



Laktik Asidin Sığır Etlerinde *Listeria monocytogenes* ile Kanatlı Etlerinde *Salmonella* Typhimurium Üzerine Etkisi

Effects of Lactic Acid on *Listeria monocytogenes* in Beef and *Salmonella* Typhimurium in Poultry

Hidayet BOZDOĞAN¹, Duygu YILMAZLAR², Haydar ÖZDEMİR^{3*}

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara

²Tarım ve Orman Bakanlığı, Yenimahalle İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ankara

³Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, Ankara

¹ORCID: 0000-0001-5712-8628  ²ORCID: 0000-0002-7897-0942 

³ORCID: 0000-0002-7327-0031 

*Sorumlu Yazar: hozdemir@veterinary.ankara.edu.tr Geliş Tarihi: 14.06.2023 Kabul Tarihi: 31.10.2023

ÖZET

Bu çalışma farklı konsantrasyondaki laktik asidin, deneysel olarak *Listeria monocytogenes* ile kontamine edilen sığır etleri ve *Salmonella* Typhimurium ile kontamine kanatlı göğüs derilerindeki redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla deneysel olarak *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* ile kontamine edilen örnekler, %1, 2 ve 3 konsantrasyonunda ve 53°C±1'deki laktik asit solüsyonuna ayrı ayrı 60 saniye süreyle daldırılmıştır. Dekontaminasyon işlemini takiben yapılan mikrobiyolojik analizlerde (0. gün) %1, 2 ve 3 konsantrasyondaki laktik asidin *L. monocytogenes* üzerinde sırasıyla 0.86, 1.14 ve 1.68 log düzeyinde redüksiyon oluştururken, bu etki *S. Typhimurium* üzerinde ise 0.72, 1.52 ve 2.14 log düzeyinde olmuştur. Sonuç olarak laktik asidin *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* üzerinde önemli düzeyde redüksiyon etkisi oluşturduğu ve bu etkinin laktik asidin konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sığır eti, Kanatlı göğüs derisi, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, Laktik asit

ABSTRACT

This study was carried out to determine the reducing effect of different concentrations of lactic acid on bacteria in experimentally contaminated beef with *Listeria monocytogenes* and poultry breast skin contaminated with *Salmonella* Typhimurium. For this purpose, experimentally contaminated samples with *L. monocytogenes* and *S. Typhimurium* were immersed separately for 60 seconds in a lactic acid solution at a concentration of 1, 2 and 3% and at 53°C±1. In by the microbiological analyzes performed after the decontamination process (day 0), lactic acid at 1, 2 and 3% concentrations caused a reduction of 0.86, 1.14 and 1.68 logs on *L. monocytogenes*, respectively, while this effect occurred at 0.72, 1.52 and 2.14 logs on *S. Typhimurium*. As a result, it was determined that lactic acid had a significant reducing effect on *L. monocytogenes* and *S. Typhimurium*, and this effect increased depending on the concentration of lactic acid.

Keywords: Beef, Poultry breast skin, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, Lactic acid

GİRİŞ

Sığır eti ve kanatlı etleri insan beslenmesinde önemli olan hayvansal gıdalardandır. Ancak gerek sığır eti gerekse kanatlı etlerinin önemli gıda patojenleri olan *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella spp.* ve *Campylobacter jejuni* ile kontamine oldukları bildirilmiştir (Okamura, vd., 2018; Wendlandt ve Bergann, 1994).

Sığır eti üretiminde özellikle deri yüzme ve iç organ çıkarma aşamaları karkasların patojen bakterilerle kontaminasyonunda önemli rol oynamaktadır. *L. monocytogenes* tüm dünya ülkelerinde önemli gıda enfeksiyonlarına neden olan, psikrotrofik karakterde bir bakteridir (Slutsker ve Schuchat, 1999). *L. monocytogenes* sığır eti işletmelerinde başta alet ve ekipmanlar olmak üzere, et ve ürünlerinden de izole edilmektedir (Wendlandt ve Bergann, 1994). Aynı şekilde kanatlı etleri de, başta *Salmonella spp.* ve *Campylobacter jejuni* olmak üzere gıda patojenleri ile kontamine olmaktadır.

Özellikle son yıllarda kanatlı eti üretimi ve tüketiminde gözlenen artışa bağlı olarak, insanlarda *Salmonella spp.* ve *C. jejuni* orijinli gıda enfeksiyonu vakalarında önemli artışlar olmuştur (Grant vd., 2016). Günümüzde 2.500'ün üzerinde *Salmonella* serotipi bulunmakta olup, bu serotipler içerisinde en yaygın izole edilen serotipler *S. Typhimurium* ve *S. Enteritidis*'dir. Kanatlı etlerinin *Salmonella* serotipleriyle kontaminasyonunda birçok faktör etkili olmakla birlikte, özellikle kanatlı kesim işlemlerinin çok fazla ve karmaşık yapıda oluşu ile günlük kesilen kanatlı sayısının yüz binler düzeyinde bulunması sekonder kontaminasyonları kaçınılmaz kılmaktadır (Chaine vd., 2013; Okamura, vd., 2018).

Sığır karkasları ile kanatlı karkaslarında patojen bakterilerin yıkımlanması amacıyla fiziksel (sıcak su, buhar vb.) ve kimyasal (organik asitler vb.) dekontaminasyon işlemleri yapılmaktadır (Loretz vd., 2010; Sofos ve Smith, 1998). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), Gıda Güvenliği ve Kontrolü Servisi (FSIS) bazı organik asitlerin ve bunlar içerisinde laktik asidin sığır karkaslarında dekontaminasyon işlemlerinde kullanılmasına onay vermiştir. Laktik asit güvenli gıda katkıları listesinde

(GRAS=generally recognised as safe) yer alan bir organik asittir (Federal Register, 1982). Laktik asidin antimikrobiyal etkisi ortamın pH-değerini düşürmesi ve asidin ayrışma derecesine bağlı olarak oluşmaktadır. Ayrıca laktik asidin oluşturduğu etki asidin konsantrasyonu başta olmak üzere, solüsyonun sıcaklık derecesi, uygulama şekli ve süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Tamblyn ve Conner, 1997). Wang vd., (2015) yaptıkları çalışmada, laktik asidin *S. Enteritidis*, *Escherichia coli* ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki etkisinin, muhtemelen bakteri hücresinde oluşturdukları fizyolojik ve morfolojik değişimlerden kaynaklandığını saptamışlardır. Avrupa Birliği'nde laktik asidin sığır eti üretiminde dekontaminasyon amacıyla kullanımına 2013 yılında müsaade edilmiştir (Anonim, 2013). Avrupa Birliği'nin bu düzenlemesinde, mezbahada sığır karkaslarında mikrobiyel yüzey kontaminasyonun azaltılması amacıyla %2-5 konsantrasyonunda laktik asidin kullanılmasına müsaade edilmiştir. Aynı düzenlemede laktik asit solüsyonunun çeşme suyu ile hazırlanması ve solüsyonun maksimum sıcaklık derecesinin 55 °C olacağı belirtilmiştir.

Bu çalışma, farklı konsantrasyonda ve yaklaşık 53±1°C sıcaklığındaki laktik asit solüsyonuna daldırma işleminin, sığır etlerinde *Listeria monocytogenes* ile kanatlı etlerinde *Salmonella Typhimurium* üzerindeki redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOTLAR

MATERYAL

Bu çalışmada, et satışı yapılan bir marketten temin edilen sığır antrikotu (*M. longissimus dorsi*) ile tüm piliç karkasları örnek olarak kullanılmıştır. Alınan örnekler soğuk zincirde laboratuvara getirilmiş ve tüm antrikot öncelikle yüzey kontaminasyon düzeyini minimize etmek amacıyla bek alevinden geçirilmiştir. Bunu takiben yaklaşık 6x6 cm uzunluğunda ve 0.1-0.2 cm kalınlığında (20-25 g) olacak şekilde toplam 64 örnek kesilerek alınmıştır. Aynı şekilde, laboratuvara getirilen tüm piliç karkaslarından göğüs derileri ayrılarak bek alevinden geçirilmiş ve yaklaşık 6x6 cm boyutlarında (18-20 g) 64 örnek kesilerek ayrılmıştır. Bu şekilde hazırlanan

örnekler, deneysel olarak referans suşlar ile kontaminasyon işleminde kullanılmış olup, bunların yarısı mikrobiyolojik analizlerde, diğer yarısı ise pH-değerlerinin ölçülmesi amacıyla ayrılmıştır.

REFERANS SUŞLAR

Bu çalışmada, *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) ve *Salmonella* Typhimurium suşları (Refik Saydam Kültür Koleksiyonu, RSKK 95091) referans olarak kullanılmıştır. Suşlar örneklerin deneysel olarak kontaminasyonundan önce, Brain Hearth Infüzyon (BHI) Broth içerisinde 37 °C'de 18-24 saat inkubasyona bırakılarak, aktive edilmiş ve sayımları yapılarak ml'deki koloni sayıları belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan sayımlarda *L. monocytogenes*'in yaklaşık 7.6×10^7 kob/ml, *S. Typhimurium*'un ise 8.2×10^7 kob/ml düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

METOTLAR

Örneklerin deneysel kontaminasyonu

Deneysel kontaminasyon için hazırlanan örnekler, *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium*'un yeni kültüviye edilmiş süspansiyonu içerisine daldırılarak, oda sıcaklığında 5 dakika süreyle bekletilmiştir. Daha sonra örnekler çıkarılarak, steril bir kap içerisine alınmış ve bakterilerin örnek yüzeyine tutunmasını sağlamak amacıyla, oda sıcaklığında 30 dakika süreyle bekletilmiştir (Capita vd., 2002).

Dekontaminasyon işlemlerinin yapılması

Dekontaminasyon işlemlerini uygulamak amacıyla deneysel olarak kontamine edilmiş sığır eti ve kanatlı göğüs derileri her birinden 8'er adet (toplam 64) olmak üzere dört farklı gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki örnekler kontrol grubu olarak (çeşme suyu), ikinci gruptaki örnekler %1 konsantrasyonundaki laktik asit (LA) (pH 2.48), üçüncü gruptaki örnekler %2 konsantrasyonundaki LA (pH 2.36), dördüncü gruptaki örnekler ise %3 konsantrasyonundaki LA (pH 2.23) ile işleme tabi tutulmuşlardır. Dekontaminasyon işlemleri sıcaklığı $53^{\circ}\text{C} \pm 1$ olan laktik asit solüsyonuna ayrı ayrı 60 saniye süreyle daldırılarak yapılmıştır. Dekontaminasyon işlemlerinin bakteriler üzerindeki redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla,

0., 1., 3. ve 5. günlerde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Örneklerde 0. gün ekimleri dekontaminasyon işlemlerinden hemen sonra yapılmış, diğer örnekler ise analiz günlerine kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlere paralel olarak, örneklerde pH-değerleri de ölçülmüş ve çalışma iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler ve pH-değerinin ölçülmesi

Dekontaminasyon işlemleri sonrası laktik asidin *L. monocytogenes* üzerindeki redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla, Palcam Agar (Merck, 1.11755, Supplement Merck 1.12122) kullanılmıştır. Aynı şekilde *S. Typhimurium* üzerindeki redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla ise BPLS (Brillant-green Phenol-red Lactose Sucrose Agar) (Merck 1.07237) agar ve XLD (Xylose Lysine Deoxycholate Agar) (Merck 1.05287) agar kullanılmıştır. Bu amaçla analiz günleri örneklerden alınan 10 g örnek üzerine 90 ml peptonlu su (%0.1) konularak, 2-3 dakika süreyle stomacherde (Lab Blender 400 Seward, London) homojenize edilmiştir. Daha sonra örneklerden gerekli dilüsyonlar hazırlanarak, *L. monocytogenes* sayısını belirlemek amacıyla, Palcam agara yayma plak yöntemine göre ekimler yapılmış ve plaklar 48-72 saat süreyle 35 °C'de inkubasyona bırakılmıştır (Baumgart, 1997).

S. Typhimurium sayılarını belirlemek amacıyla ise örneklerden hazırlanan dilüsyonlardan BPLS ve XLD agara ekimler yapılmış ve plaklar 37 °C'de 24-48 saat süreyle inkubasyona bırakılmıştır. Örneklerde pH-değerlerinin belirlenmesi işlemi için ise 5 g örnek alınarak, üzerine 15 ml steril deiyonize su konulup, karışım stomacherde 2 dakika süreyle homojenize edilmiş ve daha sonra elektronik pH-metre ile (Mettler Toledo, Inlab 427) ölçümler yapılmıştır (Capita vd., 2002).

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Mikrobiyolojik analiz bulgularına göre, laktik asidin konsantrasyon ve muhafaza süresine göre etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi (GLM) yapılmıştır. Varyans analizinde SPSS (ver.10.0) istatistik paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı konsantrasyondaki laktik asidin sığır etlerinde *L. monocytogenes* üzerindeki redüksiyon etkisi Tablo 1’de, piliç göğüs derilerinde *S. Typhimurium* üzerindeki redüksiyon etkisi ise Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1’de görüldüğü gibi, *L. monocytogenes* ile deneysel olarak kontamine edilmiş sığır eti örneklerinde, dekontaminasyon işlemini takiben (0. gün) yapılan analizlerinde *L. monocytogenes* sayılarının kontrol grubuna göre %1, 2 ve 3 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış gruplarda sırasıyla ortalama olarak 0.86, 1.14 ve 1.68 log düzeyinde azaldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan *L. monocytogenes* sayılarının %2 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış örneklerde muhafaza süresinin 0., 1., 3. ve 5. günlerinde yapılan analizlerinde ortalama sırasıyla 1.14, 1.74, 2.42 ve 3.00 log düzeyinde, %3 konsantrasyonda laktik asit uygulanan örneklerde ise sırasıyla ortalama 1.68, 2.27, 2.76 ve 3.18 log düzeyinde redüksiyona uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca laktik asidin sığır etlerinde *L. monocytogenes* üzerinde oluşturduğu redüksiyon etkisinin, muhafaza süresi ve laktik asit konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı ve bunun istatistiksel yönden önemli olduğu ($p<0.001$) saptanmıştır.

Bu çalışmada, %1, 2 ve 3 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış gruplarda *L. monocytogenes* sayıları, kontrol grubuna göre ortalama 0. günde sırasıyla 0.86, 1.14 ve 1.68 log düzeyinde, %2 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış örneklerde ise muhafaza süresinin 0., 1., 3. ve 5. günlerinde sırasıyla 1.14, 1.74, 2.42 ve 3.00 log düzeyinde azalmıştır. Nitekim Ikeda vd., (2003) %2 konsantrasyon ve 55

°C’deki laktik asit solüsyonuna 30 saniye süreyle daldırılmış sığır eti örneklerinde *L. monocytogenes* sayılarının yaklaşık 1.80-2.60 log düzeyinde redüksiyona uğradığını belirtmiş olup, araştırmacıların bulguları ile bu çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde Greer ve Dilts (1995) yaptıkları çalışmada, *L. monocytogenes* ile kontamine edilen sığır etlerinin %3 konsantrasyondaki laktik aside (55 °C, 15 saniye) daldırılması sonucu oluşan redüksiyonun yaklaşık 2.0 log düzeyinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da %3 konsantrasyondaki laktik asit ile işlem gören örneklerde 0. günde oluşan redüksiyon 1.68 log düzeyinde tespit edilmiş olup, sonuçlar uyumludur.

Dekontaminasyon işlemlerinde sonuçlar üzerinde birden çok faktör etkili olmaktadır. Bu bağlamda, Li vd., (1997) ile Tamblyn ve Conner (1997) laktik asidin bakteriler üzerindeki redüksiyon etkisinin uygulama şekli (daldırma, sprey), uygulama süresi, solüsyonun sıcaklık derecesi ve asidin konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Laktik asidin, kanatlı etlerinde de *L. monocytogenes* üzerinde redüksiyon etkisini belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Anang vd., 2007; González-Fandos vd., 2021; Hwang ve Beuchat, 1995). Hwang ve Beuchat (1995), %1 konsantrasyondaki laktik asidin (25 °C, 30 dakika daldırma işlemi) kanatlı göğüs derilerinde *L. monocytogenes* üzerinde 2.3 log düzeyinde redüksiyon oluşturduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan Anang vd., (2007), %0.5-2 konsantrasyondaki laktik aside (25 °C, 10-30 dakika) daldırılan piliç göğüs etlerinde *L. monocytogenes* sayılarının yaklaşık 1.0-2.0 log düzeyinde redüksiyona

Tablo 1. Değişik konsantrasyonda laktik asit solüsyonunun sığır etlerinde *Listeria monocytogenes* üzerine redüksiyon etkisi (\log_{10} kob/g, n=2)

Grup	Uygulama	Muhafaza Süresi (gün), 4 °C			
		0	1	3	5
1	Çeşme suyu (Kontrol)	6.28 ^a	6.52	6.80	7.14
2	%1 L.A	5.42 ^b , 0.86 ^c	5.34, 1.18	5.20, 1.60	5.07, 2.07
3	%2 L.A	5.14, 1.14	4.78, 1.74	4.38, 2.42	4.14, 3.00
4	%3 L.A	4.60, 1.68	4.25, 2.27	4.04, 2.76	3.96, 3.18

n= Çalışmanın tekrarlanma sayısı, %: Laktik asit konsantrasyonu, L.A: Laktik asit; a: Kontrol grubunda bakteri sayısı, b: Farklı konsantrasyonda L.A uygulanmış örneklerdeki bakteri sayısı, c: Kontrol grubu örneklerine göre oluşan redüksiyon (a-b)

uğradığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde González-Fandos vd., (2021) tarafından yapılan çalışmada, *L. monocytogenes* ile kontamine edilen piliç but eti örneklerinin %3.75 konsantrasyonda laktik asit ve %3.75 konsantrasyonda potasyum sorbat solüsyonuna kombine olarak daldırılması (75 saniye) sonucu oluşan redüksiyonun yaklaşık 2.63 log düzeyinde olduğu saptanmıştır. Yine bu çalışmada, *S. Typhimurium* ile deneysel olarak kontamine edilen piliç göğüs derilerinde, farklı konsantrasyondaki laktik asidin oluşturduğu redüksiyon etkisi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2’de görüldüğü gibi, *S. Typhimurium* ile deneysel olarak kontamine edilmiş kanatlı göğüs derisi örneklerinin, dekontaminasyon işlemini takiben (0. gün) yapılan analizlerinde BPLS ve XLD agarda üreyen *S. Typhimurium* sayıları ortalama olarak kontrol grubuna göre %1, 2 ve 3 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış gruplarda sırasıyla 0.72, 1.52 ve 2.14 log düzeyinde redüksiyona uğramıştır. Aynı şekilde, %2 konsantrasyonda laktik asit uygulanmış örneklerde muhafaza süresinin 0., 1., 3. ve 5. günlerinde yapılan analizlerinde *S. Typhimurium* sayıları ortalama sırasıyla 1.52, 2.18, 2.80 ve 3.16 log düzeyinde, %3 konsantrasyonda laktik asit uygulanan örneklerde ise sırasıyla ortalama 2.14, 2.74, 3.28 ve 3.72 log düzeyinde redüksiyona uğramıştır. Diğer taraftan, laktik asidin kanatlı göğüs derilerinde *S. Typhimurium* üzerinde oluşturduğu redüksiyon etkisinin, muhafaza süresi ve laktik asit konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiği ve bunun istatistiksel yönden önemli olduğu ($p < 0.001$) belirlenmiştir. Araştırmacılar (Hwang ve Beuchat, 1995; Stivarius vd., 2002), laktik asidin bakterilere

üzerinde oluşturduğu redüksiyon etkisinin, muhafaza süresine bağlı olarak artış göstermesinin asidin rezidüel etkisinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, %1, 2 ve 3 konsantrasyondaki laktik aside daldırılmış örneklerde 0. günde *S. Typhimurium* sayısı kontrol grubuna göre sırasıyla ortalama 0.72, 1.52 ve 2.14 log düzeyinde azalmış olup, Xiong vd., (1998) tarafından yapılan çalışmada ise, %1-2 konsantrasyondaki laktik asit ile (20 °C, 30 saniye, sprey tarzı uygulama) yapılan işlem sonrası *S. Typhimurium* sayılarının yaklaşık 2.2 log düzeyinde redüksiyona uğradığı tespit edilmiştir. Sonuçlar arasında düşük düzeyde de olsa farklılık bulunmakla birlikte, bunun uygulanan işlemin ve süresinin farklı oluşu ile başlangıçtaki bakteri yüklerinin farklı oluşundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Diğer taraftan, Anang vd., (2007) ise çalışmalarında %0.5-2 konsantrasyonda laktik asidin (25 °C, 10-30 dakika daldırma işlemi) kanatlı göğüs etlerinde *Salmonella* Enteritidis sayılarında 0.8-1.7 log düzeyinde redüksiyon oluşturduğunu saptamış olup, sonuçlar genelde uyum göstermektedir. Bir diğer çalışmada (Kassem vd., 2017) ise %3 ve 5 konsantrasyonda laktik asit solüsyonuna 60 saniye daldırma işlemi sonrası *S. Typhimurium* sayısında sırasıyla 1.0-1.3 log düzeyinde redüksiyon olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada, mikrobiyolojik analizlere paralel olarak örneklerde pH değerleri de ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde sığır eti örneklerinde, 0. gündeki pH-değerleri kontrol grubu ve %1, 2 ve 3 konsantrasyonda laktik asit ile işlem görmüş örneklerde ortalama olarak sırasıyla 5.78, 5.54, 5.36 ve 5.18 düzeyinde ölçülmüştür.

Tablo 2. Değişik konsantrasyonda laktik asit solüsyonunun piliç kanatlı göğüs derisinde *Salmonella* Typhimurium üzerine redüksiyon etkisi (\log_{10} kob/g, n=2)

Grup	Uygulama	Muhafaza Süresi (gün), 4°C			
		0	1	3	5
1	Çeşme suyu (Kontrol)	6.34 ^a	6.38	6.42	6.62
2	%1 L.A	5.62 ^b , 0.72 ^c	5.44, 0.94	5.20, 1.22	5.12, 1.50
3	%2 L.A	4.82, 1.52	4.20, 2.18	3.62, 2.80	3.46, 3.16
4	%3 L.A	4.20, 2.14	3.64, 2.74	3.14, 3.28	2.90, 3.72

n= Çalışmanın tekrarlanma sayısı, %: Laktik asit konsantrasyonu; L.A: Laktik asit; a: Kontrol grubunda bakteri sayısı, b: Farklı konsantrasyonda L.A uygulanmış örneklerdeki bakteri sayısı, c: Kontrol grubu örneklerine göre oluşan redüksiyon (a-b)

Kanatlı göğüs derilerinde 0. günde yapılan ölçümlerde ise pH-değerleri kontrol grubu ve %1, 2 ve 3 konsantrasyonda laktik asit ile işlem gören örneklerde ortalama sırasıyla 6.46, 5.92, 5.68 ve 5.42 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Kontrol grubuna göre, laktik asit solüsyonuna daldırılan örneklerde konsantrasyona bağlı olarak pH değerleri düşük ölçülmüştür. Bu muhtemelen kullanılan laktik asit solüsyonlarının pH değerlerinin (2.48-2.23) düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen bulgular çerçevesinde, belirli konsantrasyondaki laktik asidin *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* üzerinde önemli düzeyde redüksiyon oluşturduğu saptanmıştır. Avrupa Birliği'nde 2013 yılında laktik asidin sığır eti üretiminde dekontaminasyon amacıyla kullanımına izin verilmiştir. Avrupa Birliği gıda mevzuatı ile uyumlu hale getirilen ulusal gıda mevzuatımız çerçevesinde, Türkiye'de de sığır kesimhanelerinde kesim hijyenine ilave olarak laktik asidin dekontaminasyon amacıyla kullanılabileceği görüşüne varılmıştır.

KAYNAKLAR

Anang, D. M., Rusul, G., Bakar, J. ve Ling, F. H. (2007). Effects of lactic acid and lauricidin on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken breast stored at 4 °C. *Food Control*, 18(8), 961-969. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.015>

Anonim. (2013). Concerning the use of lactic acid to reduce microbiological surface contamination on bovine carcasses. Commission Regulation (EU) No: 101/2013 of 4 February.

Baumgart, J. (1997). Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Hamburg: Behr's Verlag.

Capita, R., Alonso-Calleja, C., del Camino García-Fernández, M. ve Moreno, B. (2002). Activity of trisodium phosphate compared with sodium hydroxide wash solutions against *Listeria monocytogenes* attached

to chicken skin during refrigerated storage. *Food Microbiology*, 19(1), 57-63. <https://doi.org/10.1006/fmic.2001.0455>

Chaine, A., Arnaud, E., Kondjoyan, A., Collignan, A. ve Sarter, S. (2013). Effect of steam and lactic acid treatments on the survival of *Salmonella* Enteritidis and *Campylobacter jejuni* inoculated on chicken skin. *International Journal of Food Microbiology*, 162(3), 276-282. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.01.012>

Federal Register. (1982). Rules and Regulations, Vol. 47, No. 123. Part 184, Friday, June 25.

González-Fandos, E., Martínez-Laorden, A. ve Perez-Arnedo, I. (2021). Efficacy of combinations of lactic acid and potassium sorbate against *Listeria monocytogenes* in chicken stored under modified atmospheres. *Food Microbiology*, 93, 103596. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103596>

Grant, A., Hashem, F. ve Parveen, S. (2016). *Salmonella* and *Campylobacter*: Antimicrobial resistance and bacteriophage control in poultry. *Food Microbiology*, 53B, 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.09.008>

Greer, G. G. ve Dilts, B. D. (1995). Lactic acid inhibition of the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on pork. *International Journal of Food Microbiology*, 25(2), 141-151. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)00088-N](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)00088-N)

Hwang, C. A. ve Beuchat, L. R. (1995). Efficacy of Selected Chemicals for Killing Pathogenic and Spoilage Microorganisms on Chicken Skin. *Journal of Food Protection*, 58(1), 19-23. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-58.1.19>

Ikeda, J. S., Samelis, J., Kendall, P. A., Smith, G. C. ve Sofos, J. N. (2003). 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), 985-992. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.6.985>
- Kassem, A., Meade, J., Gibbons, J., McGill, K., Walsh, C., Lyng, J. ve Whyte, P. (2017). Evaluation of chemical immersion treatments to reduce microbial populations in fresh beef. *International Journal of Food Microbiology*, 261, 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.08.005>
- Li, Y., Slavik, M. F., Walker, J. T. ve Xiong, H. (1997). Pre-chill spray of chicken carcasses to reduce *Salmonella typhimurium*. *Journal of Food Science*, 62(3), 605-607. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04441.x>
- Loretz, M., Stephan, R. ve Zweifel, C. (2010). Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control*, 21(6), 791-804. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.11.007>
- Okamura, M., Kaneko, M., Ojima, S., Sano, H., Shindo, J., Sirafuji, H., Yamamoto, S., Tanabet, T., Yoshikawa, Y. ve Liang-Hu, D. (2018). Differencial distribution of *Salmonella* serovars and *Campylobacter* spp. Isolates in free living crows and broiler chickens in Aomori, Japan. *Microbes and Environments*, 33(1), 77-82. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME17183>
- Slutsker, L. ve Schuchat, A. (1999). Listeriosis in Humans. In *Listeria, Listeriosis, and Food Safety*, 2nd Ed. (Eds: Ryser, E. T., Marth, E. H). pp. 49-94, Marcel Dekker, New York.
- Sofos, J. N. ve Smith, G. C. (1998). Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial application. *International Journal of Food Microbiology*, 44(3), 171-188. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(98\)00136-6](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(98)00136-6)
- Stivarius, M. R., Pohlman, F. W., McElyea, K. S. ve Waldroup, A. L. (2002). 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(4), 327-334. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00127-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00127-9)
- Tamblyn, K. C. ve Conner, D. E. (1997). Bactericidal Activity of Organic Acids against *Salmonella typhimurium* Attached to Broiler Chicken Skint. *Journal of Food Protection*, 60(6), 629-633. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-60.6.629>
- Xiong, H., Li, Y., Slavik, M. F. ve Walker, J. T. (1998). Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *Journal of Food Protection*, 61(3), 272-275. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.3.272>
- Wang, C., Chang, T., Yang, H. ve Cui, M. (2015). Antibacterial mechanism of lactic acid on physiological and morphological properties of *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 47, 231-236. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.034>
- Wendlandt, A. ve Bergann, T. (1994). *Listeria monocytogenes*: Zum Vorkommen in einem Schlacht-, Zerlege- und Verarbeitungsbetrieb. *Fleischwirtschaft (Frankfurt)*, 74(12), 1329-1331.