İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI TAZE SEBZELER VE ÇİĞ TAVUK ETİNDE YÜZEY DEKONTAMİNASYONU UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aslı AKSOY

Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

TEMMUZ 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI TAZE SEBZELER VE ÇİĞ TAVUK ETİNDE YÜZEY DEKONTAMİNASYONU UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aslı AKSOY
(506001404)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Temmuz 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Temmuz 2003

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Necla ARAN
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Artemis KARAALİ
Doç.Dr. Harun AKSU (İ.Ü.)

TEMMUZ 2003

ÖNSÖZ

Bu çalışmada değerli fikirleriyle bana yol gösteren, her şekilde yardımını ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam sayın Prof. Dr. Necla Aran'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana eğitimim boyunca emekleri geçen tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bölümümüz araştırma görevlilerinden sayın Handegül Aytuna ve diğer tüm asistanlarımıza, teknisyen sayın Levent Dinçer'e yardım ve destekleri için teşekkür ederim.

Çalışmamız için gerekli bakteri kültürlerinin temin edilmesini sağlayan TÜBİTAK-MAM Gıda Bilimleri ve Teknolojisi Araştırma Ensitüsü'nden sayın Doç. Dr. Güner Özay'a; elektrolize su eldesinde yardımcı olan İon Su Sağlık Ürünleri'nden kimya mühendisi sayın Mennan Kuzanlı'ya; serbest klor ölçümlerinin yapılmasını sağlayan Carlo Erba İlaç San. A.Ş.'den kimyager sayın Yavuz Ergül'e ve Mustafa Nevzat İlaç San. A.Ş. yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan anneme, başta Aylin Özocak ve Hamdiye Balcı olmak üzere, bana her şekilde yardımcı olan ve destek veren tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Temmuz 2003 Aslı AKSOY

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **vii**
ÖZET **viii**
SUMMARY **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÖZETİ **4**
2.1. Gıda Güvenliği ve Mikroorganizmalar 4
2.1.1. Taze Tüketilen Bazı Sebzelerin Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi 4
2.1.2. Bazı Et Ürünlerinin Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi 6
2.2. Gıdalardaki Mikrobiyolojik Kriterler 8
2.2.1. Mezofilik Aerobik Bakteri 8
2.2.2. Enterobacteriaceae 9
2.2.3. *Salmonella* spp. ve *Escherichia coli* 9
2.2.4. *Vibrio* Türleri 9
2.2.5. *Listeria monocytogenes* 9
2.2.6. *Clostridium perfringens* 10
2.2.7. *Staphylococcus aureus* 10
2.3. Gıdalarda Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları 10
2.3.1. Dekontaminasyon Amaçlı Kullanılan Kimyasal Maddeler 11
2.3.1.1. Organik Asitler 11
2.3.1.2. Klorlu Bileşikler 13
2.3.1.3. Hidrojen Peroksit 17
2.3.1.4. EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit) 19
2.3.1.5. Trisodyum Fosfat 19
2.3.1.6. Asidik Elektrolize Su 20
2.3.1.7. Permanganat 21
2.3.1.8. Bakteriosinler 21
2.3.1.9. Bazı Enzimler (Lizozim) 21

3. MATERYAL VE METOT **22**
3.1. Gıda Örnekleri 22
3.2. Dezenfektan Maddeler ve Besi Yerleri 22
3.3. Bakteri Kültürleri ve İnokulum Hazırlanması 24

3.4. Gıda Örneklerinin Mikroorganizma Yükünün Eşitlenmesi 24
3.5. Marulun ve Çiğ Tavuk Etinin İnokule Edilmesi 24
3.6. Marula Yüzey Dekontaminasyonun Uygulanması ve Mezofilik Aerobik Bakteri Analizi 25
3.7. Çiğ Tavuk Etine Yüzey Dekontaminasyonun Uygulanması, Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Analizi 25
3.8. Asidik Elektrolize Su ile Marul ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonunun Uygulamaları 26
3.9. *Staphylococcus aureus* İnokule Edilen Marul ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları 26
3.10. *Salmonella* İnokule Edilen Marul Örneğinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları 27
3.11. Dezenfektan Çözeltilerin *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* Suşları Üzerindeki İnhibisyon Etkilerinin Agar Difüzyon Yöntemiyle Belirlenmesi27
3.12. İstatistiksel Analizler 27

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 29
4.1. Dezenfektan Çözeltilerin pH ve ORP Değerleri, Serbest Klor Konsantrasyonları 29
4.2. Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Marul Örneklerinin Mezofilik Aerobik Bakteri Sayılarındaki Değişimler 30
4.3. Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Çiğ Tavuk Etinde Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayılarındaki Değişimler 32
4.4. Asidik Elektrolize Su ile Marulda Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler 36
4.5. Asidik Elektrolize Su ile Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler 38
4.6. Marula Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Staphylococcus aureus* Sayısındaki Değişim 40
4.7. Marula Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Salmonella typhimurium* Sayısındaki Değişim 43
4.8. Çiğ Tavuk Etine Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Staphylococcus aureus* Sayısındaki Değişim 45
4.9. Dezenfektan Çözeltilerin Agar Difüzyon Yöntemiyle *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* Suşları Üzerindeki İnhibisyon Etkileri 48

5. SONUÇ 50

KAYNAKLAR 53

ÖZGEÇMİŞ 60

KISALTMALAR

EDTA : Etilendiamin tetraasetik asit
TSP : Trisodyum fosfat
AES : Asidik elektrolize su
kob : Koloni oluşturan birim
ORP : Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Bazı taze sebze ve meyvelerin dezenfeksiyonu için kullanılan dezenfektanlar, etkileri ve etkin oldukları konsantrasyonlar..... 6
Tablo 2.2. Bazı tüketime hazır gıdaların mikrobiyal kalitesi için limitler..... 8
Tablo 2.3. Antimikrobiyal veya dezenfeksiyon amaçlı olarak kullanılan bazı organik asit ve esterlerin pK_a değerleri..... 12
Tablo 2.4. Bazı mikroorganizmaların klora gösterdikleri hassasiyet dereceleri..... 14
Tablo 3.1. Yüzey dekontaminasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler, hazırlanan konsantrasyonları ……..... 22
Tablo 4.1. Dezenfektan çözeltilerin pH ve ORP değerleri ve serbest klor konsantrasyonları..... 29
Tablo 4.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları..... 30
Tablo 4.3. Yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları..... 33
Tablo 4.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ve azalma miktarları…… 36
Tablo 4.5. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası çiğ tavuk etinde mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları ile azalma miktarları…….. 39
Tablo 4.6. Yüzey dekontaminasyonu sonrasında marulda *Staphylococcus aureus* sayısı ve azalma miktarı..... 41
Tablo 4.7. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda marulda *Salmonella typhimurium* sayısı..... 44
Tablo 4.8. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda çiğ tavuk etinde S*taphylococcus aureus* sayısı..... 46
Tablo 4.9. Dezenfektan çözeltilerin inhibisyon zonları..... 48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 4.1. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezoflik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları..... 31

Şekil 4.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları..... 34

Şekil 4.3. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ve azalma miktarları..... 37

Şekil 4.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ve azalma miktarları..... 40

Şekil 4.5. Yüzey dekontaminasyonu sonrasında marulda *Staphylococcus aureus* sayısı..... 42

Şekil 4.6. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda marulda *Salmonella typhimurium* sayısı..... 44

Şekil 4.7. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda çiğ tavuk etinde *Staphylococcus aureus* sayısı..... 46

BAZI TAZE SEBZELER VE ÇİĞ TAVUK ETİNDE YÜZEY DEKONTAMİNASYONU UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

ÖZET

Et ve et ürünleri ile taze olarak tüketilen bazı sebzeler sağlıklı beslenme açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu gıda grupları olası patojen mikroorganizma kontaminasyonu ve mikroorganizma gelişimi için uygun ortamlar olmaları nedeniyle riskli gıda grupları arasında yer almaktadır. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda et ve et ürünleri ile taze olarak tüketilen bazı sebzelerden çeşitli patojen bakteriler, parazitler, Hepatit A ve diğer bazı virüsler gibi patojenlerin varlığı saptanmıştır. Bu nedenle bu gıda gruplarında yüzey dekontaminasyonu ürünün raf ömrü ve gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Yüzey dekontaminasyonunda yaygın olarak gerçekleştirilen uygulamalar gıda yüzeyine dezenfektan çözeltilerin sprey şeklinde uygulanması veya gıdaların çeşitli dezenfektan çözeltilere belli sürelerle daldırılmasıdır. Bu metotların yanısıra sıcak su ile yıkama, radyasyon, buhar pastörizasyonu gibi diğer yöntemler de uygulanabilmektedir.

Dezenfektan olarak genellikle organik asitler, hidrojen peroksit, klorlu bileşikler, kuaterner amonyum bileşikleri gibi maddeler, ozonlu su ve antibiyotiklerin yanısıra, son yıllarda asidik özellikteki elektrolize su gibi maddeler kullanılmaktadır. Ürünün sahip olduğu doğal mikroflora, gıdanın yapısı, dezenfektanın etkinliği kullanılacak maddenin kolay bulunabilmesi ve ekonomik olması dezenfektan seçimindeki önemli kriterlerden bazılarıdır.

Yapılan çalışma kapsamında mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 5,21 $\log_{10}$ kob/g olan marul örneği 15 dakika boyunca dezenfektan çözeltilere daldırılmıştır. Mezofilik aerobik bakteri analizi için sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %5'lik H_2O_2 (hidrojen peroksit) çözeltisinin gösterdiği (2,37 $\log_{10}$ kob/g), bunu sırasıyla %1'lik asetik asit (2,76 $\log_{10}$ kob/g), %12'lik TSP (trisodyum fosfat) (2,78 $\log_{10}$ kob/g), %40'lık elma sirkesi (3,21 $\log_{10}$ kob/g), %40'lık üzüm sirkesi (3,32 $\log_{10}$ kob/g), 200 ppm'lik sodyum hipoklorit (4,07 $\log_{10}$ kob/g) ve %1'lik sodyum asetat çözeltisinin (5,12 $\log_{10}$ kob/g) takip ettiği belirlenmiştir.

Tavuk etiyle yapılan çalışmada başlangıç mezofilik aerobik bakteri sayısı ortalama 9,43 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 9,12 $\log_{10}$ kob/g olan tavuk eti 15 dakika dezenfektan çözeltiler içerisinde bekletilmiştir.Yapılan mezofilik aerobik bakteri analizi sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %1 ve %2,5'lik H_2O_2 (5,04 $\log_{10}$ kob/g ve 4,86 $\log_{10}$ kob/g) ile %2'lik laktik asit çözeltisinin (4,93 $\log_{10}$ kob/g) gösterdiği, bunları da sırasıyla %2'lik asetik asit (5,61 $\log_{10}$ kob/g), %12'lik trisodyum fosfat (6,01 $\log_{10}$ kob/g), 200 ppm'lik sodyum hipoklorit (6,55 $\log_{10}$ kob/g), 20 mM EDTA (etilendiamin tetraasetik asit) (6,73 $\log_{10}$ kob/g), %3'lük

sodyum asetat (6,74 $\log_{10}$ kob/g) ve sodyum laktat (6,99 $\log_{10}$ kob/g) çözeltilerinin takip ettiği saptanmıştır. Koliform bakteri analizi sonucunda ise %2,5'luk H_2O_2 çözeltisinin 4,50 $\log_{10}$ kob/g'a düşürdüğü mikroorganizma yüküyle en güçlü dezenfektan etkiye sahip olduğu; bunu da sırasıyla %1'lik H_2O_2 (4,85 $\log_{10}$ kob/g), %2'lik laktik asit (5,03 $\log_{10}$ kob/g), %12'lik TSP (5,35 $\log_{10}$ kob/g), %2'lik asetik asit (5,90 $\log_{10}$ kob/g), 200 ppm'lik sodyum hipoklorit (6,22 $\log_{10}$ kob/g), %3'lük sodyum asetat (6,44 $\log_{10}$ kob/g) ve sodyum laktat (6,46 $\log_{10}$ kob/g) ile 20 mM EDTA çözeltilerinin (6,63 $\log_{10}$ kob/g) izlediği belirlenmiştir.

Farklı iki konsantrasyondaki (%1 ve 1,5) sodyum klorür çözeltilerinden elde edilen asidik elektrolize su (AES) ile gerçekleştirilen çalışmalarda, başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 7,66 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 7,40 $\log_{10}$ kob/g olan marul serbest klor konsantrasyonu 20 ve 30 ppm olan AES ve 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ile 10 dakikalık yüzey dekontaminasyonu sonrası karşılaştırılmıştır. Deneme sonucunda mezofilik aerobik bakteri sayısı 30 ve 20 ppm'lik AES için 6,36 ve 6,45 $\log_{10}$ kob/g, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisiyle ise 6,44 $\log_{10}$ kob/g; koliform bakteri sayıları ise aynı çözeltiler için sırasıyla 5,80, 6,10 ve 5,97 $\log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır. Aynı çözeltilerle gerçekleştirilen diğer çalışmada başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 8,90 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 8,50 $\log_{10}$ kob/g olan çiğ tavuk etine uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonucu 30 ve 20 ppm'lik AES ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile mezofilik aerobik bakteri sayısı sırasıyla 7,37, 7,66 ve 7,60 $\log_{10}$ kob/g; koliform bakteri sayısı ise 7,05, 7,21 ve 7,18 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir.

Staphylococcus aureus inokule edilen marul örneğine (başlangıç bakteri sayısı 4,81 log kob/g) 15 dakika boyunca uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrasında en etkili sonucu %12'lik TSP çözeltisinin (2,68 $\log_{10}$ kob/g) verdiği, bunu sırasıyla %5'lik H_2O_2 (3,01 $\log_{10}$ kob/g), %2'lik laktik asit (3,27 $\log_{10}$ kob/g) ve asetik asit (3,29 $\log_{10}$ kob/g), 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisi (3,52 $\log_{10}$ kob/g), 20 mM EDTA (4,02 $\log_{10}$ kob/g), %3'lük sodyum laktat (4,16 $\log_{10}$ kob/g) ve sodyum asetat (4,31 $\log_{10}$ kob/g) çözeltileri takip etmektedir.

Salmonella typhimurium inokulasyonunun ardından marul örneğine (başlangıç bakteri sayısı 7,06 $\log_{10}$ kob/g) 15 dakika boyunca uygulanan dekontaminasyon sonucu %2'lik laktik asit ve %8'lik TSP çözeltileri ile gerçekleştirilen uygulamada marul yüzeyindeki bakteri tamamen inhibe edilirken, %2'lik asetik asit, %5'lik H_2O_2 ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltileriyle ise bakteri sayıları sırasıyla 2,78; 3,71 ve 5,10 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir.

Staphylococcus aureus inokule edilen tavuk eti (başlangıç bakteri sayısı 5,74 $\log_{10}$ kob/g) 15 dakika boyunca uygulanan dekontaminasyon sonucu %2,5'luk H_2O_2 çözeltisi ile bakteri tamamen inhibe edilirken %12'lik TSP, %2'lik laktik asit, %2'lik asetik asit ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltileri ile mikroorganizma sayıları sırasıyla 2,54; 2,58; 2,93 ve 4,46 $\log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır.

Dezenfektan çözeltilerin agar difüzyon yöntemiyle inhibisyon etkilerinin incelenmesi için gerçekleştirilen çalışmada *Staphylococcus aureus* için 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve %2'lik asetik asitin inhibisyon zonu oluşturmadığı; %2'lik laktik asit, %8 ve 12'lik TSP, %2,5 ve 5'lik H_2O_2 çözeltilerinin sırasıyla 8,8, 10,2, 10,2, 43,3 ve 48 mm çapında zon oluşturduğu belirlenmiştir. *Salmonella typhimurium* için ise 200

ppm'lik sodyum hipokloritin zon oluşturmadığı %2'lik asetik ve laktik asit, %8 ve 12'lik TSP, %2,5 ve 5'lik H_2O_2 çözeltilerinin sırasıyla 16,3, 11,8, 10,8, 13,7, 30 ve 33,5 mm çapında zon oluşturduğu saptanmıştır.

EVALUATION OF SURFACE DECONTAMINATION APPLICATIONS OF SOME FRESH CUT VEGETABLES AND RAW POULTRY MEAT

SUMMARY

Meat and meat products and some fresh vegetables play an important role in healthy nutrition. However, these food groups are easily contaminated with pathogenic microorganisms and suitable media for microbial growth, and therefore they are considered to be risky foods. It has been reported that several pathogenic bacteria, parasites, Hepatites A ve some other viruses can be present in fresh vegetables and raw meat. Therefore the surface decontamination of these foods are important with respect to shelf life and food safety. Applications commonly used on surface decontamination are using disinfectants on the surface of foods by spraying or dipping the foods in disinfectant solutions for a certain period of time. Besides these methods, washing with hot water, irradiation, steam pasteurization can also be applied.

As disinfectants, organic acids, chlroine, hydrogen peroxide, chlorine compounds, quaternary ammonium compounds, ozonated water, antibiotics, some other antimicrobials and also acidic electrolyzed water can be used. Important criteria for choosing the suitable disinfectant are the natural microflora and nature of foodstuffs, the availability and cost of disinfectants.

In this study, the lettuce sample which has 5,21 $\log_{10}$ cfu/g initial mesophilic aerobic bacteria count was dipped in some disinfectant sulutions for 15 minutes. Results of the mesophilic aerobic bacteria analysis showed that 5% H_2O_2 (hyrogen peroxide) solution (2,37 $\log_{10}$ cfu/g) had the highest disinfectant effect and was followed by respectively 1% acetic acid (2,76 $\log_{10}$ cfu/g), 12% TSP (trisodium phosphate) (2,78 $\log_{10}$ cfu/g), 40% apple vinegar (3,21 $\log_{10}$ cfu/g), 40% grape vinegar (3,32 $\log_{10}$ cfu/g), 200 ppm sodium hypochloride (4,07 $\log_{10}$ cfu/g) and 1% sodium acetate solution (5,12 $\log_{10}$ cfu/g).

The chicken meat sample that has 9,43 $\log_{10}$ cfu/g initial mesophilic aerobic bacteria and 9,12 $\log_{10}$ cfu/g coliform bacteria count was dipped in disinfectant sulutions for 15 minutes Results of the mesophilic aerobic bacteria analysis showed that 1% and 2,5% H_2O_2 (5,04 and 4,86 $\log_{10}$ cfu/g) and 2% lactic acid solutions (4,93 $\log_{10}$ cfu/g) had the highest antimicrobial effect and was followed by respectively 2% acetic acid (5,61 $\log_{10}$ cfu/g), 12% TSP (6,01 $\log_{10}$ cfu/g), 200 ppm sodium hypochloride (6,55 $\log_{10}$ cfu/g), 20 mM EDTA (etilendiamin tetraacetic acid) (6,73 $\log_{10}$ cfu/g), 3% sodium acetate (6,74 $\log_{10}$ cfu/g) and sodium lactate solutions (6,99 $\log_{10}$ cfu/g). Results of the coliform bacteria analysis showed that 2,5% H_2O_2 reduced the bacteria count to 4,50 $\log_{10}$ cfu/g was followed by respectivelty 1% H_2O_2 (4,85 $\log_{10}$ cfu/g), 2% lactic acid (5,03 $\log_{10}$ cfu/g), 12% TSP (5,35 $\log_{10}$ cfu/g), 2% acetic acid (5,90 $\log_{10}$ cfu/g), 200 ppm sodium hypochloride (6,22 $\log_{10}$ cfu/g), 3% sodium acetate

(6,44 $\log_{10}$ cfu/g), 3% sodium lactate (6,46 $\log_{10}$ cfu/g) and 20 mM EDTA solutions (6,63 $\log_{10}$ cfu/g).

AEW (acidic electrolyzed water) prepared from two different sodium chloride solutions (1 and 1,5%) that has 20 and 30 ppm free chlorine concentration were compared to 200 ppm sodium hypochloride solution by 10 minutes surface decontamination using lettuce sample which had 7,66 $\log_{10}$ cfu/g initial mesophilic aerobic bacteria and 7,40 $\log_{10}$ cfu/g coliform bacteria count. Results showed that 30 and 20% AES and 200 ppm sodium hypochloride reduced mesophilic aerobic bacteria count to 6,36, 6,45, 6,44 $\log_{10}$ cfu/g respectively. For the same solutions the results for coliform bacteria counts were determined as 5,80, 6,10 and 5,97 $\log_{10}$ cfu/g. Using the same solutions the raw chicken meat was decontaminated. The results showed that 30 and 20 ppm AEW and 200 ppm sodium hypochloride solutions reduced the mesophilic aerobic bacteria counts to 7,37, 7,66 and 7,60 $\log_{10}$ cfu/g and coliform bacteria counts to 7,05, 7,21 and 7,18 $\log_{10}$ cfu/g respectively.

The lettuce sample was inoculated with *Staphylococcus aureus* (initial bacteria count was 4,81 $\log_{10}$ cfu/g) dipped in some disinfectant solutions for 15 minutes. Results showed that 12% TSP (2,68 $\log_{10}$ cfu/g) had the highest antimicrobial effect was followed by 2% lactic acid (3,27 $\log_{10}$ cfu/g), 2% acetic acid (3,29 $\log_{10}$ cfu/g), 200 ppm sodium hypochloride (3,52 $\log_{10}$ cfu/g), 20 mM EDTA (4,02 $\log_{10}$ cfu/g), 3% sodium lactate (4,16 $\log_{10}$ cfu/g) and 3% sodium acetate solutions (4,31 $\log_{10}$ cfu/g) respectively.

In another study lettuce sample was inoculated with *Salmonella typhimurium* (initial bacteria count was 7,06 $\log_{10}$ cfu/g) decontaminated for 15 minutes. 2% lactic acid and 8% TSP solutions inhibited the bacteria on the lettuce surface completely. The bacteria was reduced to 2,78, 3,71 and 5,10 $\log_{10}$ cfu/g by 2% acetic acid, 5% H_2O_2 and 200 ppm sodium hypochloride solutions respectively.

The chicken meat sample inoculated with *Staphylococcus aureus* (initial bacteria count was 5,74 $\log_{10}$ cfu/g) was dipped in the disinfectant solutions for 15 minutes. While 2,5% H_2O_2 solutions inhibited the bacteria completely, 12% TSP, 2% lactic acid, 2% acetic acid and 200 ppm sodium hypochloride reduced bacteria count to 2,54, 2,58 , 2,93 and 4,46 $\log_{10}$ cfu/g respectively.

Agar diffusion assay was applied to *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium* to determine the inhibition effects of disinfectant solutions. For *Staphylococcus aureus* results showed that 200 ppm sodium hypochloride and 2% acetic acid had no inhibition effect and 2% lactic acid, 8 and 12% TSP, 2,5 and 5% H_2O_2 solutions caused the inhibition zones in the diameter of 8,8, 10,2, 10,2, 43,3 and 48 mm respectively. For *Salmonella typhimurium* 2% acetic and lactic acid, 8 and 12% TSP, 2,5 and 5% H_2O_2 solutions formed the inhibition zones in the diameter of 16,3, 11,8, 10,8, 13,7, 30 and 33,5 mm respectively but 200 ppm sodium hypochloride solution showed no inhibitory effect.

1. GİRİŞ

Toprağa yakın olarak yetişen bazı sebze ve meyveler tarlada yetiştirme sırasında çeşitli patojen bakterilerle kontamine olabilmektedir. Bu mikroorganizmalar inaktive edilmedikleri/uzaklaştırılmadıkları takdirde gıdaların ürün güvenliğini ciddi boyutlarda etkileyebilmekte, dolayısıyla gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmelere neden olabilmektedir. Bu kapsamda çeşitli salataların hazırlanmasında kullanılan marul, olası patojen bakteri kontaminasyonu nedeniyle riskli gıda grupları arasında yer almaktadır. Aynı zamanda et ürünleri de sahip oldukları doğal mikroflora nedeniyle gıda güvenliği açısından bazı riskler taşımaktadır. (Robinson ve diğ., 2000). Bu gıda gruplarında kontaminasyon riski, iyi üretim teknikleri (GMP) ile azaltılabilse de mutlaka bir yıkama sanitasyon tekniği kullanılmalıdır (Dickson ve diğ., 1994). Gerek ürünlerin raf ömrü, gerekse ürün güvenliği açısından yüzey dekontaminasyonu uygulaması büyük önem taşımaktadır (Brackett, 1992).

Çiğ sebzelerin tüketimi ile ilgili olarak birçok gıda kaynaklı hastalıklar ortaya çıkmaktadır. 1981'de Kanada'da lahana tüketimine bağlı olarak listeriosis hastalığı gözlenmiş, etkenin tarlada yetiştirme sırasında kullanılan koyun gübresi olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da da kontamine marul ve sebze salatalarının verositotoksijenik *Escherichia coli* sendromlarına neden olduğu gözlenmiştir. Taze sebzelerdeki diğer patojenlere örnek olarak *Salmonella spp., Campylobacter spp., Clostridium botulinum, Vibrio cholerae, Shigella sonnei* ve *Yersinia enterocoliticia* ile Hepatit A virüsü örnek verilebilir (Odumeru ve diğ., 1997; Simons ve Sanguansri, 1998). *Pseudomonas fluorescens, Erwinia caratovora* ve *Leuconostoc spp.* ise taze sebzelerde bozulmaya yol açan mikroorganizmalar arasında yer almaktadır (Simons ve Sanguansri, 1997).

Yaygın bir şekilde tüketilen tavuk eti de mikrobiyal gelişmeye karşı en hassas ürün gruplarından biridir. Bozulmaya ve dolayısıyla raf ömrünün kısalmasına neden olan bakterilerin yanısıra *Clostridium botulinum, Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes, Yersinia*

enterocoliticia ve *E. coli* O157:H7 gibi patojen bakterileri de içerebilmektedir (Cutter ve Siragusa, 1994; Capita, 2002).

Taze sebze ve etlerin dekontaminasyonunda genellikle kimyasallarla muamele (dezenfektan çözeltilerle yıkama), dondurma, dehidrasyon, yüksek basınç, ışınlama, ultrasonik enerji, UV radyasyon veya ısıl işlem yöntemleri kullanılmaktadır (Robinson ve diğ., 2000; Capita ve diğ., 2002).

Yıkama işlemi en basit şekliyle gıdanın üzerine belli miktarda dezenfektan çözeltinin sprey şeklinde uygulanmasıyla veya ürünün belli bir süre dezenfektan çözelti içersine daldırılmasıyla yapılabilir. İşlem uygun bir şekilde gerçekleştirildiği takdirde mikrobiyal yük önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Brackett, 1992). Gıdaların dezenfektan çözeltilerle yıkanması sırasında, diğer bazı yöntemlerin neden olduğu enzim deaktivasyonu gibi olumsuz değişiklikler gerçekleşmediği için, bu teknik yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Simons ve Sanguansri, 1998).

Hipoklorit (200 ppm), klordioksit (200 ppm), H_2O_2 (%5), ozon (1-4 ppm), bromür (200 ppm), iyodür (10-100 ppm), peroksiasetikasit (200 ppm), laktik asit (%1-10'luk) gibi bazı organik asitler, trisodyum fosfat (%8-12), kuaterner amonyum, potasyum permanganat ve yeni olarak kullanılmaya başlanan asidik elektrolize su gıda endüstrisinde kullanılan ve üzerlerinde yoğun çalışmalar yapılmakta olan başlıca dezenfektan çözeltiler arasında yer almaktadır (Zhang ve Farber, 1996; Beuchat ve ark., 1998; Sapers ve Simmons, 1998; Cherry, 1999; Escudero ve diğ., 1999; Soriano ve diğ., 2000).

Organik asitler disosiasyon katsayılarının ve toksisitelerinin düşük olması nedeniyle uzun yıllardır gıdaların bozulmasının önlenmesinde kullanılmaktadır (Hui, 1992). Asetik asit ve laktik asit içeren dezenfektan çözeltiler temas ettikleri gıda yüzeyinde asidik bir ortam sağlayarak mikrobiyal gelişmeyi azaltmaktadır (Mermelstein, 2001). Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada 15 dakika boyunca %8-12'lik trisodyum fosfat çözeltisi uygulaması ile *Salmonella* gelişiminin kontrol altına alındığı ve ayrıca trisodyum fosfat gibi alkali sanitizerlerin kırmızı ette de bakteriyal kontaminasyonu azalttığı belirtilmiştir (Dickson ve diğ., 1994). Hipoklorit, geniş bir mikroorganizma grubu üzerinde güçlü dezenfektan etki göstermektedir ve düşük konsantrasyonlarda insan sağlığı için toksik değildir (Zhang ve Farber, 1996).

Dezenfektan çözeltilerle yapılan dekontaminasyon sonunda ürünlerde mezofilik aeobik bakteri ile hijyen ve kontaminasyon indikatörü olan *Enterobacteraceae* sayısının azaldığı bilinmektedir (Gilbert ve diğ., 2000).

Bu çalışmada çiğ tavuk eti ve marul gibi çiğ tüketilen sebzelere örnek teşkil edecek bir üründe yüzey dekontaminasyonu yapılmadan önce ve bazı dezenfektan çözeltilere belli sürelerde daldırma yöntemi ile yüzey dekontaminasyonu sağlandıktan sonra toplam bakteri ve koliform analizi yapılmıştır. Bunun yanısıra bazı gıdalara *Salmonella* aşılandıktan sonra gerçekleştirilen dezenfektan çözeltilerle yüzey dekontaminasyonu ile patojen bakteri sayısındaki azalma saptanmış ve dezenfektan çözeltilerin etkileri karşılaştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Gıda Güvenliği ve Mikroorganizmalar

Gıdalar sahip oldukları doğal mikrobiyal floranın yanısıra çeşitli yollarla mikroorganizmalarla kontamine olabilmektedir. Özellikle taze sebzeler gibi bazı gıda ürünleri tarlada yetiştirilmesinden itibaren sofraya gelene kadar çeşitli biyolojik tehlikelere maruz kalmaktadır. Uygun olmayan şartlarda bu mikroorganizmaların sayısı artabilir veya ürüne çeşitli yollarla diğer mikroorganizmalar kontamine olabilir ki bu da hem ürün güvenliğini hem de raf ömrünü etkilemektedir. Bu yüzden özellikle taze olarak tüketilen sebzeler ve çiğ tavuk eti gibi riskli gıda gruplarının başlangıç mikroorganizma yüklerinin azaltılarak gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkması önlenmelidir (Brackett, 1992; Koseki ve diğ., 2001).

2.1.1. Taze Tüketilen Bazı Sebzelerin Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi

'Ready-to-Use' veya 'fresh cut vegetables' olarak ta adlandırılan taze sebzeler (marul, kereviz, maydanoz, yeşil biber, havuç v.b.) hazırlanışları kolay olduğu ve çok fazla işlem gerektirmediği için, atıklarının çok fazla olmaması nedeniyle tüketiciler ve hazır yemek kuruluşları tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Odumeru ve diğ., 1997).

Marul, taze olarak tüketilen sebzeler arasında, salata hazırlanmasında sıklıkla kullanılan bir sebzedir ve toprağa yakın yetişmesi nedeni ile de bakteriyal kontaminasyon açısından risk taşımaktadır. Besin değeri açısından diyet içerisinde önemli bir yere sahip olan marul sadece salatalarda değil, hamburger ve sandviç gibi bazı fast food türü gıdalarda da yaygın olarak kullanılmakta dolayısıyla yoğun olarak tüketilmektedir (Soriano ve diğ., 2000).

Taze olarak tüketilen bazı sebzelerde gıda kaynaklı hastalıklara yol açan mikroorganizmalar arasında *Shigella* spp., *Salmonella* spp. ve *Listeria*

monocytogenes gibi patojen bakteriler yer almaktadır. Marul ve salatalardan izole edilen patojen mikroorganizmalar arasında ise *Aeromonas hydrophila, Citrobacter freundii, Enterobacter cloacae* ve *Klebsiella* türlerine rastlanmaktadır. Ticari olarak tüketime sunulan doğranmış marul tüketimi ile ilgili olarak geçmiş yıllarda 347 kişide 'shigellosis' hastalığı ortaya çıkmış ve kamuoyunda yankı uyandırmıştır. Aynı zamanda domates ve kavun tüketimine bağlı olarak *Salmonella*'nın neden olduğu 'gastroenteritis' vakaları görülmüştür. Sebzeler listeriosis hastalığına neden olduğu belgelenen ilk gıda grubudur. Dolayısıyla gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi için bu ürünler hijyenik açıdan güvenilir hale getirilmeli, mikroorganizma yükü uygun yöntemlerle azaltılmalıdır (Brackett, 1992; Soriano ve diğ., 2000; Koseki ve Hoh, 2001).

Endospor oluşturma kapasitesine sahip olan *Bacillus cereus*, taze olarak tüketilen sebzelerde enterotoksin ve/veya emetik toksin oluşturarak birçok gıda kaynaklı hastalıklara yol açmaktadır. Vejetatif hücre ve sporları genellikle toprakta bulunmakta ve hasattan başlayarak proses aşamaları da dahil olmak üzere çeşitli yollarla gıdalara kontamine olmaktadır (Kim ve diğ., 2000a)

En fazla yankı uyandıran *Esherichia coli* O157:H7 enfeksiyonu, 1996'da Japonyada beyaz turp filizleri yenmesi sonucu ortaya çıkan 10.000 vaka ile sonuçlanmıştır (Taormina ve Beuchat, 1999).

Kontamine tohumlardan üretilen alfa alfa filizlerinin tüketimi ile 1995'te Oregon ve British Columbia'da 133 kişide *Salmonella* Newport infeksiyonu ortaya çıkmış ve aynı zamanda kontamine yığında yapılan analizler sonucunda da *Salmonella* Albany ve *Salmonella* Schwarzengrund infeksiyonları içinde pozitif sonuç elde edilmiştir (Weissinger ve Beuchat, 2000).

Alfa alfa gibi filizleri yenebilen çeşitli tohumlarda patojen bakteri sayısını azaltmak için yapılan çalışmalarda 2000 ppm klor, %6 H_2O_2 ve %80 etanol içeren çözeltiler ile trisodyum fosfat ve bazı yüzey aktif maddelerin dekontaminasyon amaçlı kullanılabileceği görülmüştür (Weissinger ve Beuchat, 2000; Beuchat ve diğ., 2001).

Kimyasal çözeltilerle dekontaminasyon, sebzelerin sanitasyonu için kullanılan yöntemlerden biridir ve bu amaçla çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Tablo 2.1'de bazı taze sebze ve meyvelerin dezenfeksiyonu için kullanılan dezenfektanlar,

etkileri ve etkin oldukları konsantrasyonlar görülmektedir. (Cherry, 1999; Soriano ve diğ., 2000).

Tablo 2.1. Bazı taze sebze ve meyvelerin dezenfeksiyonu için kullanılan dezenfektanlar, etkileri ve etkin oldukları konsantrasyonlar (Cherry, 1999).

Dezenfektan madde	**Etkileri ve etkin oldukları konsantrasyonlar**
Klor	hipokloröz asit, Na ve Ca hipoklorit pH 6,5 proses ekipmanları, proses suyu, tüm taze sebze ve meyveler 1-2 log azalma; 200 ppm (tohumlar için 20.000 ppm)
Klor dioksit (ClO_2)	proses ekipmanları, tüm taze sebze ve meyveler 1 log azalma; 1-5 ppm (ekipmanlar için 200 ppm)
Hidrojen peroksit	tüm taze sebze ve meyveler 3 log azalma, %5 H_2O_2
Ozon	sularda, taze sebze ve meyvelerde 1-3 log azalma, 1-4 ppm
Peroksiasetik asit	taze sebze ve meyveler 2 log azalma, 200 ppm
Asitler (asetik ve laktik asit gibi)	pH'yı düşürür spesifik antimikrobiyal aktivite
Trisodyum fosfat (TSP)	yeşil domatesler, marul pH 11-12 4 log azalma, %1-12 TSP

2.1.2. Bazı Et Ürünlerinin Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi

Et ve et ürünleri de mikrobiyal kontaminasyon açısından riskli gıda grupları arasında yer almaktadır. Bu yüzden et ve et ürünlerinin sanitasyonu için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar arasında buhar pastörizasyonu ve buhar vakumu, çeşitli dezenfektanların ve organik asit gibi bazı kimyasalların uygulanması (sprey şeklinde daldırma suretiyle), ışınlama gibi yöntemler bulunmaktadır (Mermelstein, 2001).

Tavuk eti ülkemizde olduğu kadar diğer bazı ülkelerde de yaygın olarak tüketilmektedir ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların yanısıra hastalıklara yol açan patojen bakteri açısından oldukça risklidir. Bozulmaya neden olan bakteriler ürün kalitesini etkilemekte, dolayısıyla raf ömrünü kısaltmaktadır. Ürünün bozulmaya başladığı kötü koku ve yüzeyde yapışkan bir doku oluşumu ile anlaşılmaktadır. Yüzeydeki psikrofilik bakteri sayısı 8 $\log_{10}$ kob (koloni oluşturan

birim)/cm^2'yi aştığında yüzeyde yapışkan doku oluşumu başlamaktadır. Bozulma önce yüzeyde başlamakta daha sonra ise iç dokularda görülmektedir. Bozulmuş tavuk etinde *Pseudomonas, Alteromonas* ve *Acinetobacter* türü mikroorganizmalar saptanmıştır (Mullerat ve diğ., 1994).

Tavuk etinde hastalıklara yol açan patojen bakteriler arasında başta *Salmonella* olmak üzere *Clostridium perfiringens, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Esherichia coli* ve *Bacillus cereus* gibi patojen bakterilere rastlanmaktadır (Mullerat ve diğ., 1994).

Amerika Birleşik Devletleri ve diğer bazı gelişmiş ülkelerde *Salmonella* türleri ve *Campylobacter jejuni*'nin insanlarda bakteriyal 'gastroenteritis'e neden olduğu belirtilmektedir. 1998'de FoodNet tarafından yapılan bir araştırmada bakteriyal 'gastroenteritis'vakalarının %29.1'ine başta tavuk eti olmak üzere çiğ et ürünlerinde rastlanılan *Salmonella*'nın sebep olduğu görülmüştür. Tavuk karkasları kesimden sonra çarpraz kontaminasyon riski ile karşı karşıyadır ve daha çok deride yoğun olarak bulunan *Salmonella*, proses aşamasında kullanılan ekipmanlara, personele ve diğer karkas yüzeylerine kontamine olabilmektedir (Natrajan ve Sheldon, 2000).

Yeni kesim yapılmış tavuk eti ve kırmızı ette Enterobacteriaceae sayısı hijyenik koşullarda oldukça düşüktür. Ancak soğuk depolama sırasında psikrofilik türler gelişebilmektedir. Bu durumun önlenmesi için laktik asit çözeltisi kullanılarak dekontaminasyon uygulanabilir modifiye atmosfer veya vakum ambalaj tekniği kullanılabilir. Bu şartlar sağlandığında Enterobacteriaceae gelişimi kontrol altına alınabilmektedir (Zeitoun, ve diğ., 1994).

Tavuk eti ürünlerinde patojen bakteri sayısını azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için çeşitli işlemler uygulanmaktadır. Bunlar arasında kimyasal uygulamalar önemli bir yere sahiptir. Klor, trisodyum fosfat ve bazı organik asitler, halojenler, hidrojen peroksit, alkol, ozon ve nisin gibi bazı bakteriosinler bu amaçla kullanılan dezenfektan maddeler arasında yer almaktadır. Yapılan bir çalışmada kırmızı ette sıcak su ve laktik asit uygulamalarının *Esherichia coli, Salmonella* ve mezofilik aerobik bakteri sayısında sırayla 1.1, 1.8 ve 1.5 log kob/g azalma görülmüştür (Mullerat ve diğ., 1994; Natrajan ve Sheldon, 2000; Pohlman ve diğ., 2002).

2.2. Gıdalardaki Mikrobiyolojik Kriterler

Gıdalardaki mikrobiyolojik limitler gıda güvenliği ve ürün kalitesi için mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu açıdan 'ready-to-eat' olarak ta adlandırılan tüketime hazır gıdalarda üründe 'aerobic colony count' veya 'aerobic plate count' olarak bilinen mezofilik aerobik bakteri, indikatör organizma (Enterobacteriaceae, *Escherichia coli* ve *Listeria* spp.), patojen (*Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli* O157:H7), *Vibrio* türleri, *Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens, Bacillus cereus* ve diğer patojenik *Bacillus* türleri) sayısı mikrobiyal kalite açısından önemlidir. Tablo 2.2.'de bazı tüketime hazır gıdaların mikrobiyal kalitesi için limitler belirtilmiştir (Gilbert ve diğ., 2000):

Tablo 2.2. Bazı tüketime hazır gıdaların mikrobiyal kalitesi için limitler

Kriterler	**Mikrobiyal Limitler (kob/g)**			
	Olması istenen	**Uygun**	**Uygun değil**	**Kabul edilemez**
Mezofilik aerobik bakteri	$<10^6$	$<10^7$	$\geq 10^7$	-
Enterobacteriaceae	<100	100-$<10^4$	$\geq 10^4$	-
Escherichia coli (toplam)	<20	20-<100	≥100	-
Listeria spp. (toplam)	<20	20-<100	≥100	-
Salmonella spp.	25 g'da negatif	-	-	25 g'da pozitif
Campylobacter spp.	25 g'da negatif	-	-	25 g'da pozitif
Escherichia coli O157:H7	25 g'da negatif	-	-	25 g'da pozitif
Vibrio chloreae	25 g'da negatif	-	-	25 g'da pozitif
Vibrio parahemolyticus	<20	20-<100	100-$<10^3$	$\geq 10^3$
Listeria monocytogenes	<20	20-<100	-	≥100
Staphylococcus aureus	<20	20-<100	100-$<10^4$	$\geq 10^4$
Clostridium perfringens	<20	20-<100	100-$<10^4$	$\geq 10^4$
Patojenik Bacillus türleri	$<10^3$	10^3-$<10^4$	10^4-$<10^5$	$\geq 10^5$

(-): uygulanmayan

2.2.1. Mezofilik Aerobik Bakteri

Bir gıda maddesinde aerobik mezofilik bakteri, çok fazla sayıda tespit edilirse üründe bulunabilmesi muhtemel mikroorganizma türleri identifiye edilmelidir. Buradan elde edilen sonuçlarla, gıda numunesinin bütünü ile ilgili olarak çeşitli bilgiler elde edilebilmekte ve bazı tahminler yürütülebilmektedir (Gilbert ve diğ., 2000).

2.2.2. Enterobacteriaceae

Enterobacteriaceae gıdalarda proses sonrası aşamalarda hijyen ve kontaminasyon indikatörü olarak değerlendirilmektedir. Enterobacteriaceae taksonomik olarak kolayca tanımlanabilmektedir. Enterobacteriaceae testinde koliform testinden farklı olarak Salmonella türleri gibi gaz oluşturmayan mikroorganizmalar da saptanabilmektedir. Enterobacteriaceae taze sebze ve meyveler, salata içeren sandviçler için bir kriter olarak kabul edilmemektedir. Bunun nedeni taze sebze ve meyvelerin doğal floraları nedeni ile bu organizmaları yüksek oranda içermeleridir (Gilbert ve diğ., 2000).

2.2.3. *Salmonella* spp. ve *Escherichia coli*

Gıda maddelerinde *Salmonella* ve gram negatif bakterilerden *Escherichia coli* O157:H7 ve diğer verositotoksin üreten *Escherichia coli* türleri bulunmamalıdır. Gıda maddelerinin üretimi sırasında hijyen kurallarına uyulduğunda ve ürünün iyi bir şekilde pişmesi sağlandığında son üründe bu mikroorganizmaların varlığı beklenmemektedir (Gilbert ve diğ., 2000; Kim ve diğ., 2000a).

2.2.4. *Vibrio* Türleri

Vibrio türleri (özellikle *Vibrio cholerae*) Avrupa Komisyonu'nun da etkisiyle önemli bir mikrobiyal kriter haline gelmiştir. Çünkü Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen bazı balık ürünleri ile taze sebze ve meyvelerde *Vibrio cholerae* izole edilmiştir (Gilbert ve diğ., 2000).

2.2.5. *Listeria monocytogenes*

Psikrofilik bir bakteri olan *Listeria monocytogenes*'in 10^2 kob/g'lik oranı sağlık için risk oluşturmaktadır. Bu sayı aynı zamanda gıdanın hazırlanması, depolanması gibi aşamalarda hijyen kurallarına uyulmadığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Gilbert ve diğ., 2000; Kim ve diğ., 2000a).

2.2.6. *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens için gıdalarda izin verilen sayı daha önceleri 10 kob/g iken günümüzde 20 kob/g olarak modifiye edilmiştir (Gilbert ve diğ., 2000).

2.2.7. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus balık, çiğ et ürünleri, süt, kremalı ürünler ve peynir gibi gıda maddelerinde bulunabilmektedir. Gıda zehirlenmelerine neden olan miktarı 10^3-10^{10} kob/g olarak belirtilirken, birçok zehirlenme vakasında karşılaşılan miktar 10^8 kob/g'dır (Shapton ve Shapton, 1991).

2.3. Gıdalarda Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları

Taze olarak tüketilen bazı sebzeler ile et ve et ürünleri gibi gıdaların içerdiği mikroorganizmalar genellikle yüzeyde yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Uygulanabilecek çeşitli yüzey dekontaminasyon yöntemleri ile mikroorganizma gelişimi engellenebilmekte ve sayıları azaltılabilmektedir. Günümüzde dekontaminasyon amaçlı olarak kimyasallarla muamele (dezenfektan çözeltilerle yıkama), dondurma, dehidrasyon, yüksek basınç, ışınlama, ultrasonik enerji, UV radyasyon veya ısıl işlem yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında kimyasal çözeltilerle muamele yaygın olarak kullanılan metotlar arasında yer almaktadır (Robinson ve diğ., 2000; Capita ve diğ., 2002).

Çeşitli dezenfektan çözeltilerle yıkama gıdalarda dekontaminasyonu sağlamak amacıyla uzun yıllardır uygulanmaktadır. Bu şekildeki dekontaminasyon gıda yüzeyine belli konsantrasyondaki dezenfektan çözeltinin belli bir miktarda sprey şeklinde uygulanması ile veya gıda maddesinin belli sürelerde belli konsantrasyondaki dezenfektan çözelti içersine daldırılması ile gerçekleştirilebilmektedir (Brackett, 1992).

Gıdalarda yüzey dekontaminasyonu için genellikle laktik asit (%2-10'luk), peroksiasetikasit (CH_3COOOH, 200 ppm) ve asetik asit (%2) gibi bazı organik asitler; hipoklorit (100-200 ppm), klordioksit (200 ppm) gibi klorlu bileşikler, bromür (200 ppm) ve iyodür (10-100 ppm) gibi halojenler; H_2O_2 (%5) gibi oksidatif

özellikteki maddeler; ‘quaternary’ amonyum bileşikleri, trisodyum fosfat (%8-12) gibi alkali özellikteki dezenfektanlar, EDTA (etilendiamin tetraasetik asit; 10-20mM) gibi bağlayıcı maddelerin yanısıra bazı enzimler ve bakteriosinler gibi maddeler ile günümüzde üzerinde yoğun olarak çalışmalar sürdürülen asidik elektrolize su kullanılmaktadır (Zhang ve Farber, 1996; Sapers ve Simmons, 1998; Beuchat ve ark.; Cherry, 1999; Escudero ve diğ., 1999; Soriano ve diğ., 2000;).

Kimyasal çözeltilerle gerçekleştirilen dekontaminasyonun başarısı bazı faktörlere bağlıdır. Bunlar dezenfektan çözeltisinin sıcaklığı ve pH’sı, kullanılan dezenfektan cinsi ve konsantrasyonu, dezenfeksiyon süresi, ürünün yapısı ve doğal mikroflorasıdır (Temiz, 2000).

2.3.1. Dekontaminasyon Amaçlı Kullanılan Kimyasal Maddeler

Gıdalarda yüzey dekontaminasyonu amacıyla çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bunlar arasında organik asitler, serbest klor içeren dezenfektanlar, EDTA, bakteriosin, bazı enzimler, asidik elektrolize su, bazı halojenler, permanganat ve hidrojen peroksit gibi maddeler yer almaktadır.

2.3.1.1. Organik Asitler

Gıda endüstrisinde prezervatif olarak kullanılmalarının yanısıra, dezenfeksiyon amacı ile de tercih edilen organik asitler, mikroorganizma hücresinin için gerekli besin maddelerinin alımını engelleyerek inhibitör etki göstermektedir. Gıda endüstrisinde toksisitesi düşük olan ve ürünün duyusal özelliğinde olumsuz bir değişikliğe neden olmayan asitler tercih edilmektedir (Russel ve diğ., 1992).

Birçoğu lipofilik özellikte olan zayıf asitler, düşük pH’larda daha güçlü antimikrobiyal özellik göstermektedir. Bunun nedeni de ortamda çözünmemiş asit konsantrasyonunun daha fazla olmasına bağlanmaktadır. Asitlerin inaktivasyon hızı, pH azaldıkça artmaktadır. Örneğin pH’sı 3.5’ten düşük olan bir asidin pH değerindeki her 0.3’lük azalma ile inaktivasyon hızı on kat artmaktadır. Aynı zamanda asitlerin pK_a değerleri de mikroorganizma inaktivasyonunu etkilmektedir. Tablo 2.3’te antimikrobiyal-dezenfeksiyon amaçlı kullanılan bazı organik asit ve esterlerinin pK_a değerleri gösterilmiştir (Shapton ve Shapton, 1991).

Tablo 2.3. Antimikrobiyal veya dezenfeksiyon amaçlı olarak kullanılan bazı organik asit ve esterlerinin pK_a değerleri (Russel ve diğ., 1992).

Asit ester	PKa
Asetik (etanoik) asit	4,7
Propionik asit	4,8
Sorbik asit	4,8
Laktik asit	3,8
Benzoik asit	4,2
Salisilik asit	3,0
Dehidroasetik asit	5,4
Sülfirik asit	1,8
Metil p-hidroksibenzoik asit	8,5
Propil p-hidroksibenzoik asit	8,1

Laktik asit ve asetik asit çözeltileri, kesim sonrası karkasların dekontaminasyonu için kullanılabilmektedir. Ayrıca laktik asit, sitrik asit gibi organik asitlerin mikotoksin (aflatoksin ve sterigmatosin gibi) oluşumunu inhibe edici özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Antimikrobiyal özellikte bir tuz olan sodyum laktatın %1-3'lük konsantrasyonu da tavuk eti ürünlerinde aroma verici olarak kullanılmakta; bunun yanısıra bozulmaya yol açan ve patojen bakterilerin gelişimini önleyerek raf ömrünü uzatmaktadır (Russel ve diğ., 1992).

Asetik asit (CH_3COOH) bakteri, maya ve küflerin gelişimini önleyen GRAS statüsünde bir organik asittir. Prezervatif etkisi, laktik asitten daha fazla olarak bilinmektedir. Kalsiyum asetat ve sodyum diasetat gibi bazı asetik asit tuzları ve perasetik asit gibi okside asetik asit türevleri de gıda endüstrisinde kullanılan dezenfeksiyon amaçlı maddelerdir. Asetik asit ve diğer bazı organik asitler lipofilik özellikte oldukları için aynı konsantrasyonda hidrojen iyonu içeren mineral asitlere göre daha güçlü bir denatürasyona neden olmakta ve dolayısıyla mikrobiyal inaktivasyonu sağlamaktadır (Russel ve diğ., 1992; Luck ve Jager, 1997).

Laktik asit (2-hidroksipropanoik asit, $CH_3CHOHCOOH$), dezenfeksiyon amaçlı kullanılan hidroksiasitlerden biridir. Ucuz olması nedeniyle gıda endüstrisinde yoğun olarak kullanılan laktik asit GRAS statüsünde yer almakta ve genellikle sodyum, kalsiyum ve potasyum tuzları tercih edilmektedir. (Russel ve diğ., 1992).

2.3.1.2. Klorlu Bileşikler

Klor bileşiklerinden bazıları gıda endüstrisinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanları hipokloröz asit (HOCl), klor (Cl_2), sodyum hipoklorit (NaOCl), kalsiyum hipoklorit ($Ca(OCl)_2$) ve klor dioksit (ClO_2) gazıdır. Bu maddeler bazı taze sebzeler ile kırmızı et, tavuk eti ve deniz ürünlerinin mikrobiyal yükünün azaltılmasında kullanılmaktadır Sulu çözeltilerdeki klor dakikalarla ifade edilen zaman dilimi içersinde hızlı bir şekilde bakterisid etki gösterebilmektedir (Block ve Febiger, 1991; Russel ve diğ., 1992).

Bazı klorlu bileşikler okside edici özelliği nedeni ile ve penetrasyonu kolay olduğu için uygun konsantrasyonlarda kullanıldığı takdirde mikroorganizma gelişimini çabuk bir şekilde inaktive eder. Gıdalarda yüzey dekontaminasyon amaçlı kullanılmasının yanısıra klorlu bileşikler içme suyunun dezenfeksiyonunda ve gıda işleme ekipmanlarının sanitasyonunda kullanılmaktadır (Russel ve diğ., 1992).

Klor bakterilerin hücre zarındaki proteinlerini bağlamak suretiyle organizmayı tahrip eden *N*-kloro bileşiklerini oluşturarak, hücre içi bileşiklerinin hücre membranından dışarıya difüzyonunu sağlayarak ve hücre zarını tahrip ederek inaktivasyonu sağlamaktadır. Başka bir şekilde klor, bakterilerin sahip oldukları enzimlerin SH gruplarını yükseltgeyerek oksidatif etki göstermekte ve gerçekleşen reaksiyon tersinir olmadığı için mikroorganizmayı tahribata uğramaktadır (Block ve Febiger, 1991).

Sebze ve meyveler uygun konsantrasyonlarda serbest klor içeren çözeltiler kullanılarak ürün kalitesini düşürmeden dekontamine edilebilir. Sonuçta gıdaya kontrollü bir şekilde klorinasyon uygulandığı takdirde mikroorganizma populasyonu azaltılabilmekte, besin değerinde azalma ve organoleptik özelliklerde istenmeyen değişikliklere yol açmadan ürün güvenliği sağlanabilmektedir (Block ve Febiger, 1991).

Ayrıca kirli sularda avlanan balık ve kabuklu deniz ürünleri ile diğer bazı et ürünlerinin içerebileceği patojen mikroorganizma inaktivasyonu için hipoklorit inaktivasyonu güvenle uygulanabilen bir yöntemdir. 200-6000 ppm aralığında serbest klor içeren çözeltiler bu amaçla kullanılabilmektedir. Bazı

mikroorganizmaların klora gösterdikleri hassasiyet Tablo 2.4'te gösterilmiştir: (Block ve Febiger, 1991; Gardner ve Peel, 1991).

Tablo 2.4. Bazı mikroorganizmaların klora gösterdikleri hassasiyet dereceleri (Gardner ve Peel, 1991).

Mikroorganizma Türü	**Hassasiyet Derecesi**
Gram-pozitif bakteri	Çok hassas
Gram-negatif bakteri	Çok hassas
'Acid-fast' bakteri	Az hassas
Bakteri sporları	Hassas (pH 7,6'da optimum)
Lipofilik virüsler	Hassas
Hidrofilik virüsler	Hassas (yüksek konsantrasyon)
'Amoebic cysts', algler	Hassas
Fungi	Az hassas

Klor bazlı dezenfektanların etkinliği konsantrasyon ve pH, organik madde varlığı ve kullanılan suyun sertliği ve sıcaklığı gibi bazı faktörlere bağlıdır. Bunlar arasında konsantrasyon ve pH'nın etkisi birlikte değerlendirilebilir. Örneğin pH 7,6'da 100 ppm'lik; pH 9'da ise 1000 ppm'lik NaOCl *Bacillus subtilis* sporlarını inaktive edebilmektedir. Hipoklorit çözeltisi pH 6-8 arası değerlerde yüksek biosidal etki göstermektedir (Gardner ve Peel, 1991).

pH'daki artış klor çözeltisinin biosidal aktivitesini azaltmaktadır. Örneğin *Bacillus metiens* sporlarının inaktivasyonu için yapılan bir çalışmada pH'sı 8,2 olan çözeltide 100 ppm'lik serbest klor konsantrasyonu yeterli iken, pH 11,3'e çıkartıldığında aynı miktardaki spor inaktivasyonu için 1000 ppm'lik klor çözeltisi kullanılmıştır (Block ve Febiger, 1991).

Klor bileşikleri hemen hemen tüm organik maddelerle (kan ve bazı dokular da dahil olmak üzere) reaksiyona girebilirler. Örneğin klor, azotlu bileşikler (protein gibi) ile kloroaminler oluşturabilir ki bu maddeler klorun aktivasyonunu azaltmaktadır. Ancak uygun konsantrasyonlarda klor kullanıldığında oluşan kloroaminler oksidatif reaksiyonlarla parçalanabilir. Dolayısıyla dezenfeksiyon amaçlı kullanılan serbest klorun konsantrasyonu yeterince yüksek olmalıdır (Block ve Febiger, 1991; Gardner ve Peel, 1991).

Suya sertlik veren magnezyum ve kalsiyum iyonları klorlu dezenfektanların aktivitesini etkilemezken; demir ve mangan katyonları ile nitrit ve sülfit anyonları

aktif hipokloröz asidi inaktif klorür formuna dönüştürmektedir (Gardner ve Peel, 1991)

Sulu çözeltinin içerdiği klor tipi de dekontaminasyonun başarısını etkilemektedir. Sudaki klor; serbest, bağlı ve toplam klor olarak üç sınıf altında incelenmektedir. Serbest klor da suda üç formda bulunabilir: (i) elementel klor (Cl_2), (ii) hipokloröz asit (HOCl), (iii) hipoklorit iyonu (OCl^-) (Block ve Febiger, 1991).

Klor, suda doğal olarak bulunan amonyak ve diğer bileşiklerle oluşturduğu kloramin *N*-kloro bileşikler 'bağlı klor' olarak adlandırılmaktadır. Sudaki serbest ve bağlı klor ise birlikte 'toplam klor' olarak değerlendirilmektedir (Block ve Febiger, 1991).

Klorlu bileşiklerin dezenfeksiyon gücü içerdiği serbest klor miktarına bağlıdır. Serbest klor, bir sodyum hipoklorit molekülü oluşturmak için gerekli olan elementel klor (Cl_2) miktarı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeye göre ise serbest klor, oksidasyon kapasitesinin bir ölçüsü olarak tanımlanabilmekte ve elementel klorun ekivalen miktarı olarak belirtilmektedir (Block ve Febiger, 1991; Gardner ve Peel, 1991). Toz haldeki bir karışımda serbest klor miktarı yüzde olarak (w/w) ifade edilirken; çözeltilerde yüzde (w/v) milyonda bir (ppm) olarak ifade edilmektedir. Toz halinde bulunan bir dezenfektan kullanılmak istendiğinde mutlaka belli hacimde su ile çözülerek uygulanmalıdır (Gardner, 1991).

Eşitlik 2.1'de görüldüğü gibi 1 mol elementel klor, iki elektronla reaksiyona girerek inert klorür iyonu oluşturmaktadır:

$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2\ Cl^- \qquad (2.1)$$

Eşitlik 2.2'de ise 1 mol hipoklorit, iki elektronla reaksiyona girerek aynı şekilde inert klorür iyonu oluşturduğu görülmektedir.

$$OCl^- + 2e^- \longrightarrow Cl^- + H_2O \qquad (2.2)$$

Yukarıdaki reaksiyonlardan görüldüğü gibi 1 mol hipoklorit, elektrokimyasal olarak 1 mol elementel klora eşdeğerdir ve 70,91 g (klor gazının molekül ağırlığı)serbest klor içerdiği söylenebilir (Block ve Febiger, 1991).

Kalsiyum hipoklorit ($Ca(OCl)_2$) ve sodyum hipoklorit (NaOCl), sırasıyla 2 ve 1 mol hipoklorit içerdiklerinden, aynı zamanda 141,8 ve 70,91 g serbest klor içermektedir. $Ca(OCl)_2$ ve (NaOCl)'nin molekül ağırlıkları sırasıyla 143 ve 74,5'tir ve dolayısıyla % 99,2 ve % 95,8 oranında serbest klor içermektedirler (Block ve Febiger, 1991).

Serbest klor ölçüm yöntemleri iodometrik, sodyum arsenit, ortotolidin, Palin's DPD metodu (*N*,*N*-dietil-p-fenilen-diamin reaktifinin rengi serbest klor varlığında pembeden kırmızı dönmektedir), amperometrik metod (oksidatif özellikteki seyreltik klor çözeltisinin, indirgen özellikteki standart 'phenylarsene oxide (PAO)' çözeltisi ile titrasyonuna dayanmaktadır), polarografik membran tekniği (bir anot ve elektrolit içeren plastik yapıdaki prob, inert özellikteki bir metal katod tarafından çevrelenen bir membran içinde bulunmaktadır) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Polarografik membran tekniğinde prob klorlu bir çözeltiye daldırıldığında, klor katotta klorüre indirgenir. Üretilen akım klor konsantrasyonu ile lineerdir ve analiz cihazının ekranından okunabilmektedir. Farklı formdaki klor türlerini ayırt edebilmesi, güvenli olması, düşük maliyetle yüksek verimin elde edilmesi bu yöntemin avantajları arasında yer almaktadır (Block ve Febiger, 1991; Len ve diğ.,2002; Oomori ve diğ., 2002).

Elementel klor ve hipoklorit, su ile aşağıdaki reaksiyonlarda görüldüğü hipokloröz asit oluşturmaktadır (Block ve Febiger, 1991):

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + H^+ + Cl^- \quad (2.3)$$

$$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{++} + H_2O + 2OCl^- \quad (2.4)$$

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2HOCl \quad (2.5)$$

$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^- \quad (2.6)$$

Klor (Cl_2) ve bazı organik inorganik klor salıcı bileşikler, pH 5-8 aralığında sulu çözeltide mevcut olan hipokloröz asit (HOCl) tarafından oluşturulmakta ve antimikrobiyal etki göstermektedir. Hipoklorit iyonları $(OCl)^-$ yüksek alkali ortamda bulunmakta ve genelde aktivite göstermemektedir (Gardner ve Peel, 1991).

Hipokloröz asidin disosiasyonu için pH önemli bir kriterdir. Klorun dezenfektan etkisi pH'daki artışla azalırken, çözünmeyen hipokloröz asit konsantrasyonundaki artışa paralel olarak artmaktadır (Block ve Febiger, 1991).

Hipoklorit te aynı şekilde bakteri hücresine nüfuz ederek, hücrenin protoplazması ile reaksiyona girmekte ve toksik kompleksler (*N*-kloro bileşikleri) oluşturarak bakterisid etki göstermektedir. Hipoklorit çözeltisinin sıcaklığındaki 10 ^{o}C'lik bir artış sporların inaktivasyonu için gereken süreyi yarı yarıya azaltmaktadır (Block ve Febiger, 1991; Gardner ve Peel, 1991).

Yapılan bir çalışmada sodyum hipoklorit ile gıdaların dekontaminasyonu sonucu *Listeria, Yersinia* ve *Campylobacter* türleri gibi patojen bakterilerin gelişimini sınırladığı görülmüştür (Block ve Febiger, 1991).

2.3.1.3. Hidrojen Peroksit

Süt ve balda doğal olarak bulunan ve ürünü bozulmalara karşı koruyan hidrojen peroksit hücre metabolizmasının bir sonucu olarak oluşturulmaktadır ve bakteri, maya, küf, virüs ve sporlar gibi geniş bir mikroorganizma grubu üzerinde biosid etkiye sahiptir (Block ve Febiger, 1991; Gardner ve Peel, 1991).

Hidrojen peroksit (H_2O_2) suda çözünen, 34,01 g molekül ağırlığına sahip renksiz bir sıvıdır ve peroksidisülfirik asit gibi peroksidazların hidrolizi ile elde edilmektedir. Dezenfektan özellikte olmasının yanısıra bazı gıda ürünleri için ağartıcı özelliktedir. Antimikrobiyal etkisi konsantrasyonuna, dekontaminasyon seviyesine, pH, sıcaklık ve maruz kalma süresine bağlıdır. Güçlü yükseltgen özelliği nedeniyle bakteriler üzerinde maya ve küflere göre daha güçlü bir etkiye sahiptir. Dezenfektan özelliğinin yanısıra bazı peynirlerin üretiminde kullanılan sütler %0,05'lik H_2O_2 ile muamele edilmekte ve düşük sıcaklıkta yumurta beyazı pastörizasyonu için kullanılmakta, aseptik ambalajlama alanında bazı gıda ve meyve sularının ambalajlanmasında kullanılan materyallerin dekontaminasyonu için tercih edilmektedir (Russel ve diğ., 1992).

Hidrojen peroksit ısı etkisiyle, katalaz ve peroksidaz gibi enzimlerle bozunarak su ve oksijen gibi toksik olmayan bileşikler oluşturur. Anaerob mikroorganizmalar, peroksidi parçalayabilmek için gerekli katalaz enzimini sentezleyemediklerinden hidrojen peroksite karşı daha hassastır. Yapılan çalışmalarda %3'lük hidrojen peroksitin bakteriler üzerinde hızlı, mayalar, bazı virüsler ile bakteri sporları üzerinde ise daha yavaş bir şekilde inaktivasyona yol açtığını göstermiştir. Genellikle

gram-negatif bakteriler gram-pozitif bakterilere göre hidrojen perokside daha hassastırlar. Sıcaklık ve konsantrasyondaki artış ta spor sayısının azaltılmasında başarılı sonuçlar vermiştir (Block ve Febiger, 1991).

Hidrojen peroksit, çözelti şeklinde ile yıkama amaçlı kullanılmasının yanısıra buhar şeklinde uygulanarak ta bazı taze sebze ve meyvelerin dekontaminasyonu sağlanabilmektedir. Uygun konsantrasyonda kullanıldığı takdirde gıdanın organoleptik özelliklerinde olumsuz bir değişikliğe neden olmamaktadır. Yapılan bir çalışmada mantarların %5'lik hidrojen peroksit çözeltisi ile yıkanması sonucu *Pseudomonas* sayısında %90'lık bir azalma görülmüştür (Sapers ve Simons, 1998).

Hidrojen peroksit bazı kimyasal maddelerle sinerjist etki göstermektedir. Yapılan bir çalışmada *Clostridium bifermentas* sporları 25 ^{o}C'de 100 μm bakır sülfat ve 0,28 M hidrojen peroksit ile muamele edildiğinde sadece %0,028 oranında koloni oluşurken; sadece bakır sülfat ile muamele edildiğinde %95 ve sadece hidrojen peroksit varlığında ise %87oranında koloni oluşmuş ve sonuçta hidrojen peroksit ve bakır sülfat birlikte kullanıldığında 3000 katlık bir azalma saptanmıştır (Block ve Febiger, 1991).

Başka bir sinerjist etkiye örnek verecek olursak sıcaklığın hidrojen peroksitin etkisini arttırdığı belirtilmektedir. Ayrıca hidrojen peroksit sporları sıcaklığa karşı daha hassas hale getirmekte ve sıcaklık organizmada tahribata yol açmaktadır. Bunun yanısıra hidrojen peroksit ultraviyole radyasyonla da sinerjist etki göstermektedir. Sporların % 0,3'lük hidrojen peroksit ve UV radyasyonla muamelesinin, radyasyonun tek başına uygulanmasına göre 2000 kat, hidrojen peroksitin tek başına uygulanmasına göre ise de 4000 kat daha fazla spor sayısını azalttığı bilinmektedir (Block ve Febiger, 1991).

Hidrojen peroksit düşük konsantrasyonlarda suyun sterilizasyonu için kullanılabilmektedir. Bunun yanısıra yapılan bir çalışmada %0,1'lik hidrojen peroksitin çiğ sütteki toplam bakteri sayısını %99,99 oranında azaltırken koliform, *Staphylococcus, Salmonella* ve *Clostridium* sayılarında %100 azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Literatürde hidrojen peroksitin %10-25'lik gibi konsantrasyonlarında ise sporların inaktivasyonunu sağladığına dair bilgilerle karşılaşılmaktadır (Block ve Febiger, 1991).

2.3.1.4. EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit)

EDTA (etilendiamin tetraasetik asit), gıdaların dezenfeksiyonu için tek başına kullanılabildiği gibi bazı antimikrobiyal maddelerle sinerjist etki gösterdiğinden genelde bu maddelerle birlikte kullanımı tercih edilmektedir. Antimikrobiyal etkisini mikroorganizmaların hücre zarı geçirgenliğini etkileyerek antibakteriyel maddelerin hücre içine daha kolay nüfuz etmesini sağlayarak göstermektedir. Bu amaçla genellikle sodyum ve kalsiyum tuzları tercih edilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda toksik olmaması avantajları arasındadır. Genellikle 300 ppm veya 1-20 mM'lık EDTA konsantrasyonu ile dekontaminasyon uygulamaları başarılı bir şekilde gerçekleşmektedir (Luck ve Jager, 1997).

EDTA'nın antibakteriyel aktivitesinin incelenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada *Escherichia coli, Enterobacter cloacae, Citrobactere freundii, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella* spp., *Proteus mirabilis, Proteus vulgaris, Serratia marcescens, Vibrio cholerae* NIH41-01, *Vibrio chloreae-01,*'methalicin' resistant' *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25293'i içeren 15 bakteri türü ile çalışılmıştır. Bu amaçla pH 5, 7 ve 9'da 10mM'lık EDTA çözeltileri ile bakteriler muamele edilmiş ve sonuçta pH 5'te *Vibrio cholerae* ve *Staphylococcus aureus*; pH 9'da *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli*; ve tüm pH'larda *Proteus mirabilis*'in EDTA çözeltisine karşı hassas olduğu ve gelişmelerinin önlendiği gözlenmiştir (Kida ve diğ., 1992).

Yapılan başka bir çalışmada ise 1-20 mM arasında değişen konsantrasyonlardaki tüm EDTA çözeltilerinin tek başına ve nisinle birlikte kullanıldığında *Arcobacter butzleri* gelişimini inhibe ettiği görülmüştür (Phillips ve Duggan, 2001).

2.3.1.5. Trisodyum Fosfat

Trisodyum fosfat (TSP) alkali bir sanitizerdir ve deterjana benzer bir etki ile özellikle et gibi bir gıdanın yüzeyinden yağın uzaklaştırması ve yüksek pH'sı nedeni ile antibakteriyel etki göstermektedir. Özellikle tavuk etinde *Salmonella* olmak üzere *Escherichia coli, Campylobacter, Pseudomonas* ve *Staphylococcus aureus* gelişiminin kontrol altına alınması ile ilgili yapılan çalışmalarda, çiğ tavuk etinin %8-12'lik TSP çözeltisine 15 dakika süre ile daldırılması başarılı sonuçlar vermiştir.

Salmonella sayısı başlangıçta %35 iken trisodyum fosfatla muamele sonunda %1'e inmiştir. Literatürde taze olarak tüketilen sebzelerin belli konsantrasyonlarda TSP çözeltilerine belli sürelerde daldırılması suretiyle gerçekleştirilen yüzey dekontaminasyonu çalışmalarına rastlamak mümkündür (Dickson ve diğ., 1994; Zhang ve Farber, 1996; Capita ve diğ., 2002).

2.3.1.6. Asidik Elektrolize Su

Asidik elektrolize su seyreltik sodyum klorür çözeltisinin, bir membranla anot ve katodun ayrıldığı bir elektroliz cihazında elektrolizi sonucu elde edilmektedir. Okside su olarak ta bilinen asidik elektrolize su elektroliz ünitesinin anot kısmında üretilmektedir ve 2,7 veya daha düşük pH, 1000mV'tan daha yüksek ORP değerleri ve 10-100 ppm aralığında serbest klor konsantrasyonuna sahiptir (Kim ve diğ., 2000a; Kim ve diğ., 2000b; Morita ve diğ., 2000; Oomori ve diğ., 2000; Kim ve diğ., 2001; Koseki ve diğ., 2001; Al-Haq ve diğ., 2002; Kiura ve diğ., 2002; Len ve diğ., 2002; Sharma ve Demirci, 2002; Buck ve diğ., 2003).

Asidik elektrolize suyun yapılan çeşitli çalışmalar sonucu antimikrobiyal ve antiviral etkisi saptanmıştır. Isıl işlemle steril edilemeyen gıdaların sterilizasyonu için tercih edilmektedir. Günümüzde özellikle taze sebze ve meyvelerde dezenfeksiyon amaçlı kullanılmasının yanısıra gıda ile temas eden yüzeylerin temizliğinde de tercih edilmektedir. Örneğin elektrolize asidik suyun paslanmaz çelik üzerinde *Listeria monocytogenes* biofilmi oluşumunu engellediği kanıtlanmıştır (Jung ve diğ., 1996; Koseki ve diğ., 2001; Park ve diğ., 2002a).

Asidik elektrolize su kimyasal madde olarak sadece sodyum klorür çözeltisinden elde edildiği ve toksik özellikte olmadığı için çevre açısından sorun yaratmamaktadır. Düşük pH değerlerinde içerdiği dezenfektan özelliğe sahip HOCl oldukça zayıf bir asittir ve daha az aktif olan OCl^-'ye kolayca hidrolize olmaz (Koseki ve diğ., 2001; Koseki ve diğ., 2002).

Asidik elektrolize suda ORP (oksidasyon-redüksiyon potansiyeli) mikrobiyal inaktivasyonu sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Yüksek ORP değerlerinde inaktivasyon özellik artmaktadır. Aynı zamanda serbest klor miktarı da antimikrobiyal aktivite açısından önemlidir. Serbest klor türlerinden HOCl, $^{\cdot}OH$

radikali oluşturmakta ·OH radikali de yükseltgenerek mikroorganizmaları inhibe edici rol oynamaktadır (Koseki ve diğ., 2001).

2.3.1.7. Permanganat

Permanganat, gıda endüstrisinde kullanılan inorganik peroksit bileşiklerinden biridir ve antibakteriyal, antifungal ve antiviral etkiye sahiptir. Bazı taze sebzelerin dezenfeksiyonu amacı ile kullanılan maddelerden olan permanganatın yoğun mor rengi nedeniyle diğer dezenfektanlara kullanımının sınırlı olmasının yanısıra yıkama suyunda pembe rengin görülmesi, işlemin doğru uygulandığının bir göstergesi olarak düşünülmektedir (Block ve Febiger, 1991; Soriano ve diğ., 2000).

2.3.1.8. Bakteriosinler

Bakteriosinler gram-pozitif ve gram-negatif bakteriler tarafından üretilen, diğer bakterilerin gelişimini inaktive eden potansiyel bakterisid özelliğindeki protein kompleksleridir ve günümüzde gıda endüstrisinde dekontaminasyon amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Antibakteriyel etkileri üretildikleri bakteri türüne bağlı olarak değişmektedir. Protein yapısında olduklarından sindirim enzimleri tarafından kolaylıkla metabolize edilebilirler ve bu nedenle güvenli olarak düşünülmektedirler. En fazla kullanılan bakteriosin ise nisindir ve *Listeria monocytogenes, Bacillus* ve *Clostridium* türleri gibi patojen mikroorganizmaların inhibe edilmesinde kullanılmaktadır (Russel ve diğ., 1992; Luck ve Jager, 1997).

2.3.1.9. Bazı Enzimler (Lizozim)

Gıda endüstrisinde muramidaz türlerinden olan lizozim, antimikrobiyal madde ve dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Hücre zarının geçirgenliğini etkileyerek pH 7'de maksimum antimikrobiyal etki göstermektedir. Pahalı olması nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Lizozim enziminin birçok gıdada özellikle *Listeria monocytogenes*'in gelişimini önlediği bilinmektedir (Russel ve diğ., 1992; Luck ve Jager, 1997).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Gıda Örnekleri

Denemelerde kullanılan marul ve tavuk eti örnekleri İstanbul'da bir marketten temin edilmiş, soğukta muhafaza edilerek (<5 ^{o}C) 24 saat içinde analize alınmıştır. Örneklerin yüzey alanını eşitlemek amacıyla marul yaprakları yaklaşık 2,7 cm çapında; tavuk göğüs eti örnekleri ise yaklaşık 5x5 cm boyutunda ve 0,5 cm kalınlığında parçaların kesilmesiyle hazırlanmıştır.

3.2. Dezenfektan Maddeler ve Besi Yerleri

Yüzey dekontaminasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler, hazırlanan konsantrasyonları Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Yüzey dekontaminasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler, hazırlanan konsantrasyonları

Dezenfektan madde	Hazırlanan konsantrasyonu
Asetik asit (glacial, %100), (Riedel-de Haen, Seelze)	%1 ve %2 (v/v)
Laktik asit (%90), (Merck, Darmstadt, Almanya)	%2 (v/v)
Sodyum asetat (sodium acetate anhydrous), (Merck, Darmstadt, Almanya)	%1 ve %3 (w/v)
Sodyum laktat (%50 w/w), (Merck, Darmstadt, Almanya)	%3 (v/v)
EDTA ('extra pure'), (Merck, Darmstadt, Almanya)	20 mM
Trisodyum fosfat ($Na_3PO_4.12H_2O$), (Merck, Darmstadt, Almanya)	%12 (w/v)
Hidrojen peroksit (v/v %30), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 1 ve %2,5 (v/v)
Sodyum hipoklorit (a)	200 ppm (serbest klor konsantrasyonu)
Asidik elektrolize su (b)	20 ve 30 ppm (serbest klor konsantrasyonu)

(a): Piyasadaki mevcut çamaşır sularından biri kullanılmıştır.
(b): %1 ve 1,5'luk sodyum klorür çözeltilerinin elektrolizi ile elde edilmiştir.

Asidik elektrolize su ise %1 ve %1,5'luk (w/v) sodyum klorür (NaCl) çözeltilerinin 3 Amper'lik akımla IONFarms-gold, HTH-5000 cihazı (GWN Co. Ltd., Kore) ile elektroliz edilerek 20 ve 30 ppm serbest klor içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Çözeltilerin pH değerleri "Jenway, 3010 pH meter" (Jenway Ltd., İngiltere) pH metre cihazı ile ölçülmüştür. ORP değerlerinin ölçülmesinde 'HANNA, HI 98201 ORP meter' (Hanna Instruments, Mauritius) cihazı kullanılırken; çözeltilerin serbest klor konsantrasyonları CHEMets Kit Chlorine, K-2500 (CHEMETRICS Inc., A.B.D.) kitleri ile belirlenmiştir.

Çalışmalarda besi yeri olarak mezofilik aerobik bakteri analizi için standart APHA PCA (Plate Count Agar) (Oxoid, Hamspshire, İngiltere); koliform bakteri analizi için VRBA (Violet Red Bile Agar) (Oxoid, Hamspshire, İngiltere); *Staphylococcus aureus* analizi için Baird Parker Agar (bioMerieux, Fransa) ve *Salmonella typhimurium* analizi için ise BSA (Bismuth Sulphite Agar) (Oxoid, Hamspshire, İngiltere) besi yerleri kullanılmıştır.

Çalışmalarda kullanılan ve tarafımızdan hazırlanan TSB (Triptic Soy Broth) ve PBS (Phosphate Buffered Saline)'nin bileşimleri aşağıda verilmiştir. Hazırlanan çözeltiler 121 ^{o}C'de 15 dakika steril edilmiştir (Anon, 2000).

TSB (Triptic Soy Broth), (pH 7,3)

Bileşimi	**g/l**
'pepton from casein' (Oxoid, Hamspshire, İngiltere)	17 g
'pepton from soybean meal' (Oxoid, Hamspshire, İngiltere)	3 g
NaCl (Merck, Darmstadt, Almanya)	5 g
K_2HPO_4 (Merck, Darmstadt, Almanya)	2,5 g
D+ Glukoz, Merck, Darmstadt, Almanya)	2,5 g

PBS (Phosphate Buffered Saline) (pH 7,4)

Bileşimi	**g/l**
NaCl (Merck, Darmstadt, Almanya)	7,650 g
KH_2PO_4 (Merck, Darmstadt, Almanya)	0,210 g
Na_2HPO_4 (Merck, Darmstadt, Almanya)	0,724 g

Seyreltim çözeltilerinin hazırlanmasında ise NaCl (Merck, Darmstadt, Almanya) ve pepton (Oxoid, Hamspshire, İngiltere) kullanılmıştır.

3.3. Bakteri Kültürleri ve İnokulum Hazırlanması

Bu çalışmada *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 ile *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 suşları kullanılmıştır.

İnokulum hazırlamak için PCA içinde 4 ºC'de muhafaza edilen bakteri kültürlerinden 1 öze gözü alınmış ve 24 saat ara ile 10 ml TSB'ye toplam iki kez transfer edilerek 35°C'de 24 saat inkube edilmiştir. *Staphylococcus aureus* suşlarının eşit oranlarda (1:1) karışımlarından 0,5 ml alınmış, etkin bir homojenizasyon için sırasıyla 10 ml, 240 ml ve 250 ml PBS ile kademeli olarak seyreltilerek sonuçta toplam 500 ml PBS ile 1:1000 oranında bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır. *Salmonella typhimurium* süspansiyonu için aynı işlem tekrarlanmıştır.

3.4. Gıda Örneklerinin Mikroorganizma Yükünün Eşitlenmesi

Bölüm 3.1'de anlatıldığı gibi hazırlanan marul ve bakteri inokule edilen çiğ tavuk eti örnekleri inkubatörde bekletilmeden, diğer analizler için hazırlanan tavuk eti parçaları ise 35 ºC'de 6 saat inkubatörde bekletildikten sonra mikroorganizma yüklerinin eşitlenmesi amacıyla 1:1 oranında damıtık su ile 15 dakika boyunca 2-3 kez karıştırılarak steril 'stomacher' torbaları içinde bekletilmiş, suları süzüldükten sonra analize alınmıştır.

3.5. Marulun ve Çiğ Tavuk Etinin İnokule Edilmesi

Eşit ağırlıktaki marul (1:1) ve bakteri süspansiyonu (*Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium*) 15 dakika boyunca steril ağzı kapalı bir cam kavanoz içinde 30 kez karıştırılmış, suyu süzüldükten sonra ve 24 saat 4ºC'de soğutucuda (SANYO Medical Freezer, MDF-U441, SANYO Electric Co. Ltd., Japonya) ağzı kapalı olarak bekletilmiştir.

Çiğ tavuk etine inokulasyon için, hazırlanan bakteri süspansiyonundan (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213) 0,1 ml alınarak et yüzeyine yayılmış ve 30 dakika oda sıcaklığında steril petri kutuları içinde bekletildikten sonra analize alınmıştır.

3.6. Marula Yüzey Dekontaminasyonun Uygulanması ve Mezofilik Aerobik Bakteri Analizi

Hazırlanan marul örneklerinden 10'ar g 'stomacher' torbalarına tartılmış; üzerlerine 200'er ml % 12'lik trisodyum fosfat, %1'lik asetik asit, %1'lik sodyum asetat, 200 ppm sodyum hipoklorit, %5'lik hidrojen peroksit, %40'lık elma ve üzüm sirkesi çözeltileri eklenerek 15 dakika boyunca 2-3 kez çalkalanarak bekletilmiştir. Kontrol olarak damıtık su kullanmıştır. Dezenfektan çözeltiler süzüldükten sonra örnekler 90 ml peptonlu su ile 'stomacher'da (Stomacher 400 Lab Blender, İngiltere) 2 dakika homojenize edilmiş ve seri seyreltimler (10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} ve 10^{-5}) hazırlanmış; dökme plak yöntemi ile PCA besi yeri kullanılarak ekim yapılmış; besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde (GENLAB, INC/160/CLAD/F/D, İngiltere) 35°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra bakteri sayıları belirlenmiştir (Anon, 2001).

3.7. Çiğ Tavuk Etine Yüzey Dekontaminasyonun Uygulanması, Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Analizi

Hazırlanan eşit yüzey alanına (yaklaşık 25 cm^2) sahip tavuk eti parçaları 'stomacher' torbalarına konmuş; üzerlerine 200'er ml %2'lik asetik asit ve laktik asit, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat, %12'lik TSP, %1 ve %2,5'luk hidrojen peroksit, 200 ppm sodyum hipoklorit ve 20 mM EDTA çözeltileri eklenmiş, 15 dakika boyunca 2-3 kez çalkalayarak bekletilmiş, dezenfektan çözeltiler süzülerek uzaklaştırılmış, daha sonra 1:1 oranında %0,1'lik peptonlu su ile 'stomacher'da homojenize edilerek bu karışımdan seri dilusyonlar (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} ve 10^{-6}) hazırlanmıştır. Kontrol olarak damıtık su kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi ile PCA besi yeri kullanılarak ekim yapılmış ve besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde 35°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra mezofilik aerobik bakteri sayısı belirlenmiştir (Anon, 2001).

Koliform bakteri analizi için ise aynı işlemler tekrarlandıktan sonra dökme plak yöntemi ile VRBA besi yeri kullanılarak çift kat ekim yapılmış ve besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde 35°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra koliform bakteri sayısı saptanmıştır (Anon, 2001).

3.8. Asidik Elektrolize Su ile Marul ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonunun Uygulamaları

Bölüm 3.5'te anlatıldığı şekilde hazırlanan marul ve çiğ tavuk eti örnekleri 200'er ml %1 ve %1,5'lik NaCl çözeltilerinden hazırlanan, 20 ve 30 ppm serbest klor içeren asidik elektrolize su (AES) ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile 10 dakika süreyle 2-3 kez çalkalanarak bekletildikten sonra süzülmüş, mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri analizi yapılarak mikroorganizma sayıları belirlenmiştir (Anon, 2001).

3.9. *Staphylococcus aureus* İnokule Edilen Marul ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları

Daha önce *Staphylococcus aureus* inokule edilen marul örnekleri 200'er ml (1:20 oranında) %2'lik asetik asit ve laktik asit, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat, %12'lik TSP, %5'lik hidrojen peroksit, 200 ppm sodyum hipoklorit ve 20 mM EDTA çözeltileri içinde 15 dakika süreyle 2-3 kez çalkalanarak bekletilmiş, süzüldükten sonra Baird Parker Agar besi yeri içeren petri kutularına yayma plak yöntemiyle her seyreltimden (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} ve 10^{-5}) ekim yapılarak 35 ^{o}C'de 48 saatlik inkubasyon sonunda bakteri sayısı saptanmıştır (Anon, 2001).

Staphylococcus aureus inokule edilen çiğ tavuk eti parçaları, 1:10 oranında %2'lik asetik asit ve laktik asit, 200 ppm sodyum hipoklorit, %12'lik TSP ve %2,5'luk hidrojen peroksit çözeltileriyle 15 dakika 2-3 kez çalkalanarak bekletildikten sonra süzülmüş, Baird Parker Agar besi yeri içeren petri kutularına yayma plak yöntemiyle her seyreltimden (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} ve 10^{-5}) ekim yapılarak 35 ^{o}C'de 48 saatlik inkubasyon sonunda bakteri sayısı saptanmıştır (Anon, 2001).

3.10. *Salmonella* İnokule Edilen Marul Örneğinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamaları

Salmonella inokule edilen marul örneklerine 200'er ml %2'lik asetik asit ve laktik asit, %8'lik TSP, %5'lik hidrojen peroksit ve 200 ppm sodyum hipoklorit çözeltileri 15 dakika boyunca 2-3 kez çalkalanarak uygulanmış,süzüldükten sonra Bismuth Sulphite Agar besi yeri içeren petri kutularına yayma plak yöntemiyle her seyreltimden (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} ve 10^{-5}) ekim yapılarak 35 ^{o}C'de 24 saatlik inkubasyon sonunda bakteri sayısı saptanmıştır (Anon, 2001).

3.11. Dezenfektan Çözeltilerin *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* Suşları Üzerindeki İnhibisyon Etkilerinin Agar Difüzyon Yöntemiyle Belirlenmesi

Dezenfektan çözeltilerin inhibisyon etkilerinin incelenmesi amacıyla agar difuzyon metodu kullanılmıştır. PCA besi yeri kullanılarak dökme plak yöntemiyle her petrideki mikroorganizma sayısı yaklaşık 10^{6} kob/ml olacak şekilde *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve 29213 suşlarının karışımından (1:1) ve *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 süspansiyonundan 1 ml ekim yapılmıştır. Besi yerinin soğukta bekletilerek katılaşmasını ardından agarda 6mm çapında oyuklar açılarak 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, %2'lik asetik ve laktik asit, %8 ve %12'lik TSP, %2,5 ve %5'lik H_2O_2 çözeltilerinden 0,05 ml konulmuştur. Kontrol amaçlı destile su kullanılmıştır. Agarların çözeltileri çekmesi için petri kutuları 30 dakika kıpırtatılmadan bekletilmiş ve ters çevrilmeden 35 ^{o}C'de 24 saat inkube edilmiştir. İnkubasyon sonrasında oyukların etrafında oluşan zonlar ölçülerek (mm) değerlendirme yapılmıştır.

3.12. İstatistiksel Analizler

Tüm analizler paralelli ve iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Dezenfektan çözeltilerle uygulama sonrasında örneklerdeki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olup olmadığını test etmek amacıyla 0,05 önem düzeyinde tek yollu Anova testi uygulanmış; farklı olan

ortalamalar için de Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak kıyaslama yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Dezenfektan Çözeltilerin pH ve ORP Değerleri, Serbest Klor Konsantrasyonları

Denemelerde kullanılan dezenfektan çözeltilerin pH değerleri ve bazı çözeltilerin ORP değerleri ile serbest klor konsantrasyonları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Dezenfektan çözeltilerin pH ve ORP değerleri ve serbest klor konsantrasyonları[a]

Dezenfektan madde	PH	ORP (mV)	Serbest klor (ppm)
Kontrol (damıtık su)	5,8 ± 0,04	455 ± 3	0
Asetik asit %1	2,7 ± 0,01	- [(b)]	-
Asetik asit %2	2,6 ± 0,01	-	-
Laktik asit %2	2,1 ± 0,01	-	-
Sodyum asetat %1	7,5 ± 0,04	-	-
Sodyum asetat %3	8,0 ± 0,05	-	-
Sodyum laktat %3	6,4 ± 0,02	-	-
Üzüm sirkesi [(c)]	2,7 ± 0,09		
Elma sirkesi [(c)]	3,0 ± 0,05		
EDTA 20 mM	2,9 ± 0,14	-	-
Trisodyum fosfat %12	12,9 ± 0,07	-	-
Trisodyum fosfat %8	12,1 ± 0,09	-	-
Hidrojen peroksit %1	5,5 ± 0,04	-	-
Hidrojen peroksit %2.5	4,0 ± 0,02	-	-
Hidrojen peroksit %5	3,7 ± 0,02	-	-
Sodyum hipoklorit	8,8 ± 0,06	745 ± 2	200 ± 25
Asidik elektrolize su (A)	2,7 ± 0,02	1099 ± 2	20 ± 5
Asidik elektrolize su (B)	2,7 ± 0,04	1100 ± 3	30 ± 5

(a): veriler iki ayrı ölçümün ortalaması alınarak ve ± standart sapmaları ile birlikte belirtilmiştir.
(b): Ölçülmemiştir.
(c): %4-5 oranında asetik asit içermektedir.
(A): %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan asidik elektrolize su (serbest klor konsantrasyonu: 20 ppm)
(B): %1,5 NaCl çözeltisinden hazırlanan asidik elektrolize su (serbest klor konsantrasyonu: 30 ppm)

4.2. Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Marul Örneklerinin Mezofilik Aerobik Bakteri Sayılarındaki Değişimler

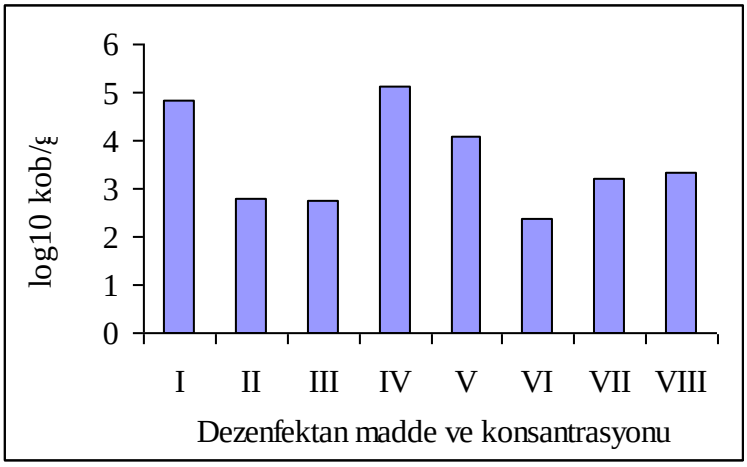
Başlangıç mikroorganizma yükü ortalama 5,21 log_{10} kob/g olan marul örneğine uygulanan 15 dakikalık yüzey dekontaminasyonu sonrası örnekteki mezofilik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları Tablo 4.2 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) saptanmıştır.

Yapılan analiz sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %5'lik H_2O_2 çözeltisinin gösterdiği, bunu sırasıyla %1'lik asetik asit, %12'lik TSP, %40'lık elma sirkesi, %40'lık üzüm sirkesi, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve %1'lik sodyum asetat çözeltisinin takip ettiği belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları

Dezenfektan madde	**Dekontaminasyon sonrasında bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**Bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$4,81^{a} \pm 011$	0,40
Trisodyum fosfat (%12)	$2,78^{cd} \pm 0,11$	2,42
Asetik asit (%1)	$2,76^{cd} \pm 0,19$	2,44
Sodyum asetat (%1)	$5,12^{a} \pm 0,12$	0,08
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	$4,07^{b} \pm 0,01$	1,14
Hidrojen peroksit (%5)	$2,37^{d} \pm 0,28$	2,84
Elma Sirkesi (%40)	$3,21^{c} \pm 0,10$	2,00
Üzüm Sirkesi (%40)	$3,32^{c} \pm 0,35$	1,88

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.1. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezoflik aerobik bakteri sayıları. I: kontrol (damıtık su), II: trisodyum fosfat (%12), III: asetik asit (%1), IV: sodyum asetat (%1), V: sodyum hipoklorit (200ppm), VI: hidrojen peroksit (%5), VII: elma sirkesi (%40), VIII: üzüm sirkesi (%40)

Bu çalışmada 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ve %5'lik H_2O_2 çözeltisi kullanıldığında mikroorganizma sayısındaki azalma 1,14 ve 2,84 log olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Cherry (1999) tarafından belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında (sodyum hipoklorit ve %5'lik H_2O_2 çözeltisi için sırasıyla 1-2 log ve 3 log) elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Li ve diğ. (2001) tarafından klorla ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada ise marul örnekleri 20 ppm serbest klor içeren 50 ^oC sıcaklığındaki klorlu su ile dekontamine edildiğinde mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma miktarı 1,73-1,96 olarak saptanmıştır. Bahsedilen bu azalma miktarları gıda güvenliği için önemlidir. Öte yandan Beuchat (1995) klorlu suyun taze sebzelerin mikrobiyal yükünü 10-100 kat azalttığını, dolayısıyla bu tür dekontaminasyon yöntemlerinin HACCP uygulamaları arasında değerlendirilebileceğini belirtmiştir.

Hidrojen peroksit çözeltisi diğer bazı taze sebzelerin dekontaminasyonu için de kullanılmaktadır. Örneğin Sapers ve Simons (1998) tarafından yapılan bir çalışmada mantarların %5'lik hidrojen peroksit çözeltisi ile yıkanması sonucu *Pseudomonas* sayısında %90'lık bir azalma görülmüştür.Bu denemede oda sıcaklığındaki %5'lik H_2O_2 çözeltisi ile dekontaminasyonu sonucu ile marul örneklerinin rengi ve yapısında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Aynı şekilde McWatters ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada da marul örneklerinin 50 ^oC sıcaklığındaki %2'lik H_2O_2

çözeltisine daldırılması sonucunda duyusal özelliklerinde olumsuz bir değişiklik saptanmamıştır.

Yapılan denemede %12'lik TSP çözeltisi kullanıldığında 2,42 log'luk etkin bir azalmanın gözlendiği ancak marul örneklerinin renginin koyulaştığı ve yapısının yumuşadığı gözlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda taze sebzelerde yüzey dekontaminasyonu için %1-10'luk TSP çözeltisinin etkili olabildiği belirtilmektedir (Cherry, 1999).Dolayısıyla %12'den daha az konsantrasyonlardaki TSP çözeltilerinin yüzey dekontaminasyonu için uygun olduğu düşünülebilir.

Leitao ve diğ., (1981) tarafından yapılan bir çalışmada %2 asetik asit içeren sirke ile dekontamine edilen marul yüzeyindeki mezofilik aerobik bakteri sayısının %98 oranında azaldığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda %4-5 oranında asetik asit içeren elma ve üzüm sirkelerinin %40'lık çözeltileri kullanılarak mezofilik aerobik bakteri sayısında sırasıyla %99 ve %97'lik azalma olduğu belirlenmiştir.

Asetik asitle gerçekleştirilen dekontaminasyon sonucunda bakteri sayısında 2,44 log'luk etkin bir azalma gözlenmiş, %5'lik H_2O_2 çözeltisinden sonra en güçlü dezenfektan özellik gösteren çözelti olduğu belirlenmiştir.

4.3. Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Çiğ Tavuk Etinde Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayılarındaki Değişimler

Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 9,43 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 9,12 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenen çiğ tavuk etine 15 dakika süre ile uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları Tablo 4.3 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir.

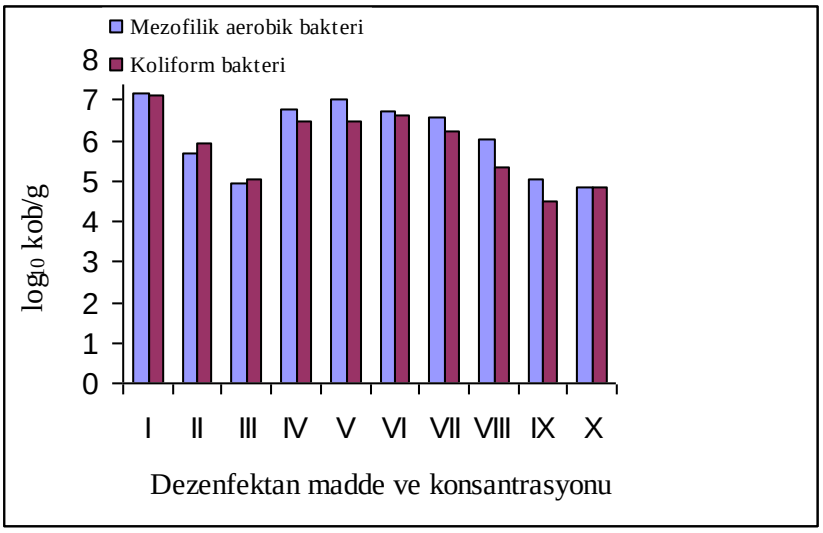
Yapılan mezofilik aerobik bakteri analizi sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %1 ve %2,5'lik H_2O_2 ile %2'lik laktik asit çözeltisinin gösterdiği, bunları da sırasıyla %2'lik asetik asit, %12'lik TSP, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat çözeltilerinin takip ettiği saptanmıştır.

Koliform bakteri analizi sonucunda ise %2,5'luk H_2O_2 çözeltisinin en güçlü dezenfektan etkiye sahip olduğu bunu da sırasıyla %1'lik H_2O_2, %2'lik laktik asit, %12'lik TSP, %2'lik asetik asit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat ile 20 mM EDTA çözeltilerinin izlediği belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Yüzey dekontaminasyonu sonrası çiğ tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında mezofilik aerobik bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı[I] (log_{10} kob/g)**	**Mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma (log)**	**Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$7,14^{a} \pm 0,04$	$7,11^{a} \pm 0,04$	2,28	2,00
Asetik asit (%2)	$5,61^{bc} \pm 0,38$	$5,90^{abcde} \pm 0,30$	3,77	3,21
Laktik asit (%2)	$4,93^{c} \pm 0,32$	$5,03^{cde} \pm 0,78$	4,49	4,08
Sodyum asetat (%3)	$6,74^{ab} \pm 0,01$	$6,44^{abc} \pm 0,02$	2,68	2,67
Sodyum laktat (%3)	$6,99^{ab} \pm 0,04$	$6,46^{abc} \pm 0,25$	2,43	2,65
EDTA (20 mM)	$6,73^{ab} \pm 0,34$	$6,63^{ab} \pm 0,13$	2,69	2,48
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	$6,55^{ab} \pm 0,21$	$6,22^{abcd} \pm 0,24$	2,87	2,89
Trisodyum fosfat (%12)	$6,01^{abc} \pm 0,44$	$5,35^{bcde} \pm 0,65$	3,42	3,76
Hidrojen peroksit (%1)	$5,04^{c} \pm 0,04$	$4,85^{de} \pm 0,20$	4,38	4,26
Hidrojen peroksit (%2.5)	$4,86^{c} \pm 0,02$	$4,50^{e} \pm 0,05$	4,56	4,61

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-e: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları. I: damıtık su (kontrol), II: asetik asit (%2), III: laktik asit (%2), IV: sodyum asetat (%3), V: sodyum laktat (%3), VI: EDTA (20 mM), VII: sodyum hipoklorit (200 ppm), VII: trisodyum fosfat (%12), IIX: hidrojen peroksit (%2,5), X: hidrojen peroksit **(%1).**

Yapılan bu çalışmada 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisinin kullanılmasıyla mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayılarındaki azalma sırasıyla 2,87 ve 2,89 log olarak belirlenmiştir. Kenney ve diğ. (1995) tarafından sığır karkaslarına 200 ppm'lik klorlu su püskürtülmesi sonucu mezofilik aerobik bakteri sayısında 0,4 log'luk azalma gözlenirken, tavuk etiyle yaptığımız çalışmada daha fazla azalma gerçekleşmiştir. Bunun nedeninin püskürtme yöntemi yerine daldırma yönteminin uygulanmasının olduğu düşünülse de Beuchat ve diğ. (1998) yaptıkları bir çalışmada iki yöntemle elde edilen sonuçların benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Tavuk karkaslarının dekontaminasyonu için klor, organik asitler, bakteriosinler, hidrojen peroksit, ozon, su, yüksek basınç, ışınlama ve UV radyasyonu kullanılabilmektedir. Ancak bunlardan bazıları; uygulanabilirliğinin kısıtlı olması ve tüketici önyargısı nedeniyle daha az tercih edilmektedirler. Yapılan çalışmalarda trisodyum fosfatın tavuk etinin duyusal özelliğini etkilemediği ifade edilmektedir (Capita ve diğ., 2002). Ayrıca çiğ tavuk etinde yüzey dekontaminasyonu amacıyla %1-2.5'luk laktik asit ve asetik asit çözeltilerinin uygulanabileceği belirtilmektedir (Marel ve diğ., 1989).

Kenney ve diğ. (1995)'nin yaptığı bir çalışmada %3'lük laktik asit çözeltisine sığır etlerinin daldırılması ile mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,8 log'luk azalma

gözlenmiştir. Warren ve diğ. (1997) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise sığır etlerine %1,5 ve 3'lük laktik asit veya asetik asit ile %12'lik TSP çözeltilerinin ile püskürtülmesi sonucu mezofilik aerobik bakteri sayılarında 1,3-2 log azalma görülmüştür.

Sığır etinin dekontaminasyonu için yapılan bir çalışmada 50^{o}C sıcaklığındaki %2'lik laktik asit ve asetik asit ile %12'lik TSP çözeltilerinin 10 saniye süre uygulanması ile mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalma miktarları sırasıyla 1 log, 1 log ve 0.7 olarak saptanırken, koliform bakteri sayılarındaki azalma miktarları aynı çözeltiler için 0,5 log, 0,5 ve 0,3 log olarak belirlenmiştir (Delmore ve diğ., 2000).

Kim ve diğ. (1998) tarafından tavuk butlarının %1,5 asetik asit çözeltisine 10 dakika daldırılmasıyla mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,1 log'luk azalma görülmüştür. Yaptığımız çalışmada kullandığımız %2'lik asetik asit ve laktik asit ve %12'lik TSP çözeltileri ile 15 dakikalık dekontaminasyon uygulanması ile mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalma sırasıyla 3,77 log, 4,49 log ve 3,42 log; koliform bakteri sayılarındaki azalma ise 3,21 log , 4,08 log ve 3,76 log olarak belirlenmiştir. Azalma miktarlarının Delmore ve diğ. (2000) ve Kim ve diğ. (1998)'in yaptığı denemeler göre daha fazla olmasında uygulama süresinin önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

Hathcox ve diğ. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada %12'lik TSP ve %0,5'lik laktik asit/%0,5'lik sodyum benzoat çözeltisi uygulanan tavuk karkaslarından alınan göğüs ve but kısımları kızartıldıktan sonra yapılan duyusal panelde tüketiciler tarafından yapılan değerlendirmede ürünün organoleptik özelliklerinde herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmadığı belirlenmiştir.

Gerçekleştirdiğimiz denemelerde kullanılan çözeltilerin Hathcox ve diğ. (1995) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuca benzer olarak ürünün özelliklerinde görsel olarak herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir. Ancak daha önce denemeye alınan %5'lik H_2O_2 çözeltisine tavuk etinin 15 dakika süre ile daldırılması sonucu mikroorganizma sayısının önemli düzeylerde azalmasına rağmen tavuk eti dokusunun parçalandığı gözlendiği için hidrojen peroksit konsantrasyonu %1 ve % 2,5 olarak uygulanmış ve sonuçta dokuda herhangi bir olumsuz değişiklik gözlenmeksizin mezofilik aerobik bakteri sayısında 4,38 ve 4,56 log'luk azalma; koliform bakteri sayısında ise 4,26 ve 4,61 log'luk azalma saptanmıştır.

4.4. Asidik Elektrolize Su ile Marulda Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler

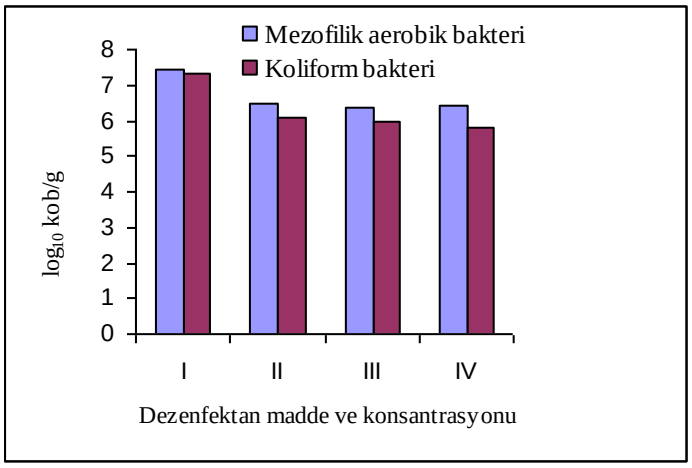
Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 7,66 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 7,40 $\log_{10}$ kob/g olan marula uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları Tablo 4.4 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir.

Yapılan denemede %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (asidik elektrolize su, serbest klor konsantrasyonu 20 ppm), %1,5'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (serbest klor konsantrasyonu 30 ppm) ve 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi karşılaştırılmıştır. Mezofilik aerobik bakteri sayısında 20 ve 30 ppm serbest klor içeren AES ile 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisinin neden oldukları azalma miktarlarına göre karşılaştırıldıklarında istatistiksel açıdan farklı olmadıkları gözlenmiştir. Koliform bakteri sayısında neden oldukları azalma miktarlarına göre en iyi sonucu 30 ppm serbest klor içeren AES vermiş; bunu sırasıyla hipoklorit çözeltisi ve 20 ppm serbest klor içeren AES takip etmiştir.

Tablo 4.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ve azalma miktarları

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında aerobik mezofilik bakteri sayısı[i] ($\log_{10}$ kob/g)**	**İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı[i] ($\log_{10}$ kob/g)**	**Mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma (log)**	**Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$7,42^{a} \pm 0,01$	$7,32^{a} \pm 0,01$	0,24	0,07
20 ppm'lik AES	$6,45^{b} \pm 0,04$	$6,10^{b} \pm 0,02$	1,21	1,29
30 ppm'lik AES	$6,36^{b} \pm 0,02$	$5,80^{d} \pm 0,02$	1,30	1,59
200 ppm'lik sodyum hipoklorit	$6,44^{b} \pm 0,01$	$5,97^{c} \pm 0,03$	1,22	1,42

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.3. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları. I: kontrol (damıtık su), II: 20 ppm'lik AES, III: 30 ppm'lik AES, IV: 200 ppm'lik sodyum hipoklorit

Jung ve diğ. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada marulun 20-40 dakika süreyle AES'ye daldırılmasıyla örnekteki mezofilik aerobik bakteri sayısında %90 ve koliform bakteri sayısında ise %2 oranında azalma görülmüştür. Yaptığımız denemede ise 20 ppm serbest klor içeren AES ile uygulama sonrasında mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayılarındaki azalmalar %95 iken; 30 ppm serbest klor içeren AES ile uygulama sonrasında ise azalma miktarları sırasıyla %95 ve %96 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma miktarlarının Jung ve diğ. (1996) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla yakın olduğu görülmektedir.

Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada pH'sı 2,5; ORP'si 1140 mV ve serbest klor konsantrasyonu 40 ppm olan AES ile 10 dakika boyunca dekontamine edilen marul yüzeyindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayılarında sırasıyla 1.7 log ve 1.6 log azalma görülmüştür (Koseki ve Itoh, 2001a). Yaptığımız çalışmada ise mezofilik aerobik bakteri sayısında 20 ve 30 ppm için sırasıyla 1,21 log ve 1,30 log; koliform bakteri sayısında ise sırasıyla 1,29 log ve 1,42 log'luk azalma belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar Koseki ve Itoh'un (2001a) elde ettiği verilerle uyumlu olarak değerlendirilebilir.

Izumi (1999) tarafından diğer bazı taze sebzelerle (havuç ıspanak, biber, turp, patates ve salatalık) gerçekleştirilen bir çalışmada %2,5'lik NaCl çözeltisinin elektrolizi ile elde edilen, pH'sı 6,8 olan ve 20 ppm serbest klor konsantrasyonuna sahip AES 4

dakika süre ile uygulanmış ve sonuçta mikrobiyal yükün 0,6-2,6 log oranında azaldığı saptanmıştır.

AES (pH: 2,6, ORP: 1140 mV, serbest klor konsantrasyonu: 30 ppm), serbest klor konsantrasyonu sırasıyla 5 ppm ve 150 ppm olan ozonlu su ve NaOCl çözeltilerinin 10 dakika süreyle marul yüzeyinin dekontaminasyonu için kullanıldığı bir çalışmada AES ve NaOCl çözeltilerinin aerobik bakteri sayısı üzerinde benzer etki gösterdikleri belirlenmiş ve bu çözeltilerle 2 log; ozonlu su ile ise 1,5 log azalma saptanmıştır (Koseki ve diğ., 2001).

Huang ve diğ. (1998) tarafından yapılan çalışmada marul örnekleri 10 dakika boyunca 35 ppm serbest klor içeren AES'ye (pH 2,7; ORP 1100 mV) daldırıldığında mezofilik aerobik bakteri sayısında %98 oranında azalma belirlenirken, yaptığımız denemede bu sayı 20 ppm ve 30 ppm serbest klor içeren AES için %95 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, bahsedilen çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ile uyumludur.

Elektrolize suyun taze sebzelerin kalitesi üzerine olan etkisini incelemek için yapılan bir çalışmada lahana, marul, salatalık ve havuç AES, 150 ppm serbest klor içeren NaOCl çözeltisi ve musluk suyu ile 10 dakika işlem görmüş ve sonuçta taze sebzelerde AES ile meydana gelen kalite kaybının NaOCl ve musluk suyunun neden olduğu kayıp ile aynı olduğu belirlenmiştir (Koseki ve Itoh, 2001b). Yaptığımız denemede de asidik elektrolize suyun marul örneklerinin görünüşünde herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir.

4.5. Asidik Elektrolize Su ile Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler

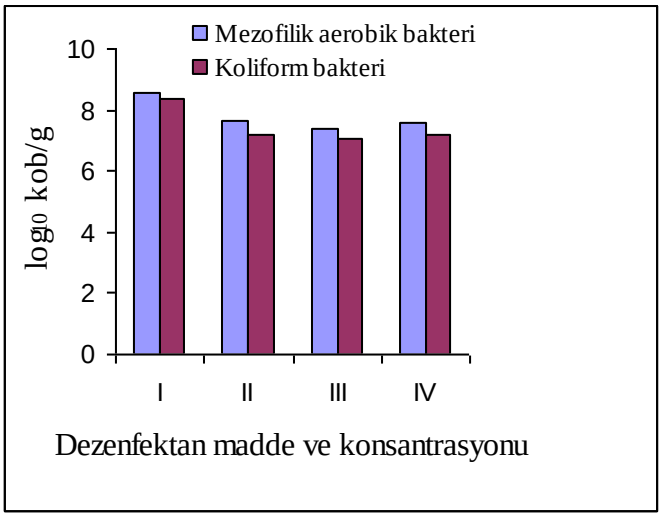
Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 8,90 $\log_{10}$ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 8,50 $\log_{10}$ kob/g olan çiğ tavuk etine uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları ile azalma miktarları Tablo 4.5 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir.

Yapılan denemede %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (asidik elektrolize su, serbest klor konsantrasyonu 20 ppm), %1,5'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (serbest klor konsantrasyonu 30 ppm) ve 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi karşılaştırılmıştır. Mezofilik aerobik bakteri sayısında neden oldukları azalma miktarına göre en iyi sonucu 30 ppm serbest klor içeren AES vermiş; bunu da hipoklorit çözeltisi ve 20 ppm serbest klor içeren AES takip etmiştir. Koliform bakteri sayısındaki azalma açısından değerlendirildiğinde ise 30 ppm'lik AES en etkili sonucu göstermiş, bunu sırasıyla sodyum hipoklorit çözeltisi ve 20 ppm'lik AES izlemiştir.

Tablo 4.5. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası çiğ tavuk etinde mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları ile azalma miktarları

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında mezofilik aerobik bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**Mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma (log)**	**Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$8,59^{a} \pm 0,02$	$8,36^{a} \pm 0,04$	0,31	0,14
20 ppm'lik AES	$7,66^{b} \pm 0,04$	$7,21^{b} \pm 0,01$	1,24	1,29
30 ppm'lik AES	$7,37^{c} \pm 0,02$	$7,05^{c} \pm 0,01$	1,53	1,45
200 ppm'lik sodyum hipoklorit	$7,60^{b} \pm 0,05$	$7,18^{b} \pm 0,01$	1,30	1,32

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-c: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları. I: kontrol (damıtık su), II: 20 ppm'lik AES, III: 30 ppm'lik AES, IV: 200 ppm'lik sodyum hipoklorit

AES'nin çiğ tavuk etine uygulanması ile ilgili çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Park ve diğ. (2002b) tarafından yapılan bir çalışmada *Campylobacter jejuni* inokule edilen tavuk etinin 10 dakika boyunca 50 ppm serbest klor içeren AES ve klorlu su ile, kontrol amaçlı damıtık suyun kullanıldığı denemede, AES ve klorlu suyun bakteri sayısında 3 log azalmaya neden olduğu sonuçta AES'nin çiğ tavuk etinde *Campylobacter jejuni* sayısını önemli ölçüde azalttığı, tavuk etinin yıkanması için uygun bir çözelti olduğu ve proses sırasında çapraz kontaminasyonu önlediği belirtilmiştir (Park ve diğ., 2002b). Yaptığımız çalışmada da 20 ve 30 ppm'lik AES'nin mezofilik aerobik bakteri sayısını sırasıyla 1,24 ve 1,53 log; koliform bakteri sayısını ise 1,29 ve 1,45 log azalttığı görülmüştür.

4.6. Marula Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Staphylococcus aureus* Sayısındaki Değişim

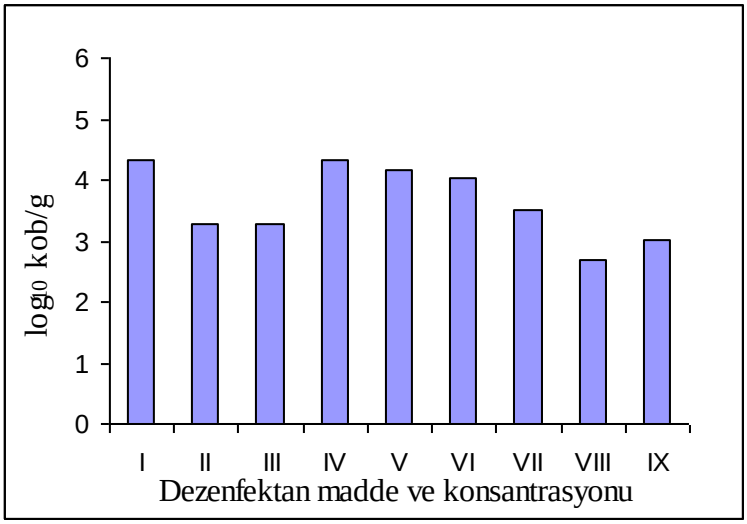
İnokulasyon sonrası *Staphylococcus aureus* sayısı 4.81 log kob/g olan marul örneğine 15 dakika boyunca uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonucu bakteri sayıları ve azalma miktarları Tablo 4.6 ve Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) saptanmıştır.

Yapılan denemede en etkili sonucu %12'lik TSP çözeltisinin verdiği, bunu sırasıyla %5'lik H_2O_2, %2'lik laktik asit ve asetik asit, 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum laktat ve sodyum asetat çözeltileri takip etmektedir.

Tablo 4.6. Yüzey dekontaminasyonu sonrasında marulda *Staphylococcus aureus* sayısı ve azalma miktarı

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında örnekteki bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**Bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$4,32^{a} \pm 0,02$	0,48
Asetik asit (%2)	$3,29^{c} \pm 0,27$	1,51
Laktik asit (%2)	$3,27^{c} \pm 0,02$	1,53
Sodyum asetat (%3)	$4,31^{a} \pm 0,07$	0,49
Sodyum laktat (%3)	$4,16^{a} \pm 0,02$	0,64
EDTA (20 mM)	$4,02^{ab} \pm 0,11$	0,78
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	$3,52^{bc} \pm 0,03$	1,28
Trisodyum fosfat (%12)	$2,68^{d} \pm 0,21$	2,12
Hidrojen peroksit (%5)	$3,01^{cd} \pm 0,31$	1,79

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.5. Yüzey dekontaminasyonu sonrasında maruldaki *Staphylococcus aureus* sayısı. I: damıtık su (kontrol), II: asetik asit (%2), III: laktik asit (%2), IV: sodyum asetat (%3), V: sodyum laktat (%3), VI: EDTA(20 mM), VII: sodyum hipoklorit (200 ppm), VIII: TSP (%12), IX: H_2O_2 (%5).

Literatürde bazı taze sebzelerde patojen bakteri inhibisyonu için gerçekleştirilen çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin Bracket (1992) tarafından yapılan bir çalışmada brüksel lahanasına *Listeria monocytogenes* inokule edilmiş ve 200 ppm'lik klor çözeltisi uygulanması sonucu 2,5 log'luk azalma görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada *Listeria monocytogenes* inokule edilen marulun 10 dakika süre ile 4 ^oC ve 22 ^oC sıcaklığındaki 200 ppm'lik klor çözeltisine daldırılmasıyla 1,3 ve 1,7 log'luk azalma görülürken; %1'lik laktik asit ve %1'lik asetik asit uygulaması sonrasında ise 0,5 ve 0,2 log'luk azalma saptanmıştır (Zhang ve Farber, 1996). Ohsone ve diğ (1999)' nin lahanaya *Staphylococcus aureus* inokulasyonunun ardından asetik asit ve laktik asit çözeltilerinin uygulanması sonucu bakteri sayısında yaklaşık 1 log azalma belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise marul yüzeyindeki patojen bakteri sayısının %2'lik asetik asit ve laktik asit, 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ile dekontaminasyonu sonucu sırasıyla 1,51 log , 1,53 log ve 1,28 log'luk azalma, saptanmıştır.

Dezenfektan çözeltiye örneğin daldırılması yerine, dezenfektan çözeltinin püskürtülerek uygulanmasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada elma, domates ve marul *Salmonella, Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* inokule edilmiş ve 200-2000 ppm serbest klor içeren çözeltilerinin püskürtülmesinin ardından 0,1,3,5 ve 10 dakika süre boyunca steril suya daldırılması sonucu patojen sayılarında

0,35-2,30 log'luk azalma gözlenmiştir. Ayrıca klorun toplam mezofilik aerobik bakteri, maya ve küf sayısında da azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Sonuçta dezenfektan çözeltinin püskürtülerek uygulanması ve örneğin dezenfektan çözelti içerisine daldırılması ile elde edilen sonuçların benzer olduğu belirlenmiştir (Beuchat ve diğ., 1998). Yaptığımız çalışmada da gıda örnekleri dezenfektan çözeltilere daldırılarak dekontaminasyon uygulanmış ve *Staphylococcus aureus* sayısında 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ile yukarıda bahsedilen aralıkta azalma (1,28 log) gözlenmiştir.

Taze sebzelerle ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada yeşil biberin *Salmonella* inokule edildikten sonra %3-12'lik TSP çözeltisi ile dekontaminasyonu sonucu bakteri sayısında 10-100 kat (1-2 log) azalma saptanmıştır (Liao ve Cooke, 2001). Yaptığımız denemede ise *Staphylococcus aureus* inokule edilen marul örneğinde %12'lik TSP çözeltisinin uygulanması ile 2,12 log azalma gözlenmiştir. Elde edilen sonucun bahsedilen çalışma ile uyumlu olduğu görülmektedir.

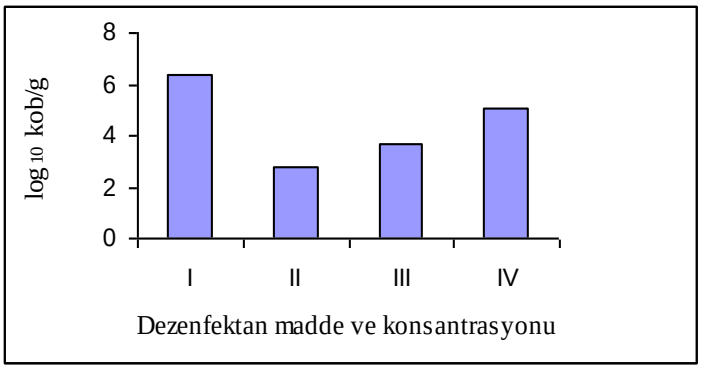
4.7. Marula Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Salmonella typhimurium* Sayısındaki Değişim

İnokulasyon sonrası *Salmonella typhimurium* sayısı 7,06 log kob/g olan marul örneğine 15 dakika boyunca uygulanan dekontaminasyon sonucu %2'lik laktik asit ve %8'lik TSP çözeltileri ile gerçekleştirilen uygulamada marul yüzeyindeki bakteri tamamen inhibe edilirken, diğer dezenfektan çözeltilerle değişik oranlarda azalmalar belirlenmiş, bakteri sayıları ve azalma miktarları Tablo 4.7 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) saptanmıştır.

Tablo 4.7. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda marulda *Salmonella typhimurium* sayısı

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında örnekteki bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**Bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$6,34^{a} \pm 0,01$	0,72
Laktik asit (%2)	-(*)	-
Trisodyum fosfat (%8)	-	-
Asetik asit (%2)	$2,78^{d} \pm 0,17$	4,28
Hidrojen peroksit (%5)	$3,71^{c} \pm 0,01$	3,35
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	$5,10^{b} \pm 0,01$	1,96

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.
a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.
(*): bakteri tümüyle inhibe edilmiştir.



Şekil 4.6. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda marulda *Salmonella typhimurium* sayısı**.** I: damıtık su (kontrol), II: asetik asit (%2), III: H_2O_2 (%5), sodyum hipoklorit (200 ppm).

Beuchat ve diğ. (1998)'nin yaptıkları bir çalışmada elma, domates ve marula *Salmonella, Esherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* inokule edilmiş ve 200-2000 ppm serbest klor içeren çözeltilerinin püskürtülmesinin ardından 0, 1, 3, 5 ve 10 dakika süre boyunca steril suya daldırılması sonucu patojen sayılarında 0,35-2,30 log'luk azalma gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada ise 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisinin uygulanmasıyla *Salmonella typhimurium* sayısında 1,96 log'luk azalma saptanmıştır ve bu değerin yukarıda bahsedilen aralıkta olduğu görülmektedir. Klorla ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada 200 ppm'lik klor çözeltisi kullanılarak brüksel lahanasındaki *Listeria*

monocytogenes sayısı 2,5 log azalmıştır (Bracket, 1992). Zhang ve Farber (1996)'nin gerçekleştirdiği bir çalışmada ise *Listeria monocytogenes* inoküle edilen marulun 10 dakika boyunca 200 ppm'lik klor çözeltisinin uygulanmasıyla 1,7 log azalma görülmüştür.

Yeşil biberin *Salmonella* spp. inokule edildikten sonra %3-12'lik TSP çözeltisi ile dekontamine edildiği çalışmada bakteri sayısında 1-2 log azalma saptanmıştır (Liao ve Cooke, 2001). Yaptığımız çalışmada ise %12'lik TSP çözeltisinin kullanılmasıyla bakteri populasyonu tümüyle inhibe edilmiştir.

Lin ve diğ. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada marul yaprakları *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serotype Enteridis ve *Listeria monocytogenes* ile inokule edildikten sonra 50 ^{o}C sıcaklığındaki %2'lik H_2O_2 çözeltisinin 60-90 saniye süreyle püskürtülmesi sonucu *Escherihcia coli* O157:H7 ve *Salmonella enterica* serotype Enteridis sayısında yaklaşık 4 log, *Listeria monocytogenes* sayısında ise yaklaşık 3 log'luk azalma gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise 15 dakika süre ile %5'lik H_2O_2 çözeltisinin uygulanması ile *Salmonella typhimurium* 3,35 log azalmıştır.

Marula *Yersinia enterocolitica* türlerinin [*Yersinia enterocolitica* W1024 O:9 (tür A) ve *Yersinia enterocolitica* B1 O:5 Lis Xz (tür B)] inokule edildiği bir çalışmada marul örneklerinin 10 dakika boyunca %0,5'lik asetik asit çözeltisi ile dekontaminasyonu sonucu tür A ve tür B'de sırasıyla 2,73 log ve 0,71 log; %0,5'lik laktik asit çözeltisinin uygulanmasıyla ise 3,15 log ve 2,33 log azalma gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise 15 dakikalık %2'lik asetik asit dekontaminasyonu sonucu 4,28 log azalma belirlenmiş, %2'lik laktik asit çözeltisinin uygulanması sonucu ise *Salmonella typhimurium* tümüyle inhibe edildiği saptanmıştır.

4.8. Çiğ Tavuk Etine Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrasında *Staphylococcus aureus* Sayısındaki Değişim

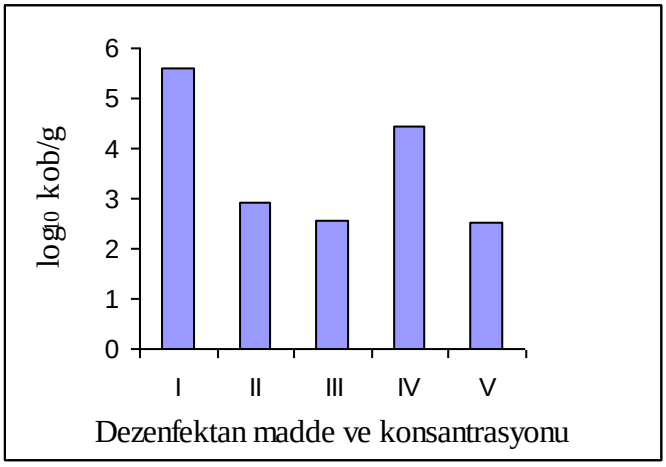
İnokulasyon sonrası *Staphylococcus aureus* sayısı 5,74 log kob/g olan çiğ tavuk eti örneğine 15 dakika boyunca uygulanan dekontaminasyon sonucu %2,5'lik H_2O_2 çözeltisi ile gerçekleştirilen uygulamada tavuk eti yüzeyinde bakteri tamamen inhibe edilirken, diğer dezenfektan çözeltilerle değişik oranlarda azalmalar belirlenmiş,

bakteri sayıları ve azalma miktarları Tablo 4.8 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda çiğ tavuk etinde *Staphylococcus aureus* sayısı

Dezenfektan madde	**İşlem sonrasında örnekteki bakteri sayısı[i] (log_{10} kob/g)**	**Bakteri sayısındaki azalma (log)**
Damıtık su (kontrol)	$5,60^{a} \pm 0,01$	0,14
Hidrojen peroksit (%2,5)	-(*)	-
Asetik asit (%2)	$2,93^{c} \pm 0,02$	2,81
Laktik asit (%2)	$2,58^{d} \pm 0,11$	3,16
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	$4,46^{b} \pm 0,03$	1,28
Trisodyum fosfat (%12)	$2,54^{d} \pm 0,01$	3,2

i: iki tekrarın ortalamasını ± standart sapmaları göstermektedir.
a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.
(*): bakteri tümüyle inhibe edilmiştir.



Şekil 4.7. Yüzey dekontaminasyonu sonucunda çiğ tavuk etinde *Staphylococcus aureus* sayısı. I: damıtık su (kontrol), II: asetik asit (%2), III: laktik asit (%2), IV: sodyum hipoklorit (200 ppm), V: TSP (%12).

Kırmızı ete *Salmonella typhimurium, Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes'*in inokule edildiği bir çalışmada 3 dakika boyunca %8-12'lik TSP çözeltisi ile gerçekleştirilen dekontaminasyon sonucu yağsız dokuda 1-1,5 log'luk

azalma gözlenirken, yağlı dokuda 2-2,5 log'luk azalma saptanmıştır (Dickson ve diğ., 1994). Başka bir çalışmada kırmızı ete *Escherichia coli* inokule edildikten sonra 55 ^{o}C sıcaklığındaki %12'lik TSP çözeltisi püskürtülerek uygulanmış ve bakteri sayısında 1,8 log azalma belirlenmiştir (Ramirez ve diğ., 2001). Xiong ve diğ.(1998) tarafından yapılan bir çalışmada *Salmonella typhimurium* inokule edilen tavuk derisine 30 saniye süreyle %5-10'luk TSP çözeltisinin püskürtülmesiyle 2,1-2,2 log azalma saptanmıştır. *Listeria monocytogenes*'in tavuk derisine inokule edildiği başka bir çalışmada ürünün %8,10 ve 12'lik TSP çözeltisi ile 15 dakika süre ile dekontaminasyonu sonucu bakteri sayısında 1,12-3,34 log'luk azalma görülmüştür (Capita ve diğ., 2002). Lillard (1994) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada tavuk eti *Salmonella typhimurium* inokule edildikten sonra %10'luk TSP çözeltisine 10 dakika daldırılmasıyla 2 log azalma gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise tavuk etine 15 dakika boyunca %12'lik TSP çözeltisinin uygulanmasıyla *Staphylococcus aureus* sayısında 3,2 log'luk azalma saptanmış, bu değerin bahsedilen çalışmalarla saptanan patojen bakteri sayılarındaki azalma ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Morrison ve Fleet (1985) tarafından yapılan başka bir çalışmada *Salmonella* inokule edilen çiğ tavuk etinin 200 ppm'lik klor çözeltisiyle dekontamine edilmesi sonucu bakteri sayısında 3 log'luk bir azalma saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada ise 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisinin uygulanmasıyla *Staphylococcus aureus* sayısında 1,28 log azalma belirlenmiştir.

Sığır etinin *Escherichia coli* O157:H7 ile inokule edildiği bir çalışmada 30 saniye boyunca %2'lik laktik asit çözeltisine daldırılmasıyla bakteri sayısında 3,3 log azalma saptanmıştır (Ransom ve diğ., 2003). Başka bir çalışmada *Escherichia coli* inokule edilen kırmızı ete 9 saniye süreyle %2'lik laktik asit çözeltisinin püskürtülmesi sonucu 1,6 log azalma belirlenmiştir (Ramirez ve diğ., 2001). Xiong ve diğ. (1998) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *Salmonella typhimurium* inokule edilen tavuk derisine %1-2'lik laktik asit çözeltisinin püskürtülmesiyle 2,2 log azalma gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada tavuk butu *Campylobacter jejuni* ile inokule edilmiş ve %10'luk laktik asit tamponu ile (pH 3) dekontamine edilmesiyle bakteri sayısında 1 log'luk azalma belirlenmiştir (Thys ve diğ., 1994). Zeitoun ve diğ. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada %10'luk laktik asit tamponu çözeltisinin (pH 3) püskürtülerek uygulanması sonucu çiğ tavuk etinde Enterobacteriaceae sayısının

1 log azaldığı belirlenmiş, yaptığımız çalışmada ise %2'lik laktik asit çözeltisinin (pH 2,1) uygulanması sonucu *Staphylococcus aureus* sayısında 3,16 log azalma saptanmıştır.

Eggenberger-Solorzano ve diğ. (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada domuz etine *Escherichia coli* inokule edilerek 3 saniye süreyle %1,8'lik asetik asitin püskürtülmesi sonucu 2 log azalma gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada sığır eti *Escherichia coli* O157:H7 ile inokule edilmiş, 30 saniye boyunca %2'lik asetik asit çözeltisine daldırılarak bakteri sayısında 1,6 log azalma saptanmıştır (Ransom ve diğ., 2003). Graves Delmore ve diğ. (1998) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada sığır eti *Escherichia coli* ile inokule edildikten sonra 8 dakika süreyle %2'lik asetik asit çözeltisine daldırılmasıyla 1,3 log azalma gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise tavuk etinin %2'lik asetik asit çözeltisiyle 15 dakika boyunca dekontaminasyonu sonucu *Staphylococcus aureus* sayısında 2,81 log azalma belirlenmiştir.

4.9. Dezenfektan Çözeltilerin Agar Difüzyon Yöntemiyle *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* Suşları Üzerindeki İnhibisyon Etkileri

Agar difüzyon yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada dezenfektan çözeltilerin *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* suşları üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla inhibisyon zonları ölçülmüş ve Tablo 4.9'da gösterilmiştir. Yapılan tek yollu Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 4.9. Dezenfektan çözeltilerin inhibisyon zonları

	İnhibisyon Zonu (mm)*	
Dezenfektan madde	***Staphylococcus aureus***	***Salmonella typhimurium***
Kontrol (damıtık su)	-	-
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	-	-
Asetik asit (%2)	-	$16,3^{c} \pm 0,03$
Laktik asit (%2)	$8,8^{c} \pm 0,08$	$11,8^{e} \pm 0,03$
Trisodyum fosfat (%8)	$10,2^{c} \pm 0,08$	$10,8^{e} \pm 0,16$
Trisodyum fosfat (%12)	$10,2^{c} \pm 0,14$	$13,7^{d} \pm 0,10$
Hidrojen peroksit (%2,5)	$43,3^{b} \pm 0,03$	$30,0^{b} \pm 0,10$
Hidrojen peroksit (%5)	$48,0^{a} \pm 0,17$	$33,5^{a} \pm 0,09$

(*): veriler üç ayrı ölçümün ortalaması alınarak ve ± standart sapmaları ile birlikte belirtilmiştir.
a-e: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir
(-): inhibisyon gözlenmemiştir.

Yapılan çalışmada kontrol amaçlı kullanılan damıtık suyun ve sodyum hipoklorit çözeltisinin herhangi bir inhibisyon etkisinin olmadığı gözlenmiştir. %2'lik asetik asit *Staphylococcus aureus* için inhibisyon zonu oluşturmazken, *Salmonella typhimurium* için ortalama 16,3 mm çapında zon oluşturmuştur. *Staphylococcus aureus* için %5'lik H_2O_2'nin en fazla inhibisyon etkisi gösteren madde olduğu, bunu sırasıyla %2,5 H_2O_2, %12 ve %8'lik TSP ile %2'lik laktik asit çözeltilerinin izlediği görülmüştür. *Salmonella typhimurium* için ise bu sıralama %5'lik H_2O_2, %2,5 H_2O_2, %2'lik asetik asit, %12'lik TSP, %2'lik laktik asit ve %8'lik TSP çözeltisi olarak belirlenmiştir. Bu dezenfektan çözeltilerin etkinliğinin, gıda örnekleriyle gerçekleştirilen dekontaminasyon çalışmalarında ortaya çıkan sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada *Penicillium expansum* üzerinde çeşitli antimikrobiyal maddelerin etkisi agar difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Kullanılan 1000 ppm'lik klor ve %1'lik asetik asit çözeltisi ile herhangi bir inhibisyon gözlenmezken, %1-10'luk H_2O_2 çözeltileri ile 2-25 mm çapında inhibisyon zonları gözlenmiştir (Venturini ve diğ., 2002).

5. SONUÇ

Bu çalışmada marul ve tavuk etinde çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak yüzey dekontaminasyonu gerçekleştirilmiştir. Gıda örneklerinin doğal mikroorganizma yükleriyle ve *Staphylococcus aureus* ile *Salmonella typhimurium* inokule edildikten sonra belli konsantrasyonlardaki dezenfektan çözeltilere belli sürelerde daldırılmasıyla bakteri sayılarının azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca agar difüzyon yöntemiyle dezenfektan çözeltilerin bakteri suşları üzerindeki inhibisyon etkileri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında marul örneği mezofilik aerobik bakteri analizi için 15 dakika boyunca dezenfektan çözeltilere daldırılmış, sonuçta en güçlü dezenfektan etkiyi %5'lik H_2O_2 çözeltisinin gösterdiği, bunu sırasıyla %1'lik asetik asit, %12'lik TSP, %40'lık elma sirkesi, %40'lık üzüm sirkesi, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve %1'lik sodyum asetat çözeltisinin takip ettiği belirlenmiştir.

Çiğ tavuk etinin 15 dakika dezenfektan çözeltilere daldırılmasıyla gerçekleştirilen yüzey dekontaminasyonu sonucu en güçlü dezenfektan etkiyi %1 ve %2,5'lik H_2O_2 ile %2'lik laktik asit çözeltisinin gösterdiği, bunları da sırasıyla %2'lik asetik asit, %12'lik TSP, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat çözeltilerinin takip ettiği saptanmıştır. Koliform bakteri analizi sonucunda ise %2,5'luk H_2O_2 çözeltisinin en güçlü dezenfektan etkiye sahip olduğu bunu da sırasıyla %1'lik H_2O_2, %2'lik laktik asit, %12'lik TSP, %2'lik asetik asit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat ile 20 mM EDTA çözeltilerinin izlediği belirlenmiştir.

Son yıllarda dikkat çeken dezenfektanlar arasında yer alan AES ile gerçekleştirilen çalışmada marul ve tavuk örnekleri kullanılmıştır. Marul örnekleri, farklı iki konsantrasyondaki sodyum klorür çözeltilerinden hazırlanan 20 ve 30 ppm'lik AES ile 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisine 10 dakika süreyle daldırılmış, yapılan mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri analizi sonucu en

güçlü dezenfektan etkiyi sırasıyla 30 ppm'lik AES, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve 20 ppm'lik AES çözeltilerinin gösterdiği saptanmıştır. Çiğ tavuk eti ile 10 dakika süreyle gerçekleştirilen yüzey dekontaminasyonu sonrasında yapılan mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri analizi ile 30 ppm'lik AES'nin yüksek oranda bakteri sayısını azalttığı, bunu sırasıyla 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve 20 ppm'lik AES çözeltisinin izlediği görülmüştür.

Staphylococcus aureus inokule edilen marul örneğine 15 boyunca uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrasında en etkili sonucu %12'lik TSP çözeltisinin verdiği, bunu sırasıyla %5'lik H_2O_2 , %2'lik laktik asit ve asetik asit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisi, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum laktat ve sodyum asetat çözeltilerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Salmonella typhimurium inokule edilen marul örneğine 15 dakika süreyle uygulanan dekontaminasyon sonucu %2'lik laktik asit ve %8'lik TSP çözeltilerinin marul yüzeyindeki bakteriyi tamamen inhibe ettiği; bunun yanısıra en güçlü dezenfektan etkiyi sırasıyla %2'lik asetik asit, %5'lik H_2O_2 ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltilerinin gösterdiği saptanmıştır.

Staphylococcus aureus inokule edilen tavuk etine uygulanan dekontaminasyon sonucu %2,5'luk H_2O_2 çözeltisi ile bakteri tamamen inhibe edilirken, en etkili dekontaminasyon sırasıyla %12'lik TSP, %2'lik laktik asit, %2'lik asetik asit ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltileri ile gerçekleşmiştir.

Dezenfektan çözeltilerin agar difüzyon yöntemiyle inhibisyon etkilerinin incelenmesi için gerçekleştirilen çalışmada *Staphylococcus aureus* için 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve %2'lik asetik asitin inhibisyon zonu oluşturmadığı; en güçlü inhibisyon etkisini sırasıyla %5 ve 2,5'lik H_2O_2, %12 ve 8'lik TSP, %2'lik laktik asit çözeltilerinin gösterdiği; *Salmonella typhimurium* için ise 200 ppm'lik sodyum hipokloritin zon oluşturmadığı, sırasıyla %5 ve 2,5'lik H_2O_2, %12 ve 8'lik TSP, %2'lik laktik ve asetik asit çözeltilerinin en fazla inhibisyon etkisine sahip olduğu belirlenmiştir.

Taze sebzelerden marul tarlada yetiştirilme aşamasından başlayarak çeşitli yollarla kontamine olmaktadır. Toprağa yakın yetişen bir sebze olduğu için kullanılan gübre çeşidinden, böceklere kadar çeşitli tehlikelere maruz kalmakta; üretiminden tüketim

aşamasına kadar çeşitli patojen bakteriler, virüs ve parazitler açısından risk taşımaktadır. Ayrıca su aktivitesi yüksek ve dokusu hassas olduğu için çabuk zarar görmekte ve bu da mikroorganizma gelişimini teşvik etmektedir. Ürün güvenliği açısından tarlada yetiştirme aşamasından başlayarak hayvansal gübre kullanılmaması, haşere mücadelesinin yapılması, uygun nitelikte sulama sularının kullanılması gibi önlemler alınmalıdır. Ayrıca marul gibi taze sebzelerin yıkanması basamağı HACCP sistemi içerisinde kritik kontrol noktası olarak değerlendirilebilmektedir. Tüketim öncesi taze sebzelerin yıkanması amacıyla çeşitli dezenfektan çözeltilerle gerçekleştirilen (özellikle çalkalamalı yıkama) değişik yöntemler kullanılmaktadır (ICMSF, 1988; Beuchat, 1996).

Tavuk eti bozulmaya karşı hassas bir ürün olduğu kadar patojen mikroorganizmalar (*Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes* ve *Yersinia enterocoliticia* gibi) açısından da riskli bir gıda grubudur. Marul üretiminde olduğu gibi çiğ tavuk etinin çeşitli aşamalarla üretiminde de tavuk etinin yıkanması basamağı kritik kontrol noktası olarak düşünülebilmektedir. (ICMSF, 1988).

Gerek toplu tüketim yerlerinde, gerekse ambalajlanarak tüketime sunulan marul gibi taze olarak tüketilen sebzelerin tüketim öncesi etkin bir yıkama işlemine tabi tutulması ürün güvenliği açısından önemli bir basamaktır. Bunun yanısıra çiğ tavuk etinin üretim sırasında ve satış öncesi uygun dezenfektan çözeltilerle dekontaminasyonu da yararlı bir uygulama olarak düşünülebilir.

Bu açıdan marul gibi taze sebze ve çiğ tavuk etinin yıkanması önemli bir basamaktır ve bu amaçla çeşitli dezenfektan maddeler kullanılarak başlangıç mikroorganizma yükü önemli ölçüde azaltılabildiği gerçekleştirdiğimiz çalışmada da görülmektedir. Ancak mikroorganizma yükünün tehlike oluşturmayacak düzeye indirilmesi için yıkama işlemi tek başına yeterli değildir. Ayrıca dezenfektan çözeltilerin de kullanıldığı bu uygulamaların makro parazitler ve bakteri sporları üzerindeki etkileri sınırlı düzeyde kalabilmektedir. Bu nedenle %100 güvenli gıda üretimini hedefleyen HACCP sisteminin gerektirdiği önlemler alınmalı, güvenli tedarikçilerle çalışılması gibi ön gereksinim programları gözardı edilmemelidir (ICMSF, 1998).

KAYNAKLAR

Anon., 2000. Merck. Microbiology Manual

Anon., 2001. FDA. Bacterial Analytical Manual, AOAC International http://vm.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html

Al-Haq, M.I., Seo, Y., Oshita, S. and Kawagoe, Y., 2002. Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana*, *Food Research International*, **35**, 657-664.

Beuchat, L.R., 1995. Present and emerging control measures for fresh-cut packaged vegetables, *Journal of Food Protection*, **58** (Suppl), 56. (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 1996-10-J0198).

Beuchat, L.R., Nail, B.V., Adler and Clavero, M.R.S., 1998. Efficiacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce, *Journal of Food Protection*, **61**,10, 1305-1311.

Beuchat, L.R., Ward, T.E. and Pettigrew, C.A., 2001. Comparasion of chlorine and a prototype produce wash product for effectiveness in killing *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds, *Journal of Food Protection*, **64**, 2, 152-158.

Block, S.S. and Febiger, L., 1991. Disinfection, Sterilization and Preservation, Blackwell Science, London.

Brackett, R.E., 1992. Shelf stability and safety of fresh produce as ınfluenced by sanitation and disinfection, *Journal of Food Protection*, **55**, 10, 808-814.

Buck, J.W., Iersel, M.W., Oetting, R.D. and Hung, Y.C., 2003. Evaluation of acidic electrolyzed water for phytotoxic symptoms on foliace and flowers of bedding plants, *Crop Protection*, **22**, 73-77.

Capita, R., Alonso-Calleja, C., Camino Garcia-Fernandez and Moreno, B., 2002. Activity of trisodium phosphate compared with sodium hydroxide wash solutions against *Listeria monocytogenes* attached to chicken skin during refrigirated storage, *Food Microbiology*, **19**, 57-63.

Cherry, J.P. 1999. Improving the safety of fresh produce with antimicrobials, *Food Technology*, **53**,11.

Cutter, N.D. and Siragusa, G.R., 1994. Decontamination of beef carcass tissue with nisin using a pilot scale model carcass washer, *Food Microbiology,* **11**, 481-489.

Delmore, R.J., Sofos, J.N., Schmidt, G.R., Belk, K.E., Lloyd, W.R. and Smith, G.C., 2000. Interventions to reduce microbiological contamination of beef variety meats, , *Journal of Food Protection*, **63**, 1, 44-50.

Dickson, J.S., Nettles Cutter, C.G. and Siragusa, G.R., 1994. Antimicrobial effects of trisodium phosphate againt bacteria attached to beef tissue, *Journal of Food Protection,* **57**, 11, 952-955.

Eggenberger-Solorzano, L., Niebuhr, S.E., Acuff, G.R. and Dickon, J.S., 2002. Hot water and organic acid interventions to control microbiological contamination on hog carcasses during processing, *Journal of Food Protection,* **65**, 8, 1248-1252.

Escudero, M.E., Velazquez, L., Dı Genaro, M.S. and Guzman, A.M., 1999. Effectiveness of various disinfectants in the eliminaion of *Yersinia enterocoliticia* on fresh lettuce. *Journal of Food Protection,* **62**, 6, 665-669.

Gardner, J.F. and Peel, M.M., 1991. Introduction to Sterilization, Disinfection and Infection Control, Churchill Livingstone, New York.

Gilbert, R.J., Louvois, J., Donovan, T., Little, C., Nye, K., Riberio, C.D., Richards, J., Roberts, D. and Bolton, F.J., 2000. Guidelines for the microbiological quality of some rady-to-eat foods sampled at the point of sale, *Communicable Disease and Public Health*, **3**, 3, 163-67.

Graves Delmore, L.R., Sofos, J.N., Schmidt, G.R. and Smith, G.C., 1998. Decontamination of inoculated beef with sequential spraying treatments, *Journal of Food Science,* **63**, 5, 890-893.

Hathcox, A.K., Hwang, C.A., Resurreccion, A.V.A. and Beuchat, L.R., 1995. Consumer evaluation of raw and fried chicken after washing in trisodium phosphate or lactic acid/benzoate solutions, *IFT Annual Meeting*, 236 (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 95-12-S0147).

Huang, C.C., Cheng, T.C., Yang, Y.R., Chung, Y.H. and Chi, J.R., 1998. Evaluation of the washing and sterilization of vegetables using electrolyzed strong acid aqueous solution, *Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society*, **36**, 5, 473-482 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 1999-03-J0544).

Hui, Y.H., 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology. John Wiley & Sons, Inc., New York.

ICMSF, 1988. "HACCP in Microbiological Safety and Quality". pp. 357. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

ICMSF, 1998. Vegetable and vegetable products. "Microorganisms in Foods". pp. 215-252. Blackie Academic and Professional, London.

Izumi, H., 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables, *Journal of Food Science*, **64**, 2, 536-539.

Jung, S.W., Park, K.J., Park, B.I. and Kim, Y.H., 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable, *Korean Journal of Food Science and Technology*, **28**, 6, 1045-1051 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2002/12, Accession number 1997-11-C0161).

Kenney, P.B., Prasai, R.K., Campbell,R.E, Kastner, C.L. and Fung, D.Y.C., 1995. Microbiolgical quality of beef carcasses and vacuum-packaged subprimals: process intervention during slaughter and fabrication, *Journal of Food Protection*, **58**, 6, 633-638.

Kida, N., Suzuki, S., Yamaraka, T., Furuyma, K. and Taguchi, F., 1992. Effect of pH on preferential activity of EDTA, *Japanese Journal of Bacteriology*, **47**, 4, 625-629.

Kim, C.R., Kim, K.H., Moon, S.J., Kim, Y.J. and Lee, Y.K., 1998. Microbiological and physical quality of refrigerated chicken legs treated with lactic acid, *Food Science and Biotechnology*, **7**, 13-21 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 1998-10-S1705).

Kim, C., Hung, Y.C. and Brackett, R.E., 2000a. Efficiacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens, *International Journal of Food Microbiology*, **61**, 199-207.

Kim, C., Hung, Y.C. and Brackett, R.E., 2000b. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the activation of food-related pathogens, *Journal of Food Protection*, **63**, 1, 19-24.

Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E. and Frank, J.F., 2001. Inactivation of *Listeria monocytogenes* biofilms by electrolyzed oxidizing water, *Journal of Food Processing Preservation* , **25**, 91-100.

Kiura, H., Sano, K., Morimatsu, S., Nakano, T., Morita, C., Yamaguchi, M., Maeda, T. and Katsuoka, Y., 2002. Bacteriocidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration, *Journal of Microbiological Methods*, **49**, 285-293.

Koseki, S. and Itoh, K., 2001a. Prediction of microbial growth in fresh-cut vegetables treated with acidic electrolyzed water during storage under various temperature conditions, *Journal of Food Protection*, **64**, 12, 1935-1942.

Koseki, S. and Itoh, K., 2001b. The effect of acidic electrolyzed water on the quality of cut vegetables, *Journal of the Japanese Society for Food Science*

and Technology, **48**, 5, 365-369 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2002/12, Accession number 2001-08-J1978).

Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S. and Itoh, K., 2001. Decontamination of lettuce using acidic electrolyzed water, *Journal of Food Protection*, **64**, 5, 652-658.

Koseki, S., Fujiwara, K. and Itoh, K., 2002. Decontaminative effect of frozen acidic electrolyzed water on lettuce, *Journal of Food Protection*, **65**, 2, 411-414.

Leito, M.F., Monterio, F.E., Delazari, I. and Angelucci, E., 1981. Efficacy of disinfectants for reduction of bacterial contamination of lettuce, *Boletim-do-Instituo-de-Tecnologia-de-Alimentos,-Brazil*, **18**, 2, 201-226 (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 82-06-J0891).

Len, S.V., Hung, Y.C., Erickson, M. and Kim, C., 2000. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH, *Journal of Food Protection*, **63**, 11, 1534-1537.

Len, S.V., Hung, Y.C., Chung, D., Anderson, J.L., Erickson, M.C. and Morita, K., 2002. Effects of storage conditions and pH on chlorine loss in electrolyzed oxidizing water, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 209-212.

Li, Y., Brackett, R.E., Shewfelt, R.L. and Beuchat, L.R., 2001. Changes in appearance and natural microflora on iceberg lettuce treated in warm, chlorinated water and then stored at refrigeration temperature, *Food Microbiology*, **18**, 3, 299-308 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 2001-09-J2204).

Liao, C.H. and Cooke, P.H., 2001. Response to trisodium phosphate treatment of Salmonella Chester attached to fresh-cut green pepper slices, *Canadian Journal of Microbiology*, **47**, 1, 25-32 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 2001-05-J1231).

Lillard, H.S., 1994. Effect of trisodium phosphate on Salmonellae attached to chicken skin, *Journal of Food pPotection*, **57**, 6, 465-469.

Luck, E. and Jager, M., 1997. Antimicrobial Food Additives Characteristics,Uses, Effects, Springer, Germany.

Marel, G.M., Vries, A.W., Logtestijn, J.G. and Mossel, D.A.A., 1989. Effect of lactic acid treatment during processing on the sensory quality and lactic acid content of fresh broiler chickens, *International Journal of Food Science & Technology*, **24**, 1, 11-16. (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 89-06-S0058).

McWatters, K.H., Chinnan, M.S., Walker, S.L., Doyle, M.P. and Lin, C.M., 2002. Consumer acceptance of fresh-cut iceberg lettuce treated with %2

hydrogen peroxide and mild heat, *Journal of Food Protection*, **65**, 8, 1221-1226.

Mermelstein, N.H., 2001. Sanitizing meat, *Food Technology,* **55**, 64-68.

Morita, C., Sano, K., Morimatsu, S., Kiura, H., Goto, T., Kohno, T., Hong, W., Miyoshi, H., Iwasawa, A., Nakamura, Y., Tagawa, M., Yokosuha, O., Saisho, H., Maeda, T. and Katsuoka, Y., 2000. Disinfection potential of electrolyzed solutions containing sodium chloride at low concentrations, *Journal of Virological Methods*, **85**, 163-174.

Morrison, G.J. and Fleet, G.H., 1985. Reduction on Salmonella on chicken carcasses by immersion treatments, *Journal of Food Protection*, **48,** 11, 939-943. (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 87-02-S0152).

Mullerat, J., Arlene, N. and Sheldon, B.W., 1994. Efficiacy of Salmide, a sodium chloride based oxy-halogen disinfectant, to inactivete bacterial pathogens and extend shelf life of brolier carcasses, *Journal of Food Protection,* **57**, 7, 596-603.

Natrajan, N. and Sheldon, B.W., 2000. Inhbition of *Salmonella* on poultry skin using protein- and polysaccharide-based films containing a nisin formulation, *Journal of Food Protection*, **63,** 9, 1268-1272.

Odumeru, J.A., Mıtchell, S.J., Alves, D.M., Lynch, J.A., Yee, A.J., Wang, S.L., Styliadis, S. and Farber, J.M., 1997. Assesment of the microbiological quality of ready-to-use vegetables for health-care food services, *Journal of Food Protection,* **60**, 8, 954-960.

Ohsone, M., Kaneko, K., Hayashidani, H., Takahashi, T. and Ogawa, M., 1999. Growth andinhibition by acids of five species of pathogenic bacteria inoculated in salad vegetables, *Journal of the Food Hygenic society of Japan*, **40**, 4, 297-303 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 2000-11-J2354).

Oomori, T., Oka, T., Inuta, T. and Arata, Y., 2000. The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials, *Analytical Science*, **16**, 365-369.

Park, H., Hung, Y. C. and Kim, C., 2002a. Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces, *Journal of Protection*, **65**, 8, 1276-1280.

Park, H., Hung, Y. C. and Brackett, R. E., 2002b. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing, *International Journal of Food Microbiology*, **72**, 77-83.

Phillips, C.A. and Duggan-J., 2001. The effect of EDTA and trisodium phosphate, alone and in combination with nisin, on the growth of *Arcobacter butzleri* in culture, *Food Microbiology*, **18,** 5, 547-554.

Pohlman, F.W., M.R. Stivarius, McElyea, K.S., Johnson, Z.B. and Johnson,M.G., 2002. The effects of ozone chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride and trisodium phosphate as multiple antimicrobial interventions on microbiological instrumental color, and sensory color and odor charasteristics of ground beef, *Meat Science,* **61**, 307.313.

Ramirez, A.J., Acuff, G.R., Lucia, L.M. and Savell, J.W., 2001. Lactic acid and trisodium phosphate treatment of lamb breast to reduce bacterial contamination, *Journal of Food Protection*, **64**, 9, 1439-1441.

Ransom, J.R., Belk, K.E., Sotos, J.N., Stoptorth, J.A., Scanga, J.A. and Smith, G.C, 2003. Comparision of intervention technologies for reducing *Esherichia coli* O157:H7 on beef cuts and trimmings, *Food Protection Trends*, **23**, 1, 24-34.

Robinson, R.K., Batt, C.A. and Patel, P.D., 2000**.** Encyclopedia of Food Microbiology. Vol.3. Academic Press, New York.

Russel, A.D., Hugo, W.B. and Ayliffe, G.A.J., 1992. Principles and practise of disinfection, preservation and sterilization, Blackwell Science, Oxford.

Sapers, M.G. and Simmons, G.F., 1998. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables, *Food technology,* **52**, 2, 48-52.

Shapton, D.A. and Shapton, N.F., 1991. Principles and the Practises for the Safe Processing of Foods, Butterworth-Heinmann Ltd, Great Britain.

Sharma, R.R. and Demirci, A., 2002. Treatment of Escherichia coli O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water, *International Journal of Food Microbiology*, **2676**, 1-7.

Simons, K. and Sanguansri, P., 1997. Advances in the washing of minimally processed vegetables, *Food Australia,* **49**, 2, 75-80.

Soriano, J.M., Rico, H., Molto, J.C. and Manes, J., 2000. Assesment of the microbiological quality and wash treatments of lettuce served in university restaurants, *Internaional Journal of Food Microbiology*, **58**, 123-128.

Taormina, P.J. and Beuchat, L.R., 1999. Comparison of chemical treatments to eliminate enterohemorrhagic *Esherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds, *Journal of Food Protection,* **62,** 4, 318-324.

Temiz, A., 2000. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.

Thys, L., Rous, A. and Debevere, J., 1994. The influence of lactic acid and modified atmosphere packaging, *Voedingsmiddelentechnologie,* **27**, 10, 19-21. (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 95-04-S0137).

Venturini, M.E., Blanco, D. and Oria, R., 2002. In vitro antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*, Journal of Food Protection, **65**, 5, 834-839.

Warren, J.D., Catherine, N.C. and Gregory, R.S., 1997. Effects of Acetic acid, lactic acid and trisodium phosphate on the microflora of refrigirated beef carcass surface tissue inoculated with *Esherichia coli* O157:H7, *Listeri innocua, and Clostridium sporogenes, Journal of Food Protection*, **60**, 6, 619-624.

Weissinger, W.R. and Beuchat L.R., 2000. Comparasion of aqueous chemical treatments to eliminate *Salmonella* on alfalfa seeds, *Journal of Food Protection*, **63**, 11, 1475-1482.

Xiong, H., Li, Y., Slavil, M.F. and Walker, J.T., 1998. Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*, *Journal of Food Protection*, **61**, 3, 272-275.

Zeitoun, A.M., Debevere, J.M. and Mossel, D.A.A., 1994, Signicance of Enterobacteriaceae as index organisms for hygiene on fresh untreated poultry, poultry treated with lactic acid and poultry stored in a modified atmosphere, *Food Microbiology*, **11**, 169-176.

Zhang, S. and J.M. Farber., 1996. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh cut vegetables, *Food Microbiology*, **13**, 311-321.

ÖZGEÇMİŞ

1977'de İstanbul'da doğdu. 1994 yılında Eyüp Otakçılar Lisesi'nden mezun oldu. 1995-2000 yılları arasında Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü'nde lisans öğrenimini tamamlayarak, 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimi almaya başladı.