TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİRKE, LİMON SUYU VE KARIŞIMININ TAVUK YUMURTALARINDA *SALMONELLA*'NIN YAŞAMI ÜZERİNE ETKİSİ

Uğur UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN/GIDA HİJYENİ ve TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

DİYARBAKIR- 2021

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ONAY

Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Uğur UÇAR'ın hazırladığı "Sirke, Limon Suyu ve Karışımının Tavuk Yumurtalarında *Salmonella*'nın Yaşamı Üzerine Etkisi" başlıklı tez Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim - Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. H. Şahan GÜRAN _____

Jüri Üyeleri		İmza
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU	_____
Üye	Prof. Dr. Aydın VURAL	_____
Üye	Doç. Dr. H. Şahan GÜRAN	_____
Üye	.....	_____
Üye	.....	_____

Tarih: 13/12/2021

Bu tez Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun …./…/…. tarih ve …. sayılı kararıyla onaylanmıştır.

…../…../……

Prof. Dr. Mahmut BALKAN
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim. 13/12/2021

Uğur UÇAR
İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimine başladığım günden tez çalışmamın sonuna kadar, engin bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim, her zaman yanımda olduğunu hissettiğim, yardım ve katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen, çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimim süresince teorik ve pratik bilgilerinden yararlandığım Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Aydın VURAL'a, laboratuvar çalışmalarında bana destek veren ve yardımcı olan Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı lisansüstü öğrenci ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca desteklerinden dolayı Dr. Halil DURMUŞOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımın her aşamasında her zaman yanımda olan sevgili annem Necibe UÇAR ve sevgili babam Nizamettin UÇAR 'a verdikleri emek, gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecim boyunca göstermiş olduğu sabır ve desteğiyle sevgili eşim Gönül UÇAR'a ve bu süreçte bana enerji veren kızım Berfu Mira UÇAR, oğlum Emir Mirhat UÇAR'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

BEYAN ..... **II**
TEŞEKKÜR ..... **II**
İÇİNDEKİLER DİZİNİ ..... **III**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **V**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **VI**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **VII**
1.ÖZET **1**
1.1.Türkçe Özet 1
1.2.Abstract 3
2.GİRİŞ ve AMAÇ **5**
3.GENEL BİLGİLER **7**
3.1. Yumurtanın Yapısı 9
3.1.1. Yumurta kabuğu 9
3.1.2. Kabuk altındaki zarlar ve hava boşluğu 10
3.1.3. Yumurta akı (albümin) ve yumurta sarısı 11
3.2. Dünya'da ve Türkiye'de Yumurta Üretimi 11
3.3. Literatür Özeti 13
3.3.1. Yumurtanın mikroorganizmalar ile kontaminasyonu 13
3.3.2. Yumurta kaynaklı Salmonellosis 16
3.3.3. Koruma-Kontrol 17
3.4. Dekontaminasyon Yöntemleri 18
3.4.1. Fiziksel yöntemler 18
3.4.1.1. Işınlama 18
3.4.1.2. Mikrodalga 18
3.4.1.3. Ultraviyole ışık teknolojisi 19
3.4.1.4. Ultrason 19
3.4.2. Biyolojik Yöntemler 20
3.4.2.1. Bitki ekstraktlarının kullanımı 20
3.4.2.2. Probiyotikler 20
3.4.3. Kimyasal yöntemler 21
3.4.3.1. Hidrojen peroksit 21
3.4.3.2. Elektrolize su 22

3.4.3.3. Ozon 23
3.4.3.4. Organik asitler 24
3.4.4. Dekontaminantlarla yumurtaların yıkanması 25
4. GEREÇ ve YÖNTEM 28
4.1. Gereç 28
4.1.1. Kullanılan yumurtalar 28
4.1.2. Deneyde kullanılan patojen suşlar 28
4.1.3. Kullanılan dekontaminasyon maddeleri 28
4.2. Yöntem 28
4.2.1 Kontaminasyon solüsyonunun hazırlanması 29
4.2.2. Yumurtaların kontaminasyonu 29
4.2.3.Dekontaminanatların pH'sının belirlenmesi 29
4.2.4. Yumurtaların dekontaminasyonu ve deneysel grupların oluşturulması ... 30
4.2.5. Mikrobiyolojik analizlerin yapılması 34
4.2.6. İstatistiksel Analiz 34
5. BULGULAR 35
5.1. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +4 °C'de muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi 35
5.2. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +25 °C'de muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi 37
5.3. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +25 °C'de 18 gün ve ardından 4 °C'de 10 gün muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi 38
6. TARTIŞMA 39
7. SONUÇ ve ÖNERİLER 43
8. KAYNAKÇALAR 44
9. ÖZGEÇMİŞ 56

KISALTMALAR DİZİNİ

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

EFSA: European Food Safety Authority

FAO: Food and Agriculture Organization

FDA: U.S. Food and Drug Administration

GHz: Gigahertz

GRAS: Generally Recognized as Safe

kGy: Kilo Gray

kHZ: Kilo Hertz

MHz: Mega Hertz

mW/cm^2: Santimetre kare başına miliwatt olarak düşen güç yoğunluğu

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UV: Ultraviyole

WHO: World Health Organization

YUMBİR: Yumurta Üreticileri Merkez Birliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1: Deneysel gruplar ……..31

Şekil 2: Yumurtaların kontaminasyonu, deneysel grupların oluşturulması ve mikrobiyolojik analiz aşamaları …….32

Şekil 3: Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası 28 gün +4 °C'de muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (log_{10} kob/ml) …….....36

Şekil 4: Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası 28 gün +25 °C'de muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (log_{10} kob/ml) 37

Şekil 5: Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası +25 °C'de 18 gün ve ardından 4 °C'de 10 gün muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (log_{10} kob/ml) …….....38

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1: Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi…….……...…..10

Tablo 2: Farklı sıcaklıklarda 28 günlük muhafaza süresince yumurta kabuğunda *Salmonella* sayısındaki değişimler (N: 225)……...…….…..…….35

1. ÖZET

1.1. Türkçe Özet

Sirke, Limon Suyu ve Karışımının Tavuk Yumurtalarında *Salmonella*'nın Yaşamı Üzerine Etkisi

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Uğur UÇAR
Danışmanı: Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN
Anabilim Dalı: Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi

Amaç: Bu tez çalışmasında limon suyu, sirke ve bunların karışımlarının yumurta kabuğu dış yüzeyindeki *Salmonella* patojeninin yaşamı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Deneysel olarak *Salmonella* ile yumurtalar kontamine edildikten sonra kontrol (K), distile su (DW), limon suyu (L), sirke (S) ve limon suyu+sirke karışımı (LS) olmak üzere 5 grup oluşturuldu. Yumurtalar kontrol grubu hariç, distile su ve dekontaminasyon sıvıları içerisine daldırılıp 3 dakika bekletildikten sonra 4°C, 25 °C ve 25 °C (18 gün)+4°C (10 gün) olmak üzere üç farklı sıcaklıkta muhafaza edildi.

Bulgular: Muhafazanın 0. gününde K ve DW gruplarında *Salmonella* sayısı sırasıyla 3,24±0,96 log kob/ml ve 3,62±0,36 log kob/ml olarak tespit edilirken L, S ve LS gruplarında ise sırasıyla 1,66±0,53 log kob/ml, 1,92±0,80 log kob/ml ve 1,80±0,75 log kob/ml düzeyinde saptandı. L ve LS gruplarında 0. günde *Salmonella* sayısındaki azalma K ve DW gruplarına göre istatiksel açıdan önemli bulundu ($P<0,05$). Salmonella sayısının 25 °C ve 25 °C (18 gün)+4°C (10 gün)'deki muhafazası sırasında L ve LS gruplarında muhafazanın 18. gününde, S grubunda ise 21. gününde tespit edilebilir limitlerin altına düştüğü belirlendi. 4°C'lik muhafaza sırasında *Salmonella* sayıları arasındaki farklılık DW ile S ve LS grupları arasında muhafazanın 6. gününde istatiksel açıdan önemli olduğu bulundu ($P<0,05$). Muhafazanın sonuna (28 gün) kadar tüm gruplarda zenginleştirme sonrası *Salmonella* varlığının pozitif olduğu belirlendi.

Sonuç: Bu çalışma limon suyu, sirke ve karışımlarının yumurtalarda kullanılmasının, muhafaza süresi ve sıcaklığına bağlı olarak *Salmonella* sayısında önemli derecede azalmalara neden olduğunu ancak*Salmonella* varlığını tamamen ortadan kaldırmadığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Yumurta, *Salmonella*, dekontaminasyon, limon suyu, sirke, tavuk.

1.2. Abstract

The Effect of Vinegar, Lemon Juice and Their Mixture on Survival of *Salmonella* in Chicken Eggs

Student's Surname and Name: Ucar Ugur
Adviser of Thesis: Associate Professor Husnu Sahan Guran
Department: Food Hygiene and Technology

Aim: The purpose of this study was to determine the effect of lemon juice, vinegar and their mixture on the survival of the *Salmonella* on the outer surface of the chicken eggs.

Materials and Methods:

The eggs were artificially contaminated with *Salmonella* and then divided into five groups as control (K), distilled water (DW), lemon juice (L), vinegar (S) and lemon juice+vinegar mixture (LS). Out of the control group, the eggs were immersed for 3 min in each treatment group and stored for 28 days at three different temperatures [4°C, 25°C and 25°C (18 days)+4°C (10 days)].

Results: Initial number (on day 0) of *Salmonella* in K, DW, L, S and LS groups were detected 3,24±0,96, 3,62±0,36,1,66±0,53, 1,92±0,80and 1,80±0,75log cfu/ml, respectively. The decrease in the number of *Salmonella* at day 0 in L and LS groups was statistically significant compared to K and DW groups (P<0,05). It was determined that the number of *Salmonella* decreased below detectable levels on the 18th day of storage in L and LS groups and on the 21st day in S group at 25 °C and 25°C (18 days)+4 °C (10 days). The difference between *Salmonella* numbers at 4°C was found to be statistically significant between DW and S and LS groups on the 6th day of storage (P<0,05). It was determined that the presence of*Salmonella* was positive after enrichment step in the all groups until the end of storage (28 days).

Conclusion: This study demonstrated that the use of lemon juice, vinegar and their mixtures in eggs exhibits significant reductions in the number of *Salmonella* depending on the storage time and temperature, but not completely eliminate *Salmonella*.

Key Words: Egg, *Salmonella*, decontamination, lemon juice, vinegar, chicken.

2. GİRİŞ ve AMAÇ

Yumurta denilince akla ilk tavuk yumurtası gelir. Tavuk yumurtası dışındaki yumurtalar hayvanın kendi ismi ile birlikte söylenir (örn; bıldırcın yumurtası, kaz yumurtası vb.). Yumurta, insan organizmasının ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin çoğunu içermesi sebebiyle biyolojik olarak yüksek değerli bir besin maddesidir. Her yaştaki insanın diyetinde bulunması gereken yumurta yüksek besin içeriği ve düşük kalori değeri nedeniyle çocuklarda büyüme, hastalarda nekahet dönemlerinde ve çeşitli beslenme hastalıklarında diyet tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır (1). Yumurta ve ürünleri gıda endüstrisinde koagüle etme, emülsifiye etme, mayalama, koyulaştırma, lezzet ve renk katma, yumuşatma, nem tutma ve besin değerini arttırma gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır (2, 3). Tam bir protein kaynağı olan yumurta proteininin biyolojik değeri 95'tir. Bu da vücutta 95 g proteinin oluşması için 100 g yumurta proteinin alınması anlamına gelmektedir (3-5). Yumurtanın içeriğinde mevcut olan proteinlerin esansiyel aminoasitler yönünden zengin olduğu ayrıca yağlarının ise doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğu belirtilmektedir (6). Dünyada yumurta tüketiminin artması, farklı çeşit ve özellikteki yumurta üretimi, mayonez, dondurma veya tiramisu gibi tüketime hazır gıdaların üretiminde hammadde olarak kullanılması gibi durumlar tavuk yumurtalarından kaynaklanabilecek mikrobiyal risklerin daha yakından bilinmesini zorunlu hale getirmektedir. Yumurta horizontal (dışkı, su, altlık, kan, toprak veya toz vb.) ve/veya vertikal yolla *Salmonella* gibi patojenler ile kontamine olabilmektedir (7, 8). Özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde yumurta ve yumurta ürünleri ile ilişkili *Salmonella* salgınları sıklıkla bildirilmektedir. *Salmonella* insanlarda tifoidal ve non-tifoidal olmak üzere iki farklı klinik seyir gösteren Salmonellosis enfeksiyonuna neden olur. Gıda kaynaklı nedenlere bağlı oluşan non-tifoidal Salmonellosis ABD'de yılda yaklaşık 1,2 milyon insanın hastalanması ve 450 ölümle sonuçlanan vakalara neden olduğu tahmin edilmektedir(9). ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC), *Salmonella'*nın ABD'de her yıl yaklaşık 1,35 milyon enfeksiyona neden olduğu ve bunların çoğunun gıda kaynaklı olduğunu bildirmiştir (https://www.cdc.gov/salmonella/index.html, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Avrupa

Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) 2019 verilerine göre AB ülkelerinde doğrulanmış Salmonellosis vaka sayısının 91 857 olduğu, yumurta ve yumurta ürünlerinin neden olduğu salgın sayısı 10 611 olarak belirtilmiştir (https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2021.6406, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Türkiye'de ise yumurta kaynaklı Salmonellosis vakaları hakkında herhangi bir veri bulunmamaktadır.

Bitki bazlı antimikrobiyaller (bitkilerin kendileri ve bitkilerden elde edilen bazı bileşikler) gıda endüstrisinde mikrobiyal bozulmanın önlenmesi ve patojen mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle sirke ve limon suyu gibi hem doğal hem de kolay bulunabilen ürünlerin gıda maddelerinde antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir (10-14). Organik asitler ABD'de Generally Recognized as Safe (GRAS) listesinde yer alıp gıda endüstrisinde kullanılması önerilen güvenilir bir madde olarak kabul edilir (15). Gıda maddelerinde doğal olarak bulunan organik asitler ortamın pH'sını düşürerek ve/veya mikroorganizmaların yaşaması için gerekli olan metallerle şelat oluşturarak ya da hücre membranını değiştirip subsrat taşınımını bozarak antimikrobiyal etki gösterirler. Sitrik asit ve asetik asit bazı gıdalarda bulunan ve en çok bilinen organik asitlerdendir. Doğal olarak sitrik asit en fazla limonda, asetik asit ise sirkede bulunur. Araştırmalar asetik asit ve sitrik asidin başta *Salmonella* olmak üzere gıda kaynaklı diğer patojenlere karşı antimikrobiyal etkisinin olduğunu göstermektedir(16).

Bu tez çalışması kapsamında farklı gıda maddelerinde patojen veya bozulma yapıcı mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etki gösteren sirke, limon suyu ve bunların karışımlarının yumurta kabuğu yüzeyindeki *Salmonella*'nın 28 günlük muhafazası sırasında yaşamı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece bu tez çalışması ile sirke, limon suyu ve bunların karışımının yumurta kabuklarında *Salmonella* üzerine muhtemel antimikrobiyal etkileri ortaya konarak bu tip doğal ürünlerin yumurta yüzeyinin dekontaminasyonunda kullanılabilirliği araştırılmıştır.

3. GENEL BİLGİLER

Yumurta kolay sindirilebilir iyi bir protein kaynağı olup gıda endüstrisinde şekerleme, pasta ürünleri, erişte yapımı, salata sosları, mayonez, margarin, et ürünleri, dondurma, çorba tozları üretimi gibi pek çok alanda ara ve son ürün olarak kullanılmaktadır (17).

Yumurtanın yenilebilir kısmı su (%73), protein (%12), lipit (%12), karbonhidrat (<%1), vitamin ve minerallerden oluşur (18, 19). Yumurta, protein yönünden oldukça zengin ve esansiyel amino asitleri yeterli miktarlarda bulundurur (https://www.yum-bir.org/Yumurta/id27-Yumurta-Hakkinda, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Bir yumurta yaklaşık 6 gram protein içermekte olup bu proteinlerin yaklaşık olarak %55'i yumurta akında yer alırken, geriye kalan kısmı yumurta sarısında bulunur. Tam bir protein kaynağı olan yumurta proteininin biyolojik değeri 95'dir. Bu da vücutta 95 g proteinin oluşması için 100 g yumurta proteinin alınması anlamına gelmektedir (3-5).

Yumurta, hayvansal kaynaklı bir besin maddesi olmasına rağmen içerdiği yağ oranı düşüktür. Ortalama bir yumurtada yaklaşık 4,5 gram yağ bulunmaktadır. Bu yağların yaklaşık 1,5 gramı doymuş yağlar iken, geriye kalan kısmını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (3). Yumurta içerisinde bulunan lipitlerin tamamına yakını yumurta sarısında bulunur ve bu yağların yaklaşık %65'ini trigliseritler oluştururken; fosfolipitler, kolesterol ve karotenoidler sırasıyla %30, %4, <%1 oranında bulunmaktadır (20).

Yumurta fosfor, selenyum, demir ve çinko gibi mineraller için önerilen günlük ihtiyacın sırasıyla yaklaşık %16, %29, %9 ve %9'unu içerir (20). Ayrıca yumurta kabuğu önemli bir kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) kaynağıdır (19, 21). Yumurta akı suda çözünen B grubu vitaminler arasında olan biyotin, niasin ve riboflavin'i, yumurta sarısı ise suda çözünen niasin ve riboflavin dışındaki tüm vitaminleri bulundurur (19). Yumurta A, D, E, K, B_2, B_{12}, biotin ve pantotenik asit gibi vitaminleri günlük ihtiyacın yaklaşık %10'u kadar içerir (20).

Türkiye'de, yumurtalar Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği'ne göre A ve B olmak üzere iki ayrı grupta sınıflandırılmaktadır. Bu kapsamda: **"A sınıfı yumurta;** *Gallus gallus* var*. domesticus* (evcil tavuk) cinsi tavuklardan elde edilen ve doğrudan insan tüketimine sunulan kabuklu yumurtayı" ifade eder. A sınıfı yumurtaların özellikleri aşağıda verildiği gibidir (22);

- Yumurta kabuğu; normal, temiz ve hasarsız olur.
- Hava boşluğu; "ekstra taze" olarak satışa sunulan yumurtalarda 4 mm, diğerlerinde 6 mm'den yüksek olamaz ve sabit olur.
- Yumurta akı; berrak, saydam ve jel kıvamında olur, yabancı madde içermez.
- Yumurta sarısı; ışık muayenesinde merkezde yuvarlak gölge şeklinde görülür, yumurtanın döndürülerek hareket ettirilmesinde merkezden belirgin şekilde ayrılmaz ve yabancı madde içermez.
- Yumurta içeriğinde gözle görülebilir embriyo bulunmaz.
- Yabancı koku içermez.

Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği'ne göre A sınıfı yumurtaların ağırlık bakımından sınıflandırılması da aşağıdaki gibidir;

- Çok büyük boy (XL): 73 gram ve üzerindeki yumurtalar.
- Büyük boy (L): 63-72 gram aralığındaki yumurtalar.
- Orta boy (M): 53-62 gram aralığındaki yumurtalar.
- Küçük boy (S): 52 gramın altındaki yumurtalar.

"B sınıfı yumurta; *Gallus gallus* var*. domesticus* cinsi tavuklardan elde edilen, A sınıfı yumurtanın özelliklerini karşılayamayan ve yumurta ürünlerinin hazırlanmasına uygun kabuklu yumurtayı" ifade eder. B sınıfı yumurtaların özellikleri aşağıda verildiği gibidir (22);

- B sınıfı yumurtanın ambalajı üzerinde "B sınıfı" ifadesi veya "B" harfi yer alır. B sınıfı yumurtanın sınıfını simgeleyen harf, yüksekliği en az 5 milimetre olmak ve çevresinde en az 12 milimetre çapında bir çember bulunmak koşulu ile yumurta üzerine damgalanabilir.

- B sınıfı yumurtanın ambalajı üzerine son kullanım tarihi ile birlikte paketleme tarihi de yazılır.
- B sınıfı yumurtanın ambalajı üzerinde, en az 2 santimetre yükseklikte büyük harflerle "GIDA SANAYİ İÇİNDİR" yazısı yer alır.
- Yumurtanın üretim tarihi yumurtlama tarihiyle aynı olur.
- Yumurta etiketinin üzerinde net olarak görülebilecek biçimde "Satın aldıktan sonra buzdolabında/soğukta muhafaza ediniz" ifadesi yer alır.
- Yumurta son tüketiciye hazır ambalajlı olarak sunulur.
- Yumurta, hazır ambalajlı hale getirilmeden önce nakliye ve depolama sırasında üretildiği işletmenin (kümes) adı ve adresi, işletme ve kümes numarası, yumurtaların sayısı ve/veya ağırlığı, yumurtlama tarihi veya periyodu, sevkiyat tarihi gibi bilgiler bulundurulur.
- Yumurta, yumurtlamadan sonraki 10 gün içerisinde sınıflandırılmalı, işaretlenmeli ve paketlenmelidir".

3.1. Yumurtanın Yapısı

Yumurta, dış tabakadan içe doğru yumurta kabuğu, yumurta kabuğu zarları, akı ve sarısı olmak üzere dört farklı kısımdan oluşur. En içte bulunan yumurta sarısı albümin ile çevriliyken, albümin de yumurta kabuğu ve zarları ile sarılıdır (19). Yumurtanın yaklaşık %10,5'i yumurta kabuğu, %58,5'i yumurta akı ve %31'i yumurta sarısından oluşmaktadır (5).

3.1.1. Yumurta kabuğu

Yumurta kabuğu, yumurta içeriğini dış etkilere karşı koruyarak çevreleyen ve yumurtaya şeklini veren kısım olup yumurta ağırlığının %10-12'sini oluşturur (23-25). Kabuğun %94'ü kalsiyum karbonattır. Yumurtayı dış etkenlerden koruyan yumurta kabuğu, mineral madde ve organik maddeler ile sudan ibaret olup %3-4 oranında bir protein ağı, %95-96 oranında ise inorganik tuzlardan oluşur (Tablo 1). Kabuk içinde daha fazla su tutulmasına sebep olan organik madde homojen olmayıp bazı kısımlarda fazladır. Kabuk, üzerinde 0,2-0,4 mm kalınlığında olan ve sayısı 7.000-17.000 arasında gözenek (por) bulunan bir yapı gösterir. Bu gözenekler, yumurtanın uç taraflarında (hava kamarasının bulunduğu tarafta) yan yüzlere göre

daha fazla sayıda bulunur (http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Yumurta.pdf, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).

Kabuğun dış yüzeyinde keratine benzer bir proteinden oluşan ve kütikula adı verilen bir zar vardır. Bu yapı düzensiz şekilli organik bir tabaka olup yumurtlama esnasında havanın da etkisiyle yumurta yüzeyinde albüminin kuruması sonucu meydana gelir (21,22). Kütikula yumurta kabuğundaki porların üzerini örttüğünden ötürü yumurtayı korumada etkin bir rolü vardır. Bu tabakayı takiben süngerimsi bir tabaka ortaya çıkar ve bu da kalın yüzeye paralel dizilmiş kalsiyum zerreciklerinden oluşur (28).

Yumurta kabuğu beyaz veya kahverenginin farklı tonlarında olabilmektedir. Yumurta kabuk renginin farklı olması tavuk ırkına, yaş, hastalık, yem, stres, güneş ışığına fazlaca maruz kalma gibi birçok etmene bağlı olup yumurtanın kabuk rengi ile yumurtanın bileşimi arasında bir ilgi yoktur (26).

Tablo 1: Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi

Kabuk İçeriği	**Yüzde (%) bileşimi**
Kalsiyum karbonat	%94
Magnezyum Karbonat	%1,0
Kalsiyum Fosfat	%1,0
Organik Maddeler	%4,0

(http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Yumurta.pdf, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021)

3.1.2. Kabuk altındaki zarlar ve hava boşluğu

Yumurta kabuğu iç kabuk altı zar ve dış kabuk altı zar olmak üzere iki tabakadan meydana gelir. Bu tabakalar morfolojik olarak birbirlerinden farklılıklar gösterir. Dış zarın kalınlığı iç zara göre 3 kat daha fazladır. Glikoprotein yapısındaki bu zarlar gaz ve bakteri geçişini engellemeye yardımcı olur. Yumurta kabuğunun oluşumu için dış

kabuk altı zar gereklidir. Bu zar bir taraftan kabuğun mineralizasyonunda görev yaparken, aynı zamanda kabuğun şeklini belirler ve içeriden yumurta akının mineralleşmesinde görev alır (27). Kabuğun iç yüzeyini oluşturan bu iki zar birbirinden ayrılarak yumurtanın geniş olan kutbunda hava boşluğunu oluşturur. Porlardan havanın girmesi ile bu hava boşluğu büyüyerek yumurtanın depolanma süreci hakkında fikir verir. Yeni yumurtlanan yumurtanın sıcaklığı, tavuğun vücut sıcaklığı olan 41°C civarındadır. Yumurtlama sonrası dış ortamdaki havanın etkisi ile birlikte yumurta büzülmeye ve kabuk içine hava girmeye başlar. Yumurtanın konumuna bağlı olarak hava girişinin en yoğun olduğu küt kısımda dış zar ile iç zar arasında hava boşluğu oluşur. Hava boşluğu zamanla büyür ve bu büyüme yumurtanın su kaybetme oranına bağlı gerçekleşir. Hava boşluğunun büyüklüğü ile yumurtanın bayatlaması arasında pozitif bir korelasyon vardır (http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Yumurta.pdf, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).

3.1.3. Yumurta akı (albümin) ve yumurta sarısı

Yumurta akı ve sarısı bileşim olarak tamamen birbirinden farklılık göstermektedir. Yumurta akının %88'ini su, %12'lik kısmını ise kuru madde (protein, karbonhidrat, mineral madde ve az miktarda yağ) oluşturur. Yumurta ağırlığının en büyük bölümünü yumurta akı oluşturur. Katı maddesi de çoğunlukla protein ile az miktarda karbonhidrat, yağ ve mineral maddelerden meydana gelir (23, 28).

Yumurtanın en besleyici kısmı ve yumurta ağırlığının yaklaşık 1/3'ünü oluşturan yumurta sarısı; protein ve yağlar açısından zengin olup, bazı vitamin ve mineralleri içerir. Yumurta sarısının etrafında onu saran vitellin zarı bulunur. Bu zar ak içerisinde yumurta sarısının dağılmasını önler. Vitellin zarı gevşediğinde yumurta sarısı ak içerisinde dağılmaya başlar. Bu gevşeme yumurta bayatladıkça yavaş yavaş meydana gelir. Tamamen tavuğun beslenmesi ile ilgili olan yumurta sarısının rengi rasyondaki yemlere bağlı olarak farklılık gösterir (4, 28).

3.2. Dünya'da ve Türkiye'de Yumurta Üretimi

Yumurta denilince akla ilk tavuk yumurtası gelir. Tavuk yumurtası üretimi 2019 yılında Dünyada %3,5 oranında artarak; 83 milyon ton (1 ton = 18.995 adet)'a ulaşmıştır. Bunun %34,1'ini dünyanın en büyük yumurta üreticisi konumunda olan Çin tek başına gerçekleştirmiştir. 2019 yılında tavuk yumurtasının %8'i ABD tarafından, %5,7'si Endonezya ve %6,9'u Hindistan tarafından üretilmiş olup Türkiye ise %1,5'lik pay ile üretimde 9. sırada bulunmaktadır. Üreticiler arasında en büyük artışın 2019 yılında %10,3 ile Hindistan, %6,0 ile Çin ve %4,2 ile Brezilya'da olduğu görülmektedir (https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Türkiye'de 22,3 milyar adet ticari sofralık yumurta üretildiği 2018 verilerine göre kişi başı yumurta tüketiminin 224 adet olduğu bildirilmiştir (https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Kişi başı yumurta tüketimlerine göre 2017 yılında Türkiye'nin Almanya ve Fransa gibi AB ülkelerinin tüketim miktarlarına yakın olduğu görülmektedir. Türkiye'de 2018 yılı itibari ile 430,7 milyon dolar (Amerikan doları) düzeyinde yumurta ihracatı gerçekleşmiştir. Bunun %71,1'i Irak, %9,6'sı Suudi Arabistan ve %3,6'sını Katar olmak üzere, kalanını diğer ülkeler oluşturmaktadır (https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). 2019 yılında Dünya tavuk yumurtası ihracatı 2018'e göre %1,5 oranında azalarak 2,3 milyon tona gerilemiştir. Hollanda 2019 yılı toplam dünya ihracatında %16,8 ile lider konumda bulunmaktadır. Türkiye ise %11,8'lik pay ile 2. sırada yerini almıştır. 2019 yılında Dünya yumurta ithalatı 14,1 oranında artmış olup bu artış, başta Afganistan olmak üzere Suriye, Hong Kong ve Belçika gibi ülkelerdeki ithalat artışından kaynaklandığı bildirilmektedir. Dünya ithalatında %15,6 ile Almanya, %11,7 ile Irak ve %10,5 ile Hollanda en büyük paya sahip olan ülkelerdir. Türkiye'de 2018 yılında yumurta ihracatı, 2019 yılında ise tavuk yumurtası üretimi en yüksek seviyesine ulaşmıştır (https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Arz fazlası nedeniyle 2019 yılında normalin altında olan ve 2020'nin sonuna doğru büyük ölçüde arttığı bildirilen tüketici fiyatları 2021 yılında da devam etmiş olup bu artışta yüksek yem fiyatlarındaki yükselişin büyük rol oynadığı, yumurta talebindeki artış ve yumurta üretimindeki durgunluğun da fiyatların artmasında etkili olduğu belirtilmiştir.

Yıllara göre Türkiye'de yumurta tüketiminin arttığı ancak; 2020 yılında 2019'a göre %0,6 oranında azalarak 19,8 milyar adet (1,2 milyon ton) olmuştur. Türkiye'de 2020 yılında tavuk sayısı 386 milyon adete ulaşmıştır. Kümes hayvanlarının %31,4'ünü oluşturan yumurta tavuğu varlığı 2019'a göre %0,5 oranında artarak 121 milyon adete ulaşmıştır. 2021 yılı tavuk yumurtası üretim miktarı Ocak-Nisan (4 aylık) döneminde yaklaşık 6,5 milyar adet (420 bin ton) olup; 2020 yılı Ocak-Nisan (4 aylık) dönem üretim miktarından %3,2 daha az olduğu bildirilmiştir. Bölgesel dağılım tavuk yumurtası sayısı bakımından incelendiğinde; Ege Bölgesi'nin %34,4 ile 2020 yılında lider konumda olduğu görülmekte olup 2. sırayı %14,2 ile Batı Anadolu, 3. sırayı %11,9 ile Doğu Marmara ve 4. sırayı %7,8 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi almaktadır. Aynı tarihte Afyonkarahisar (%13,4), Manisa (%9,3), Konya (%8,9), Balıkesir (%6,1) ve İzmir (%4,9) ile yumurta tavuğu sayısını %42,7'sini oluşturmaktadır (https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).

Kanatlı sektöründe ihracatçı konumda olan Türkiye'nin 2020 yılında 218 bin tonluk yumurta ihracatı yaptığı ve bu ihracatın %86'sını taze tavuk yumurtası oluşturmuştur. Türkiye'de Ocak-Nisan (4 aylık) dönemi 2021 yılı tavuk yumurtası ihracat miktarı yaklaşık 53 bin tona yaklaşmış olup bu oranın 2020 yılı Ocak-Nisan (4 aylık) dönemi ihracat miktarından %24,1 daha az olduğu bildirilmiştir (https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021). Tavuk yumurtası üretiminin 2021 yılı temmuz ayında, bir önceki yılın temmuz ayına göre %1,7 azaldığı bildirilmiştir. Ocak-Temmuz (2021) döneminde 2020 yılının aynı dönemine göre tavuk yumurtası üretiminin %3,1 oranında azaldığı ve tavuk yumurtası üretim miktarı 2021 yılı Eylül ayında 1 614 681 (bin adet) olarak gerçekleşmiştir (29).

3.3. Literatür Özeti

3.3.1. Yumurtanın mikroorganizmalar ile kontaminasyonu

Yumurta kabuğu ve içeriği *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* gibi patojen bakteriler ile kontamine

olabilmektedir (30-32). Bu kontaminasyonlar vertikal veya horizontal yolla gerçekleşmektedir. Vertikal bulaşma; genital sistem (ovaryum ve\veya oviduct gibi) kaynaklı enfeksiyonlara bağlı yumurta içeriğinin mikroorganizmalar ile kontamine olması sonucu oluşur. Horizontal yol ile bulaşma; yumurta kabuğu dış yüzeyinin çevresel nedenlere bağlı olarak farklı tip ve özellikteki mikroorganizmalar ile kontamine olması sonucu şekillenir (6, 33). Horizontal yollar olarak toz, tavuk dışkısı, yem, kümes materyalleri ve yumurta içeriğinden kaynaklanan kabuk yüzeyindeki kirlilik yumurtanın kalitesini düşürmekle beraber aynı zamanda bozulmasında da rol oynayabilmektedir (6, 34, 35). Yumurta kabuğunun mikrobiyolojik kalitesi ve muhtemel patojen kontaminasyonu ile ilgili yapılan araştırmalar yumurta kabuğunda Gram (+) ve Gram (-) bakterilerin bulunabileceğini göstermektedir. Bu araştırmalardan; Karadal ve ark. (2018) satışa sunulan market ve köy yumurtalarının mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada incelenen toplam 200 yumurta örneğinin 27 (%13,5) yumurta kabuğunda koliform, 12 (%6) yumurta kabuğunda *Escherichia coli* ve 31 (%15,5) yumurta kabuğunda maya-küf tespit ettiklerini bildirmiştir (32). Mahdavi ve ark. (2012) yapmış olduğu çalışmada yumurta içeriklerinde toplam bakteri ve koliform sayısını sırasıyla $3{,}95\times10^{4}$ kob/g ve $4{,}94\times10^{3}$ kob/g, yumurta kabuğu ve içeriğinde ise *Enterobacteriaceae* pozitif oranını sırasıyla %68,28, %52,44 olarak bildirmişlerdir (36). Erkan ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada yumurta kabuğunun mikrobiyal yükünü belirlemek için steril numune alma poşeti içerisindeki her bir yumurtaya 50 ml PBS solüsyonu ile 1 dakika yıkama işlemi uyguladıktan sonra köy yumurtası kabuklarında toplam mezofilik aerob bakteri, koliform ve *Escherichia coli* sayısını sırayla 6,72 kob/ml, 3,52 kob/ml ve 3,45 kob/ml olarak, market yumurtalarında ise sırayla 5,68 kob/ml, 3,69 kob/ml ve 3,09 kob/ml olarak tespit ettiklerini bildirmiştir (1).

Türkiye'de Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde bildirilen mikrobiyolojik kriterlere göre yumurta içeriğinde *Salmonella* spp.'nin 25 g'da bulunmaması istenmektedir (37). Türkiye'de yürürlükte olan yumurta tebliğine göre yumurtlama tarihinden sonraki 18'inci güne kadar yumurtanın soğutulması zorunlu olmayıp 18'inci günden itibaren (+8)-(+5) °C arasında muhafaza edilmesi gerekmektedir (22).

Yumurtalarda *Salmonella* varlığının araştırılmasına yönelik yapılan araştırmalarda, Jambalang ve ark. (2017), 468 yumurta numunesinin toplam 32'sinin *Salmonella* yönünden pozitif olduğunu bunların 28'inde (%6) *Salmonella* Typhimurium, 3'ünde (%0,6) *Salmonella* Dublin ve 1'inde (%0,2) *Salmonella* Braenderup tespit ettiklerini bildirmişlerdir (38).

Harsha ve ark. (2011) Hindistan'da yaptıkları çalışmada japon bıldırcını, ördek ve tavuk yumurtasından elde edilen toplam 600 yumurtada beş farklı *Salmonella* spp. serotip izole ettiklerini bildirmişlerdir (39).

Chousalkar ve Roberts (2012), 26 tavuk sürüsünün bulunduğu çiftlikten aldıkları 1560 yumurta numunesinin 6'sında (%0,38) *Salmonella* tespit etmişlerdir (40).

Sidik ve ark. (2015), 2014 yıında Hindistan'dan 40 bütün yumurta tozu ve 30 yumurta sarısı tozu, Ukrayna'dan 30 bütün yumurta tozu numunesinde *Salmonella* varlığını araştırmışlardır. Hindistan'dan alınan 40 bütün yumurta tozunun 1'inde (%2,5), 30 yumurta sarısının 4'ünde (%13,3) *Salmonella* pozitif bulmuşlar, Ukrayna'dan alınan 30 bütün yumurta tozunda ise *Salmonella* spp. tespit edilmediğini bildirmişlerdir (41).

Humphrey ve ark. (1991), 5790 tavuk yumurtası kullandıkları çalışmada yumurtaların 32'sinde (%0,55) *Salmonella* Enteridis tespit etmişlerdir (42).

Suresh ve ark. (2006), Güney Hindistan'da temin ettikleri 492 yumurtanın 38'inde (%7,7) *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir. Yumurta kabuğunun analizinde bunların %89,7'sinde, yumurta içeriğinin analizinde bunların %100'ünde *S.* Enteritidisi tespit etmişlerdir (43).

Long ve ark. (2017), iki farklı yumurta çiftliğinden 84 yumurtanın analizi sonrası bu yumurtaların 23'ünde (%27,3) *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir (44).

Singh ve ark. (2010), Kuzey Hindistan'da kümes çiftliklerinden ve ticari işletmelerden toplam 560 tavuk yumurtasının *Salmonella* yönünden analizi sonrası 560 tavuk yumurtasının 27'sinin (%4,82) *Salmonella* ile kontamine olduğunu tespit

etmişlerdir. *S.* Typhimurium'un elde edilen izolatlar arasında baskın serovar olduğunu belirtmişlerdir (45).

Doğu Japonya'da 1993-1998 yılları arasında 16 farklı tavuk çiftliğinden toplanan 4740 yumurtada *Salmonella* varlığı araştırılmış olup, toplanan 3740 bütün yumurtanın 46'sında, 1000 yumurta içinin 12'sinde *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Elde edilen 58 izolatın 20'sinin *Salmonella* Enteritidis olduğu bildirilmiştir (46).

Esen Ş. (2019) yapmış olduğu çalışmada farklı yetiştirme sistemlerinden toplanan 350 yumurta örneğinden; serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurta kabuğu havuzlarının hiçbirinden *Salmonella* tespit edilmediğini, ancak; organik yetiştirme sisteminde üretilen yumurta kabuğu havuzlarından birinde*Salmonella* varlığınıbildirmiştir (34).

3.3.2.Yumurta kaynaklı Salmonellosis

Yumurtanın kanatlı hayvan ürünleri içinde Salmonellosis gibi gıda kaynaklı salgınlara en çok neden olan gıda maddesi olduğu bildirilmektedir. *Salmonella* gıda kaynaklı hastalıklar içerisinde çiğ veya az pişmiş yumurta, kümes hayvanları, kırmızı et ve ürünlerinin tüketilmesi sonucu gıda kaynaklı enfeksiyonlara sebep olur. Özellikle de yumurta kullanılan gıdalar *Salmonella* açısından risk teşkil etmektedir (https://www.cdc.gov/salmonella/reportspubs/salmonella-atlas.html, Erişim tarihi: 07 Aralık 2021).

Salmonella'ların 2500'den fazla serotipi bulunmakta olup gıdalarda enterik enfeksiyöz hastalıklar içinde başta yer almaktadır. *Salmonella* serotiplerinden kaynaklı hastalıklar hafif semptomlardan şiddetli gastroenterite kadar değişik belirtiler göstermektedir. Bazı durumlarda ise hastalarda bakteriyemi ve septisemi şekillenebilmektedir. *Salmonella* Enterica'nın neden olduğu gıda kaynaklı hastalıklarda çok çeşitli gıdalar sorumlu tutulmuş olup özellikle çiğ veya az pişmiş yumurta, kümes hayvanları eti, kırmızı et ve ürünlerinin tüketilmesi sonucu gıda kaynaklı enfeksiyonlar Salmonellosis vakaları ve salgınlarıyla ilişkilendirilmiştir (https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).*Salmonella* enfeksiyonların da 12-72 saat arasında

hafif ile ağır seyirli gastroenterit, ateş ve karın krampları şeklinde semptomlar görülmektedir. Hastalık genel olarak 4-7 gün sürmekte ve çoğu vaka tedaviye ihtiyaç duyulmadan iyileşmektedir. Bazı vakalarda diyare oldukça şiddetli olup hastanın hastaneye kaldırılmasına neden olabilmektedir. Bu hastalarda *Salmonella* etkeni bağırsaklardan kan dolaşımına ve daha sonra diğer vücut bölgelerine yayılabilmekte ve hasta antibiyotikle tedavi edilmediği durumlarda ölümlere neden olabilmektedir (https://www.cdc.gov/salmonella/general/index.html, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).*Salmonella* türleri özellikle hasta, yaşlı, immun sistemi baskılanmış kişiler ve küçük çocuklarda ciddi ve bazen ölümcül enfeksiyonlara neden olabilmektedir (https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/what-you-need-know-about-egg-safety, Erişim Tarihi: 07 Aralık 2021).

İnsanlarda gıda kaynaklı bakteriyel hastalıkların önde gelen nedenini *Salmonella* oluşturmaktadır. Ulusal yıllık hastalık istatistikleri her yıl *Salmonella* türlerinin önemini vurgulamaktadır. ABD'de 1994 yılında, gıda kaynaklı Salmonellosis salgını nedeni olarak *Salmonella* Enteritidis ile kontamine dondurma gösterilmiştir. Daha önce çiğ yumurta taşıyan bir kamyonda pastörize dondurma karışımının taşınmasının kontaminasyona neden olduğu bildirilmiştir (47).

3.3.3. Koruma-Kontrol

Çiftlikten-çatala gıda güvenliği konsepti kapsamında mikrobiyal bulaşmanın meydana gelebileceği tüm aşamalar göz önünde bulundurularak yumurta hijyeni ve halk sağlığının korunması amacıyla özellikle *Salmonella* spp. kaynaklı gıda zehirlenmelerinin önlenmesi için resmi otoritelerce *Salmonella* kontrol programlarının çiftlik düzeyinde uygulanması zorunlu hale getirilmiştir (6). Ancak alınan bu tedbirlerin *Salmonella* kontaminasyonunu tamamen ortadan kaldırmadığı muhtemel vaka/salgın sayısının azaltılmasında etkili olduğu bildirilmektedir (6, 48).

Günümüzde yumurta kabuğunda bulunan mikrobiyal yükü azaltmak ve/veya tamamen yok etmek amacıyla çok farklı dekontaminasyon yöntemleri bulunmaktadır (47). Özellikle yumurta kaynaklı Salmonellosis vakalarının azaltılması ve/veya kontrol altına alınmasında fiziksel (ışınlama, mikrodalga, ultraviyole ışık teknolojisi, ultrason vb.), biyolojik (bitki ekstraktlarının kullanımı, probiyotikler vb.) ve

kimyasal (hidrojen peroksit, elektrolize su, ozon, organik asitler, dekontaminantlarla yumurta yıkama vb.) dekontaminasyon yöntemleri kullanılmaktadır (48, 49).

3.4. Dekontaminasyon Yöntemleri

3.4.1. Fiziksel yöntemler

3.4.1.1. Işınlama

Gıdaların iyonize edici ışınlar ile ışınlanması ürün kalitesini ve güvenliğini koruyan fiziksel bir gıda muhafaza yöntemidir. *Salmonella, Listeria* ve *Escherichia coli* gibi patojen mikroorganizmaları yok etmek için ısı uygulamadan kullanılan bir teknoloji olan gıdaların ışınlama ile korunması bir soğuk prosestir (50, 51). Her ülkenin bu teknolojide kendine ait yasal bir düzenlemesi mevcuttur. Amerikan Gıda ve İlaç Dariesi (FDA) tarafından, kabuklu yumurtada 3 kGy'e kadar yapılan ışınlamanın; *Salmonella* Enteritidis açısından güvenli bir ürün sağladığı belirtilmiştir (52).

Yun ve ark. (2012) %1'den fazla kitosan konsantrasyonları ile kombinasyon halinde 0,5 kGy'den fazla dozlar kullanıldığında, *S.* Typhimurium'un yumurta kabuğundan başarıyla çıkarıldığı bildirilmiştir (53).

3.4.1.2. Mikrodalga

Mikrodalga destekli termal yöntem, hızlı hacimsel ısıtma sağlayan termal işleme teknolojisi olarak bilinmektedir (54). Mikrodalgalar, 300 MHz (megahertz) ila 300 GHz (gigahertz) aralığında frekanslara sahip elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalgalar, yumurta kabuğu üzerinde bulunan bazı bakterilerin sayısını azaltmada kullanılmaktadır (48). Gıdaların yüksek su veya karbon içeriğinden dolayı mikrodalga emme kapasitesi oldukça iyidir, bu özelliğinden dolayı

mikroorganizmaları inaktive etmek için daha az zaman gerektirmesi önemli avantajları arasındadır (54).

Mikrodalga teknolojisi kullanılarak, 2,45 GHz dalga boyuna 12,2 cm uzaklıkta 20 saniye boyunca maruz bırakılan yumurta kabuklarında *Salmonella* Enteritidis sayısında yaklaşık 2 logaritmalık bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (55).

3.4.1.3. Ultraviyole ışık teknolojisi

Isıl bir işlem olmayan UV (ultraviyole) uygulaması işlenmiş gıdada hiçbir kalıntı bırakmamaktadır. En yüksek antimikrobiyal etkinlik 250-260 nm (UVC) dalga boyu bölgesinde meydana gelmektedir. Vejetatif bakterilerde 1 logaritma azaltmak için yaklaşık olarak 2-6 mW/cm^2 enerji yeterliyken, sporlu bakterilere sporsuz bakterilerden 10 kat daha fazla doz uygulanması gereklidir. Gıdada sıcaklık artışına yol açmaması, kalite kaybının minimum olması, kalıntı bırakmaması gibi durumlar en önemli avantajları olarak bilinir. Penetrasyon gücü İyonize radyasyona göre çok daha az olduğundan etkili olabilmesi için ışınların mikrorganizmalara direkt olarak gelmesi gerekmektedir (56).

Chavez ve ark. (2002) 254 nm UV radyasyonunun yumurta kabuklarında genel canlı sayısı üzerindeki etkilerinin tespiti için yumurtaları 0, 15, 30 ve 60 saniye boyunca UV işlemine (7,35 mW/cm^2) maruz bırakmıştır. Yumurta kabuklarının 30 ve 60 saniye UV'ye maruz kalması, UV'ye maruz kalmayanlara kıyasla genel canlı sayısını önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir (57).

Keklik ve ark. (2009) tarafından *Salmonella* Enteritidis ile inokule edilen yumurtaların 9,5 ve 14,5 cm uzaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 20 ve 30 saniye boyunca darbeli UV ışığına maruziyeti sonrası yumurtada herhangi bir görsel hasar meydana gelmediğini, 9,5 cm uzaklıkta 20 saniye UV maruziyeti sonrası maksimum *Salmonella* Enteritidis sayısında 5,3 log kob/cm^2 düzeyinde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir (58).

3.4.1.4. Ultrason

Isıl işlem genellikle bakterilerin inaktivasyonu için ana yöntem olarak kabul edilir, ancak genellikle istenmeyen tatların oluşumu ve besin kaybı gibi istenmeyen sonuçlara neden olur. Günümüzde, ısıl işlemin istenmeyen sonuçlarının üstesinden gelmek için mikroorganizmaların inaktivasyonunda ultrason gibi alternatif yöntemlerde kullanılmaktadır. Ultrasonun mikrobiyal inaktivasyon mekanizması basınçta meydana gelen değişikliklerin neden olduğu kavitasyon olayları ile açıklanmaktadır. Kavitasyon işlemi sırasında, basınç ve sıcaklıktaki lokal değişiklikler hücre duvarlarının parçalanmasına, hücre zarlarının bozulmasına ve serbest radikal üretimi yoluyla DNA hasarına neden olmasıyla sonuçlanır (59).

Cabeza M. ve ark. (2011)'de gerçekleştirdikleri çalışmada *Salmonella* Enteritidis ile kontamine edilen kabuklu yumurtalara 5 dakika boyunca 54 °C'de 24 kHz ve 400 Watt 60 μm (mikrometre) ultrason uygulamasının yaklaşık 4,8 logaritma azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir(60).

3.4.2. Biyolojik Yöntemler

3.4.2.1. Bitki ekstraktlarının kullanımı

Yumurta kaynaklı patojen mikroorganizmalar halk sağlığı açısından önemli bir problem olarak değerlendirilirken, yumurta kabuklarının temizliğinde çevre dostu ve güvenli alternatif maddeler kullanılabilmektedir (64). Ayah ve ark. (2018), yumurta kabuğundaki *Salmonella* Typhimurium sayısını azaltma yüzdelerinin araştırıldığı çalışmaların farklı daldırma sürelerinde Licorice (meyan kökü) bitkisinin 1. dakikada %93, Chicory (Hindiba)'nın %65, Rosemary (Biberiye)'nin %48 oranında *Salmonella* Typhimurium'u azalttığını saptamıştır (61).

Pohuang ve ark. (2009), *Salmonella* Enteritidis'e karşı Punica granatum L.'nin kabuğunun etanolik bir ekstresinin yumurta kabukları ve yumurta kabuğu zarları üzerindeki etkisini test etmişlerdir. %1,25 ve %2,5 (w/v) konsantrasyonda 10 dakika boyunca uygulanan bu alkollü bitki ekstresinin kullanılması hem yumurta kabuklarında hem de yumurta kabuğu zarlarında *Salmonella* Enteritidis'i tamamen ortadan kaldırmadığını belirlemişlerdir (62).

Üstündağ ve Özdoğan (2007) çörek otu esansiyel yağının yumurtacı tavuk karma yemlerine ilave edildiğinde, yumurta kabuğundaki *Escherichia coli*, Enterokok ve Proteus cinsi bakteri kontaminasyonunu azalttığını bildirmişlerdir (63).

3.4.2.2. Probiyotikler

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından probiyotikler, yeterli miktarda verildiğinde konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkileri olan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Kanatlı rasyonlarına probiyotik ilavesinin *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli, Clostridium perfringens, Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Eimeria* spp. ve *Actinomyces* gibi birçok patojen üzerinde antibakteriyel etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Kanatlı rasyonuna *Basillus subtilis* (%0,1) ilavesinin yumurta ağırlığında artış, yemden yararlanma, yumurta verimi, *Salmonella* ve *Escherichia coli* sayılarında azalmaya sebep olduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (64). Probiyotik bakterilerin bağırsak sistemdeki en önemli fonksiyonlarından biri konağın doğal florasının patojenler için bir bariyer oluşturmasına yardımcı olmaktır. Bu sebeple patojenleri ve bozulma etmeni mikroorganizmaları inhibe etme potansiyelinden dolayı probiyotikler son yıllarda sıklıkla bu alanda kullanılmaktadır. Birçok probiyotik, antimikrobiyal etkisini organik asit, hidrojen peroksit (H_2O_2), biyosürfaktan maddeler, diasetil, bakteriyosin veya bakteriyosin benzeri molekülleri içeren bir ya da birkaç antimikrobiyal maddeyi üreterek veya patojen bakterilerin bağırsak epitel hücrelerine tutunmasını engelleyerek göstermektedir (65, 66).

3.4.3. Kimyasal yöntemler

3.4.3.1. Hidrojen peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2) vejetatif organizmalara karşı düşük konsantrasyonlarda etkili olan güçlü bir biyosittir. H_2O_2'nin sporosidal etkinliği için ise daha yüksek konsantrasyonlar gereklidir. H_2O_2 toksik olmayıp hızla su ve oksijene dönüştüğünden çevre dostu olarak kabul edilmektedir. H_2O_2 biyolojik sistemlerde bakterisidal etkilerden sorumludur. Toksisitesi, biyomoleküllerin

oksidasyonunu başlatabilen radikal hidroksil (-OH) gibi daha reaktif ve sitotoksik oksijen türleri üretme kapasitesinden kaynaklanmaktadır. H_2O_2'nin bu toksik bileşiklere dönüştürülmesi, indirgeyici ajanlar ve peroksidazlar ile güçlendirilebilir (48).

Salmonella Typhimurium ile kontamine kabuklu yumurtaların sürfaktan ihtiva eden çözeltiye daldırma yoluyla H_2O_2 (%1,4) ile muamele edildiği bir araştırmada kuluçka yumurtalarındaki S*almonella* varlığını önemli düzeyde azalttığı bildirilmiştir (67).

Maktabi ve ark. (2008) *Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Salmonella* Typhimurium ve *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilen yumurtalara H_2O_2 (%0,5) uygulamasının sırasıyla 1,3, 1,4,2,1 ve ~3 log kob/ml düşürdüğünü bildirmişlerdir (68).

3.4.3.2. Elektrolize su

Elektroliz; sıvı içinde çözünmüş kimyasal bileşiklerin elektrik akımı yardımıyla ayrıştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Elektroliz, elektrolit içinde elektrik akımının iletilmesiyle gerçekleşir. Elektrolit olarak suyun kullanılması durumunda meydana gelen ayrıştırma işlemine "suyun elektrolizi" denir. Böylece oluşan suya da "elektrolize su" denir (69). Elektrolize su, anot ve katodun bir membran yardımıyla ayrıldığı düzenekte, seyreltik sodyum klorür (NaCl) çözeltisinin elektrolizi ile elde edilir (70, 71).

Elektrolize su teknolojisi soda endüstrisinde 1900'lü yılarda ilk kez kullanılmıştır. Sonrasında çeşitli alanlarda uygulanmış ve hijyen kontrolü için umut verici bir termal olmayan uygulama olarak kabul edilmiştir (48). Güçlü asidik elektrolize su; yüksek konsantrasyonlu çözünmemiş oksijen, güçlü asidite, yüksek pozitif yükseltgenme indirgenme ve güçlü antibakteriyel aktivite gibi birtakım kendine has özelliklere sahiptir. Bu sudaki antibakteriyel etkinin, asidik elektrolize suda bulunan hipoklorik asit (HOCl) ve kalıntı klor içeriği sebebiyle olduğu düşünülmektedir (69). Elektrolize su *Escherichia coli* O157:H7 (72, 73), *Staphylococcus aureus*(74), *Salmonella* Typhimurium (75), *Salmonella* Enteritidis ve

Listeria monocytogenes(76) ve *Campylobacter jejuni*(77) gibi çeşitli mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal aktivite göstermektedir (48).

Russell (2003) elektrostatik spreyleme kullanılarak uygulanan elektrolize suyun patojen bakteriler üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği 4 tekrarlı çalışmada 15 yumurtanın sırasıyla 1. tekrarda 3 (%20), 2. tekrarda 7 (%46,7), 3. tekrarda 1 (%6,7) ve 4. tekrarda 8 (%53,3) yumurtada *Salmonell*a Typhimurium'u tamamen ortadan kaldırdığı bildirilmiştir(78).

Bialka ve ark. (2004), *S.* Enteritidis ile kontamine edilen kabuklu yumurtaların dekontaminasyonu için elektrolize su ve ticari bir deterjan-dezenfektan karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmada, yumurtalar alkali elektrolize su ve ardından çeşitli sıcaklıklarda asidik elektrolize su ile muamele edildi. Muamele edilen yumurtalarda ≥ 0.6 ve ≥ 2.6 $\log_{10}$ kob/g kabuk *S.* Enteritidis sayısında azalma görüldüğü, ticari deterjan-dezenfektan uygulamaları sonrası 1,7 $\log_{10}$ azalma gözlemlenirken, elektrolize su uygulaması sonrası ≥ 2,1 $\log_{10}$ azalma elde edildiği bildirilmiştir (79).

3.4.3.3. Ozon

ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), gıda işleme ve ürün stoğuna uygulanacak bir dezenfektan olarak gaz veya sıvı formda ozon (O_3) kullanımını 2001 yılında onaylamıştır. Ozon, nispeten düşük konsantrasyonlarda tüm mikroorganizma formlarına karşı bilinen en güçlü dezenfektanlardan biri olarak kabul edilir. Düşük stabilitesi nedeniyle depolanamaz ve çoğunlukla talep üzerine üretimi gerçekleştirilir (48). Mikroorganizmalar hücre bileşenlerinden nükleik asitler ve enzim, hücre duvarında bulunan doymamış yağlar ve hücre membranı ile ozon arasında oluşan komplex reaksiyonlar nihayetinde inaktive olmaktadır. Ozon membran glikolipitlerini ve/veya glikoproteinleri, hücre içinde bulunan tekli oksijen ile çift bağların oksidasyonu ve membrana bağlı enzimleri etkilemekte ve böylece DNA'ya ve proteinlere zarar vermektedir. Ozon, kabuklu yumurtalarda *Salmonella*'yı etkin bir şekilde inaktive eden güçlü bir mikrobiyal ajandır, sıvı fazdaki etkinliği kanıtlanmıştır. (80).

Rodriguez-Romo ve ark. (2007) *Salmonella* Enteritidis, yüksek ozon konsantrasyonları (O_2 karışımında %12 ila %14 wt/wt O_3) ile kabuklu yumurtaların yüzeylerinde ≥ 5 log etkin bir şekilde inaktive edildiği bildirilmiştir(81).

Rodriguez-Romo ve Yousef (2005), basınçlı ozon uygulanmış kabuklu yumurtalarda *Salmonella* Enteritidis sayısını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir ($P < 0.05$). Uygulama yapılmayan kontrol grubuna kıyasla 10 dakikalık uygulama 4,5 ve 5,9 log veya daha fazlasını, 20 dakikalık uygulama ise 3,7 ve 5,7 log veya daha fazlasını inaktive ettiğini bildirmişlerdir (82).

3.4.3.4. Organik asitler

Organik asitler, organizmada gerçekleşen metabolik olaylar sonucu doğal olarak oluşan karboksilik asitlerdir (64). Organik asitler, mikrobiyal gelişimi gıdalardaki hidrojen iyon konsantrasyonunu değiştirerek kontrol etmekte ve bu nedenle de koruyucu ajanlar şeklinde gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik asitlerin antimikrobiyal etkileri kullanım koşulları, asidin türü ve konsantrasyonu, pH, hedef mikroorganizmanın yapısı ve sıcaklık gibi değişkenlere bağlı olarak farklılaşabilmektedir (83). Organik asitler hücre membranından rahatlıkla geçebilirler. Sitoplazma ortamına göre daha düşük pH değerine sahip olan hücre dışı ortamı, iyonlarına ayırarak sitoplazmik pH değerini düşürürler. Düşen pH ile birlikte enzim ve proteinler denatüre olmakta ve hücre geçirgenliği artmaktadır. Hücrenin proton itici gücü böylelikle bozularak membranda bulunan besin elementlerinin aktif transportu önlenmesi ve bunun sonucunda antimikrobiyal etkinin ortaya çıkması sağlanır (83, 84).

Yem ve içme sularına organik asitlerin ilavesi tavuk karkaslarında ve yumurtalarında *Salmonella* sayısında azalmaya neden olabilmektedir (85). Gıda kaynaklı patojenlerin ortadan kaldırılması ve kontrolü için organik asitlerle yapılan işlem birçok gıdada yaygın olarak uygulanır. Organik asitler ABD'de GRAS listesinde olup gıda maddelerinde patojenlerin inhibisyonunda kullanılırlar (86). Asetik, laktik, sitrik, formik, propiyonik, bütirik, malik, tartarik, sorbik ve fumarik asit gıda maddelerinde kullanılan organik asitlerdir (64). Tüketiciler, taze ve tadı daha doğal olan gıda ürünlerini talep etmektedir (87). Özellikle sirke ve limon suyu

gibi hem doğal hem de kolay bulunabilen ürünler içeriklerindeki organik asitlerden dolayı birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir (10-14). Gıdalarda aroma verici ve asitlendirici olarak sıklıkla kullanılan limon suyu, içeriğindeki sitrik asitten dolayı bazı patojenlere karşı antimikrobiyal etkinliğe sahiptir (88). Ancak limon suyundaki antibakteriyel etkinlik major olarak sitrik asit içeriği ile ilişkili iken, minor olarak ise malik asit içerdiğinden kaynaklanır. Limon suyunda antimikrobiyal etkinin ortaya çıkmasında flavonoidler, karotenoidler, limonoid, tanen ve terpenoidler limon suyunun asidik yapısının oluşumunda diğer bileşendir (14, 90).Asetik asit *Clostridium* spp., *Bacillus* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* türleri ve *Campylobacter jejuni* gibi birçok bakteriyi inhibe ettiği bildirilmektedir (12).

Chang ve Fang (2007), 10^7 kob/g *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella* Enterica ile kontamine edilen marul örneğinin 5 dk süreyle %5 asetik asit (pH: 3) içeren ticari pirinç sirkesi ile muamelesi sonucunda (25°C'de) *Escherichia coli* O157:H7 popülasyonun da 3 logaritmalıkbir azalma belirlendiğini bildirmiştir (89).

Yapılan bir çalışmada salatada kullanılan havuç, hıyar ve marul örneklerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* ile kontamine edildikten sonra örneklerin 0, 5, 15 ve 30 dakika %3 sirke çözeltisinde bekletilmesinin her iki mikroorganizma sayısında en az 1 logaritmalık düşmeye neden olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada sirkenin konsantrasyon ve muamele süresinin dekontaminasyon da önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (11).

Şengün ve ark. (2005)'ları roka, taze soğan ve havuç örneklerindeki *Salmonella* bakterisine karşı limon suyu, sirke ve limon suyu-sirke karışımlarının (1:1) antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir (14). Şengün ve Karapınar (2005), yapmış oldukları çalışmada *Salmonella* Typhimurium ile kontamine edilen örneklerin 60 dakika limon suyu ile muamelesi sonunda bu patojenin tespit edilebilir seviyenin altına düştüğünü bildirmişlerdir (91).

3.4.4. Dekontaminantlarla yumurtaların yıkanması

Türkiye de Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliğinin madde 5.2. (b) bendinde "A sınıfı yumurta yıkanarak veya başka bir yöntemle temizlenemez ve yağlama işlemine tabi tutulamaz" ibaresinden dolayı böyle yumurtaların yıkanması yasaktır. Benzer şekilde Avrupa Birliği'nde A sınıfı yumurtalar için yıkamaya izin verilmemektedir. Ancak; ABD, Kanada, Avustralya ve Japonya gibi ülkelerde yumurtaların yıkanmasında herhangi bir yasal engel bulunmamaktadır (48).

Yumurta yıkama prosedüründe su ve kimyasallar (dezenfektanlar) içeren solüsyonlar kullanır. Yumurta kabuğunu dekontamine etmek için kullanılan farklı kimyasallar, fiziksel bariyer bileşenleri ile etkileşime girebilmektedir. Yıkama suyunda kullanılan kimyasalların türlerine bağlı olarak yumurta kabuğu yüzeylerinde farklı mikro yapısal değişiklikler meydana gelebilmekte ve oluşan bu değişikliklerin düzeyine bağlı olarak bakteriyel penetrasyon o kadar fazla olabilmektedir (92).

Yumurta yıkama işlemi sürekli bir işlem olup 4 aşamada gerçekleştirilir (48).

1. Islatma aşamasında, yumurta kabuğundaki dışkı, toz, kir gibi maddelerin uzaklaştırılması için ılık su püskürtülmektedir.
2. Yıkama aşamasında, uygun kabuk temizliği için en az 32 °C su kullanılmalıdır. Tüm işlem boyunca suyun sıcaklığı korunmalıdır. Yıkama suyu 4 saatte bir veya sık aralıklarla değiştirilmeli, her vardiya sonunda ise zorunlu olarak değiştirilmelidir.
3. Durulama aşamasında, kabuklu yumurtalara yaklaşık 60 °C'de klor veya kuaterner amonyum bileşikleri içeren temiz su püskürtülür.
4. Kurutma aşamasında sıcak filtrelenmiş hava kullanılarak yumurta yüzeyinden suyun mekanik olarak uzaklaştırılması gerçekleştirilir.

Yumurta yıkamadaki etki kullanılan suyun sıcaklığı ve pH'sı, ekipman, işlem sırasında kullanılan dezenfektan, deterjan ve yüzey aktif ajanların özellikleri gibi farklı faktörlere bağlıdır (93).

Yumurta yıkama prosedürünün avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Kabuk yüzeyindeki mikrobiyal yükün ve gıda kaynaklı patojenlerin (özellikle Salmonella spp.) azaltılması;
- Yıkama adımından sonra antibakteriyel etkilerini göstermeye devam eden farklı kimyasallar mevcut olabileceğinden, yıkamadan sonra meydana gelen ilave azalma
- Diğer gıdaların çapraz bulaşma riskinin azalması;
- Kabuğun kendisinin zarar görmemesi koşuluyla, yumurta içeriğinin kontaminasyon riskinin azalması.

Yumurta yıkamanın avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunabilmektedir. En önemli dezavantajlarından biri yumurta kabuğunun fiziksel yapısında özellikle de kütikül tabakasına neden olabileceği potansiyel hasardır. Kütikül tabakası bakteriyel kontaminasyona karşı yumurtanın ilk savunma bariyeri olduğu bilinmektedir (48).

Bu tez çalışması kapsamında farklı gıda maddelerinde patojen veya bozulma yapıcı mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etki gösteren sirke, limon suyu ve bunların karışımlarının yumurta kabuğu yüzeyindeki *Salmonella*'nın 28 günlük muhafaza boyunca yaşamı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece bu tez çalışması ile sirke, limon suyu ve bunların karışımının yumurta kabuklarında *Salmonella* üzerine muhtemel antimikrobiyal etkileri ortaya konarak bu tip doğal ürünlerin yumurta yüzeyinin dekontaminasyonun da kullanılabilirliği araştırılmıştır.

4. GEREÇ ve YÖNTEM

4.1. Gereç

4.1.1. Kullanılan yumurtalar

Bu çalışmada Lohmann Sandy ırkı tavuklardan elde edilen ortalama 53-62 g ağırlığındaki yumurtalar materyal olarak kullanıldı. Yumurtaların tamamı Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yumurta Tavukçuluğu Araştırma Uygulama Ünitesinden temin edildi. Yumurtlandığı gün toplanan yumurtalar aynı gün deneysel çalışmalar için kullanıldı. Kirli (dışkı, kan vb.), çatlak ve şekil bozukluğu (kalın kabuklu, aşırı derecede kalsifiye veya buruşuk kabuklu yumurta) olan yumurtalar çalışmaya dahil edilmedi. Her bir tekrarda 75 adet olmak üzere üç tekrarda toplam 225 adet yumurta kullanıldı.

4.1.2. Deneyde kullanılan patojen suşlar

Bu çalışmada kullanılan *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) ve *Salmonella* Enteritidis (RSKK 91) suşları Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü kültür koleksiyonundan temin edildi.

4.1.3. Kullanılan dekontaminasyon maddeleri

Bu çalışmada ulusal düzeyde tüketici seviyesinde satışına izin verilen ve tüketicilerin kolaylıkla marketlerden temin edebileceği %100 limon suyu (Doğanay, Adana, Türkiye) ve beyaz sirke (%4-5 asitlik derecesi) (Fersan, İzmir, Türkiye) kullanıldı.

4.2. Yöntem

Yumurtaların hazırlanması

Deneysel aşamada kullanılacak her bir yumurta örneği aseptik koşullarda %70'lik alkol içinde 1 dakika bekletildi ve böylece yumurta kabuğunun yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların elimine edilmesi sağlandı. Alkol uygulamasını takiben

yumurtalar yaklaşık 60 dakika oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı. Bu işlem sonrası yumurtaların *Salmonella* kontaminasyonu gerçekleştirildi (94).

4.2.1 Kontaminasyon solüsyonunun hazırlanması

Stoktan (-20 C'de bekletilen) bir öze dolusu alınan her bir *Salmonella* suşu 10 ml'lik Tryptic Soy Broth (TSB) (LABM, Lancashire, UK)'da 35 °C'de 24 saat inkübe edildi. Bu işlem 3 kez tekrarlanarak kültürlerin aktif duruma getirilmesi sağlandı. Sonra santrifüjle (Nüve NF 800 R, Ankara, Türkiye) 4200 rpm'de 5 °C de 15 dakika süre ile santrifüj edildi. Santrifüj sonunda üstte kalan süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan pelete 9 ml %0,1'lik peptonlu su (LABM, Lancashire, UK) ilave edilerek pelet süspanse edildi. %0,1'lik peptonlu su ile yıkama işlemi, patojenlerin sıvı besiyerinde üretilmeleri sırasında oluşan zararlı metabolitlerin ve organik maddelerin ortamdan uzaklaştırılması amacıyla yapıldı. Daha sonra tüm peletler eşit miktarda karıştırılarak %0,1 peptonlu suda süspansiyon haline getirilerek 10^8 kob/ml bakteri yoğunluğu sağlanacak şekilde 300 mL steril %0,1' lik peptonlu su ile tamamlandı. Hazırlanan kontaminasyon solüsyonu 30 dakika içinde kullanıldı. Her bir tekrarda her grup için 3 litre olacak şekilde toplam 15 litre kontaminasyon solüsyonu hazırlandı.

4.2.2. Yumurtaların kontaminasyonu

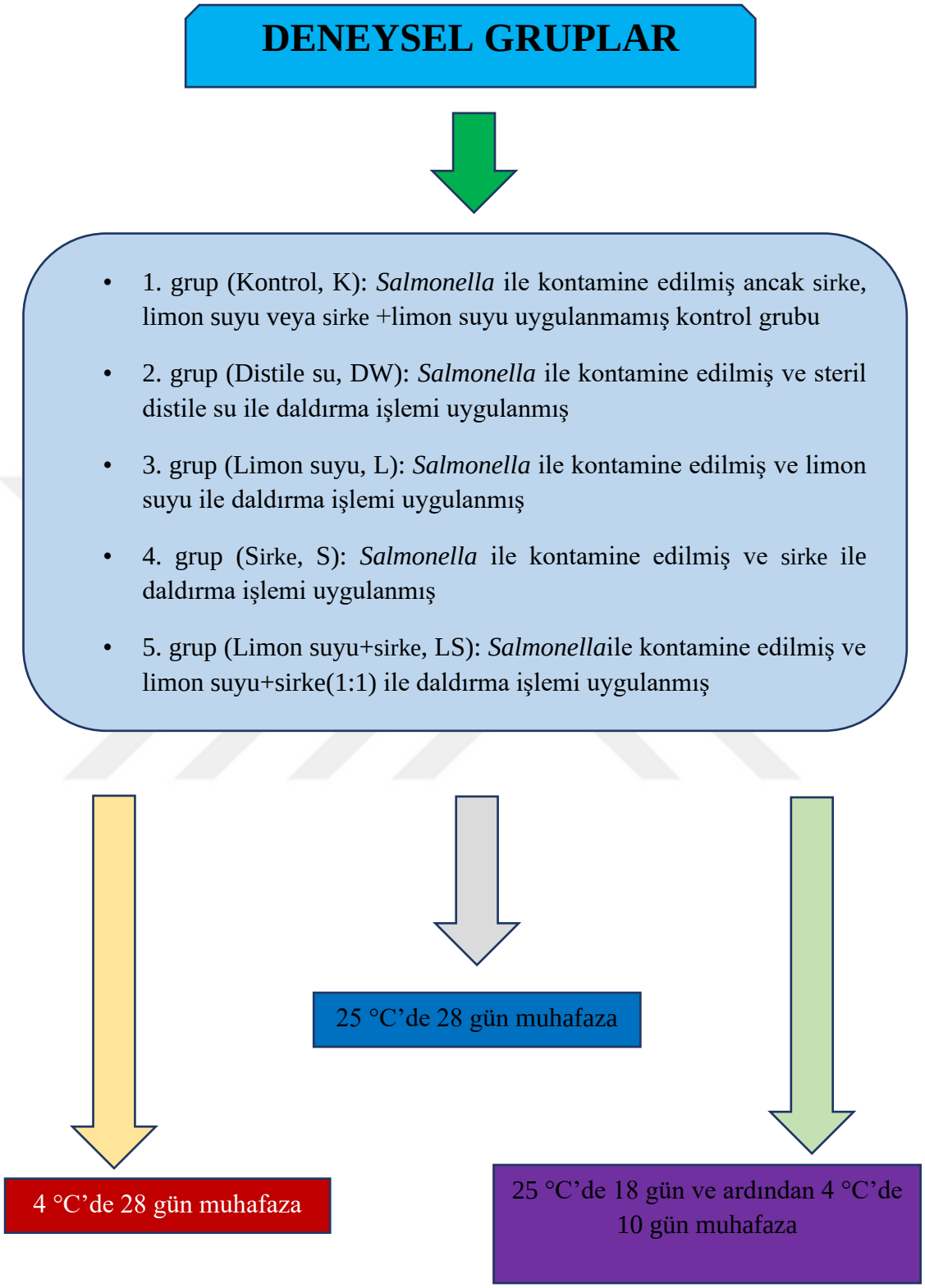
Yukarıda belirtildiği şekilde %70'lik alkolde bekletilip kurutma işlemi uygulanan yumurtalar 10^8 kob/ml düzeyinde *Salmonella* suşlarını içeren kontaminasyon solüsyonu içinde tüm yüzeyi temas edecek şekilde 3 dakika bekletildi. Daha sonra bu *Salmonella* suşlarının yumurta yüzeyine yapışması için yumurtalar oda sıcaklığında 60 dakika bekletildi (94).

4.2.3.Dekontaminanatların pH'sının belirlenmesi

Steril distile su, limon suyu, sirke ve sirke+limon suyunda (1:1) pH ölçümleri pH metre (EcoMet P25, Kore) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi.

4.2.4. Yumurtaların dekontaminasyonu ve deneysel grupların oluşturulması

Ön çalışma sonuçlarımıza göre tryptic soy broth (TSB) (LABM, Lancashire, UK) içinde 10^8 düzeyinde bulunan *Salmonella*'ların sirke, limon suyu ve limon suyu+sirke ile 3 dakika maruz bırakılması sonucunda bu patojenin tamamının elimine olduğu belirlendi. Bu kapsamda çalışmamızda yumurtalar 3 dakika dekontaminasyon sıvıları içinde kalacak şekilde daldırılarak dekontaminasyon işlemi gerçekleştirildi. Her grupta 15 yumurta olmak üzere toplamda her bir çalışma tekrarında 75 yumurta kullanıldı. Deneysel gruplar aşağıda ve şekil 1'de gösterildiği gibi oluşturuldu. Süre sonunda aseptik koşullarda yumurtalar su ve dekontaminant sıvılarından çıkarılıp laminar akışlı bir kabinde oda ısısında 60 dakika bekletildi (94). Bunu takiben steril spatüller kullanılarak yumurtalar plastik viyollere birbirlerine temas etmeyecek şekilde yerleştirildi ve üç ayrı muhafaza sıcaklığında (4 °C, 25 °C, 25 °C'de 18 gün bekletme sonrası +4 °C'de 10 gün bekletme) 28 gün boyunca *Salmonella* sayısında meydana gelen değişiklikler incelendi.



Şekil 1. Deneysel gruplar



Yumurtaların hazırlanması

Deneysel aşamada kullanılacak her bir yumurta örneği %70'lik alkol içinde 1 dakika bekletme.

Alkol uygulamasını takiben yumurtalar yaklaşık 60 dakika oda sıcaklığında kurumaya bırakma.

Kurutma işlemi uygulanan yumurtalar 10^8 kob/ml düzeyinde *Salmonella* suşlarını içeren kontaminasyon solüsyonu içinde tüm yüzeyi temas edecek şekilde 3 dakika bekletme.

Salmonella suşlarının yumurta yüzeyine yapışması için yumurtalar oda sıcaklığında 60 dakika bekletme.

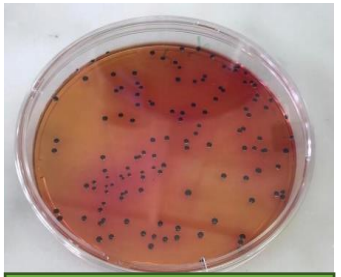
Yumurtalar 3 dakika dekontaminasyon sıvıları içinde kalacak şekilde daldırılarak dekontaminasyon işlemi.

Aseptik koşullarda yumurtalar su ve dekontaminant sıvılarından çıkarılıp laminar akışlı bir kabinde oda ısısında 60 dakika bekletme.

Üç farklı sıcaklıkta (4 °C, 25 °C, 25 °C'de 18 gün bekletme sonrası +4 °C'de 10 gün bekletme) 28 gün boyunca muhafaza.

Muhafazanın 0., 6., 18., 21. ve 28. günlerinde *Salmonella*analizleri.





XLT_4 besiyerinde üreyen tipik *Salmonella*'ların sayımı

yonu, deneysel grupların oluşturulması ve mikrobiyolojik analiz aşamaları

4.2.5. Mikrobiyolojik analizlerin yapılması

Muhafazanın 0., 6., 18., 21. ve 28. günlerinde *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla her örneklem gününde aseptik koşullarda yumurtalar steril numune alma poşetlerine konuldu ve üzerine 50 ml steril tamponlanmış petonlu su (BPW) (LABM, Lancashire, UK) ilave edildi. Yumurtalar 10 dakika boyunca elle ovalandıktan sonra 1/10'luk düzende seri dilüsyonlar yapıldı. Her dilüsyondan 0,1 ml alınarak çift seri halinde Xylose lysine tergitol 4 (*XLT4*) (Merck, Germany) agar plaklarına yüzey yayma yöntemi ile ekim yapıldı ve 37 °C'de 18-24 saat inkübe edildi. Üreyen tipik *Salmonella* kolonileri sayılarak not edildi. Ayrıca, *Salmonella* sayısının tespit edilebilir limitlerin altına düşmesi durumuna karşı örneklerde var/yok testi uygulandı. Her bir örneklem gününde *Salmonella* sayımı için ekim gerçekleştirildikten sonra numune alma poşetlerinde geriye kalan homojenizatlar (BPW+yumurta) 37 °C'de 18-24 saat bekletildi (ön zenginleştirme). Bunu takiben ön zenginleştirilmiş sıvıdan 0,1 ml alınarak içerisinde 10 ml *Rappaport Vassiliadis Soy broth*(LABM, Lancashire, UK) bulunan polipropilen konik tüplere aktarıldı ve tüpler 41,5 °C'de 18-24 saat inkübe edildi (selektif zenginleştirme). Daha sonra zenginleştirilmiş sıvıdan bir öze dolusu alınarak *XLT4* agar besiyerine geçildi ve 37 °C'de 18-24 bekletilerek tipik *Salmonella* kolonilerin varlığı yönünden incelendi.

4.2.6. İstatistiksel Analiz

Salmonella sayıları $\log_{10}$ kob/ml'ye dönüştürülerek 3x5x3 (test grubu x örneklem zamanı x muhafaza sıcaklığı) faktöryel deneme desenine uygun olarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutuldu ve gruplar arası, günler arası ve sıcaklıklar arası farklılıklar karşılaştırıldı. Ortalamalar General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre Fisher'in en küçük kareler farkı (Fisher's LSD) kullanılarak ayrıldı ve istatistiksel önem seviyesi $p \leq 0,05$ olarak kabul edildi. İstatiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde Statistical Analysis System (SAS) paket programı kullanıldı (95).

5. BULGULAR

Bu çalışmada farklı muhafaza sıcaklıkları ve dekontaminantların yumurtanın 28 günlük muhafaza sırasında *Salmonella* varlığı üzerine etkileri incelendi. Muhafazanın 0. gününde K ve DW gruplarında *Salmonella* sayısı sırasıyla 3,24±0,96 log kob/ml ve 3,62±0,36 log kob/ml olarak tespit edilirken L, S ve LS gruplarında ise sırasıyla 1,66±0,53 log kob/ml, 1,92±0,80 log kob/ml ve 1,80±0,75 log kob/ml düzeyinde olduğu saptandı. Bu da özellikle L, S ve LS'nin uygulandığı anda (0. gün) K ve DW grubuna göre *Salmonella* üzerine inhibisyon etkisinin fazla olduğunu göstermektedir. Farklı muhafaza sıcaklıklarına göre *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler Tablo 2'de verilmiştir.

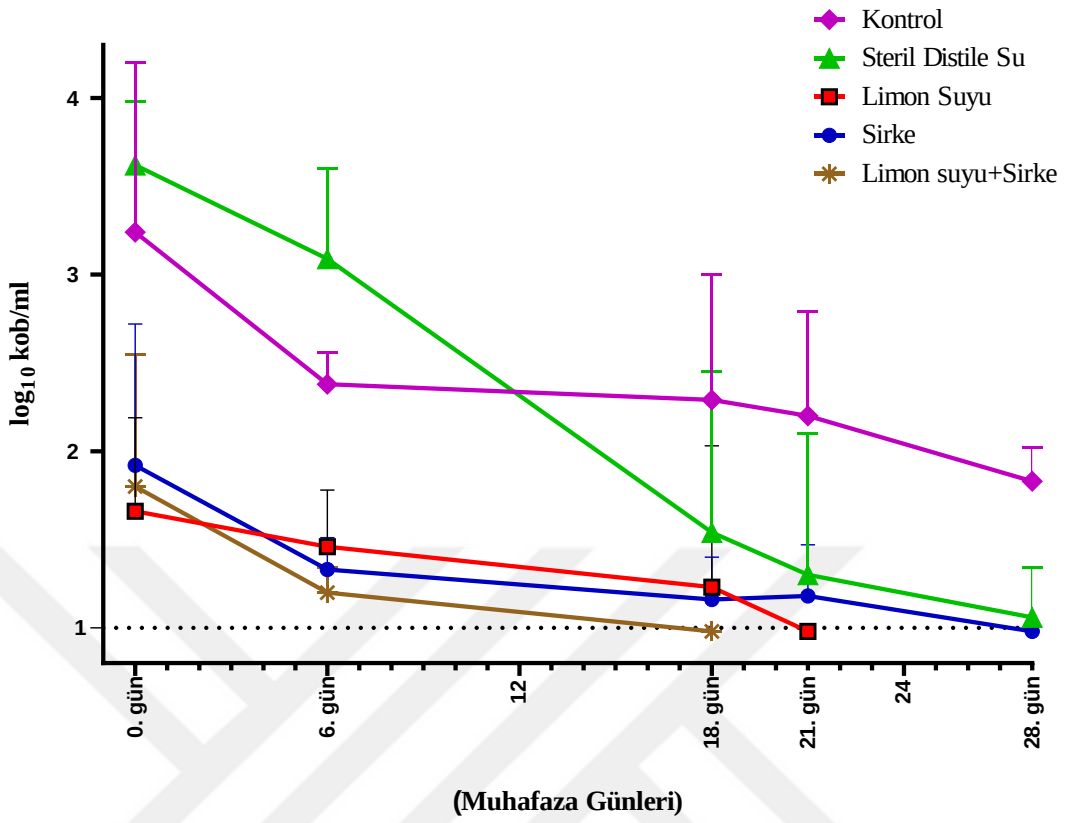
5.1. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +4 °C'de muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi

Yumurta örneklerinin 4 °C muhafazasının K grubu dahil tüm gruplarda *Salmonella* sayısında azalmalara neden olduğu tespit edildi. K ve DW gruplarında *Salmonella* sayısında muhafazanın 0. gününden 28. gününe kadar sırasıyla toplam 1,41 log kob/ml ve 2,56 log kob/ml azalma görüldü ve diğer grupların aksine muhafaza süresince tespit edilebilir limitler içinde kaldığı izlendi (Şekil 3). *Salmonella* sayıları arasındaki farklılığın DW grubu (3,09±0,51 log kob/ml) ile S (1,33±0,18 log kob/ml) ve LS (1,20+0,14 log kob/ml) grupları arasında muhafazanın 6. gününde istatiksel açıdan önemli olduğu bulundu ($P<0,05$). Her ne kadar istatiksel açıdan gruplar arasında farklılık muhafazanın 6. gününde tespit edilmiş olsa da muhafazanın diğer günlerinde S, L ve LS gruplarının K ve DW gruplarına göre *Salmonella*'nın inhibisyonu üzerine daha etkili olduğu görüldü. Her 3 tekrarda muhafazanın 18. gününde LS grubunda, 21. gününde L grubunda ve 28. gününde S grubunda *Salmonella*'nın tespit edilebilir limitlerin altında (<1 log kob/ml) ve yapılan zenginleştirme işlemi sonrası pozitif olduğu bulundu (Şekil 3).

Tablo 2: Farklı sıcaklıklarda 28 günlük muhafaza süresince yumurta kabuğunda *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (N: 225)

Muhafaza Sıcaklığı	Muhafaza Süresi(gün)	Gruplar				
		K	**DW**	**L**	**S**	**LS**
4 °C	**0**	3,24±0,96^{xA}	3,62±0,36^{xA}	1,66±0,53^{yA}	1,92±0,80^{xyA}	1,80±0,75^{yA}
	6	2,38±0,18^{xyA}	3,09±0,51^{xAB}	1,46±0,32^{xyA}	1,33±0,18^{yA}	1,20±0,14^{yA}
	18	2,29±0,71^{xA}	1,54±0,91^{xyA}	1,23±0,80^{yA}	1,16±0,24^{yA}	<
	21	2,20±0,59^{xA}	1,30±0,80^{xB}	<	1,18±0,29^{xA}	<
	28	1,83±0,19^{xA}	1,06±0,28^{xB}	<	<	<
25 °C	**0**	3,24±0,96^{xA}	3,62±0,36^{xA}	1,66±0,53^{yA}	1,92±0,80^{xyA}	1,80±0,75^{yA}
	6	1,71±0,41^{xAB}	1,62±0,52^{xB}	1,71±0,77^{xA}	1,23±0,18^{xA}	1,70±0,50^{xA}
	18	1,23±0,43^{xB}	1,40±0,50^{xB}	<	1,08±0,04^{xA}	<
	21	1,26±0,12^{xB}	1,44±0,44^{xB}	<	<	<
	28	1,18±0,20 ^{xB}	1,28±0,17^{xB}	<	<	<
25+4 °C	**0**	3,24±0,96^{xA}	3,62±0,36^{xA}	1,66±0,53^{yA}	1,92±0,80^{xyA}	1,80±0,75^{yA}
	6	1,75±0,36^{xAB}	2,30±0,34^{xAB}	1,56±0,21^{x}	1,46±0,16^{xA}	1,90±0,12^{xA}
	18	1,63±0,20^{xAB}	1,78±0,40^{xAB}	<	1,28±0,08^{x}	<
	21	1,20±0,16^{xB}	2,05±0,35^{xAB}	<	<	<
	28	1,21±0,38^{xB}	1,74±0,69^{xB}	<	<	<

* Aynı satırda farklı harfler (x, y) ile gösterilen sonuçlar istatiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$)
*Aynı sütunda farklı harfler (A,B) ile gösterilen sonuçlar istatiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$)
*<:*Salmonella* tespit edilebilir limitlerin altında (<1 $\log_{10}$ kob/ml) olduğunu ifade eder
* K: kontrol, DW: steril distile su, L: limon suyu, S: beyaz sirke, LS: sirke+ limon suyu

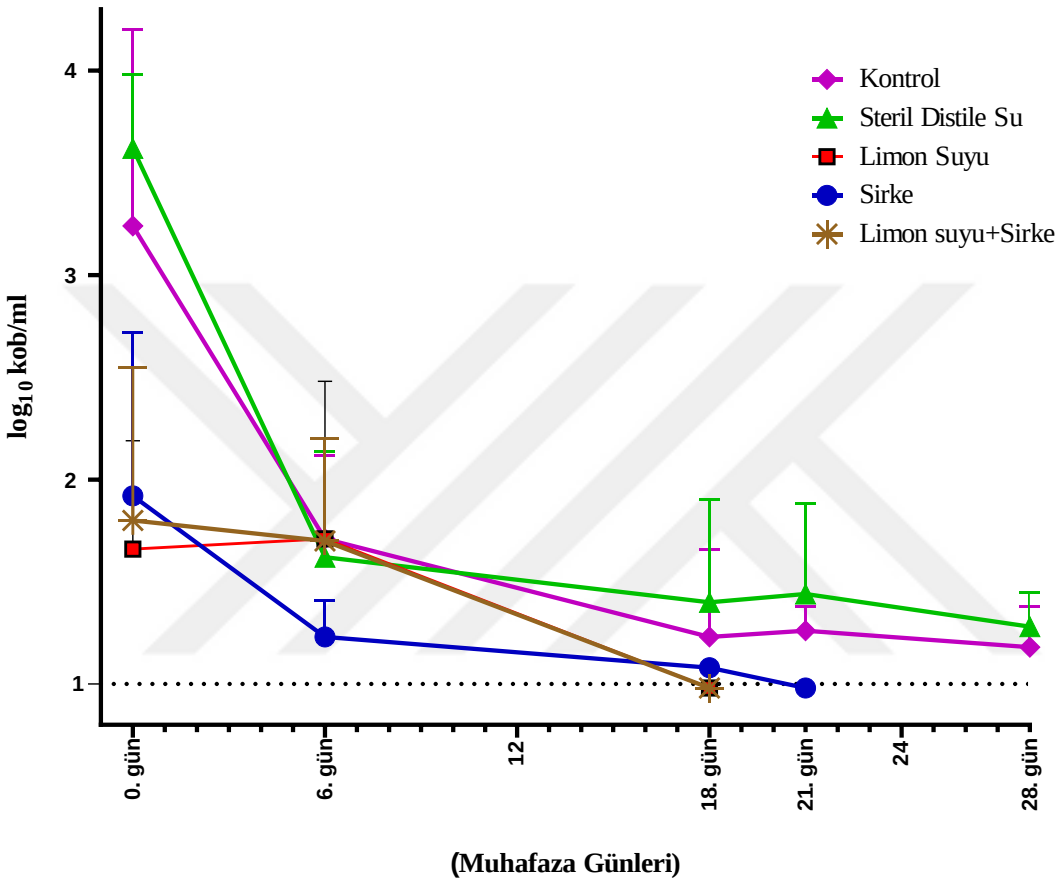


Şekil 3. Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası 28 gün +4 °C'de muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (log_{10} kob/ml)

5.2. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +25 °C'de muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi

Yumurtaların 25 °C'deki muhafazası sırasında tüm gruplarda *Salmonella* sayısında kademeli bir düşüşün meydana geldiği belirlendi. 0. günün dışında gruplar arasında *Salmonella* sayılarındaki değişimin istatiksel açıdan önemli olmadığı tespit edildi (P>0,05). Her ne kadar gruplar arasında istatiksel açıdan *Salmonella* sayısında bir farklılık tespit edilmemiş olsa da özellikle 18. gün ve sonrasındaki muhafaza günlerinde L, S ve LS gruplarında *Salmonella* inhibisyonunun diğer gruplara göre daha fazla olduğu görüldü. K ve DW gruplarında muhafazanın sonunda (28 gün) *Salmonella* sayısında sırasıyla toplam 2,06 log kob/ml ve 2,34 log kob/ml düzeyinde azalma saptandı. L, LS ve S gruplarında muhafazanın 6. gününde sırasıyla 1,71±0,77

log kob/ml, 1,70±0,50 log kob/ml ve 1,23±0,18 log kob/ml olan *Salmonella* sayısının L ve LS gruplarında muhafazanın 18. gününde, S grubunda ise 21. gününde tespit edilebilir limitlerin altında (<1 $\log_{10}$ kob/ml) ve yapılan zenginleştirme işlemi sonrası pozitif olduğu bulundu (Şekil 4).

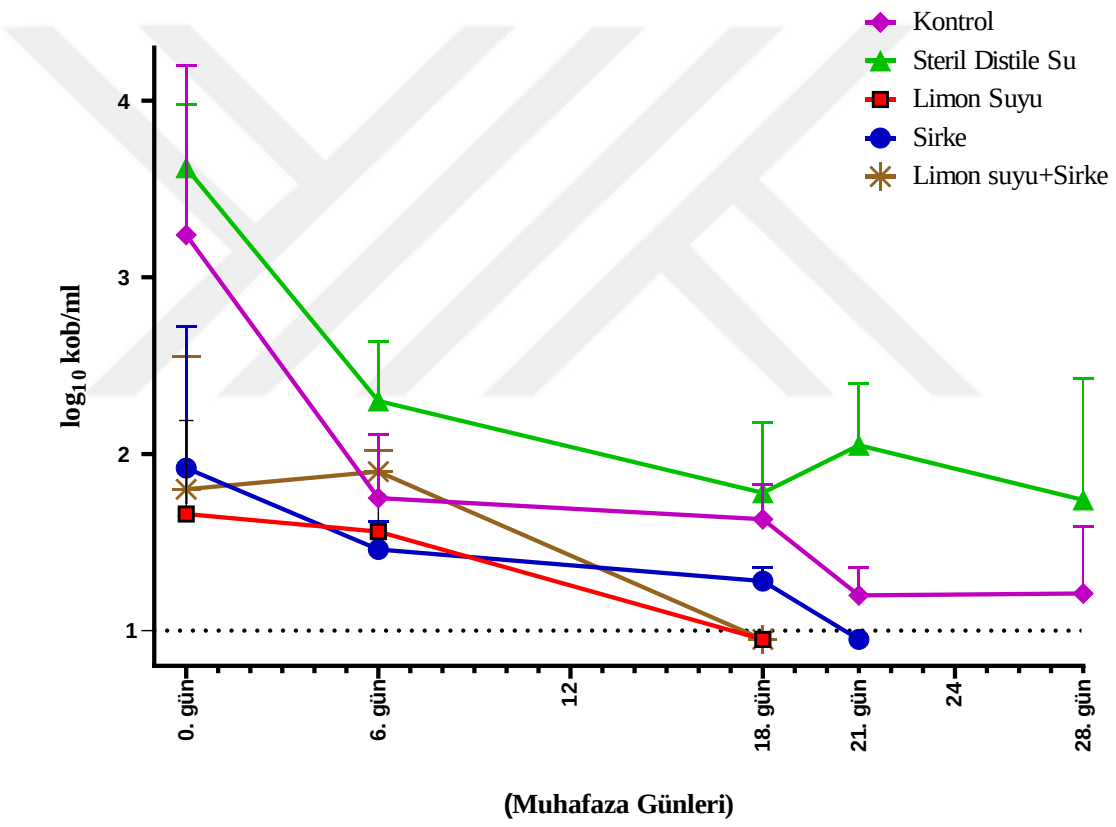


Şekil 4. Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası 28 gün +25 °C'de muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler ($\log_{10}$ kob/ml)

5.3. Limon suyu, sirke ve karışımlarının +25 °C'de 18 gün ve ardından 4 °C'de 10 gün muhafaza sırasında *Salmonella* üzerine etkisi

Yumurtaların 25 °C'de 18 günlük muhafazası sırasında *Salmonella* sayısı L ve LS gruplarında tespit edilebilir limitlerin altında, K, DW ve S gruplarında ise sırasıyla 1,63±0,20 log kob/ml, 1,78±0,40 log kob/ml ve 1,28±0,08 log kob/ml

düzeyinde olduğu tespit edildi. Muhafazanın 0. günü dışında gruplar arasında *Salmonella* sayısındaki değişiklikler istatiksel açıdan önemsiz bulundu (P>0,05). Diğer muhafaza sıcaklıklarından farklı olarak bu sıcaklık kombinasyonunda muhafazanın sonunda DW grubundaki *Salmonella* sayısındaki azalmanın daha sınırlı olduğu görüldü. Muhafazanın 21. günde *Salmonella* sayısı S grubunda tespit edilebilir limitlerin altında ve yapılan zenginleştirme işlemi sonrası pozitif olduğu bulunurken, K ve DW gruplarında sırasıyla 1,20±0,16 log kob/ml ve 2,05±0,35 log kob/ml, 28. günde ise 1,21±0,38 log kob/ml ve 1,74±0,69 log kob/ml olduğu saptandı (Şekil 5).



Şekil 5. Tavuk yumurtalarına dekontaminantların uygulanması sonrası +25 °C'de 18 gün ve ardından 4 °C'de 10 gün muhafazası sırasında *Salmonella* sayısında meydana gelen değişimler (log_{10} kob/ml)

Her tekrarda steril distile su, limon suyu, sirke ve limon suyu+sirke de pH analizi yapıldı. Steril distile su, limon suyu, sirke ve limon suyu+sirkenin pH

değerleri sırasıyla ortalama 6,10±0,02, 2,02 ± 0,02, 2,38±0,02 ve 2,19±0,03 olarak tespit edildi.

6. TARTIŞMA

Bu çalışma farklı sıcaklık ve dekontaminantların muhafaza boyunca tavuk yumurtalarında *Salmonella*'nın varlığı üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirildi. Çalışma bulgularımız herhangi bir yıkama işlemi uygulanmayan kontrol (K) ve distile su (DW) ile yıkanan gruplarda *Salmonella* patojeninin muhafaza süresince yumurta kabuğunda 1 log kob/ml'nin üstündeki sayılarda yaşayabileceğini ve 4 °C'ye göre 25 °C'deki muhafaza sırasında *Salmonella*'daki azalmanın daha hızlı olduğu bulundu. Mikroorganizmalar, azalan metabolik aktivitelerden dolayı, oda sıcaklığı gibi ortam sıcaklıklarına göre düşük sıcaklıklarda veya buzdolabı sıcaklıklarında daha iyi hayatta kalabilmektedirler. Enzim katalizli reaksiyonlar sıcaklığa bağlı olduğundan, bu aktiviteler düşük sıcaklıkta büyük ölçüde azalır (96). Radkowski (2002) tarafından yapılan bir araştırmada, *S.* Enteritidis ile kontamine edilen 1440 yumurtanın 0, 7, 14 ve 21 gün boyunca 2 °C, 20 °C ve 30 °C olmak üzere üç farklı muhafazası sırasında *S.* Enteritidis 20 °C ve 30 °C'ye göre 2 °C'de daha sık saptanmıştır (97). Başka bir çalışmada *S.* Enteritidis ile kontamine edilen yumurta kabuklarının oda sıcaklığına göre 7 °C'de daha uzun süre hayatta kaldığını bildirilmiştir (98). Muhafaza süresince yumurta kabuk yüzeyinde *Salmonella*'nın yaşamı üzerine muhafaza sıcaklığının dışında relatif rutubetin de etkili olduğu ve rutubet oranı arttıkça *Salmonella*'nın yaşam kabiliyetinin arttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir(99). Bu çalışmamızda distile su (DW) ile yıkanan yumurtaların 4 °C'lik muhafaza sırasında *Salmonella* sayısındaki azalma hızının 25 °C'dekine göre kontrol grubu ile karşılaştırıldığında çok daha yavaş olduğu görüldü. Bu durum su ile yıkama sonrası yumurtanın relatif rutubetinin artmasına neden olması ile ilişkilendirilebilir.

Gıda maddelerinde kullanımı genel olarak güvenli kabul edilen (GRAS) sitrik asit limonda, asetik asit ise sirkede doğal olarak bulunur ve bu asitler limon suyu ve sirkenin patojenlere karşı antimikrobiyel etki göstermesinde önemli rol oynarlar (100). Ancak kullanılan limon suyu veya sirke konsantrasyonu, uygulama süresi,

muhafaza sıcaklığı ve gıda tipi gibi değişkenler antimikrobiyel etkinin ortaya çıkmasında farklılıklara neden olabilmektedir. Sengun ve Karapınar (2004), 10^8 düzeyinde *Salmonella* Typhimurium ile kontamine ettikleri havuçların 15, 30 ve 60 dakika limon suyuna daldırılması sonrasında *Salmonella* Typhimurium sayısında sırasıyla 2,68, 2,68 ve 3,95 log kob/g'lık bir azalmanın meydana geldiğini bildirmiştir (101). Aynı çalışmada 15., 30. ve 60. dakikalar arasında *Salmonella* Typhimurium sayısındaki azalma istatiksel açıdan önemsiz iken (P>0.05), limon suyunun *Salmonella* Typhimurium'a karşı ani antimikrobiyal etkisi 0. dakikada anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Kışla ve Üzgün (2008), 0. dakikada limon suyunun midye dolmalarında *Salmonella* Typhimurium'a karşı ani antimikrobiyal etkisini ihmal edilebilir olduğunu bulmuştur (P>0.05), ancak antimikrobiyal etkinin 5. dakikadan itibaren başladığını ve istatiksel açıdan önemli olduğunu bildirmiştir (P<0.05) (102). Bununla birlikte aynı araştırmada 5. ve 15. dakikalarda gruplar arasında istatistiksel bir fark tespit edilememiştir (P>0.05). Başka bir araştırmada Bingöl ve ark. (2011), limon suyunun çiğköftede *Salmonella* Enteritidis'e karşı 10 ve 30 saniyedeki ani antimikrobiyal etkisinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu (P>0,05), ancak antimikrobiyal etkinin 5. dakikadan itibaren görüldüğünü (P<0.05), 5. ve 15. dakikalar arasında anlamlı bir fark bulunmazken 30. ve 60. dakikalar arasında farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0,05) (103). Çalışma bulgularımıza göre *Salmonella* ile kontamine edilen yumurta kabuk dış yüzeylerinin limon suyu ile üç dakika maruz bırakılması sonrası ilk uygulama anında (0.gün) *Salmonella* sayısında yaklaşık 2 log kob/ml'lik bir azalmaya neden olduğu ve bu azalmanın kontrol ve DW grubuna göre istatiksel açıdan önemli olduğu bulundu (P<0,05).

Çalışmamızda limon suyunun aksine sirkeye daldırılan yumurta örneklerinde *Salmonella* sayısının muhafazanın 21. (25°C ve 25+4°C sıcaklıkta) ve 28. (4 °C sıcaklıkta) gününde tespit edilebilir limitlerin altına düştüğü belirlendi. Bu da muhafaza sıcaklığına bağlı olmak koşuluyla *Salmonella* sayısında 1,92 log kob/ml'lik bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde Lytou ve ark. (2019) %2 asetik asit içeren sirke ile yapılan marinasyonun tavuk göğüs filetolarında, 4 °C'nin aksine daha yüksek muhafaza sıcaklıklarında (8, 12 ve 16 °C'de) ve daha uzun muhafaza sürelerinde (7. ve 9.

günler) tespit edilebilir limitlerin altına düşmesine neden olduğunu saptamıştır (100). Hawkins ve ark. (2016), *Salmonella* ile kontamine ettikleri tavuk etlerine sprey kabinleri aracılığıyla 15, 30, 45 ve 60 saniye %0,8 sirke uygulanmasının *Salmonella* sayısında sırasıyla 0,19, 0,32, 0,51, 0,63 log kob/g azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Aynı araştırmada 4 °C'de 3 gün muhafaza sonunda sirke uygulanan grupta *Salmonella* sayısında 0,18 log kob/g gibi çok düşük düzeyde azalma görüldüğü bildirilmiştir (104). Şengün ve Karapınar (2004), *Salmonella* Typhimurium ile kontamine ettikleri havuçları %4,03 sirke içeren sirkeli suya 15 dakika daldırıldıktan sonra *Salmonella* Typhimurium sayısında 1,57 log kob/g azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Başka bir araştırmada *S.* Typhimurium inokule edilen roka yaprakları ve taze soğanlarda sirkenin *S.* Typhimurium'da 1.8 log kob/g'lık bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (91).

Bu çalışmada limon suyu ve sirkenin tek başına kullanıldığı gruplara göre limon suyu+sirke karışımında muhafazanın 6. gününden itibaren her üç farklı sıcaklıktaki muhafazada sırasında *Salmonella*'nın tespit edilebilir limitler altına düştüğü saptandı. Bu da limon suyu+sirke karışımının kullanılmasının *Salmonella* inhibisyonunu arttırdığını göstermektedir. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde Sengun ve Karapinar (2004), limon suyu, sirke ve limon suyu-sirke karışımının (1:1) havuç örneklerinde *Salmonella* üzerine etkilerini incelemişlerdir. Havuçların farklı sürelerde tek başına limon suyu veya sirke ile muamele edilmesinin *Salmonella* Typhimurium üzerinde sırasıyla 0.79-3.95 ve 1.57-3.58 log kob/g arasında önemli azalmalara neden olduğunu, limon suyu-sirke karışımının 30 dakika uygulanmasından sonra patojen sayısının ise tespit edilebilir limitlerin altına düştüğünü bildirmişlerdir (101).

Tavuk filetolarının marinasyonu için sitrik asit ve asetik asidin *Salmonella*'nın varlığı ve gelişimi üzerine etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, asetik asidin belirli bir pH ve konsantrasyonunun sitrik asite göre daha etkili olduğu bununda asetik asidin daha yüksek miktarlarda ayrışmamış formda olması ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (100). Aynı çalışmada asit miktarının eşit olduğu durumda (örneğin, limon suyu içinde sitrik asit %2 v/v ve elma sirkesi içinde asetik asit %1 v/v) asetik asidin patojen üzerine etkisinin daha fazla olmasında toplam asit konsantrasyonu ile

ayrışmamış asit konsantrasyonu dışında asit tipinin de antimikrobiyal etkiye katkıda bulunabileceği ifade edilmiştir. Ancak bu çalışmanın aksine çalışmamızda sirke (%4-5 asetik asit, pH: 2,38) grubunda limon suyu ve limon suyu+sirke karışımı gruplarına göre *Salmonella* sayısının tespit edilebilir limitlerin altına ancak muhafazanın 21. gününden itibaren düştüğü belirlenmiştir. Antimikrobiyal etkinin ortaya çıkmasında sirke tipi, uygulanan gıda modeli ve *Salmonella* tespitinde kullanılan mikrobiyolojik yöntemler gibi birçok değişken elde edilen sonuçlar arasında farklılıklara neden olabilmektedir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada limon suyu ve sirkenin yumurta kabuğu dış yüzeyinde *Salmonella* inhibisyonuna neden olduğu ancak muhafaza sonuna kadar *Salmonella* varlığının (zenginleştirme ile) tespit edilmiş olması bu doğal ürünlerin yumurtadaki *Salmonella* riskini tamamen ortadan kaldırmadığını göstermektedir. Üstelik bu tip doğal ürünlerin yumurtalarda uygulanması sonrası tüketiciler tarafında böyle gıdaların "güvenli gıda" olarak algılanarak tüketilmesi sonrası oluşturacağı halk sağlığı riskleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kapsamda başta tüketiciler olmak üzere gıda hazırlayıcıların ve ilişkili alanlarda istihdam edilen gıda üreticilerinin bu konuda bilinçlendirilmesinin gerekli olacağı düşünülmektedir. Tavuk yumurtalarında *Salmonella* kontaminasyonlarının önlenmesi ve kontrol altına alınmasında çiftlikten sofraya gıda güvenliği konsepti yaklaşımının sıkı bir şekilde uygulanması ve ulusal düzeyde *Salmonella* kontrol programlarının etkin olarak devam ettirilmesi yumurta kaynaklı Salmonellosis vakalarının azaltılmasında ciddi katkılar sağlayacaktır.

8. KAYNAKÇALAR

1. Erkan ME, Vural A, Güran HŞ. Diyarbakır İli'nde Satışa Sunulan Köy Ve Market Yumurtalarının Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Dicle Üniv Vet Fak Derg. 2008(1):11-6.

2. Froning GW, Wehling RL, Cuppett S, Niemann L. Moisture content and particle size of dehydrated egg yolk affect lipid and cholesterol extraction using supercritical carbon dioxide. Poult Sci. 1998;77(11):1718-22.

3. Algan Ö, Pastörize Sıvı Yumurtaların Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Harun AKSU).

4. İnal T. Besin hijyeni: Hayvansal gıdaların sağlık kontrolu: Final Ofset; 1992.

5. Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, Roca-Saavedra P, Rodriguez JA, Lamas A, et al. Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. Nutrients. 2015;7(1):706-29.

6. İncili GK, Durmuşoğlu H, Güngören A, İlhak Oİ. Elazığ İlinde Satışa Sunulan Konvansiyonel (Kafes Tipi) Ve Köy Yumurtalarının Mikrobiyolojik Kalitesinin Araştırılması. Dicle Üniv Vet Fak Derg. 2019;12(2):97-102.

7. Gantois I, Ducatelle R, Pasmans F, Haesebrouck F, Gast R, Humphrey TJ, et al. Mechanisms of egg contamination by Salmonella Enteritidis. FEMS Microbiol Rev. 2009;33(4):718-38.

8. Spitzer H. An Analysis of bacterial contamination of chicken eggs and antimicrobial resistance. College of Saint Benedict/Saint John's University, Amerika Birleşik Devletleri, Master's, 2015;4-23.

9. Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson MA, Roy SL, et al. Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. Emerg Infect Dis. 2011;17(1):7-15.

10. Choi H, Gwak G, Choi D, Park J, Cheong H. Antimicrobial efficacy of fermented dark vinegar from unpolished rice. Microbiol Biotechnol Lett. 2015;43(2):97-104.

11. Elhan, S. (2014). Farkli Sirke Çeşitleri Ve Konsantrasyonlarinin Salata Bileşenlerinin Dezenfeksiyonunda Kullanim İmkanlarinin Araştirilmasi.A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014, Erzurum (Danışman: Doç. Dr. Bülent ÇETİN).

12. Gökırmaklı Ç, Budak HN, Güzel-Seydim ZB. Antimicrobial Effect of Vinegar. Turkish JAF Sci.Tech. 2019;7(10):1635-40.

13. Öncül N, Karabiyikli Ş. Antibacterial effect of verjuice against food-borne pathogens. Br Food J. 2019; 121:2265–2276.

14. Şengün İY, Karapinar M. Bazı Sebzelere İnokule Edilen Salmonella typhimurium'un Limon Suyu ve Sirke ile İnaktivasyonu. Gıda. 2006;31(3).

15. Al-Nabulsi AA, Olaimat AN, Osaili TM, Shaker RR, Elabedeen NZ, Jaradat ZW, et al. Use of acetic and citric acids to control Salmonella Typhimurium in tahini (sesame paste). Food Microbiol. 2014;42:102-8.

16. Cemeroğlu B, Yemenicioğlu A, Özkan M. Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. 2004;1:1-188.

17. Belitz H-D, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. 4th Revised and Extended Edition. Springer; 2009, p: 546-62.

18. Li-Chan EC, Powrie WD, Nakai S. The chemistry of eggs and egg products. Egg science and technology: CRC Press; 2017. p. 105-75.

19. Mine Y. Egg Bioscience and Biotechnology. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, Inc.; 2008.

20. Nimalaratne C, Wu J. Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. Nutrients. 2015;7(10):8274-93.

21. Şenköylü N. Modern Tavuk Üretimi (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 3. Baskı). Anadolu Matbaası, ISBN. 2001:975-93691.

22. Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2014;(Tebliğ No: 2014/55).

23. Nys Y, Hincke M, Arias J, Garcia-Ruiz J, Solomon S. Avian eggshell mineralization. Avian Poultry Biol Rev. 1999;10(3):143-66.

24. Yalcin S, Yalcin S, Onbaşilar İ, Handan E, Şahin A. Effects of dietary yeast cell wall on performance, egg quality and humoral immune response in laying hens. Ankara Univ Vet Fak Derg. 2014;61(4):289-94.

25. Yalçin, S., Handan, E., Onbaşilar, İ., Yalçin, S., & Oğuz, F. K. Yumurta tavuğu rasyonlarına sepiyolit ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. Ankara Univ Vet Fak Derg. 2016;63(1), 25-29.

26. Türkoğlu M, Arda M, Yetişir R, Sarıca M, Altan A, Erensayın C. Tavukçuluk Bilimi. In: Türkoğlu M, Sarıca M (Editors). Bey Ofset Matbaacılık. 2004. pp. 186-198. ISBN: 9789755912226

27. Onbaşilar EE, Tabib I. Tavuklarda yumurta kabuğunun yapısı ve kabuk kalitesini etkileyen faktörler. J Poult Res. 2019;16(2):48-54.

28. Açikgöz Z, Önenç SS. Fonksiyonel Yumurta Üretimi. Hayvansal Üretim. 2006;47(1).

29. Yüceer, M. Yumurtanın aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemleri ile raf ömrünün arttırılması. 2013.

30. Bahobail AAS, Hassan SA, El-Deeb BA. Microbial quality and content aflatoxins of commercially available eggs in Taif, Saudi Arabia. Afr J Microbiol. Res. 2012;6(13):3337-42.

31. Doğruer Y, Telli N, Telli AE, Kahraman HA, Güner A. Pastörize sıvı yumurta ile kabuklu yumurtanın bazı kalite özellikleri bakımından kıyaslanması. Eurasian J Vet Sci. 2015;31(3):177-83.

32. Karadal F. Niğde ve Kayseri'de satışa sunulan köy ve market yumurtalarının mikrobiyolojik kalitesi. Erciyes Üniv Vet Fak Derg. 2018;15(1):51-7.

33. Demirbilek SK. Tavuklarda salmonella enfeksiyonları ve etkenin türkiye ve dünyadaki etkilerine genel bir bakış. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med. 35 (2016), 1,2: 37-43.

34. Esen Ş. Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Üretilen Tavuk Yumurtalarında Salmonella Ve Bazı İndikatör Mikroorganizmaların Varlığı. D.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019, Diyarbakır (Danışman: Doç. Dr. H. Şahan GÜRAN).

35. Kouam MK, Biekop MH, Katte B, Teguia A. Salmonella status of table eggs in commercial layer farms in Menoua Division, West region of Cameroon. Food Control. 2018;85:345-9.

36. Mahdavi M, Jalali M, Safaei HG, Shamloo E. Microbial quality and prevalence of Salmonella and Listeria in eggs. Int J Env Health Eng. 2012;1(1):48.

37. Türk Gıda Kodeksi. Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. RG. 2011;29(2011):28157.

38. Jambalang AR, Buys EM, Botha FS. Bacterial species from retailed poultry eggs in Tshwane, South Africa: Implication for consumers. S Afr J Sci. 2017;113(11-12):1-7.

39. Harsha H, Reshmi R, Varghese R, Divya PS, Rahiman KM, Hatha AM. Prevalence and antibiotic resistance of Salmonella from the eggs of commercial samples. J Microbiol Infect Dis. 2011;1(03):93-100.

40. Chousalkar K, Roberts JR. Recovery of Salmonella from eggshell wash, eggshell crush, and egg internal contents of unwashed commercial shell eggs in Australia. Poult Sci. 2012;91(7):1739-41.

41. Sidik KR, Lukman DW, Wibawan IWT. Salmonella Detection in Egg Powder Imported to Indonesia Through Port of Tanjung Priok, Jakarta and its Resistance Against Antibiotics. Appl J Hyg 2015;4 (1): 12-17.

42. Humphrey T, Whitehead A, Gawler A, Henley A, Rowe B. Numbers of Salmonella enteritidis in the contents of naturally contaminated hens' eggs. Epidemiol. Infect. 1991;106(3):489-96.

43. Suresh T, Hatha A, Sreenivasan D, Sangeetha N, Lashmanaperumalsamy P. Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella enteritidis and other

salmonellas in the eggs and egg-storing trays from retails markets of Coimbatore, South India. Food Microbiol. 2006;23(3):294-9.

44. Long M, Yu H, Chen L, Wu G, Zhao S, Deng W, et al. Recovery of Salmonella isolated from eggs and the commercial layer farms. Gut Pathog. 2017;9(1):1-9.

45. Singh S, Yadav AS, Singh SM, Bharti P. Prevalence of Salmonella in chicken eggs collected from poultry farms and marketing channels and their antimicrobial resistance. Food Res Int. 2010;43(8):2027-30.

46. Shirota K, Katoh H, Murase T, Ito T, Otsuki K. Monitoring of layer feed and eggs for Salmonella in eastern Japan between 1993 and 1998. J Food Prot. 2001;64(5):734-7.

47. Doyle MP, Buchanan, R.L. Food Microbiol. 4th Ed. ed: ASM Press; 2013. 1118 p.

48. Galiş AM, Marcq C, Marlier D, Portetelle D, Van I, Beckers Y, et al. Control of Salmonella contamination of shell eggs—Preharvest and postharvest methods: A review. ComprRevFoodSciFoodSaf. 2013;12(2):155-82.

49. Keerthirathne TP, Ross K, Fallowfield H, Whiley H. Reducing risk of Salmonellosis through egg decontamination processes. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(3).

50. Vural A, Harun A. İyonize Edici Işinlarin Hindi Kiymasindaki Mikroflora Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bil Tekn Derg. 2014(4).

51. Lacroix M, Ouattara B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products—a review. Food Res Int. 2000;33(9):719-24.

52. USFDA. Irradiation in the production, processing and handling of food. Final Rule Fed Reg. 2000;65:71056-8.

53. Yun H, Jung Y, Lee KH, Song HP, Kim K, Jo C. Predicting optimal conditions to minimize quality deterioration while maximizing safety and

functional properties of irradiated egg. Radiat Phys Chem. 2012;81(8):1163-5.

54. de Souza PM, de Melo R, de Aguilar Santos MA, Lima FR, Vieira KH. Risk Management of Egg and Egg Products: Advanced Methods Applied. J Food Eng. IntechOpen; 2019.

55. Lakins DG AC, Thompson LD, Brashears MT, Brooks JC,, MM. B. Reduction of Salmonella Enteritidis in shell eggs using directional microwave technology. Poult Sci. 2008;87(5):985–91.

56. Çilak GÖ. Tane karabibere uygulanan farklı dekontaminasyon yöntemlerinin mikrobiyel yük ve aroma üzerine etkisi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bütünleşik Doktora Tezi, 2018, Ankara (Danışman: Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN).

57. Chavez C, Knape K, Coufal C, Carey J. Reduction of eggshell aerobic plate counts by ultraviolet irradiation. Poultry Sci. 2002;81(8):1132-5.

58. Keklik NM, Demirci A, Patterson PH, Puri VM. Decontamination of shell-eggs with pulsed UV-light. ASABE. In 2009 Reno, Nevada, June 21-June 24, 2009 (p. 1).

59. Ercan, S. S., & Soysal, C. Use of ultrasound in food preservation. Nature and Science, 2013;5(8), 5–13.

60. Cabeza M, Cambero M, De la Hoz L, García M, Ordóñez J. Effect of the thermoultrasonic treatment on the eggshell integrity and their impact on the microbial quality. Innov Food Sci Emerg Technol. 2011;12(2):111-7.

61. Ayah B, Sara MN, Shimaa R. Decontamination of eggshell contaminated with Salmonella Typhimurium using natural plant extracts. Int J Pharm. 2018;7(3):10-9.

62. Pohuang T, Chuachan K, Sarachu K. Effect of Punica granatum L. rind extract against Salmonella Enteritidis on eggshells and eggshell membranes. KKU Vet J. 2011;19(1):38-47.

63. Yalçın S. Yumurtacı Tavuk Yemlerine Çörek Otu (Nigella Sativa L.) Ve Tarçın (Cinnamomum Zeylanicum L.) Esansiyel Yağları İlavesinin Verim

Performansı, Yumurta Kalitesi Ve Kabuk Bakteriyel Kontaminasyonuna Etkileri. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019, Diyarbakır (Danışman: Prof. Dr. Muzaffer DENLİ).

64. Üstündağ AÖ, Özdoğan M. Kanatlı beslemede alterbiyotik kullanımı: probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler ve bakteriyosinler. Bull Vet Pharm Tox. 2017;3(3):1-16.

65. Gibson GR. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. Br J Nutr. 1998;80(4):S209-12.

66. Ouwehand AC, Kirjavainen PV, Shortt C, Salminen S. Probiotics: mechanisms and established effects. Int Dairy J. 1999;9(1):43-52.

67. Cox N, Berrang M, Buhr R, Bailey J. Bactericidal treatment of hatching eggs IV. Hydrogen peroxide applied with vacuum and a surfactant to eliminate Salmonella from hatching eggs. J Appl Poult Res. 2000;9(4):530-4.

68. Maktabi S, Zarei M, Rashnavady R. Effect of sequential treatments with sodium dodecyl sulfate and citric acid or hydrogen peroxide on the reduction of some foodborne pathogens on eggshell. Iran J Vet Res. 2018;19(2):113-7.

69. Poçan HB, Karakaya M, Ulusoy K. Elektrolize suyun gıda endüstrisinde kullanımı. Gıda. 2011;36(3):169-76.

70. Huang Y-R, Hung Y-C, Hsu S-Y, Huang Y-W, Hwang D-F. Application of electrolyzed water in the food industry. Food Control. 2008;19(4):329-45.

71. Howard ZR, O'Bryan CA, Crandall PG, Ricke SC. Salmonella Enteritidis in shell eggs: current issues and prospects for control. Food Res Int. 2012;45(2):755-64.

72. Kim C, Hung Y-C, Brackett RE. Roles of oxidation–reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. J Food Prot. 2000;63(1):19-24.

73. Kim C, Hung Y-C, Brackett RE. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. Int J Food Microbiol. 2000;61(2-3):199-207.

74. Park H, Hung Y-C, Kim C. Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces. J Food Prot. 2002;65(8):1276-80.

75. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung Y-C, Doyle MP. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating Escherichia coli O157: H7, Salmonella enteritidis, and Listeria monocytogenes. J Appl Environ Microbiol. 1999;65(9):4276-9.

76. Fabrizio K, Cutter CN. Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes. J Food Prot. 2003;66(8):1379-84.

77. Park H, Hung Y-C, Brackett RE. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating Campylobacter jejuni during poultry washing. Int J Food Microbiol. 2002;72(1-2):77-83.

78. Russell S. The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs. Poultry Sci. 2003;82(1):158-62.

79. Bialka KL, Demirci A, Knabel S, Patterson P, Puri V. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for the microbial safety and quality of eggs. Poultry Sci. 2004;83(12):2071-8.

80. Tümay M, Zorlugenç B. Ozonun, bazı yeşil yapraklı sebzelerde antimikrobiyel etkisinin belirlenmesi: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,2019, Nevşehir (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi. Bülent ZORLUGENÇ.

81. Rodriguez-Romo LA., Vurma M., Lee K. ve Yousef AE. Penetration of ozone gas across the shell of hen eggs. Ozone: Science and Engineering. 2007;29(2), 147-150.

82. Rodriguez-Romo LA, Yousef AE. Inactivation of Salmonella enterica serovar Enteritidis on shell eggs by ozone and UV radiation. J Food Prot. 2005;68(4):711-7.

83. Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Soliva-Fortuny R, Martin-Belloso O. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2009;8(3):157-80.

84. Stratford M, Eklund T. Organic acids and esters. Food preservatives: Springer; 2003. p. 48-84.

85. Van Immerseel F, Russell JB, Flythe MD, Gantois I, Timbermont L, Pasmans F, et al. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. Avian Pathol. 2006;35(3):182-8.

86. Li Z, Guo R, Wang F, Geng S, Kang X, Meng C, et al. Inactivation of Salmonella Enteritidis on eggshells by lactic acid spray. Food Control. 2019;104:201-7.

87. Gould GW. Industry Perspectives on the Use of Natural Antimicrobials and Inhibitors for Food Applications. J Food Prot. 1996;59(13):82-6.

88. Öncül N, Karabıyıklı Ş. Bitkisel kaynaklı antimikrobiyallerin gıdalarda bulunan mikroorganizmalar üzerindeki inhibitif etkinliği. Academic Food J. Akademik Gida. 2015;13(2).

89. Chang J-M, Fang TJ. Survival of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella enterica serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against E. coli O157: H7. Food Microbiol. 2007;24(7-8):745-51.

90. Tomotake H, Koga T, Yamato M, Kassu A, Ota F. Antibacterial activity of citrus fruit juices against Vibrio species. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2006;52(2):157-60.

91. Sengun IY, Karapinar M. Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of Salmonella typhimurium on rocket (Eruca sativa Miller)

and spring onion (Allium cepa L.). Int J Food Microbiol. 2005;98(3):319-23.

92. Kim J-W, Slavik MF. Changes in eggshell surface microstructure after washing with cetylpyridinium chloride or trisodium phosphate. J Food Prot. 1996;59(8):859–63.

93. Board RG, Halls NA. The cuticle: a barrier to liquid and particle penetration of the shell of the hen's egg. Br Poult Sci. 1973;14(1):69–97.

94. Wang H, Slavik ME. Bacterial penetration into eggs washed with various chemicals and stored at different temperatures and times. J Food Prot. 1998;61(3):276-9.

95. SAS. Version 8: SAS institute Inc., Cary, NC, USA; 1999.

96. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. Protection of foods with low-temperatures, and characteristics of psychrotrophic microorganisms. Modern Food Microbiol. 2005:395-413.

97. Radkowski M. Effect of moisture and temperature on survival of Salmonella Enteritidis on shell eggs. Archiv Für Geflügelkunde Europ Poult Sci. 2002;66(3):119-23.

98. Baker R. Survival of Salmonella enteritidis on and in shelled eggs, liquid eggs and cooked egg products. Dairy, Food and Env San. 1990;10(5):273-5.

99. Park S, Choi S, Kim H, Kim Y, Kim B-s, Beuchat LR, et al. Fate of mesophilic aerobic bacteria and Salmonella enterica on the surface of eggs as affected by chicken feces, storage temperature, and relative humidity. Food Microbiol. 2015;48:200-5.

100. Lytou AE, Tzortzinis K, Skandamis PN, Nychas G-JE, Panagou EZ. Investigating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation interface of Salmonella on chicken breast fillets. Int J Food Microbiol. 2019;299:47-57.

101. Sengun IY, Karapinar M. Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in the elimination of Salmonella typhimurium on carrots (Daucus carota L.). Int J Food Microbiol. 2004;96(3):301-5.

102. Kişla D, Üzgün Y. Microbiological evaluation of stuffed mussels. J. Food Prot. 2008;71(3):616-20.

103. Bingol EB, Cetin O, Muratoglu K. Effect of lemon juice on the survival of Salmonella Enteritidis and Escherichia coli in cig kofte (raw meatball). Br Food J. 2011.

104. Hawkins J, Vimini B, Schwarz J, Nichols P, Parveen S. Application of antimicrobial agents via commercial spray cabinet to inactivate Salmonella on skinless chicken meat. J. Food Prot. 2016;79(4):569-73.

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı	Uğur	**Soyadı**	UÇAR
Doğum Yeri		**Doğum Tarihi**	
Uyruğu	T.C.	**Tel**	
E-posta			

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Tezli Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2017
Tezsiz Yüksek Lisans		
Lisans	Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2011
Lise	Diyarbakır Atatürk Lisesi	2004

İş Deneyimi

Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1 Veteriner Hekim	Pasur Veteriner Kliniği	2011-2012
2 Veteriner Hekim	Ergani Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü	2013-2018
3 Öğretim Görevlisi	Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2018-Halen

Yabancı Dil Sınav Notu								
KPDS/ÜDS/YDS	**YÖKDİL**	**IELTS**	**TOEFL IBT**	**TOEFL PBT**	**TOEFL CBT**	**FCE**	**CAE**	**CPE**
51,25	55							

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
ALES Puanı	72,44		
(Diğer) Puanı			

Sirke, Limon Suyu ve Karışımının Tavuk Yumurtalarında Salmonella'nın Yaşamı Üzerine Etkisi

ORİJİNALLİK RAPORU

%11	%11	%1	%4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	%9
2	YALÇIN, Halil and ARSLAN, Ali. "Escherichia coli O157:H7 ve listeria monocytogenes ile kontamine edilmiş Broyler karkaslarında laktik asit, cetylpyridinium chloride ve trisodyum fosfat'ın tekil ve kombine etkilerinin incelenmesi", TUBITAK, 2011. Yayın	%1
3	www.agrifoodscience.org İnternet Kaynağı	%1
4	3cda6ada-a9a8-4623-9142-057d7825e4a3.filesusr.com İnternet Kaynağı	%1

Alıntıları çıkart	Kapat	Eşleşmeleri çıkar	< %1
Bibliyografyayı Çıkart	Kapat		