

Kesimhanelerde Broiler Karkasların Mikrobiyal Yükü Üzerine Ozon ve Klor Uygulamalarının Etkileri

Canan DOKUZLU*

Geliş Tarihi: 08.12.2006

Kabul Tarihi: 24.01.2007

Özet: Çalışmada materyal olarak ticari bir broiler kesimhanesinden elde edilen onar adetlik üç grup karkasla çalışılmıştır. Birinci grup karkaslar iç alma işlemi sırasında, 1.5 ppm ozon içeren suyla, 2. grup karkaslar 30 ppm sodyum hipoklorid'le klorlanan suyla 7 dk duşlanmışlardır. Kontrol grubu karkasların duşlanması sırasında hiçbir kimyasal madde kullanılmamıştır.

Ozonlu su, klorlu suya göre toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine ortalama %50, *E.coli* sayısı üzerine ortalama %99.47, Staphylococ/Micrococ sayısı üzerine ortalama %66.67 oranında daha etkili bulunmuştur.

Sonuç olarak ozonlu suyun, klorlu suya kıyasla tavuk karkaslarının dezenfeksiyonunda çok daha düşük düzeylerde, daha güvenilir ve daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Broiler karkas, ozon, sodyum hipoklorid, antimikrobiyal.

Effects of Application Ozone and Chlorine On Microbiological Load in Slaughterhouses of Broiler Carcass

Summary: In this study, three different groups of broiler carcass were investigated microbiologically in a private broiler slaughterhouse. First and second group carcasses were sprayed with processing water contained ozone (1.5 ppm) and Na-hypochloride (30 ppm), respectively. The control group, was treated with water contained no chemical. Spraying times of processing water on broiler carcasses were 7 min. for all groups.

Counts of total aerobic mesophilic bacteria, *E.coli*, Staphylococci/Micrococci were reduced as 50%, 99.47%, and 66.67% with ozonated water compared with chlorinated water, respectively.

As a result, ozonated water, even with low levels, could be used more safely and effectively for disinfection of broiler carcass compared to chlorinated washing water.

Key Words: Broiler carcass, ozone, Na-hypochloride, antimicrobials.

Giriş

Piliç eti, düşük yağ içeriği, çok kısa sürede hazırlanması ve kırmızı ete göre daha ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Ülkemizde 2001 yılı verilerine göre piliç eti üretimi 598.581 ton, kişi başına tavuk eti tüketimi de 10.05 kg'dır²⁴. Tavuk eti tüketici tercihinine göre bütün halde veya parça halde satışa sunulmaktadır⁵. Özellikle büyük şehirlerde parça tavuk talebinde önemli bir artış vardır²⁴.

Bununla birlikte tavuk etinde bulunan patojen ve bozulma yapan bakteriler tüketiciler için ciddi bir tehlike oluşturur⁸. Bu mikroorganizmalar, tavuğun iç organlarında, bağırsaklarda, deri yüzeyinde ve tüyler arasında buldukları için işlem basamakları sırasında tavuk etini kolayca kontamine edebilirler^{2,25}.

Özellikle haşlama, tüylerin yolunması, bağırsak ve iç organların çıkarılması gibi aşamalarda tavuk eti daha fazla kontamine olmaktadır²⁵. Ayrıca karkaslar arasındaki çapraz kontaminasyon, işletme suyu ve ekipmanların

* U.Ü., Karacabey Meslek Yüksek Okulu, Gıda Teknolojisi Programı, Bursa, Türkiye.

yeterli hijyene sahip olmaması proses basamakları sırasındaki kontaminasyon seviyesini artırır¹¹.

Tavuk etine bulaşan mikroorganizmaların çoğalmasını engellemek için, soğutma işlemi uygulanmaktadır. Kanatlı eti endüstrisinde karkasların suya daldırılarak soğutulması veya soğuk hava, soğutma odası ve soğuk hava tünelleri yardımıyla kuru soğutma olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır^{1,16}. Bunun yanısıra Amerikan Tarım Örgütü'nün Gıda Güvenliği ve Kontrolü Servisi'nin (FSIS) önerdiği buharvakum sistemleri, buhar pastörizasyonu karkaslarda dekontaminasyon amacıyla kullanılan yöntemlerdendir²⁶.

Ayrıca kanatlı eti endüstrisinde dekontaminasyon amacıyla klor ve klor bileşikleri^{9,15}, ozon^{6,23,30,31}, organik asitler^{2,15}, trisodyum fosfat²² gibi kimyasallarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Klor, bakterilerde glikoz oksidasyonunu inhibe ederek bakterisid etki gösterir. Sülfidril grubu taşıyan bazı enzimlerin aktivasyonunu da azaltır. Serbest klor özellikle de hipoklorid asit (HOCL) kloraminlere kıyasla çok daha fazla bakterisittir. Ancak klorun fazla miktarda kullanımı etle reaksiyona girerek tri-halometan denilen toksik ve kansorejen bileşikler oluşturur¹⁸.

Ozon, 1982 yılında Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından güvenilir (generally recognized as safe- GRAS) kabul edilmiş ve FDA, 2001 yılında balık, kırmızı et ve tavuk etini de içeren gıda ürünleri ile ozonun direkt temasını ve gıda sanayinde kullanımını yasal olarak kabul etmiştir¹⁷. Güçlü bir oksidan olan ozon Gram (-) ve Gram (+) bakterilere, maya ve küflere ayrıca virüslere karşı etkilidir. Ozonun mikrobiyal etkisi pH, sıcaklık, katkı maddeleri ve organik madde miktarına bağlı olarak değişmektedir²¹.

Bu çalışmada ticari bir broiler kesimhanesinde, karkaslara iç alma işlemi sırasında duşlama suyuyla 30 ppm sodyum hipoklorid ve 1.5 ppm ozon uygulanmış ve iki dezenfektanın antimikrobiyal etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada materyal olarak özel bir tavuk kesimhanesinden elde edilen broiler karkasları kullanılmış ve üç grup karkasla çalışılmıştır. Her grupta analizler, her biri 5 adet karkas içeren 10 numune ile tekrar edilmiştir.

Birinci grup; işletme de iç alma prosesi sırasında, Pacific ozon marka, ORC 60 model ozon jeneratörüyle elde edilen 1.5 ppm ozon kullanılarak ozonlanan suyla toplam 7 dk duşlanan karkaslardan seçilmiştir.

İkinci grup; işletme de iç alma prosesi sırasında, Tekna marka, AXS 602 model klor pompasıyla 30 ppm sodyum hipokloridle klorlanan suyla toplam 7 dk duşlanan karkaslardan seçilmiştir.

Üçüncü grup; işletme de kesilip, temizlenmiş duşlanması sırasında hiçbir kimyasal madde kullanılmamış karkaslardan seçilen kontrol grubudur.

Aseptik koşullarda her gruptan deri-et karışık 25 g tartılan örnekler bekletilmeden kesimhane laboratuvarında, steril poşetlerde 225 ml steril % 0,1 lik tamponlanmış peptonlu su (OXOID CM 509) ile stocmacherde homojenize edilerek 10⁻¹ dilüsyonlar elde edildi. Takiben 10⁻⁸'e kadar hazırlanan desimal dilüsyonlardan yüzey yayma plak yöntemi kullanılarak ekimler yapıldı¹⁴.

Aerobik mezofilik genel canlı sayımı için, Plate Count Agar'a (PCA, OXOID CM 325) hazırlanan dilüsyonlardan yüzey yayma yöntemi kullanılarak ekimler yapıldı ve 37 °C'de 24 saat aerobik olarak inkübe edilerek oluşan koloniler sayıldı¹⁴.

Staphylococ/Micrococ sayımı için, Sterile Egg Yolk Tellurite Emulsion (OXOID SR 54) ilave edilerek hazırlanan Baird Parker Agar (BPA, OXOID CM 275)'a yüzey yayma yöntemi ile ekim yapıldı ve 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilerek oluşan koloniler sayıldı³.

Salmonella spp. sayımı, öncelikle Buffered Peptone Water (OXOID CM 509)'da 37 °C'de 16-20 saatlik selektif olmayan ön zenginleştirme sonrası selektif zenginleştirme için Rappaport Vassiliadis Enrichment Broth (OXOID CM 669)'a transfer edilip 42 °C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. Selektif katı besi yeri olan Bismuth Sulphite Agar (OXOID CM 201)'a çizme yöntemi uygulanarak 37 °C'de 24-48 saatlik inkübasyon sonrası metalik röfle veren kahverengi siyah zonla çevrili kahverengi-gri-siyah koloniler tipik olarak değerlendirildi¹⁰.

E.coli sayımı için, Tryptone Bile X-Glucuronide Medium (TBX, OXOID CM945) 'a yüzey yayma yöntemi ile ekim yapıldı ve petripler önce 30 °C'de 4 saat, daha sonra 44 °C'de 18 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra oluşan mavimsi yeşil kolonilere IMVIC testi uygulanarak sonuçlar *E.coli* açısından değerlendirildi³.

Tablo. İncelenen tavuk örneklerinde gruplara göre mikrobiyolojik analiz sonuçları

Gruplar	n	Toplam aerobik mezofilik bakteri			E.coli			Staphylococ/ Micrococ			Salmonella varlığı
		Min. Kob/g	Ort. X Kob/g	Max. Kob/g	Min. Kob/g	Ort. X Kob/g	Max. Kob/g	Min. Kob/g	Ort. X Kob/g	Max. Kob/g	
Kontrol	10	2.1 x10 ⁴	6.2x10 ⁴	1x10 ⁵	1.6 x10 ³	4.4x10 ³	8.1 x10 ³	2.4x10 ³	1.4x10 ⁴	1.9x10 ⁴	-
1.5 ppm ozonlu	10	1.9 x10 ³	1.2x10 ⁴	3.4 x10 ⁴	<10	<10	3x10	5.2x10 ²	2x10 ³	4.7x10 ³	-
30 ppm klorlu	10	1.1 x10 ⁴	2.4x10 ⁴	5.4 x10 ⁴	1x10 ³	1.9x10 ³	4.6x10 ³	4x10 ⁴	6x10 ³	6.8x10 ³	-

Bulgular

Her üç gruptaki Toplam aerobik mezofilik bakteri, *E.coli* ve *Staphylococ / Micrococ* sayılarının minimum, ortalama, maksimum (kob/gr) değerleri tabloda verilmiştir.

Ozon uygulaması toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında ort. %80.65 oranında bir azalma sağlamıştır. Klorda ise bu oran %61.3' dür. Klora göre ozon, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde ort. %50 daha etkilidir.

E.coli üzerinde ozonun ortalama etkisinin %97.77 olduğu, klorun ise %56.82 etkili olduğu bulunmuştur. Ozonun etkisi klora kıyasla %99.47 daha fazladır. *Staphylococ/Micrococ* sayısı üzerinde de ozonun ortalama etkisi %85.72, klorun etkisi ise %57.2 olarak bulunmuş, ozonun etkisinin klora göre %66.67 oranında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Hiçbir grupta *Salmonella* spp.izole edilememiştir.

Tartışma ve Sonuç

Chang ve Sheldon, soğutma öncesi kullanılan suyun ozonlanarak piliçlerin soğutulması sırasında tekrar kullanımının toplam canlı sayısında ortalama 2.7 logaritmik birim azalma sağladığını belirtmişlerdir⁶. Bir başka çalışma da, ozon içeren soğutulmuş suya daldırılan tavuk karkaslarının mikrobiyal yükünde, işlem görmeyen karkaslara kıyasla 2 logaritmik birim azalma olduğu bildirilmiştir²³. Yhang ve Chen' de, piliç parçalarının ozon içeren soğutulmuş suda bekletilmesinin mikrobiyal yükte 1 logaritmik birim azalmaya neden olduğunu saptamışlardır³¹.

Kırmızı et üzerinde yapılan çalışmalarda da, ozonlanmış suyun tek başına veya asetik asit ve laktik asit içeren organik asitler gibi sanitizerlerle birlikte kullanımının karkaslardaki mikrobiyal yükü azalttığı belirlenmiştir¹². Reagan ve arkadaşları da sığır karkaslarıyla yaptıkları çalışmada sığır karkaslarını ozon içeren

suyla yıkamanın toplam canlı sayısını 1.3 logaritmik birim azalttığını saptamışlardır²⁰. Tablo incelendiğinde Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısındaki azalmanın diğer araştırma sonuçlarıyla paralel olduğu görülmektedir.

Hierholzer ve ark., tavuk karkaslarının soğutma suyunda ozon kullanımının *E.coli*'yi inhibe ettiğini bildirmişlerdir²⁸. Bir başka çalışmada *E.coli* inoküle edilen ve ozon ile işlem gören dana kıymalarında *E.coli* sayısının azaldığı saptanmıştır²⁰.

Kaliforniya enerji komisyonunun tavuk işletmelerinde ozon uygulamasıyla ilgili sundukları final raporunda, yıkama suyuna 25 ppm klor katılmasının *E.coli* sayısını %73-78 oranında azalttığı, 4-8 ppm ozon içeren suyla yıkamanın ise *E.coli* sayısında %87-98 oranında azalma sağladığı bildirilmiştir. Kullanılan ozonlanmış su hacmi de, klorlanmış su hacmine göre %30 daha azdır⁴.

Seydim ve ark., farklı gıda komponentleri kullanarak ozonun bakteriyel popülasyonu azaltmadaki etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 10 dk ozon uygulamasından sonra farklı gıda komponentlerine *Bacillus cereus* sporlarını, *Staphylococcus aureus* ve *E.coli* suşlarını inoküle etmişlerdir. Gıda komponentlerinin farklılığına göre *E.coli* popülasyonunda 1.98-6.11 logaritmik birim azalma, *Staphylococcus aureus* sayısında, 1.02-6.48 logaritmik birim azalma saptamışlardır. Spor popülasyonunda da 0.24-4.93 logaritmik birim azalma belirlenmiştir¹³.

Bir başka çalışmada kuluçka makinalarının folluklarından izole edilen *Staphylococcus*, *Streptococcus* ve *Bacillus* türleri ile kültür koleksiyonundan elde edilen *E.coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus* türleri laboratuvar şartlarında petrilere yayma yöntemiyle inokülasyon yapılarak %1.5-1.65 (w/w) ozon gazına maruz bırakılmış ve ozonun bakteriyel popülasyon üzerinde 4-7 logaritmik ünitenin üzerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır²⁷.

Chen ve ark.da, dondurulmuş balık ürünlerinde %3 NaCl içeren ozonlu suyun *Staphylococcus aureus* ve *E.coli*'yi inaktive ettiğini bildirmişlerdir⁷.

Ozonun değişik mikroorganizmalar üzerindeki etkileri klorla kıyaslanmış ve ozonun *E.coli*'yi klor ve klor türevlerine kıyasla 125 kat daha hızlı öldürebildiği saptanmıştır. Ozonun klora göre bakterilerin hücre zarlarına karşı 51 kat daha etkili olduğu belirlenmiştir²⁷. Ozonun Gram negatif ve Gram pozitif bakterileri içeren geniş bir bakteriosidal etkisi olduğu da rapor edilmiştir²¹.

Et işletmelerinde kirli alanları dezenfekte etmek için klorlu su kullanımı çok yaygındır. Ancak klor aynı zamanda etle de reaksiyona girerek tri-halometan denen toksik ve kanserojen bileşikler oluşturur. Etin yüzeyini de etkileyerek kalitesini düşürür. Ayrıca klorun daha önceleri uygulanan dozları mikroorganizmaların direnç kazanmaları nedeniyle etkisini kaybetmiştir. Tam dezenfeksiyon için daha yüksek dozlara gereksinim duyulmaktadır. Ancak yüksek düzeyde klorun et ürünleriyle teması sağlık açısından tehlike yaratmaktadır^{18,29}.

Ozon suda ve gıda ürünlerinde artık bırakmadığı için ürünün tadında ve renginde bir değişiklik yaratmaz. Ozon uygulamasının et ve et ürünlerindeki en önemli dezavantajı ürünlerde yağ oksidasyonuna neden olabilmesidir. Ozonun bu etkisinin ozonlu hava kullanımında meydana geldiği ve diğer uygulamalarının lipid oksidasyonu üzerinde önemli bir etki yaratmadığı belirtilmiştir¹⁹.

Çalışmamızdaki *E.coli* ve *Staphylococ / Micrococ* sayılarındaki azalmalarda diğer araştırmacıların sonuçlarıyla paraleldir. Ozon, klora göre tavuk karkaslarının dezenfeksiyonunda çok daha düşük düzeylerde daha güvenilir ve daha etkili olarak kullanılabilir.

Kaynaklar

1. ALLEN V.M, CORRY J.E.L, BURTON C.H, WHYTE R.T. And MEAD G.C. Hygiene aspects of modern poultry chilling, Int. J. of Food Microbiology. 2000; 58; 39-48.
2. BOSTAN K, AKSU H, ERSOY E, ÖZGEN Ö ve UĞUR M. The effect of prechilling with acetic and lactic acid on shelf-life of broiler carcasses. Pakistan Journal of Biological Sci. 2001; 4 (6); 753-756.
3. BRIDSON E.Y. The Oxoid Manual 8th Edition. Oxoid Ltd., Hampshire,1980.
4. California Energy Commission. Final report. Applications of ozonation and membrane treatment in poultry processing. January 2002.
5. CEVGER Y, SARIOZKAN S and GÜLER H. The effect of the sale of whole or cut up chicken meat on enterprise income according to season. Turk J. Vet. Anim. Sci. 2002; 28; 399-402.
6. CHANG Y.H and SHELDON B.W. Application of ozone with physical wastewater treatments to recondition poultry process waters. Poultry Sci.1989; 68; 1078-1087.
7. CHEN H.H, CHIU E.M and HUANG J.R. Colour and gel-forming properties of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) as related to washing conditions. J. Food Sci. 1997; 62; 985-991.
8. EL-LEITY M.A and RASHAD F.M. Bacteriological studies on ground meat and its products. Archiv für Lebensmittelhygiene. 1989; 40; p.49.
9. ERICKSON M.C. Flavor quality implications in chlorination of poultry chiller water. Food Research International. 1999; 32; 635-641.
10. FDA. Bacteriological Analytical Manual . 8th Ed. Revision A. Chapter 5, 1988.
11. FRIES R, GRAW C. Water and air in two poultry processing plants' chilling facilities- a bacteriological survey. British Poultry Science, 1999; 40; 52-58.
12. GORMAN B.M, SOFOS J.N, MORGAN J.B, SCHMIDT, G.R. And SMITH G.C. Evaluation of hand-trimming various sanitizing agents and hot water spray washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. Journal of Food Protection.1995; 58; 899-907.
13. GUZEL-SEYDİM Z, BEVER P and GREENE A.K. Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in the presence of food components. Food Microbiology. 2004; 21; 475-479.
14. ICMSF. International Commission on Microbiological Specification for Foods. Microorganisms in Foods. Their Significance and Methods of Enumeration, 2nd ed. University of Toronto Press, 1982.
15. LILLARD H.S. Effect on broiler carcasses and water of treating chill water with chlorine or chlorine dioxide. Poultry Sci. 1980; 59; 1761-1766.
16. MEAD G.C. Microbiology of poultry and game birds. In. Meat Microbiology. 1982; M.H. Brown.Applied Sci. Publishers; New York, 67-87.
17. MIELCKE J., RIED A. Current state of application of ozone and UV for food processing.In proceedings of the food protection international conference 2004; 20-22 of May 2004; Monte da Caparica, Portugal.

18. OĞUR R., GÜLER Ç. 21.yüzyılda niçin klorlama;TSK Koruyucu hekimlik bülteni; 2004; 3(8); 186-195.
19. OKAYAMA T, IWANAGA S, MITSUI Y, ISAYAMA T, HOUZOUJİ T. and MUGURUMA M, Effect of ozone treatment on metmyoglobin formation and lipid oxidation on beef, 2002; 48 th ICOMST rome; 1.
20. REAGAN J.O, ACUFF G.A, BUEGE D.R, BUYCK M.J, DIKSON J.S, KASTNER C.L, MARSDEN J.L, MORGAN J.B, NICKELSON R, SMITH G.C. and SOFOS J.N. Trimming and washing of beef carcasses as a method of improving the microbiological quality of meat . Journal of Food Protection.1996; 59(7);751-756.
21. RESTAINO L, FRAMPTON E, HEMPHİLL J, PALNICAR P. Efficacy of ozonated water against various food related microorganisms. Appl.Environ. Microbiol.1995; 61(5); 3471-3475.
22. RIO E, CAPITA R, PRIETO M. and ALANSO-CALLEJA C. Comparison of pathogenic and spoilage bacterial levels on refrigerated poultry parts following treatment with trisodium phosphate; Food Microbiology. 2006; 23(2); 195-198.
23. SHELDON B.W., BROWN A.L. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. J. Food Sci.1986; 51; 305-309.
24. ŞENGÖR E. Türk tavukçuluk sektörünün durumu ve dünya ile karşılaştırma. Gıda Teknolojisi. 2002; 6(9);18-20.
25. TOSUN H, TAMER A.Ü. Soğutma işleminin kanatlı karkasının mikrobiyal kalitesine etkisi ile laktik asitle yüzey dekontaminasyonu üzerine araştırmalar. Turk J. Vet. Anim. Sci. 2000; 24; 517-521.
26. TURANTAŞ F. Karkas yüzeyindeki mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında yeni uygulamalar. Web site <http://www.fulyaturantas.com>.
27. TURANTAŞ F. Ozonun beyaz et sanayinde kullanımını. Web site <http://www.fulyaturantas.com>.
28. WALDROUP A.L, HIERHOLZER R.H, FORSYTHE & MİLLER M.J. Recycling of poultry chill water using ozone. Journal of Applied Poultry Science Research.1993;2; 330-336.
29. Web site www.ozonuygulamaları.com/et.htm
30. WHİSTLER, P.E. and SHELDON B.W. Biocidal activity of ozone versus formaldehyde against poultry pathogens inoculated in prototype seter. 1989; Poultry Science ;68; 1068-1073.
31. YANG P.P.W. and CHEN T.C. Effects of ozone treatment on microflora of poultry meat. Journal of Food Processing and Preservation.1979; 3; 177-185.