının karkas yüzeyine uzaklığı, spreyin hacmi, hortum ağzının şekli gibi faktörlere bağlı olduğu belirlenmiştir (130).

Kelly ve arkadaşlarının (181) yaptığı çalışmada 80 °C ve daha yüksek sıcaklıklardaki suyun kuzu karkaslarına sprey olarak uygulanması sonucu aerobik canlı bakteri sayısının $1.0 \log_{10}/\text{cm}^2$ 'den daha fazla düzeylerde azalma sağladığı bildirilmiştir.

Barkate ve arkadaşları (182) son yıkamadan önce sıcak su spreyi (95 °C) kullanarak sığır karkaslarının sıcaklığının yaklaşık 10 saniye içinde 82 °C'ye çıkarılmasının aerobik mezofilik genel canlı sayısında $1.3 \log_{10} \text{cm}^2$ 'lik bir azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Gorman ve arkadaşları (176) sığır karkaslarında sprey uygulamasının suyun basıncı ve sıcaklığı sırasıyla; 2.76 dan 18.89 bar ve 16 ve 35 °C'den 74 °C ye çıkarıldığında fekal kontaminasyonun ve *E.coli*' nin ortadan kaldırılmasında daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Acuff ve arkadaşları (183), sığır karkasları 12.5 cm uzaklıktan 95 °C de su kullanarak 5 saniye süre ile spreylendiğinde toplam koliform, *Salmonella* Typhimurium ve *E.coli* O157:H7 sayılarında önemli bir azalmanın oluştuğunu bildirmişlerdir.

Gill ve arkadaşları (184) domuz karkaslarına 85 °C de 10 saniye süre ile uygulanan sıcak suyun toplam aerobik bakteri, koliform bakteri ve *E.coli* sayısında sırasıyla 1, 2 ve 1 log'luk bir azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Sıcak su uygulamasının karkasın rengi üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulması gereken faktörlerden birisidir. Sıcak su uygulamasının bir sonucu olarak karkaslarda geçici olarak renk bozukluğu oluşmakta fakat 24 saat soğutmadan sonra orijinal renk tekrar elde edilmektedir (130).

Castillo ve arkadaşları (185) 80 °C'nin üzerindeki sıcaklıklardaki suyun sığır karkaslarının yüzeyinde kalıcı bir renk değişimi oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Buhar

Karkasın basınçlı buhara maruz bırakılması termal dekontaminasyon tekniklerinden birisidir (22, 24, 25, 105, 131). Çeşitli araştırmacılar buhar pastörizasyonunun karkaslardaki mikroorganizma sayısını düşürdüğünü bildirmiştir (24, 26, 30, 36, 64, 101, 186). USDA-FSIS (145) karkas dekontaminasyonu için buhar kullanımına izin vermektedir ve buhar pastörizasyon sistemleri ABD'de büyük sığır kesim tesislerinde ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (24).

Etkili ısı transferi, et yüzeyinde kalıntı bırakmaması buharın avantajları arasındadır. Buharın dezavantajları ise; devam eden üretim prosesinde uygulanmasının zor olması ve karkaslarda hasara neden olmamak için kısa sürede uygulanması gerekliliğidir (22).

Buhar pastörizasyon uygulamalarında basınçlı buharın yüzeye yaklaşık 6 saniye uygulanması ile bakteriyel azalma sağlanmakta, daha uzun süre uygulanması ise karkasın renk bozukluklarına sebep olabilmektedir (25).

Et rengi üzerinde buhar pastörizasyonunun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Phebus ve arkadaşları (187) 15 saniyeden daha kısa süre buhar pastörizasyonu uygulandığında et renginin grileştiğini; fakat 24 saatlik soğutma sonrasında kabul edilebilir renge dönüştüğünü saptamışlardır.

Morgan ve arkadaşları (188) 126–139 °C’de buhar uygulayarak kanatlı karkaslarında *Listeria innocua* sayısında 3 log’luk bir azalma sağlamışlardır. Dorsa ve arkadaşları (119) sığır eti yüzeyinde *E.coli* O157:H7’nin kontrolü için buhar uygulamasının olumlu sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir.

Yüksek Hidrostatik Basınç

Yüksek basınç uygulaması ile bakterilerin ortadan kaldırılması fiziksel bir yöntemdir. Uygulamada Gram pozitif bakterileri öldürmek için 600 MPa’ya kadar bir basınç kullanılmaktadır. Bu teknik kanatlı hayvanlar gibi küçük karkaslar ile sucuk, jambon ve diğer et ürünleri, kıyma, mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış (MDM) kanatlı etlerine uygulanabilmektedir. Bununla beraber ürünlerde renk bozukluğu oluşabildiği de bildirilmektedir (22, 189).

Gama Radyasyon

Gıda ışınlama, son ürünün dekontaminasyonu için etkili bir prosestir. ABD’de en son tüketici anketlerinde, tüketicilerin gıda ışınlama ile; gıda katkıları, pestisit veya ilaç kalıntıları, hormonlar ve mikroorganizmalar gibi diğer tehlikelerden daha az ilgilendiğini ortaya çıkarmıştır (22, 26).

Yogasumdran (190) broiler butlarında *Campylobacter* spp. sayısını azaltmak amacıyla fiziksel ve kimyasal yöntemleri karşılaştırdığı çalışmasında, gama ışını ışınlamanın, glutaraldehit ve klorin uygulamasından daha etkili olduğunu saptamıştır.

Darbeli alan elektrik akımı

Darbeli alan elektrik günümüzde sığır eti endüstrisinde karkasların elektrostimülasyonu için kullanılmaktadır. Yapılan uygulamanın bakteriyel gelişmenin lag fazını uzatarak bakteri sayısında azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (22, 191).

Elektrik stimülasyonunun etkisinin araştırıldığı çalışmalar sonucunda, yüksek voltaj elektrik stimülasyonunun toplam bakteri sayısını azaltmada etkili olabildiği ve soğuk depolamada etin raf ömrünü uzatabildiği belirlenmiştir (75, 191).

Li ve arkadaşları (192) kanatlı soğutma suyunda elektrik stimülasyon ile tuz veya TSP kombinasyonunun kullanılması sonucunda kanatlı karkaslarındaki *C.jejuni*'nin yıkımlandığını saptamışlardır.

Ultrasonik Enerji

Ultrasonik enerji uygulanmasında karkasların suya daldırılması gerektiğinden bu teknik sadece kanatlı karkasları gibi küçük karkaslar için uygun olmaktadır. Bakterisidal etki, hücre yapısının bozulması ile şekillenmekte, pH değeri ve sıcaklığın değiştirilmesi veya klorlama ile arttırılabilmektedir. Dekontaminasyon amacıyla haşlama suyunun sonifikasyonu, kanatlı ve domuz endüstrisinde uygulanabilmektedir (22, 193, 194).

UltraViyole Işık

UV genellikle suyun dekontaminasyonu için kullanılmaktadır. Et muhafaza depolarında ve işleme alanlarında sürekli UV ışınının kullanılması, atmosferle taşınan bakteriyel yükün kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak deri yüzeyinin düzensiz olması, kıl ve tüy foliküllerinin oluşturduğu gölge alanlar UV ışınlarının etkisini azalttığından et yüzeyinin dekontaminasyonu amacı ile kullanımı uygun görülmemektedir (22).

Laktoferrin

Laktoferrin doğal olarak süt, salya, gözyaşı, seminal sıvı, musin ve nötrofillerin ikincil granüllerinde bulunabilen antimikrobiyal etkili bir glikoproteindir. Etin yüzeyinden mikrobiyal kontaminasyonu azaltmak için sınırlı olarak kullanılmaktadır (24, 25, 195, 196).

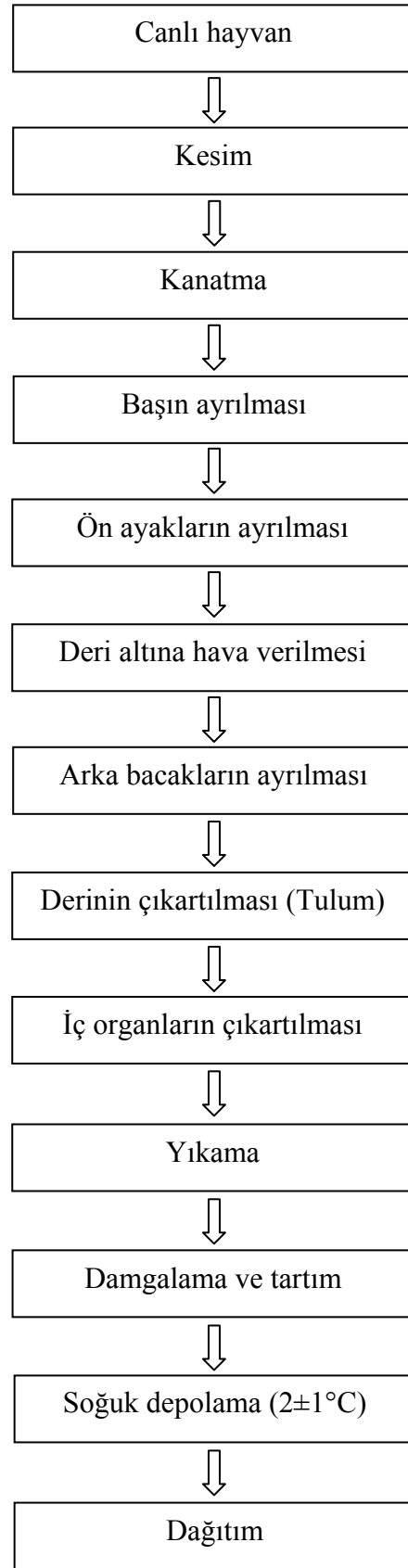
GEREÇ ve YÖNTEM

GEREÇ

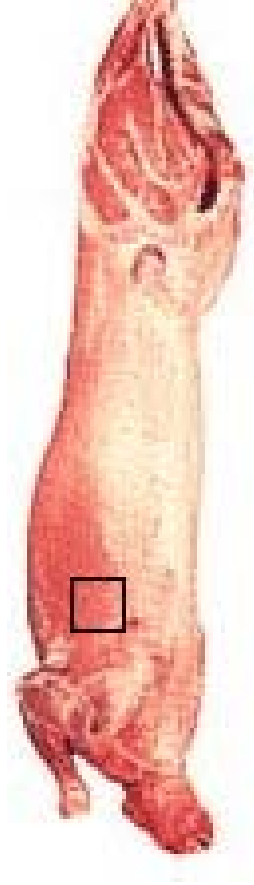
Çalışmada materyal olarak kullanılan 100 adet koyun karkası, Bursa'da faaliyet gösteren özel sektöre ait 1. sınıf bir mezbahadan temin edildi. Mezbahada uygulanan koyun kesim aşamaları Şekil 2' de belirtilmiştir. İşletmeye Mart-Haziran 2006 ayları arasında değişik zamanlarda gidilerek, kesimi takiben karkaslara soğuk depoya girmeden önce % 1 ve % 2'lik yoğunluklarda hazırlanan ticari laktik asit solüsyonu 30 saniye süre ile sprey şeklinde uygulandı. Laktik asidin iki farklı yoğunlukta kullanılması ile oluşabilecek karışıklığın önüne geçilebilmesi için; % 1'lik laktik asit uygulaması yapılacak olan 50 adet koyun karkası 1. grup, % 2'lik laktik asit uygulaması yapılacak diğer 50 adet karkas da 2. grup olarak belirlendi.

Çalışmanın ilk aşamasında; 1. gruba ait karkasların göğüs bölgesinin (Şekil 3) (30, 197) sağ yarımından laktik asit solüsyonu uygulamasını takiben 30 dakika bekletildikten sonra örnekler alındı. Laktik asit solüsyonu uygulanmayan karkasların sol yarımını ise kontrol örneklerinin alımında kullanıldı. Benzer işlemler 2. gruba ait karkaslarda da aynı şekilde tekrarlandı.

Sonraki aşamada, yukarıda belirlenen 2 uygulama ve 2 kontrol grubuna ait karkasların her birinden 24 saat soğuk depoda ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) bekletmeyi takiben diğer örnekler alındı. Sonuç olarak; aseptik şartlar altında alınan her bir gruba ait 50 adet olmak üzere toplam 400 adet örnek mikrobiyolojik olarak aerobik mezofilik genel canlı, koliform bakteriler ve *E.coli* sayısı yönünden incelenmek üzere laboratuvara getirildi.



Şekil 2: Koyun kesimi akım şeması



Şekil 3: Çalışmada kullanılan koyun karkaslarından örnek alım bölgesi

YÖNTEM

Örneklerin Alınması

Karkas yüzey örnekleri, bir kenarı 10 cm olan kare şeklindeki steril metal plaka ile belirlenen 100 cm²'lik alandan steril svaplar ile alındı. Alınan örnekler % 0.1'lik steril peptonlu su bulunan tüpler içerisine konularak, soğuk muhafazalı taşıyıcı kaplar ile 2 saat içerisinde analiz edilmek üzere laboratuara getirildi (198, 199).

Örneklerin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması

Tekniğine uygun olarak alınan örnekler, bakteriyolojik analizler için % 0.1'lik steril peptonlu su ile 10⁻⁵ basamağına kadar sulandırıldıktan sonra aranacak mikroorganizmalara göre dökme plak ve yüzey yayma plak yöntemleri kullanılarak, çift paralelli ekimler yapıp analizlere tabi tutuldu (200).

Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Aerobik mezofilik bakteri sayımı için; Plate Count Agar (PCA, OXOID CM 325)'a hazırlanmış olan dilüsyonlardan yüzey yayma plak yöntemi kullanılarak ekim yapıldı ve 37 °C'de 24–48 saatlik aerobik inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayıldı (201, 202).

Koliform Bakterilerin Sayımı

Koliform bakterilerin sayımı için; Violet Red Bile Agar (VRB, OXOID CM 107)'a çift katlı dökme plak yöntemi kullanılarak ekimi yapılan plaklar, 37 °C'de 24 saat süre ile aerobik inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda oluşan koyu pembe renkli koloniler sayıldı (202, 203).

***E. coli* Sayımı**

E.coli sayımında, Violet Red Bile Agar (VRB, OXOID CM 107)'da üreyen koyu pembe renkli presipitasyonlu 5 adet tipik koloni seçilerek Lactose Broth (OXOID, CM 137)'a inoküle edilip 37 °C'de 48 saatlik inkübasyon sonunda gaz oluşumu gözlenen tüplerden Eosine Methylene Blue Agar'a öze ile ekim yapıldı. 37 °C'de 24 saatlik inkübasyon sonucunda metalik refle veren kolonilere identifikasyon için biyokimyasal testlerden İndol, Metil Red, Voges Proskauer ve Sitrat testleri (IMViC) uygulandı. Tipik koloni sayısı ile IMViC testi sonucunda *E.coli* pozitif sonuç veren koloni sayısının çarpımının, IMViC testi uygulanan tipik koloni sayısına bölümü ile elde edilen değer in dilüsyon oranı ile çarpımı sonucunda, *E.coli* sayısı tespit edildi (201, 202, 203).

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için SPSS 10.0 paket programı kullanıldı (204). Mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen sayısal değerlerin log₁₀ tabanına göre karşılıkları tespit edildi. İncelenen mikroorganizma sayıları açısından gruplar arasındaki farklılıklar ile önem derecelerinin belirlenmesinde Student's t Testi uygulandı.

BULGULAR

Bu çalışmada, Bursa’da faaliyet gösteren özel sektöre ait 1. sınıf bir mezbahaya değişik zamanlarda gidilerek kesimi takiben koyun karkaslarına soğuk depoya girmeden önce % 1 ve % 2’lik yoğunluklarda hazırlanan ticari laktik asit solüsyonunun 30 saniye süre ile sprey şeklinde uygulanmasının ardından 30 dakika ve soğuk depoda 24 saat bekletildikten sonra karkaslardan alınan örnekler mikrobiyolojik olarak aerobik mezofilik genel canlı, koliform bakteriler ve *E.coli* sayısı yönünden incelenmiştir.

1. % 1 Laktik Asit Uygulanan 1. Grup Koyun Karkaslarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

1. gruba ait kontrol grubu karkas örneklerinde ortalama aerobik mezofilik genel canlı, koliform bakteriler ve *E. coli* sayıları sırası ile 4.99, 3.08 ve 2.36 log kob/cm² düzeylerinde tespit edilmiştir (Tablo 2). Laktik asit uygulanmasından 30 dakika sonra aerobik mezofilik genel canlı sayısının 3.42 log kob/cm², koliform bakterilerin sayısının 0.39 log kob/cm² ve *E.coli* sayısının 0.30 log kob/cm² düzeylerine azaldığı gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, incelenen tüm mikroorganizmalar açısından kontrol grubu ile uygulama grubu arasındaki farklılığın önemli (p<0.001) olduğu sonucuna varılmıştır. Buna paralel olarak, karkasların soğuk depoda bekletilmeleri sonrasında kontrol grubu ve uygulama grubuna ait karkas örneklerinden elde edilen bulgular incelendiğinde iki grup arasındaki farklılık yine tüm mikroorganizmalar açısından önemli bulunmuştur (p<0.001).

Kontrol ve uygulama gruplarına ait örneklerde soğuk depoda bekletmenin etkisini belirlemek amacı ile yapılan istatistiksel analizler sonucunda, kontrol grubu örneklerde aerobik mezofilik genel canlı sayısındaki artışın önemli olmadığı; ancak koliform bakteriler ve *E.coli* sayılarındaki azalmanın ise önemli olduğu (p<0.05) saptanmıştır. Aynı şekilde % 1 laktik asit uygulaması yapılan örneklerin 24 saat soğuk depoda bekletilmeleri sonucunda, aerobik mezofilik genel canlı sayısındaki artış önemli (p<0.05) bulunurken; koliform bakteriler ve *E.coli* sayısındaki artışın önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. % 1 laktik asit uygulaması yapılan koyun karkaslarında (n=50) tespit edilen mikroorganizma düzeyleri (log kob/cm²)

	Kontrol $\bar{x} \pm S_x$	Uygulama $\bar{x} \pm S_x$	Kontrol soğuk depo $\bar{x} \pm S_x$	Uygulama soğuk depo $\bar{x} \pm S_x$
Aerobik mezofilik genel canlı	4.99 ± 0.08	3.42 ± 0.12	5.05 ± 0.06	3.75 ± 0.09
Koliform bakteriler	3.08 ± 0.13	0.39 ± 0.11	2.67 ± 0.12	0.51 ± 0.12
<i>E. coli</i>	2.36 ± 0.14	0.30 ± 0.09	1.90 ± 0.17	0.32 ± 0.10

2. %2 Laktik Asit Uygulanan 2. Grup Koyun Karkaslarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

2. Gruba ait kontrol grubu karkas örneklerinde ortalama aerobik mezofilik genel canlı, koliform bakteriler ve *E.coli* sayıları sırası ile 5.03, 2.98 ve 2.23 log kob/cm² düzeylerinde tespit edilmiştir (Tablo 3). Laktik asit uygulanmasından 30 dakika sonra aerobik mezofilik genel canlı sayısının 3.26 log kob/cm², koliform bakteriler ve *E.coli* sayısının saptama sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, incelenen tüm mikroorganizmalar açısından kontrol grubu ile uygulama grubu arasındaki farklılığın önemli (p<0.001) olduğu sonucuna varılmıştır. Buna paralel olarak, soğuk depoda bekletilmeleri sonrasında kontrol grubu ve uygulama grubuna ait karkas örneklerinden elde edilen bulgular incelendiğinde iki grup arasındaki farklılık yine tüm mikroorganizmalar açısından önemli bulunmuştur (p<0.001).

Kontrol ve uygulama gruplarına ait örneklerde soğuk depoda bekletmenin etkisini belirlemek amacı ile 2. Grup karkaslara ait kontrol grubu örneklerin yapılan istatistiksel analizleri sonucunda aerobik mezofilik genel canlı sayısındaki artışın önemli olmadığı, koliform bakteri sayısındaki azalma önemli bulunurken (p<0.01), *E.coli* sayısındaki azalmanın ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde % 2 laktik asit uygulaması yapılan örneklerin 24 saat soğuk depoda bekletilmeleri sonucunda, incelenen tüm mikroorganizmalar açısından tespit edilen artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. % 2 laktik asit uygulaması yapılan koyun karkaslarında (n=50) tespit edilen mikroorganizma düzeyleri (log kob/cm²)

	Kontrol $\bar{x} \pm S_x$	Uygulama $\bar{x} \pm S_x$	Kontrol soğuk depo $\bar{x} \pm S_x$	Uygulama soğuk depo $\bar{x} \pm S_x$
Aerobik mezofilik genel canlı	5.03 ± 0.09	3.26 ± 0.10	5.24 ± 0.09	3.57 ± 0.11
Koliform bakteriler	2.98 ± 0.12	0.00 ± 0.00	2.46 ± 0.14	0.15 ± 0.07
<i>E. coli</i>	2.23 ± 0.12	0.00 ± 0.00	1.85 ± 0.16	0.05 ± 0.02

3. İncelenen Mikroorganizma Grupları Bakımından %1 ve %2 Laktik Asit Uygulaması Yapılan Karkas Gruplarının Karşılaştırılması

Aerobik mezofilik genel canlı sayısı % 1'lik laktik asit uygulaması sonucu % 31.46 (1.57 log kob/cm²) oranında düşerken; % 2'lik laktik asit uygulamasında bu oran % 35.18 (1.77 log kob/cm²) olarak belirlenmiştir. % 1'lik laktik asit uygulaması yapılan karkasların soğuk depoda 24 saat bekletilmeleri sonucu aerobik mezofilik genel canlı sayısındaki artış % 9.65 (0.33 log kob/cm²) olurken; % 2'lik laktik asit uygulaması yapılan karkaslarda ise % 9.51 (0.31 log kob/cm²) olarak tespit edilmiştir.

% 1'lik laktik asit uygulaması koliform bakteri sayısını % 87.34 (2.69 log kob/cm²) oranında düşürürken; % 2'lik laktik asit uygulamasında bu oran % 100 (2.98 log kob/cm²) olarak belirlenmiştir. % 1'lik laktik asit uygulaması yapılan karkasların soğuk depoda 24 saat bekletilmeleri sonucu koliform bakteri sayısındaki artış % 30.76 (0.12 log kob/cm²) olurken; % 2'lik laktik asit uygulaması yapılan karkaslarda ise % 15.00 (0.15 log kob/cm²) olarak tespit edilmiştir.

% 1'lik laktik asit uygulaması *E.coli* sayısını % 87.29 (2.06 log kob/cm²) oranında düşürürken; % 2'lik laktik asit uygulamasında bu oran % 100 (2.23 log kob/cm²) olarak belirlenmiştir. % 1'lik laktik asit uygulaması yapılan karkasların soğuk depoda 24 saat bekletilmeleri sonucu *E.coli* sayısındaki artış % 6.67 (0.02 log kob/cm²) olurken; % 2'lik laktik asit uygulaması yapılan karkaslarda ise % 5.00 (0.05 log kob/cm²) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. 1. Grup ve 2. Grup Koyun Karkaslarının İncelenen Mikroorganizmalar Açısından Karşılaştırılması (log kob/cm²)

	Aerobik mezofilik genel canlı		Koliform bakteriler		<i>E.coli</i>	
	% 1 $\bar{x} \pm S_x$	% 2 $\bar{x} \pm S_x$	% 1 $\bar{x} \pm S_x$	% 2 $\bar{x} \pm S_x$	% 1 $\bar{x} \pm S_x$	% 2 $\bar{x} \pm S_x$
Kontrol	4.99 ± 0.08	5.03 ± 0.09	3.08 ± 0.13	2.98 ± 0.12	2.36 ± 0.14	2.23 ± 0.12
Uygulama	3.42 ± 0.12	3.26 ± 0.10	0.39 ± 0.11	0.00 ± 0.00	0.30 ± 0.09	0.00 ± 0.00
Kontrol soğuk depo	5.05 ± 0.06	5.24 ± 0.09	2.67 ± 0.12	2.46 ± 0.14	1.90 ± 0.17	1.85 ± 0.16
Uygulama soğuk depo	3.75 ± 0.09	3.57 ± 0.11	0.51 ± 0.12	0.15 ± 0.07	0.32 ± 0.10	0.05 ± 0.02

TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda önem kazanan “ahırdan sofraya gıda güvenliği” kavramında, etin tüketicilere sağlıklı sunulması önem kazanmıştır. Bu süreç, sağlıklı hayvan yetiştirme ve sağlıklı hayvandan sağlıklı hayvansal ürün üretmekle başlayıp, bu ürünlerin insanlara güvenli olarak ulaşmasına kadar devam etmelidir. Sağlıklı kasaplık hayvandan, sanitasyon kurallarına uyularak elde edilen etin mikrobiyolojik açıdan risk taşıması gerekir. Ancak yapılan araştırmalarda et ve et ürünlerinde mikroorganizmaların hemen her çeşidi saptanmış ve bunların gıda zehirlenmeleri yanında kalite bozukluğuna neden oldukları ortaya konulmuştur. Hayvansal gıdalarla çok çeşitli hastalık etkeninin insana geçme olasılığı da güncelliğini korumaktadır.

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et ve et ürünleri, sağlıklı hayvanlardan sağlandıkları ve hijyenik şartlara uyularak uygun koşullarda işlendikleri takdirde mikrobiyolojik açıdan güvenilir nitelik taşımaktadırlar. Mikrobiyolojik kalite adı altında o etin veya ürünün sağlık açısından risk taşımadığı anlaşılmasına rağmen, bu durum ancak teorik olarak mümkündür. Et zengin besin maddesi ve su içermesi nedeniyle mikroorganizmalar için çok iyi bir üreme ortamıdır. Yetiştirme ve kesim aşamalarında gerekli önlemler alınmadığı takdirde çeşitli mikroorganizmalar eti kontamine ederek hem et ve et ürünlerinde kalite bozukluğuna bağlı ekonomik kayıpların oluşmasına hem de tüketicilerde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (7–9, 12, 28, 42).

Ete mikroorganizmaların bulaşması kesim öncesi, kesim sırasında ve kesim sonrası olmak üzere 3 şekilde olmaktadır. En fazla kontaminasyonun gerçekleştiği ve kontaminasyon yollarının içerisinde en önemlisi olan kesim sonrası (postmortem) safha, et kalitesi ve hijyeni üzerinde en önemli rolü olan bulaşma şeklidir. Taze etin bakterilerle ilk bulaşma kaynağı ayaklar, deri, iškembe ve bağırsaklar olmaktadır. Kesim yerinin zemini de bulaşma kaynağı olarak önem taşımaktadır. Kanın akıtılmasını takiben baş ve ayakların kesilmesi, derinin yüzülmesi, iç organların çıkarılması, karkasların parçalanması sırasında; kesim bıçakları, deri, ayak, sindirim sistemi içeriği, personelin el ve elbiseleri, çizmeleri, taşıma arabaları, ortam atmosferi, karkas ve ekipmanların yıkanmasında kullanılan sular, ambalaj materyalleri, alet ve ekipmanlar ile etler kontamine edilmektedir. Ayrıca, soğutma odaları, soğutucu ajanlar, muhafaza depoları da hava kaynaklı mikroorganizmaların kontaminasyonunda etkili olmaktadır. Üründeki mikroorganizma sayısının az olması dayanıklılığı arttırır. Bir üründe ne kadar az çoğalmaya hazır mikroorganizma varsa, kritik sayıya ulaşmak için geçen süre de o kadar uzun olmakta ve mevcut mikroorganizmalar

ortamda bulunan çoğalmayı önleyici faktörlerin etkisi altında o kadar uzun kalmaktadır (7–9, 11, 12, 24, 27, 29, 36, 38, 43–45, 50, 52–58).

Çalışmamızda % 1 ve % 2'lik yoğunluklarda laktik asit uygulanan koyun karkaslarının kontrol gruplarına ait ortalama aerob mezofil genel canlı sayısı sırasıyla 4.99 ve 5.03 log kob/cm² düzeylerinde bulunmuştur.

Aerob mezofil genel canlı sayısını; Dülger (205) hipermarket ve süpermarketlerden aldığı kuzu etinin farklı parçalarında 10³–10⁶ kob/g düzeyleri arasında, Göğüş (206) antibiyotik uygulanan kuzu karkaslarının kontrol grubuna ait örneklerin bel ve but bölgesinde ortalama 10⁴ kob/g, Gill ve Baker (72) koyun karkaslarında kesimi takiben yıkama işleminden sonra ortalama 2.97 log₁₀/100 cm², Rao ve Ramesh (53) yaptıkları çalışmada koyun karkaslarının % 86.6'sında 3.0–4.9 log/cm² düzeylerinde, Biss ve Hathaway (66) yüzümü takiben yapılan yıkama sonrası kuzu karkaslarının temiz alanlarında 3.98-4.44 log kob/cm², fekal içerikle kontamine olmuş alanlarda ise 6.00 log kob/cm², Sunner ve arkadaşları (207) büyük kapasiteli mezbahalardaki koyun karkaslarında ortalama 2.8 log/cm², küçük kapasiteli olan mezbahalardaki koyun karkaslarında ise 2.44 log/cm² düzeylerinde bulmuşlardır.

Başlangıç bakteri yükü dikkate alındığında, çalışmamızda elde edilen bulgular ülkemizde yapılan diğer çalışmalar ile uyum gösterirken (205, 206); yurt dışında yapılan çalışmalardan (53, 66, 72, 207) daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bu durumun, ülkemiz genelinde olduğu gibi çalışmanın gerçekleştirildiği mezbahada kuzu kesiminin çok yoğun olduğu zamanlarda, kesimin büyük bir kısmının yerde yapılması, işletmede hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmaması ve özellikle de personel hijyenine gereken önemin verilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçta mezbahaların taşınması gereken asgari teknik ve hijyenik şartlara uyulmadığını, ilgili yasal düzenlemelerin göz ardı edildiği ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda % 1 laktik asit uygulanan karkasların kontrol grubuna ait ortalama koliform bakteri ve *E.coli* sayısı 3.08 ve 2.36 log kob/cm², % 2 laktik asit uygulanan karkasların kontrol grubuna ait örneklerde ise ortalama koliform bakteri ve *E.coli* sayısı 2.98 ve 2.23 log kob/cm² düzeylerinde saptanmıştır.

Gill ve Baker (72) koyun karkaslarında kesimi takiben yıkama işleminden sonra koliform bakteri ve *E.coli* sayısını 1.75 ve 1.53 log₁₀/100 cm² düzeylerinde, Dülger (205) ise kuzu etinin farklı parçalarında koliform bakteri ve *E.coli* sayısını <10¹–10⁵ ve <10¹–10⁴ kob/g seviyelerinde belirlemiştir. Sunner ve arkadaşları (207) büyük kapasiteli mezbahalardaki koyun karkaslarında % 61.5, küçük kapasiteli olanlarda ise % 18.5

oranında *E.coli* pozitif bulmuşlardır. Biss ve Hathaway (66) *E.coli* sayısını yüzümü takiben yapılan yıkama sonrası kuzu karkaslarının temiz alanlarında 0.96-1.51 log kob/cm², fekal içerikle kontamine olmuş alanlarda ise 3.00 log kob/cm² düzeylerinde bulmuşlardır.

Koliform bakteri ve *E.coli* sayısı yönünden bulgularımız ülkemizde yapılan çalışmalarla paralellik gösterirken (205, 206), yurt dışında yapılan çalışmalardan (66, 207) yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bu durum kesim hijyenine önem verilmesi gereğini vurgulamaktadır.

Kesim ve işleme süresince sağlıklı üretim uygulamaları (SMP-Sanitary Manufacturing Practices) bakteriyel kontaminasyonun azaltılmasında etkili olmakta; fakat yeterli redüksiyon sağlanamamaktadır (96). Bu nedenle, son yıllarda et ürünlerinin raf ömrünü arttırmak ve tüketicilerin de güvenli gıdaya olan taleplerini karşılamak için karkas dekontaminasyon teknolojisi dikkat çekmekte ve başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (22, 24, 28, 41, 97–100). Dekontaminasyon yöntemleri ile yüzey kontaminasyonu azaltılarak mikrobiyal gelişme önlenmekte veya sınırlandırılmaktadır (29, 30, 36, 101–103). Bu amaçla uygulanan organik asitler içerisinde yaygın kullanım alanına sahip olan laktik asit solüsyonlarıdır. Laktik asidin özellikle patojen bakteriler üzerine olan olumlu etkisinden dolayı bir çok araştırmacı tarafından farklı türlerdeki karkaslarda, değişik yoğunluklarda ve uygulama şekillerinde denenerek bir çok çalışma yapılmıştır (96, 208).

Van Netten ve arkadaşları (152) domuz karkas yüzeyine % 2'lik yoğunluktaki laktik asit solüsyonunun 30 saniye süre ile uygulanmasının, daha önceden inokule edilmiş *Salmonella* Typhimurium sayısını tespit edilebilir düzeyin altına düşürdüğünü saptamışlardır.

Konstantinos ve arkadaşları (141) yaptıkları bir çalışmada, 55°C'de % 2 laktik asit solüsyonunun *L.monocytogenes* sayısını 1.43 log kob/cm² düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Hardin ve arkadaşları (120) sığır karkasının yıkanmasını takiben % 2'lik laktik asit solüsyonunun sprey tarzında uygulanması sonucu *E.coli* O157:H7 ve *Salmonella* Typhimurium sayısında önemli bir düzeyde azalma şekillendiğini; uygulamanın sadece su kullanarak yapılan yıkamadan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, bu uygulamaların kan akıtmayı takiben 45 dakika içerisinde karkas hala sıcakken yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalıcıoğlu ve arkadaşları (107) sığır karkaslarına % 2'lik laktik asit spreyinden önce noniyonik bir surfaktan olan Tween 20 (% 5 vol./vol.) uygulamasının etkinliğini inceledikleri çalışmalarında; steril su, laktik asit ve laktik asidin sodyum benzoatla

kombinasyonunun uygulandığı karkas parçaları için, *E.coli* O157:H7'nin ortalama toplam redüksiyonunun sırasıyla 2.0, 3.1 ve 3.4 log kob/cm² olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmacılar, Tween 20'nin, hidrofobik etkisi ile bakterinin karkasa bağlanabilmesini önleyebildiği; böylece bakteri hücrelerinin laktik asidin etkisine karşı daha savunmasız kalabildiğini belirtmişlerdir.

Laktik asidin % 1–2 yoğunluklarda solüsyonlarının kullanılması, renk ve tat gibi organoleptik karakteristikler etkilenmeksizin hemen kesimden sonra ve depolama süresince kanatlı karkaslarında bakteriyel sayıyı 0.8–2.3 log azaltmaktadır (28). Bautista ve arkadaşları (153) yaptıkları bir çalışmada hindi karkaslarına % 1.24'lük laktik asit solüsyonunu sprey şeklinde uygulamaları sonucu, toplam aerobik bakteri sayısında önemli bir düşüş (2.4 log) olduğunu saptamışlardır. Tosun ve Tamer (209) kanatlı karkaslarına % 1'lik laktik asit solüsyonu uygulamaları sonucu aerobik mezofilik bakteri, koliform bakteri ve *E.coli* sayısında sırasıyla, 1.259, 1.685, 2.023 log'luk bir redüksiyon gözlendiğini bildirmişlerdir.

Dekontaminasyon amacı ile farklı iki yoğunlukta hazırladığımız laktik asit solüsyonlarının incelenen mikroorganizmalar açısından etkinliğinin farklı olduğu saptanmıştır. % 1 ve % 2 laktik asit uygulaması sonucu aerobik mezofilik genel canlı sayısında 1.57 ve 1.77 log kob/cm², koliform bakterilerin sayısında 2.69-2.98 log kob/cm² (% 100) ve *E.coli* sayısında da 2.06-2.23 log kob/cm² (% 100) seviyelerinde azalmalar olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

Martinez ve arkadaşları (96) sığır karkaslarına % 1.5'lik laktik asit uyguladıkları çalışmalarında, laktik asit karkas yüzeyinde aerobik mezofilik genel canlı sayısında 2 log kob/cm²'lik bir azalma sağlarken özellikle koliform bakteri ve *E.coli* sayılarındaki redüksiyonun ise 2 log kob/cm²'lik düzeyin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızda laktik asit uygulamasının koliform bakteriler ve *E.coli* üzerindeki etkisi ile uyum göstermektedir.

Van der Marel ve arkadaşları (210) % 1 ve % 2'lik laktik asit uygulamalarının etkinliğini karşılaştırdıkları bir diğer çalışmada, karkasta aerobik mezofilik genel canlı sayıları bakımından herhangi bir farklılık gözlemlenmemiş olmalarına rağmen; çalışmamızda, % 2'lik laktik asit uygulamasının incelenen tüm mikroorganizmalar açısından % 1'lik yoğunluğa oranla daha fazla bir redüksiyona sebep olduğu tespit edilmiştir. Woolthius ve Smulders (197) ile Castillo ve arkadaşları (151) da bulgularımızı destekler şekilde uygulanan laktik asidin yoğunluğunun artırılması ile yüzey bakteri sayısında daha büyük bir redüksiyon saptadıklarını bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda (97, 211), organik asitlerin karkas yüzeyinde toplam aerobik bakteri sayısında 1 ila 2 log'luk bir düşüş etkisine sahip olduğu görülmüştür. Çeşitli mezbahalarda 55 °C'de % 1'lik laktik asit spreyinin bakteriyel etkinliği karşılaştırılmış ve asit uygulaması sonrası hemen soğutucuya konan karkasların yüzey kontaminasyonunda mikroorganizma sayısının 1.8–1.9 log düştüğü belirlenmiştir (97).

Woolthius ve Smulders (197), dana karkaslarının farklı bölgelerine % 1.25 oranındaki laktik asit solüsyonunu sprey tarzında uygulamış ve sonuçta aerob genel canlı sayısının, göğüs kısmında 0.8 log₁₀, perineal bölgede ise 1.3 log₁₀ düzeylerinde azaldığını, % 2'lik yoğunluğun ise tüm karkas yüzeylerinde 2.5 log₁₀'luk bir redüksiyon sağladığını tespit etmişlerdir.

Ramirez ve arkadaşları (148) kuzu karkaslarında farklı kimyasal dekontaminasyon maddelerinin etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında, yıkamayı takiben 9 saniye süre ile 55 °C'deki % 2'lik laktik asit solüsyonu sprey şeklinde uygulamış, bu uygulamanın *E.coli* ve aerob genel canlı sayısını 1.6 log₁₀/cm² düzeyinde azalttığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, ayrıca laktik asidin TSP ile kombine uygulanmasının *E.coli* ve aerob genel canlı sayısında sırasıyla 1.8 ve 1.5 log₁₀/cm²'lik bir redüksiyon sağladığı ve laktik asit ve TSP'nin ister tek başlarına ister kombine olarak kullanılmasının aerob genel canlı ve özellikle *E.coli* sayısını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir.

Dubal ve arkadaşları (29) koyun/keçi karkaslarına % 2 laktik asit solüsyonunu sprey tarzında 2–4 dakika süre ile uygulamışlar ve aerob genel canlı sayısında 0.52 log kob/g, *E.coli* sayısında ise 0.42 log kob/g'lık bir düşüş saptamışlardır.

Smulders (212)'in yaptığı çalışmada, % 2'lik laktik asit solüsyonunun dana karkaslarının yüzey bakteri sayısında 1.5 log'luk bir redüksiyon oluşturduğu belirlenmiştir. Snijders ve arkadaşları (149) kesim prosesinin farklı noktalarında, sığır, dana ve domuz karkaslarında laktik asit kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlar ve sonuç olarak laktik asit uygulamasının postmortemin ilk safhalarında sıcak karkas yüzeyine uygulandığı zaman toplam aerobik canlı sayısını 1.5 log'luk düzeyde azalttığını tespit etmişlerdir.

% 1 ve % 2'lik yoğunluklarda hazırlanan laktik asit solüsyonları kullanılarak yapılan araştırmalarda incelenen mikroorganizma sayılarındaki redüksiyon oranları ile çalışmamızda elde edilen sonuçlar arasında bulunan farklılıkların; kullanılan laktik asidin uygulama şekli, süresi ve basıncı ile laktik asit solüsyonunun sıcaklığı gibi faktörlerin değişkenliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

24 saat soğuk depolamanın etkisinin de ayrıca incelendiği çalışmamızda iki gruba ait karkasların kontrol grubu örneklerinde aerobik mezofilik canlı sayısı 5.05–5.24 log

kob/cm², koliform bakteri sayısı 2.67-2.46 log kob/cm², *E.coli* sayısı ise 1.90-1.85 log kob/cm² olarak belirlenmiştir.

Duffy ve arkadaşlarının (146) yaptığı bir çalışmada 24 saat soğutulmuş kuzu karkaslarında aerob genel canlı sayısını, toplam koliform bakteri ve *E.coli* sayısını sırasıyla ortalama 4.42, 1.18 ve 0.70 log kob/cm² olarak bulmuşlardır. Bulgularımızın bu sonuçlardan daha yüksek seviyelerde olması çalışmalarda kullanılan karkasların başlangıç mikrobiyal yükü, işletmelerde uygulanan kesim yöntemleri ve kesimin yapıldığı mezbahaların asgari teknik ve hijyenik koşullarının farklılığı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Shaikh Nadeem Ahmed ve arkadaşları (41) 5–7 °C’de bekletilen koyun ve keçi etlerinin kontrol grubunda, 3 gün sonra toplam canlı sayısının 5.70 log kob/g dan 5.91 log kob/g’a, koliform bakteri sayısının 3.67 log kob/g’dan 4.14 log kob/g’a, *E.coli* sayısının 3.57 log kob/g’dan 3.81 log kob/g’a yükseldiğini belirlemişlerdir.

Martinez ve arkadaşlarının (96) sığır karkaslarına % 1.5’lik laktik asidin tek ve nisnin ile birlikte kombine uygulanmasının etkisini inceledikleri çalışmalarında, kontrol grubu karkas örneklerinde 24 saatlik soğuk depolama sonrası aerobik mezofilik genel canlı sayısının 3.3’den 4.2 log kob/cm² düzeyine, koliform bakteri sayısının 3.2’den 4.1 log kob/cm² düzeyine yükseldiğini bildirmişlerdir.

Biss ve Hathaway (73) kesim öncesi kuzu karkaslarının hijyenik durumunun karkasların mikrobiyal yüküne etkisini inceledikleri çalışmalarında, yıkama sonrası aerob genel canlı sayısının ortalama 3.87 log/cm² iken 12 saatlik soğuk depoda (10 °C) bekletilmeleri sonucu 4.08 log/cm² seviyesine arttığı belirtilmiştir. Bu durum, çalışmamızda kullanılan her iki kontrol grubuna ait örneklerin soğuk depoda bekletilmeleri sonrasında aerobik mezofilik genel canlı sayısında gözlenen artış ile uyum göstermektedir.

Soğuk depolama boyunca kontrol ve uygulama gruplarında aerobik mezofilik genel canlı sayısında gözlenen artışın psikrofil/psikrotrof mikroorganizmaların gelişiminden, depo havasının mikrobiyal yükünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda soğuk depo havasının üretim zincirinde toplam aerobik mezofilik bakteri ve özellikle maya-küf sayısı açısından önemli bir kontaminasyon kaynağı olduğu bildirilmiştir (90, 205).

Kontrol grubuna ait örneklerin depolama sonrasında koliform bakteriler ve *E.coli* sayılarında belirlenen istatistiki açıdan da önemli olduğu tespit edilen azalmanın bu mikroorganizmalar için soğuk depo sıcaklığının (4 °C) optimum gelişme sıcaklığında

olmaması ve psikrofil/psikrotrof mikroorganizmaların hakim florayı oluşturmaları nedeniyle şekillenebileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, % 2 laktik asit uygulanan karkasların soğuk depoda 24 saat bekletilmeleri sonucunda aerobik mezofilik genel canlı sayısında $0.31 \log \text{ kob/cm}^2$, koliform bakterilerin sayısında $0.15 \log \text{ kob/cm}^2$, *E.coli* sayısında ise $0.05 \log \text{ kob/cm}^2$ 'lik düzeylerde bir artış gözlenmiştir.

Pipek ve arkadaşlarının (30) yaptıkları bir çalışmada sığır kesimini takiben karkas yüzeyine buhar ve sprey şeklinde % 2 laktik asit kombinasyonu uygulanmış, uygulama sonrası ve 5 gün soğuk depolama sonrasında aerobik mezofilik genel canlı ve psikrofilik mikroorganizma sayılarında 1-3 log kob düzeyleri arasında bir redüksiyon olduğu belirlenmiştir. Ancak depolamanın ilk 24 saatinde aerobik mezofilik genel canlı sayısında artış olduğu, sonraki 5 günlük dönemde ise sayının yavaş yavaş azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sığır karkaslarının buhar ve laktik asit ile dekontaminasyonunun doğrudan mikrobiyal sayıyı azalttığını ve 5 günlük depolama sonunda da mikrobiyal gelişmeyi yavaşlatarak raf ömrünü arttırdığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar benzer bir çalışmayı domuz karkasları üzerinde yapmışlar ve aynı sonuçları elde etmişlerdir (101). Çalışmamız hem % 2'lik laktik asit uygulaması sonrası mikrobiyal sayıdaki azaltıcı etki bakımından hem de 24 saatlik soğuk depolama sonrasında aerobik mezofilik genel canlı sayısına ilişkin elde edilen bulgular açısından bu çalışmaların (30, 101) sonuçları ile uyum göstermektedir.

Soğuk depolamada kontrol gruplarının aksine laktik asit uygulaması yapılan gruplardaki örneklerde koliform bakteriler ve *E.coli* sayılarında istatistiki olarak önemli olmayan bir artış belirlenmiştir. Bu durum, laktik asit uygulamalarının soğuk depolamanın ilk 24 saatindeki etkisinin, uygulamanın 30 dakika sonrasındaki etkinliğinden daha az olması ile açıklanabilir. Bulgularımız, laktik asidin bakterisidal etkisinin depolama süresince düştüğünü bildiren çalışmalar (138) ile uyum gösterirken; laktik asidin antimikrobiyel bir ajan olarak karkas üzerindeki etkisinin devam ettiğini bildiren çalışmalar (96, 148) ile farklılık göstermektedir.

Sonuç olarak, % 2'lik yoğunlukta uygulanan laktik asit % 1'lik yoğunluğa oranla incelenen mikroorganizmalar üzerinde daha etkili bir düşüş sağlamıştır. Bu azalmanın özellikle koliform bakteriler ve *E.coli* sayısı üzerinde daha fazla şekillendiği ortaya çıkmıştır. Başlangıç bakteri sayısının düşük olması bu karkaslardan elde edilecek et ve et ürünlerinin mikrobiyolojik kaliteleri açısından önemlidir. Ancak soğuk depolama sonrasında gövdelerde rekontaminasyonun söz konusu olduğu, laktik asidin etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle, karkaslara dekontaminasyon amacı ile

uygulanabilirliğinin olmasına karşın ülkemiz koşullarında řu anki mezbahaların uygun olmayan şartlarında karkaslar yeniden kontamine olabilmektedir. iftlikten sofraya güvenli gıda zincirinin önemli bir halkasını oluşturan mezbahalarımızda asgari teknik ve hijyenik şartların tekrar gözden geçirilmesi halk sağlığı açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, gerekli hijyenik ve teknik düzenlemelerin yapıldığı mezbahalarda % 2'lik laktik asit spreysel uygulaması, karkaslardaki başlangıç bakteri yükünü düşürmesi açısından önemli bir koruyucu önem olacaktır.

KAYNAKLAR

1. BAYSAL A. Beslenme. 6. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, sayfa 1–260, 1996.
2. BAYSAL A, AKSOY M, BOZKURT N, MERDOL TK, PEKCAN G, KEÇECİOĞLU S, BESLER HT, MERCANLİGİL SM. Diyet el kitabı. Hatipoğlu Yayınevi, sayfa 24–303, Ankara, 1999.
3. ANAR Ş. Modern alet ve yöntemler kullanarak pastırma üretimi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 1989.
4. UĞUR M, NAZLI B, BOSTAN K. Gıda Hijyeni, Teknik Yayınları, İstanbul, sayfa 209–270, 1999.
5. GÖKALP HY. Genel et bilimi ve teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, sayfa 1–18, 1984.
6. UĞUR M. Beslenmede hayvansal proteinlerin önemi. Bezm-i Alem Valide Greba Hastanesi Dergisi, 12 (3–4): 14–17, 1985.
7. ARSLAN A. Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi, Özkan Matbaacılık, Elazığ, sayfa 20–193, 2002.
8. YILDIRIM Y. Et endüstrisi, 4. baskı, Kozan Ofset, Ankara, sayfa 256–326, 1996.
9. GÜRBÜZ Ü. Et Muayenesi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, Sayfa 1–10, 2000.
10. TEKİNŞEN C, DOĞRUER Y, GÜNER A. Et ve Ürünleri Hijyen ve Üretim Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, sayfa 69–75, 2000.
11. İNAL T. Kesim Hayvanı ve Et Muayenesi, Saray Kitabevleri, İzmir, sayfa 5–454, 1995.
12. TÜRKER S. Hayvansal Gıdalarda Kalite Kontrolü. Tamer Matbaacılık, Ankara, sayfa 1–62, 1997.
13. TAYAR M, KORKMAZ NH. Beslenme & Sağlıklı Yaşam. Akmat, Bursa, sayfa 34–35, 2004
14. TAYAR M. Gıda Kimyası. Uludağ Üniversitesi Karacabey Meslek Yüksekokulu, Bursa, sayfa 53–76, 1999.
15. FAO. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Food Balance Sheet, Sheep and Goat Meat, 2004.
16. İNAL T. Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü, Final ofset, İstanbul, 1992.
17. ÜNLÜTÜRK A, TURANTAŞ F. Gıda mikrobiyolojisi, 2. Baskı, Mengi Tan Basımevi, İzmir, sayfa 45–265, 1999.
18. CUMBUL D. Ülkemiz koşullarında mezbaha ve kombinalardaki hijyenik durumun araştırılması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 1994.
19. KÜPLÜLÜ Ö. Sığır karkaslarında Salmonella kontaminasyonu ve serotip dağılımı, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.
20. ÇAKIR M. Kesim Aşamalarının sığır karkaslarının yüzeysel mikroflorası üzerine etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, 1998.
21. YÜCEL A. Yerde ve askıda yüzülen sığır gövde etlerinin mikrobiyel kontaminasyon durumları ile ilgili araştırmalar, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 1: 20–29, 1978.
22. BOLDER NM. Decontamination of meat and poultry carcasses. Trends in Food Science&Technology, 8: 221-227, 1997.

23. KOCHEVAR SL, SOFAS JN, LEVALLEY SB, SMITH GC. Effect of water temperature, pressure and chemical solution on removal of fecal material and bacteria from lamb adipose tissue by spray-washing. *Meat Science*, 45 (3): 377-388, 1997.
24. HUFFMAN RD. Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. *Meat Science*, 62: 285–294, 2002.
25. BELK EK. Beef Decontamination Technologies, National Cattlemen’s Beef Association and The Cattlemen’s Beef Board, USA, 2001.
26. KOOHMARAIE M, ARTHUR TM, BOSILEVAC JM, GUERINI M, SHACKELFORD SD, WHEELER TL. Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef. *Meat Science*, 71: 79–91, 2005.
27. SOFOS J, SMITH GC. Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications. *International Journal of Food Microbiology* 44: 171–188, 1998.
28. DINCER AH, BAYSAL T. Decontamination Techniques of Pathogen Bacteria in Meat and Poultry. *Critical Reviews in Microbiology*, 30: 197-204, 2004.
29. DUBAL ZB, PATURKAR AM, WASKAR VS, ZENDE RJ, LATHA C, RAWOOL DB, KADAM MM. Effect of food grade organic acids on inoculated *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E.coli* and *S. Typhimurium* in sheep/goat meat stored at refrigeration temperature. *Meat Science*, 66: 817–821, 2004.
30. PIPEK P, HOUSKA M, JELENIKOVA J, KYHOS K, HOKE K, SIKULOVA M. Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray. *Journal of Food Engineering*, 67 (3): 309–315, 2005.
31. GUERRERO I, TAYLOR AJ. Meat surface decontamination using lactic acid from chemical and microbial sources. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 27 (3): 201-209, 1994.
32. GILL CO, LANDERS C. Microbiological effects of carcass decontaminating treatments at four beef packing plants. *Meat Science*, 65: 1005–1011, 2003.
33. UĞUR M, BOSTAN K, ÖZGEN Ö, ÇOKLAK H. Asetik asit solüsyonlarına daldırmanın broiler karkaslarının mikrobiyolojik kalitesine etkisi, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21: 433–442, 1995.
34. BOSTAN K, AKSU H, ERSOY E, OZGEN O, UĞUR M. The effect of pre-chilling with acetic acid and lactic acid on shelf-life of broiler carcasses, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4: 753–756, 2001.
35. Türk Gıda Kodeksi (TGK), Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği (Tebliğ No:2006/31).
36. JAMES C, THORNTON JA, KETTERINGHAM L, JAMES SJ. Effect of steam condensation, hot water or chlorinated hot water immersion on bacterial numbers and quality of lamb carcasses. *Journal of Food Engineering*, 43: 219–225, 2000.
37. KANG DH, KOOHMARAIE M, DORSA WJ, SIRAGUSA GR. Development of a multiple-step process for the microbial decontamination of beef trim. *Journal of Food Protection*, 64 (1): 63–71, 2001.
38. MIES PD, COVINGTON BR, HARRIS KB, LUCIA LM, ACUFF GR, SAVELL JW. Decontamination of cattle hides prior to slaughter using washes with and without antimicrobial agents. *Journal of Food Protection*, 67 (3): 579–82, 2004.
39. KANG DH, KOOHMARAIE M, SIRAGUSA GR. Application of multiple antimicrobial interventions for microbial decontamination of commercial beef trim. *Journal of Food Protection*, 64 (2): 168–71, 2001.
40. CONNER DE, KOTROLA JS, MIKEL WB, TAMBLYN KC. Effect of acetic-lactic acid treatments applied to beef trim on populations of *Escherichia coli*

- O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in ground beef. *Journal of Food Protection*, 60 (12): 1560–1563, 1997.
41. SHAIKH NADEEM AHMED, CHATTOPADHYAY UK, SHERIKAR AT, WASKAR VS, PATURKAR AM, LATHA C, MUNDE KD, PATHARE NS. Chemical sprays as a method for improvement in microbiological quality and shelf-life of fresh sheep and goat meats during refrigeration storage (5–7 °C). *Meat Science*, 63: 339–344, 2003.
 42. EROL İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara, sayfa 37–47, 2007.
 43. İNAL T, NAZLI B. Mezbaha Bilgisi. Saray Kitabevleri, İzmir, sayfa 72–76, 1997.
 44. WHYTE RT, HOLDER JS, TINKER DB, ALLEN VM, WHITE RP, HINTON MH. Assessment and development of procedures and apparatus to reduce contamination of lamb carcasses during pelt removal in low-throughput abattoirs. *Journal of Food Protection*, 65 (1): 41-49, 2002.
 45. EGGENBERGER-SOLORZANO L, NIEBUHR SE, ACUFF GR, DICKSON JS. Hot water and organic acid interventions to control microbiological contamination on hog carcasses during processing. *Journal of Food Protection*, 65 (8): 1248–52, 2002.
 46. JAMES C, GOKSOY EO, CORRY JEL, JAMES ST. Surface pasteurisation of poultry meat using steam at atmospheric pressure. *Journal of Food Engineering*, 45: 111–117, 2000.
 47. DORSA WJ. New and established carcass decontamination procedures commonly used in the beef-processing industry. *Journal of Food Protection*, 60 (9): 1146–1151, 1997.
 48. METAXOPOULOS J, KRİTİKOS D, DROSİNOS EH. Examination of microbiological parameters relevant to the implementation of GHP and HACCP system in Greek meat industry in the production of cooked sausages and cooked cured meat products. *Food Control*, 14: 323–332, 2003.
 49. GOKSOY EO, JAMES C, CORRY JEL. The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of uninoculated chicken meat. *Journal of Food Engineering*, 45: 153–160, 2000.
 50. ÖZATAN A. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları Yayın no:19, Ankara, sayfa 71–72, 1993.
 51. DİNÇER B. Et bilimi ve teknoloji, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Ankara, sayfa 3–106, 1997.
 52. FORREST JC, ABERLE ED. Principles of Meat Science, page 227–230, 1975.
 53. RAO DN, RAMESH BS. The microbiology of sheep carcasses processed in a modern Indian abattoir. *Meat Science*, 32 (4): 425-436, 1992.
 54. MEAD GC. Microbiological Hazards from Red Meat and Their Control. *British Food Journal*, 96 (8): 33–36, 1994.
 55. VAN NETTEN P, VALENTIJN A, MOSSEL DAA, HUIJİN'T VELD JHJ. Fate of low temperature and acid-adapted *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* that contaminate lactic acid decontaminated meat during chill storage. *Journal of Applied Microbiology*, 82: 769-779, 1997.
 56. VAN NETTEN P, VALENTIJN A, MOSSEL DAA, HUIJİN'T VELD JHJ. The survival and growth of acid-adapted mesophilic pathogens that contaminate meat after lactic acid decontamination. *Journal of Applied Microbiology*, 84: 559-567, 1998.

57. BORCH E, ARİNDER P. Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. *Meat Science*, 62: 381–390, 2002.
58. SIRAGUSA GR, DORSA WJ, CUTTER CN, BENNETT GL, KEEN JE, KOOHMARAIE M. The incidence of *Escherichia coli* on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process. *Journal of Food Protection*, 61 (10): 1269–1274, 1998.
59. PRASAI RK, PHEBUS RK, ZEPEDA CMG, KASTNER CL, BOYLE AE, FUNG DY. Effectiveness of Trimming and/or Washing on microbiological quality of beef carcasses. *Journal of Food Protection*, 58 (10): 1114–1117, 1995.
60. LOGUE CM, SHERIDAN JJ, HARRINGTON D. Studies of steam decontamination of beef inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and its effect on subsequent storage. *Journal of Applied Microbiology*, 98: 741–751, 2005.
61. YÜCEL A, TURAN G. Bursa yöresinde bulunan değişik gıda işletmelerinin hijyenik durumları üzerinde araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 29–39, 1994.
62. GILL CO, BADONI M, MCGINNIS JC. Assessment of the adequacy of cleaning of equipment used for breaking beef carcasses. *International Journal of Food Microbiology*, 46: 1–8, 1999.
63. ÖZDEMİR H, YILDIRIM Y, KÜPLÜLÜ Ö, KOLUMAN A, GÖNCÜOĞLU M, İNAT G. Effects of lactic acid and hot water treatments on *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes* on beef. *Food Control*, 17 (4): 299–303, 2006.
64. MINIHAN D, WHYTE P, O'MAHONY M, COLLINS JD. The Effect of Commercial Steam Pasteurization on the Levels of Enterobacteriaceae and *Escherichia coli* on Naturally Contaminated Beef Carcasses. *Journal of Veterinary Medicine*, 50: 352–356, 2003.
65. GRACEY J, COLLINS DS, HUEY R. *Meat Hygiene*. 10th Edition, W.B. Saunders Company Ltd, London, page 223-241, 1999.
66. BISS ME, HATHAWAY SC. Microbiological contamination of ovine carcasses associated with the presence of wool and faecal material. *Journal of Applied Bacteriology*, 81 (6): 594–600, 1996.
67. VANDERLINDE PB, SHAY B, MURRAY J. Microbiological quality of Australian beef carcass meat and frozen bulk packed beef. *Journal of Food Protection*, 61 (4): 437–443, 1998.
68. BUNCIC S, MCKINSTRY J, REID CA, ANIL MH. Spread of microbial contamination associated with penetrative captive bolt stunning of food animals. *Food Control*, 13: 425–430, 2002.
69. SMALL A, WELLS-BURR B, BUNCIC S. An evaluation of selected methods for the decontamination of cattle hides prior to skinning. *Meat Science* 69: 263–268, 2005.
70. CASTILLO A, DICKSON JS, CLAYTON RP, LUCIA LM, ACUFF GR. Chemical dehairing of bovine skin to reduce pathogenic bacteria and bacteria of fecal origin. *Journal of Food Protection*, 61 (5): 623–625, 1998.
71. BELL RG. Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 82: 292–300, 1997.
72. GILL CO, BAKER LP. Assessment of the hygienic performance of a sheep carcass dressing process. *Journal of Food Protection*, 61 (3): 329–333, 1998.
73. BISS ME, HATHAWAY SC. Microbiological and visible contamination of lamb carcasses according to preslaughter presentation status: implications for HACCP. *Journal of Food Protection*, 58 (7): 776–783, 1995.

74. VANDERLINDE PB, SHAY B, MURRAY J. Microbiological status of Australian sheep meat. *Journal of Food Protection*, 62 (4): 380–385, 1999.
75. EDWARDS DS. High voltage electrical stimulation: its effect on microbial contamination of lamb carcasses in a commercial abattoir. *Meat Science*, 52: 387–389, 1999.
76. BACON RT, BELK KE, SOFOS JN, CLAYTON RP, REAGAN JO, SMITH GC. Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination. *Journal of Food Protection*, 63 (8): 1080–6, 2000.
77. BISS ME, HATHAWAY SC. The effect of different on-line dressing practices on microbiological and visible contamination of lamb carcasses. *New Zealand Veterinary Journal*, 44 (2): 55–60, 1996.
78. GILL CO, BADONI M. Effects of peroxyacetic acid, acidified sodium chlorite or lactic acid solutions on the microflora of chilled beef carcasses. *International Journal of Food Microbiology*, 91: 43–50, 2004.
79. PRENDERGAST DM, DALY DJ, SHERIDAN JJ, MCDOWELL DA, BLAIR IS. The effect of abattoir design on aerial contamination levels and the relationship between aerial and carcass contamination levels in two Irish beef abattoirs. *Food Microbiology*, 21: 589–596, 2004.
80. ELLERBROEK L. Airborne microflora in poultry slaughtering establishments. *Food Microbiology*, 14: 527–531, 1997.
81. LUTGRING KR, LINTON RH, ZIMMERMAN NJ, PEUGH M, HEBER AJ. Distribution and quantification of bioaerosols in poultry-slaughtering plants. *Journal of Food Protection*, 60 (7): 804–810, 1997.
82. RAHKIO TM, KORKEALA HJ. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 60 (1): 38–42, 1997.
83. WHYTE P, COLLINS JD, MCGILL K, MONAHAN C, O'MAHONY H. Distribution and prevalence of airborne microorganisms in three commercial poultry processing plants. *Journal of Food Protection*, 64 (3): 388–391, 2001.
84. NİZAMLIOĞLU Y, DOĞRUEK Y. Meat Hygiene. Et ve Et Ürünleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, İstanbul, sayfa 7–17, 1996.
85. GÖKTAN D. Gıda işletme ve tüketim zincirinde mikroorganizmalar ve bulaşmanın kontrolü. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Dergisi*, 3 (2): 85–96, 1985.
86. SAUCIER L. Meat safety: challenges for the future. *Outlook on Agriculture*, 28 (2): 77–82, 1999.
87. FILTENBORG O, FRISVAD JC, THRANE U. **Moulds in food spoilage.** *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1): 85–102, 1996.
88. SNIJDERS JMA, VAN KNAPEN F. Prevention of human diseases by an integrated quality control system. *Livestock Production Science*, 76: 203–206, 2002.
89. PASQUARELLA C, PITZURRA O, SAVINO A. The index of microbial air contamination. *Journal of Hospital Infection*, 46: 241–256, 2000.
90. TEMELLI S, ANAR S, SEN MKC, BEYAZ D. Heat treated Turkish style sucuk: evaluation of microbial contaminations in processing steps. *Uludag University Journal of the Faculty Veterinary Medicine*, 24 (1-2-3-4): 81-88, 2005.
91. KURE CF, SKAAR I, BRENDEHAUG J. Mould contamination in production semi-hard cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 93: 41–49, 2004.

92. NERBRINK E, BORCH E. Evaluation of bacterial contamination at separate processing stages in emulsion sausage production. *International Journal of Food Microbiology*, 20: 37–44, 1993.
93. NEL S, LUES JFR, BUYS EM, VENTER P. The personal and general hygiene practices in the deboning room of a high throughput red meat abattoir. *Food Control*, 15: 571–578, 2004.
94. FRAZIER WC, WESTHOFF DC. *Food microbiology* (4th ed.) New York: McGraw-Hill, 1988.
95. SALTAN S. Kasaplık hayvanlarda önemli bazı Enterobacteriaceae grubu mikroorganizmalarının araştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 18: 189–194, 1994.
96. BARBOZA DE MARTINEZ Y, FERRER K, SALAS EM. Combined effects of lactic acid and nisin solution in reducing levels of microbiological contamination in red meat carcasses. *Journal of Food Protection*, 65 (11): 1780–3, 2002.
97. SMULDERS FJM, GREER GG. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: prospects and controversies. *International Journal of Food Microbiology*, 44: 149–169, 1998.
98. DICKENS JA, WHITTEMORE AD. Effects of acetic acid and hydrogen peroxide application during defeathering on the microbiological quality of broiler carcasses prior to evisceration. *Poultry Science*, 76 (4): 657–60, 1997.
99. SOFOS JN, KOCHEVAR SL, BELLINGER GR, BUEGE DR, HANCOCK DD, IGHAM SC, MORGAN JB, REAGAN JO, SMITH GC. Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven United States Slaughtering plants. *Journal of Food Protection*, 62 (2): 140–145, 1999.
100. WHYTE P, MCGILL K, COLLINS JD. An assessment of steam pasteurization and hot water immersion treatments for the microbiological decontamination of broiler carcasses. *Food Microbiology*, 20: 111–117, 2003.
101. PÍPEK P, HOUSKA M, HOKE K, JELENIKOVA J, KYHOS K, SIKULOVA M. Decontamination of pork carcasses by steam and lactic acid. *Journal of Food Engineering*, 74 (2): 224–231, 2006.
102. PÍPEK P, SIKULOVA M, JELENIKOVA J, IZUMIMOTO M. Colour changes after carcasses decontamination by steam and lactic acid. *Meat Science*, 69: 673–680, 2005.
103. UYTENDAELE M, JOZWIK E, TUTENEL A, DE ZUTTER L, URADZINSKI J, PIERARD D, DEBEVERE J. Effect of acid resistance of *Escherichia coli* O157:H7 on efficacy of buffered lactic acid to decontaminate chilled beef tissue and effect of modified atmosphere packaging on survival of *Escherichia coli* O157:H7 on red meat. *Journal of Food Protection*, 64 (11): 1661–6, 2001.
104. SAKHARE PZ, SACHINDRA NM, YASHODA KP, RAO DN. Efficacy of intermittent decontamination treatments during processing in reducing the microbial load on broiler chicken carcass. *Food Control* 10: 189–194, 1999.
105. NISSEN H, MAUGESTEN T, LEA P. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat. *Meat Science* 57: 291–298, 2001.
106. IKEDA JS, SAMELIS J, KENDALL PA, SMITH GC, SOFOS JN. Acid adaptation does not promote survival or growth of *Listeria monocytogenes* on fresh beef following acid and nonacid decontamination treatments. *Journal of Food Protection*, 66 (6): 985–92, 2003.
107. CALICIOGLU M, KASPAR CW, BUEGE DR, LUCHANSKY JB. Effectiveness of spraying with tween 20 and lactic acid in decontaminating

- inoculated *Escherichia coli* O157:H7 and indigenous *Escherichia coli* biotype I on beef. *Journal of Food Protection*, 65 (1): 26–32, 2002.
108. CASTILLO A, LUCIA LM, GOODSON KJ, SAVELL JW, ACUFF GR. Use of hot water for beef carcass decontamination. *Journal of Food Protection*, 61 (1): 19–25, 1998.
 109. CASTILLO A, LUCIA LM, GOODSON KJ, SAVELL JW, ACUFF GR. Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combined with hot water and lactic acid sprays. *Journal of Food Protection*, 62 (2): 146–51, 1999.
 110. STIVARIUS MR, POHLMAN FW, MCELYEA KS, WALDROUP AL. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrumental color and sensory properties of ground beef during display. *Meat Science*, 60: 327–334, 2002.
 111. RAMIREZ AJ, ACUFF GR, LUCIA LM, SAVELL JW. Lactic acid and trisodium phosphate treatment of lamb breast to reduce bacterial contamination. *Journal of Food Protection*, 64 (9): 1439–41, 2001.
 112. SAMELIS J, SOFOS JN, KENDALL PA, SMITH GC. Influence of the Natural Microbial Flora on the Acid Tolerance Response of *Listeria monocytogenes* in a Model System of Fresh Meat Decontamination Fluids. *Applied and Environmental Microbiology*, 67 (6): 2410–2420, 2001.
 113. JIMENEZ SM, DESTEFANIS P, SALSI MS, TIBURZI MC, PIROVANI ME. Predictive model for reduction of *Escherichia coli* during acetic acid decontamination of chicken skin. *Journal of Applied Microbiology*, 99: 829–835, 2005.
 114. CASTELO MM, KANG DH, SIRAGUSA GR, KOOHMARAIE M, BERRY ED. Evaluation of combination treatment processes for the microbial decontamination of pork trim. *Journal of Food Protection*, 64 (3): 335–42, 2001.
 115. CASTELO MM, KOOHMARAIE M, BERRY ED. Microbial and quality attributes of ground pork prepared from commercial pork trim treated with combination intervention processes. *Journal of Food Protection*, 64 (12): 1981–7, 2001.
 116. EL-ZINEY MG, VAN DEN TEMPEL T, DEBEVERE J, JAKOBSEN M. Application of reuterin produced by *Lactobacillus reuteri* 12002 for meat decontamination and preservation. *Journal of Food Protection*, 62 (3): 257–61, 1999.
 117. AVENS JS, CLAYTON P, JONES DK, BOLÍN R, LLOYD W, JANKOW D. Acetic acid spray ineffective on beef carcasses with low bacteria counts. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 29 (1–2): 28–32, 1996.
 118. DELMORE JR RJ, SOFOS JN, SCHMIDT GR, BELK KE, LLOYD WR, SMITH GC. Interventions to reduce microbiological contamination of beef variety meats. *Journal of Food Protection*, 63 (1): 44–50, 2000.
 119. DORSA WJ, CUTTER CN, SIRAGUSA GR, KOOHMARAIE M. Microbial decontamination of beef and sheep carcasses by steam, hot water spray washes, and a steam-vacuum sanitizer. *Journal of Food Protection*, 59 (2): 127–135, 1995.
 120. HARDIN MD, ACUFF GR, LUCIA LM, OMAN JS, SAVELL JW. Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection*, 58 (4): 368–374, 1994.
 121. SAMELIS J, SOFOS JN, KENDALL PA, SMITH GC. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* DT 104, and *Listeria monocytogenes* in fresh

- meat decontamination fluids at 4 and 10 degrees C. *Journal of Food Protection*, 64 (7): 950–7, 2001.
122. JIMENEZ-VILLARREAL JR, POHLMAN FW, JOHNSON ZB, BROWN JR AH. Effects of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical, chemical and sensory properties of ground beef. *Meat Science*, 65: 1055–1062, 2003.
 123. JIMENEZ-VILLARREAL JR, POHLMAN FW, JOHNSON ZB, BROWN JR AH, BAUBLITS RT. The impact of single antimicrobial intervention treatment with cetylpyridinium chloride, trisodium phosphate, chlorine dioxide or lactic acid on ground beef lipid, instrumental color and sensory characteristics. *Meat Science*, 65: 977–984, 2003.
 124. JAMES C, GOKSOY E, JAMES S. Past, present and future methods of meat decontamination. University of Bristol / MAFF Fellowship in Food Process Engineering, Langford, 1997.
 125. JIMENEZ-VILLARREAL JR, POHLMAN FW, JOHNSON ZB, BROWN JR AH. Lipid, instrumental color and sensory characteristics of ground beef produced using trisodium phosphate, cetylpyridinium chloride, chlorine dioxide or lactic acid as multiple antimicrobial interventions. *Meat Science*, 65: 885–891, 2003.
 126. POHLMAN FW, STIVARIUS MR, MCELYEA KS, JOHNSON ZB, JOHNSON MG. The effects of ozone, chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride and trisodium phosphate as multiple antimicrobial interventions on microbiological, instrumental color, and sensory color and odor characteristics of ground beef. *Meat Science*, 61: 307–313, 2002.
 127. POHLMAN FW, STIVARIUS MR, MCELYEA KS, JOHNSON ZB, JOHNSON MG. Reduction of microorganisms in ground beef using multiple intervention technology. *Meat Science*, 61: 315–322, 2002.
 128. STOPFORTH JD, SAMELIS J, SOFOS JN, KENDALL PA, SMITH GC. Influence of organic acid concentration on survival of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* 0157:H7 in beef carcass wash water and on model equipment surfaces. *Food Microbiology*, 20: 651–660, 2003.
 129. GUERRERO I, MENDIOLEA R, PONCE E, PRADO A. Inoculation of lactic acid bacteria on meat surfaces as a means of decontamination in semitropical conditions. *Meat Science*, 40 (3): 397–411, 1995.
 130. CASTILLO A, LUCIA LM, GOODSON KJ, SAVELL JW, ACUFF GR. Comparison of water wash, trimming, and combined hot water and lactic acid treatments for reducing bacteria of fecal origin on beef carcasses. *Journal of Food Protection*, 61 (7): 823–8, 1998.
 131. BOLTON DJ, DOHERTY AM, SHERIDAN JJ. Beef HACCP: intervention and non-intervention systems. *International Journal of Food Microbiology*, 66: 119–129, 2001.
 132. OGDEN SK, TAYLOR AJ, DODD CER, GUERRERO I, BUENDIA F, GALLARDO F. Preservative effect of combined propionic and ascorbic acids on pork meat stored at 25 °C. *Journal of Food Protection*, 60 (8): 935–942, 1997.
 133. GUERRERO I, MENDIOLEA R, PONCE E, PRADO A. Inoculation of lactic acid bacteria on meat surfaces as a means of decontamination in semitropical conditions. *Meat Science*, 40 (3): 397–411, 1995.
 134. PRASAI RK, ACUFF GR, LUCIA LM, MORGAN JB, MAY SG, SAVELL JW. Microbiological effects of acid decontamination of pork carcasses at various locations in processing. *Meat Science*, 32 (4): 413–423, 1992.

135. GREER GG, DILTS BD. Lactic acid inhibition of the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on pork. *International Journal of Food Microbiology*, 25: 141–151, 1995.
136. DORMEDY ES, BRASHEARS MM, CUTTER CN, BURSON DE. Validation of acid washes as critical control points in hazard analysis and critical control point systems. *Journal of Food Protection*, 63 (12): 1676–80, 2000.
137. KANELLOS TS, BURRIEL AR. The in vitro bactericidal effects of the food decontaminants lactic acid and trisodium phosphate. *Food Microbiology*, 22: 591–594, 2005.
138. ARIYAPITIPUN T, MUSTAPHA A, CLARKE AD. Microbial shelf life determination of vacuum-packaged fresh beef treated with polylactic acid, lactic acid, and nisin solutions. *Journal of Food Protection*, 62 (8): 913–20, 1999.
139. ÖZDEMİR H, YILDIRIM Y, KÜPLÜLÜ Ö, KOLUMAN A, GÖNCÜOĞLU M, İNAT G. Laktik asit ve sıcak su uygulamalarının sığır etlerinde *Salmonella* Typhimurium ve *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi. I. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara, sayfa 75–82, 2004.
140. ARSLAN A, YALÇIN H, DİKİCİ A, ÖZDEMİR P, AYDIN I, ÇALICIOĞLU M. *Salmonella* ile kontamine edilmiş tavuk karkaslarında laktik asit, cetylpyridinium klorid, trisodyum fosfat in ve tween 20 ile kombinasyonlarının antibakteriyel etkisinin incelenmesi. 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, sayfa 176–184, 2006.
141. KOUTSOUMANIS KP, ASHTON LV, GEORNARAS I, BELK KE, SCANGA JA, KENDALL PA, SMITH GC, SOFOS JN. Effect of single or sequential hot water and lactic acid decontamination treatments on the survival and growth of *Listeria monocytogenes* and spoilage microflora during aerobic storage of fresh beef at 4, 10, and 25 degrees C. *Journal of Food Protection*, 67 (12): 2703–11, 2004.
142. SURVE AN, SHERIKAR AT, BHILEGAONKAR KN, KARKARE UD. Preservative effect of combinations of acetic acid with lactic or propionic acid on buffalo meat stored at refrigeration temperature. *Meat Science*, 29 (4): 309–322, 1991.
143. VAN NETTEN P, MOSSEL DAA, HUIS İN'T VELD JHJ. Microbial changes on freshly slaughtered pork carcasses due to hot lactic acid decontamination. *Journal of Food Science*, 17 (2): 89–111, 1997.
144. ARIYAPITIPUN T, MUSTAPHA A, CLARKE AD. Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on vacuum-packaged raw beef treated with polylactic acid, lactic acid, and nisin. *Journal of Food Protection*, 63 (1): 131–6, 2000.
145. USDA–FSIS. Notice of policy change; achieving the zero tolerance performance standard for beef carcasses by knife trimming and vacuuming with hot water or steam; use of acceptable carcass interventions for reducing carcass contamination without prior agency approval. United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. *Fed. Reg.*, 61: 15024–15027, 1996.
146. DUFFY EA, BELK KE, SOFOS JN, LEVALLEY SB, KAIN ML, TATUM JD, SMITH GC, KIMBERLING CV. Microbial contamination occurring on lamb carcasses processed in the United States. *Journal of Food Protection*, 64 (4): 503–508, 2001.
147. KOLSARICI N, CANDOGAN K. The effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf-life of vacuum-packed chicken meats. *Poultry Science*, 74 (11): 1884–93, 1995.

148. RAMIREZ AJ, ACUFF GR, LUCIA LM, SAVELL JW. Lactic acid and trisodium treatment of lamb breast to reduce bacterial contamination. *Journal of Food Protection*, 64 (9): 1439-1441, 2001.
149. SNIJDERS JM, VAN LOGTESTIJN JG, MOSSEL DA, SMULDERS FJ. Lactic acid as a decontaminant in slaughter and processing procedures. *The Veterinary Quarterly*, 7 (4): 277-82, 1985.
150. CASTILLO A, LUCIA LM, ROBERSON DB, STEVENSON TH, MERCADO I, ACUFF GR. Lactic acid sprays reduce bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef. *Journal of Food Protection*, 64 (1): 58-62, 2001.
151. CASTILLO A, LUCIA LM, MERCADO I, ACUFF GR. In-Plant evaluation of a lactic acid treatment for reduction of bacteria on chilled beef carcasses. *Journal of Food Protection*, 64 (5): 738-40, 2001.
152. VAN NETTEN P, MOSSEL DAA, HUIS IN'T VELD J. Lactic acid decontamination of fresh pork carcasses a pilot plant study. *International Journal of Food Microbiology*, 25 (1): 1-9, 1995.
153. BAUTISTA D, SYLVESTER N, BARBUT S, GRIFFITHSM. The decontamination efficacy of antimicrobial rinses on turkey carcasses using response surface designs. *International Journal of Food Microbiology*, 34: 279-292, 1997.
154. SMULDERS FJM, WOOLTHUIS CHJ. Immediate and delayed microbiological effects of lactic acid decontamination of calf carcasses-influence on conventionally boned versus hot-boned and vacuum-packaged cuts. *Journal of Food Protection*, 48: 838-847, 1985.
155. ZEITOUN AAM, DEBEVERE JM. Decontamination with lactic acid/ sodium lactate buffer in combination with modified atmosphere packaging effects on the shelf life of fresh poultry. *International Journal of Food Microbiology*, 16 (2): 89-98, 1992.
156. GODDARD BL, MIKEL WB, CONNER DE, JONES WR. Use of organic acids to improve the chemical, physical, and microbial attributes of beef strip loins stored at - 1°C for 112 days. *Journal of Food Protection*, 59 (8): 849-853, 1996.
157. JAMES WO, BREWER RL, PRUCHA JC, WILLIAMS WO JR, PARHAM DR. Effects of chlorination of chill water on the bacteriologic profile of raw chicken carcasses and giblets. *Journal of American Veterinary Medical Association.*, 200 (1): 60-3, 1992.
158. WHYTE P, COLLINS JD, MCGILL K, MONAHAN C, O'MAHONY H. Quantitative investigation of the effects of chemical decontamination procedures on the microbiological status of broiler carcasses during processing. *Journal of Food Protection*, 64 (2): 179-83, 2001.
159. CUTTER CN, DORSA WJ, HANDIE A, RODRIGUEZ-MORALES S, ZHOU X, BREEN PJ, COMPADRE CM. Antimicrobial activity of cetylpyridinium chloride washes against pathogenic bacteria on beef surfaces. *Journal of Food Protection*, 63 (5): 593-600, 2000.
160. KIM JW, SLAVIK MF. Cetylpyridinium chloride (CPC) treatment on poultry skin to reduce attached Salmonella. *Journal of Food Protection*, 59 (3): 322-326, 1995.
161. ÖZDEMİR H, YILDIRIM Y, KOLUMAN A. Trisodyum fosfatın kanatlı göğüs derisine tutunmuş Salmonella Typhmurium ve Listeri monocytogenes üzerine etkisi. I. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara, sayfa 230-211, 2004.

162. DICKSON JS, CUTTER CG, SIRAGUSA GR. Antimicrobial Effects of Trisodium Phosphate Against Bacteria Attached to Beef Tissue. *Journal of Food Protection*, 57 (11): 952-955, 1994.
163. HOLLENDER R, BENDER FG, JENKINS RK, BLACK CL. Research note: consumer evaluation of chicken treated with a trisodium phosphate application during processing. *Poultry Science*, 72: 755–759, 1993.
164. RODRIGUEZ DE LEDESMA AM, RIEMANN HP, FARVER TB. Short-time treatment with alkali and/or hot water to remove common pathogenic and spoilage bacteria from chicken wing skin. *Journal of Food Protection*, 59 (7): 746–750, 1996.
165. RATHGEBER BM, WALDROUP AL. Antibacterial Activity of a Sodium Acid Pyrophosphate Product in Chiller Water Against Selected Bacteria on Broiler Carcasses. *Journal of Food Protection*, 58 (5): 530-534, 1995.
166. DICKSON JS, ANDERSON ME. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. *Journal of Food Protection*, 55: 133–140, 1992.
167. YANG R, RAY R. Prevalence and biological control of bacteriocin producing psychrotrophic leuconostoc associated with spoilage of vacuum-packed processed meats. *Journal of Food Protection*, 57: 209–217, 1994.
168. CUTTER CN, SIRAGUSA GR. Incorporation of nisin into a meat binding system to inhibit bacteria on beef surfaces. *Letters in Applied Microbiology*, 27: 19-23, 1998.
169. MURIANA PM. Bacterions for control *Listeria* spp. in food. *Journal of Food Protection*, 59: 54–63, 1996.
170. JUVEN BJ, PIERSON MD. Antibacterial effects of hydrogen peroxide and methods for its detection and quantitation. *Journal of Food Protection*, 59: 1233–1241, 1996.
171. BELL KY, CUTTER CN, SUMNER SS. Reduction of foodborne micro-organisms on beef carcass tissue using acetic acid, sodium bicarbonate, and hydrogen peroxide spray washes. *Food Microbiology*, 14: 439–448, 1997.
172. FLETCHER DL, RUSSELL SM, WALKER JM, BAILY JS. An evaluation of a rinse procedure using sodium bicarbonate and hydrogen peroxide on the recovery of bacteria from broiler carcasses. *Poultry Science*, 72: 2152–2156, 1993.
173. REAGAN JO, ACUFF GR, BUEGE DR, BUYCK MJ, DICKSON JS, KASTNER CL, MARSDEN JL, MORGAN JB, NICKELSON R, SMITH GC, SOFOS JN. Trimming and washing of beef carcasses as a method of improving the microbiological quality of meat *Journal of Food Protection*, 59 (7): 751–756, 1996.
174. CASTILLO A, MCKENZIE KS, LUCIA LM, ACUFFI GR. Ozone treatment for reduction of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella* serotype typhimurium on beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection*, 66 (5): 775–9, 2003.
175. SHELDON BW, BROWN AL. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. *Journal of Food Science*, 51 (2): 305–309, 1986.
176. GORMAN BM, SOFOS JN, MORGAN JB, SCHMIDT GR, SMITH GC. Evaluation of hand-trimming, various sanitizing agents, and hot water spray-washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. *Journal of Food Protection*, 58 (8): 899–907, 1995.
177. SHACKLEFORD AD. Evaluation of high pressure on the microbiological quality of uneviscerated carcasses. *Poultry Science*, 1993.

178. RODRIGUEZ DE LEDESMA AM, RIEMANN HP, FARVER TB. Short-time treatment with alkali and/or hot water to remove common pathogenic and spoilage bacteria from chicken wing skin. *Journal of Food Protection*, 59 (7): 746–750, 1996.
179. DAVEY KR, SMITH MG. A laboratory evaluation of a novel hot water cabinet for the decontamination of sides of beef. *International Journal of Food Science and Technology*, 24 (3): 305–316, 1989.
180. GRAVES DELMORE LR, SOFOS JN, SCHMIDT GR, SMITH GC. Hot water rinsing and trimming/washing of beef carcasses to reduce physical and microbiological contamination. *Journal of Food Science*, 61: 373-376, 1997.
181. KELLY CA, DEMPSTER JF, MCLOUGHLIN AJ. The effects of temperature, pressure and chlorine concentration of spray washing water on numbers of bacteria on lamb carcasses. *Journal of Applied Bacteriology*, 51: 415-424, 1981.
182. BARKATE ML, ACUFF GR, LUCIA LM, HALE DS. Hot water decontamination of beef carcasses for reduction of initial bacterial numbers. *Meat Science*, 35 (3): 397–401, 1993.
183. ACUFF GR, CASTILLO A, SAVELL LW. Microbiological intervention methods: Hot water rinses. *Proceedings of 49th Annual Reciprocal Meats Conference*, Provo, Utah, sayfa 125–128, Chicago, IL, 1996.
184. GILL CO, JONES T, BADONI M. The effects of hot water pasteurizing treatments on the microbiological conditions and appearances of pig and sheep carcasses. *Food Research International*, 31 (4): 273–278, 1998.
185. CASTILLO A, HARDIN MD, ACUFF GR, DICKSON JS. Reduction of microbial contaminants on carcasses. Editor: JUNEJA VK, SOFOS JN, *Control of Foodborne Microorganism*, Marcel Dekker AG, New York, page 351–381, 2002.
186. JAMES C, GOKSOY EO, CORRY JEL, JAMES SJ. Surface pasteurisation of poultry meat using steam at atmospheric pressure. *Journal of Food Engineering*, 45: 111–117, 2000.
187. PHEBUS RK, NUTSCH AL, SCHAFER DE. Laboratory and commercial evaluation of a steam pasteurization process for reduction of bacterial populations on beef carcass surfaces. *Proceedings of 49th Annual Reciprocal Meats Conference*, Provo, Utah, sayfa 121–124, Chicago, IL, 1996.
188. MORGAN AI, GOLDBERG N, RADEWONUK ER, SCULLEN OJ. Surface pasteurization of raw poultry meat by steam. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 29 (5–6): 447–451, 1996.
189. SAN MARTÍN MF, BARBOSA-CANOVAS GV, SWANSON BG. Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 42 (6): 627–645, 2002.
190. YOGASUMDRAN K. Decontamination of *Campylobacter jejuni* on chicken drumsticks using chemicals and radiation. *Veterinary Research Communications*, 11: 31-40, 1987.
191. BAWCOM DW, THOMPSON LD, MILLER MF, RAMSEY CB. Reduction of microorganisms on beef surfaces utilizing electricity. *Journal of Food Protection*, 58 (1): 35–38, 1995.
192. YANBIN LI, WALKER JT, SLAVIK MF, HONG WANG. Electrical treatment of pultry chiller water to destroy *Campylobacter jejuni*. *Journal of Food Protection* 58 (12): 1330–1334, 1995.
193. EARNSHAW RG, APPELYARD J, HURST RM. Understanding physical inactivation processes: combined preservation opportunities using heat ultrasound and pressure. *International Journal of Food Microbiology*, 28: 197-219, 1995.

194. PIYASENA P, MOHAREB E, MCKELLAR RC. Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 87: 207–216, 2003.
195. TAYLOR S, BROCK J, KRUGER C, BERNER T, MURPHY M. Safety determination for the use of bovine milk-derived lactoferrin as a component of an antimicrobial beef carcass spray. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 39: 12–24, 2004.
196. NAIDU AS. Activated lactoferrin-a new approach to meat safety. *Food Technology*, 56 (3): 40–45, 2002.
197. WOOLTHUIS CHJ, SMULDERS FJM. Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays. *Journal of Food Protection*, 48: 832–837, 1985.
198. EISEL WG, LINTON RH, MURIANA PM. A survey of microbials levels for incoming raw beef, environmental sources and ground beef in a red meat processing plant. *Food Microbiology*, 14: 273–282, 1997.
199. DILLIELLO L. *Methods in food and dairy microbiology*, Av. Publishing Company Inc. Westport, Connecticut, page 117–120, 1982.
200. TSE. Türk Standartları Enstitüsü. Et ve et mamülleri mikrobiyolojik analizler için deney numunelerinin hazırlanması, TS 8126, Ankara, 1990.
201. OXOID. *The Manual*. 8th edition, compiled by EY. Bridson, Oxoid Limited, Hampshire, page 43–212, 1998.
202. ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Microorganisms in foods 1. Their significance and methods of enumeration*, 2nd edition, University of Toronto Pres, page 112–222, 1982.
203. LAB M. *Product List*, Topley House 52 Wash Lae, Bury Lancashire BL9 6AU, UK, page 2–7, 2002.
204. SPSS Inc. (1999). *SPSS for Windows*, Release 10.0.
205. DÜLGER Ö. Hipermarketlerin ve süpermarketlerin et parçalama üniteleri ile reyonlarında mikrobiyolojik kritik kontrol noktalarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2004.
206. GÖĞÜŞ U. Farklı yöntemlerle chlortetracycline ve oxytetracycline uygulamalarının kuzu etlerinin muhafazası süresince kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1995.
207. SUMNER J, PETRENAS E, DEAN P, DOWSETT P, WEST G, WIERING R, RAVEN G. Microbial contamination on beef and sheep carcasses in South Australia. *International Journal of Food Microbiology*, 81: 255–260, 2003.
208. DORSA WJ, CUTTER CN, SIRAGUSA GR. Bacterial profile of ground beef made from carcass tissue experimentally contaminated with pathogenic and spoilage bacteria before being washed with hot water, alkaline solution, or organic acid and then stored at 4 or 12 degrees C. *Journal of Food Protection*, 62 (2): 104–5, 1998.
209. TOSUN H, TAMER AÜ. Soğutma işleminin kanatlı karkasının mikrobiyal kalitesine etkisi ile laktik asitle yüzey dekontaminasyonu üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 24: 517-521, 2000.
210. VAN DER MAREL GM, VAN LOGTESTIJN JG, MOSSEL DAA. Bacteriological quality of broiler carcasses as affected by in-plant lactic acid decontamination. *International Journal of Food Microbiology*, 6 (1): 31–42, 1998.
211. CUDJOE KS. The effect of lactic acid sprays on the keeping qualities of meat during storage. *International Journal of Food Microbiology*, 7 (1): 1-7, 1988.

212. SMULDERS F. Preservation by microbial decontamination; the surface treatment of meats by organic acids. Editor: GOULD GW, *New Methods of Food Preservation*, Blackie Academic and Professional, London, 1995.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın her döneminde bilgi, öneri ve yardımlarıyla bana yol gösteren Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölüm Başkanı danışman hocam Prof. Dr. Mustafa TAYAR'a, çalışma süresince yardım ve katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Şahsene ANAR'a, Doç. Dr. Seran TEMELLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmam sırasında özveri ve desteği ile yanımda olan eşim Zeynep YILMAZ BEYAZ'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Samandağ'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı şehirde tamamladım. 2000 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden mezun olum. Aynı tarihte Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. Evli ve bir erkek çocuk babasıyım.