



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNDE ÜRETİLEN TAVUK  
YUMURTALARINDA *SALMONELLA* VE BAZI İNDİKATÖR  
MİKROORGANİZMALARIN VARLIĞI**

Şükran ESEN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNDE ÜRETİLEN TAVUK  
YUMURTALARINDA *SALMONELLA* VE BAZI İNDİKATÖR  
MİKROORGANİZMALARIN VARLIĞI**

Şükran ESEN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ONAY

Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Şükran ESEN'in hazırladığı “**Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Üretilen Tavuk Yumurtalarında Salmonella ve Bazı İndikatör Mikroorganizmaların Varlığı**” 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.

Tarih: 28/06/2019

Danışman Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Jüri Üyeleri

Jüri Başkanı Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU

İmza

Üye Prof. Dr. Aydın VURAL

Üye Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Üye .....

Üye .....

Bu tez Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ....../.../20.. tarih ve .... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Hakkı Murat BİLGİN

Dicle Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



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.

28/06/2019

Şükran ESEN

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimine başladığım günden tez konumun seçiminde ve çalışmalarımın yönlendirilmesinde bana yardımcı olan çalışmamın sonuna kadar, engin bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim, her zaman yanımda olan, yardım ve katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen, çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN'a, çalışmam süresince yardım ve desteğini gördüğüm Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üye ve elemanları ile çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın laboratuvar uygulamalarında her zaman yanımda olan yardım ve desteğini esirgemeyen, güler yüzü ve anlayışı ile bu süreçte tezime yoğunlaşmam yönünde elinden geleni yapan kardeşim Mehmet Kadri ESEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez materyallerimin toplanmasında emeği geçen arkadaşım Veteriner Hekim Yeter SONGÜL'e kardeşlerim Mehmet Berat ESEN ve Berfin ESEN'e teşekkür ederim.

Bugüne kadar maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımın her aşamasında her zaman yanımda olan, sevgili annem Gürci ESEN'e sevgili babam Ahmet ESEN'e verdikleri emek, gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBAP) tarafından VETERİNER.18.004 numaralı proje ile desteklenmiştir. Tez çalışmama katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

<b>BEYAN</b> .....	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>II</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>III</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. ÖZET</b> .....	<b>1</b>
1.1. TÜRKÇE ÖZET .....	1
1.2. ABSTRACT.....	3
<b>2. GİRİŞ ve AMAÇ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>6</b>
3.1. Yumurtanın Yapısı .....	6
3.1.1. Yumurta kabuğu.....	6
3.1.2. Yumurta akı (albümin) ve yumurta sarısı.....	7
3.2. Yumurtanın Kimyasal Bileşimi .....	8
3.2.1. Proteinler .....	8
3.2.2. Lipitler .....	8
3.2.3. Mineral maddeler .....	9
3.2.4. Vitamin .....	9
3.3. Dünyada ve Türkiye’de Yumurta Üretimi.....	10
3.4. Farklı Yetiştirme Sisteminde Yumurta Üretimi.....	14
3.4.1. Organik yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “0 numaralı kod” .....	15
3.4.2. Serbest gezen yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “1 numaralı kod” .....	16
3.4.3. Kümeste kafessiz yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “2 numaralı kod” .....	16

3.4.4. Konvansiyonel yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “3 numaralı kod” .....	18
3.5. Yumurta Kaynaklı Mikrobiyal Riskler .....	18
3.5.1. Toplam bakteri varlığı.....	19
3.5.2. <i>Pseudomonas</i> spp. varlığı.....	20
3.5.3. Koliform bakteri varlığı .....	20
3.5.4. <i>Escherichia coli</i> varlığı .....	21
3.5.5. <i>Campylobacter</i> spp. varlığı .....	21
3.5.6. <i>Salmonella</i> varlığı.....	22
<b>4. GEREÇ ve YÖNTEM .....</b>	<b>23</b>
4.1. Gereç .....	23
4.2. Yöntem.....	23
4.2.1. Yapılan işlemler.....	23
4.2.1.1. Yumurta numunelerinin sınıflandırılması.....	23
4.2.1.2. Yumurta kabuğu yüzeyinin mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler .....	24
4.2.1.3. Yumurta kabuğunun (porlarının) mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler .....	25
4.2.1.4. Yumurta sarısının mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler.....	26
4.2.2. Analizler .....	27
4.2.2.1. Mikrobiyolojik analizler .....	27
4.2.2.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi.....	28
4.2.2.1.2. Toplam psikrotrofik aerobik bakteri (TPAB) sayısının belirlenmesi.....	28
4.2.2.1.3. Koliform grubu bakteri sayısının belirlenmesi .....	29
4.2.2.1.4. <i>Escherichia coli</i> bakteri sayısının belirlenmesi .....	29
4.2.2.1.5. <i>Enterobacteriaceae</i> sayısının belirlenmesi ve tür düzeyinde dağılımının tespiti .....	30
4.2.2.1.6. <i>Salmonella</i> varlığının belirlenmesi.....	31
4.2.2.2. İstatistiksel analiz .....	32
<b>5. BULGULAR .....</b>	<b>33</b>

5.1.Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı .....	33
5.2.Kirlilik Düzeyine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı .....	34
5.3.Ambalaj Materyaline Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı .....	39
5.4.Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuklarındaki (Por) Mikroorganizma Sayısı .....	40
5.5.Yumurta rneklerinden İzole Edilen <i>Enterobacteriaceae</i> 'ların Tr Düzeyinde Dağılımı .....	43
5.6.Yetiştirme sistemine göre yumurta sarısında <i>Salmonella</i> varlığı .....	45
<b>6. TARTIşMA.....</b>	<b>46</b>
6.1.Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı .....	46
6.2.Kirlilik Düzeyine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeylerindeki Mikroorganizma Sayısı .....	52
6.3.Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğundaki (Porlarındaki) Mikroorganizma Sayısı .....	53
6.4.Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Sarısında <i>Salmonella</i> Varlığı.....	54
6.5.Yumurta rneklerinden İzole Edilen <i>Enterobacteriaceae</i> şüpheli İzolatların Cins ve Tür Düzeyinde Dağılımı .....	56
6.6.Ambalaj Materyaline Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı .....	58
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>8. KAYNAKÇALAR .....</b>	<b>62</b>
<b>9. ZGEÇMİş .....</b>	<b>73</b>
<b>10. ORJİNALLİK RAPORU .....</b>	<b>74</b>



## **KISALTMALAR DİZİNİ**

AB: Avrupa Birliği

EFSA: European Food Safety Authority

FAO: Food and Agriculture Organization

HACCP: Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi

ISO: International Organization for Standardization

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri

TPAB: Toplam Psikrotrofik Aerobik Bakteri

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

YUMBİR: Yumurta Üreticileri Merkez Birliği

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Şekil 1:</b> Yumurtanın morfolojik yapısı.....	6
<b>Şekil 2:</b> Yumurta kabuğunun bileşenleri .....	7
<b>Şekil 3:</b> Yumurta akı (A) ve yumurta sarısı (B) besin madde bileşimleri .....	7
<b>Şekil 4:</b> Yumurtanın kimyasal bileşimi .....	8
<b>Şekil 5:</b> Dünya genelindeki tavuk varlığının kıtalararası dağılımı.....	10
<b>Şekil 6:</b> Dünya genelinde üretilen yumurtaların kıtalararası dağılımı.....	11
<b>Şekil 7:</b> Dünya genelinde yıllık yumurta üretimi (ton) .....	11
<b>Şekil 8:</b> Türkiye’de yıllar'a göre yumurta üretimi (milyon adet).....	12
<b>Şekil 9:</b> Ülkelere göre kişi başına düşen yumurta tüketimi (adet) .....	12
<b>Şekil 10:</b> Türkiye'de yetiştirme sistemine göre yumurta kodları .....	15

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa No

<b>Resim 1:</b> 20 ml tamponlanmış peptonlu su ve yumurta örneklerinin bulunduğu steril numune alma poşetleri.....	24
<b>Resim 2:</b> %70'lik alkol uygulaması sonrası kurumaya bırakılan yumurta örnekleri .....	25
<b>Resim 3:</b> İnkübasyon sonrası PCA besiyerinde gelişen TMAB kolonilerinin görünümü .....	28
<b>Resim 4:</b> İnkübasyon sonrası VRBLA besiyerinde gelişen koliform bakteri kolonilerinin görünümü .....	29
<b>Resim 5:</b> İnkübasyon sonrası TBX besiyerinde gelişen <i>E. coli</i> kolonilerinin görünümü .....	30
<b>Resim 6:</b> İnkübasyon sonrası VRBGA besiyerinde gelişen <i>Enterobacteriaceae</i> kolonilerinin görünümü .....	31

## TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
<b>Tablo 1:</b> Yumurtanın mineral madde bileşimi.....	9
<b>Tablo 2:</b> Yumurtanın vitamin bileşimi.....	9
<b>Tablo 3:</b> Türkiye yumurta tavukçuluğu 2017 ve 2018 yılı verileri.....	13
<b>Tablo 4:</b> Yumurta örneklerinin gruplandırılması.....	24
<b>Tablo 5:</b> Yumurta örneklerinin mikrobiyolojik analizlere hazırlanması .....	27
<b>Tablo 6:</b> Yumurta kabuğu yüzeylerinde tespit edilen en az, en yüksek ve ortalama mikroorganizma sayıları (log kob/ml) (N:350) .....	34
<b>Tablo 7:</b> Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuğu yüzeyindeki mikroorganizma sayısı (log kob/ml) .....	35
<b>Tablo 8:</b> Yumurta kabuk yüzeylerinde tespit edilen mikroorganizmaların kirlilik durumuna göre oranları (N:350).....	36
<b>Tablo 9:</b> Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuk yüzeylerinde tespit edilen kirlilik düzeylerinin dağılımı .....	36
<b>Tablo 10:</b> Yetiştirme sistemine göre “az kirlı” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml).....	37
<b>Tablo 11:</b> Yetiştirme sistemine göre “kirlı” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml).....	38
<b>Tablo 12:</b> Yetiştirme sistemine göre “çok kirlı” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml).....	39
<b>Tablo 13:</b> Ambalaj materyaline göre yumurta kabuğu yüzeylerindeki mikroorganizma sayısı .....	40
<b>Tablo 14:</b> Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuğunda bulunan mikroorganizmaların sayısı (log kob/ml) (N:350).....	42

**Tablo 15:** Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların kabuk yüzeylerinden izole edilen *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan ve yer almayan izolatların tür düzeyinde dağılımı ..... 44

**Tablo 16:** Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurta kabuklarından (porlarından) izole edilen *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan ve yer almayan izolatların tür düzeyinde dağılımı ..... 45



## 1. ÖZET

### Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Üretilen Tavuk Yumurtalarında *Salmonella* ve Bazı İndikatör Mikroorganizmaların Varlığı

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Şükran ESEN

Danışmanı: Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Anabilim Dalı: Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi

#### 1.1. TÜRKÇE ÖZET

**Amaç:** Bu tez çalışmasında farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda *Salmonella* ve bazı indikatör mikroorganizmaların varlığının belirlenmesi ve *Enterobacteriaceae*'lerin tür düzeyinde dağılımının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve yöntem:** Bu çalışmada dört farklı yetiştirme sisteminde [organik (n:100), serbest gezen (n:100), kümeste serbest gezen (n:50) ve konvansiyonel (n:100)] üretilen toplam 350 tavuk yumurtası incelenmiştir. Yumurta kabuk yüzeylerinde, yumurta kabuğu havuzlarında (por) ve yumurta sarısı havuzlarında toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrotrofik aerobik bakteri, koliform, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* sayıları ve *Salmonella* varlığı araştırılmıştır. Yumurta örneklerinden elde edilen *Enterobacteriaceae* izolatlarının ayrıca tür düzeyinde dağılımları incelenmiştir.

**Bulgular:** Yetiştirme sistemine göre değişmekle beraber yumurta kabuğu yüzeyindeki ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrotrofik aerobik bakteri, koliform, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* sayısı sırası ile  $4,14 \pm 0,96$ ,  $3,70 \pm 0,96$ ,  $2,88 \pm 1,20$ ,  $1,86 \pm 0,86$  ve  $1,92 \pm 0,83$  log kob/ml, yumurta kabuğunda (por)  $2,79 \pm 0,93$ ,  $2,60 \pm 1,24$ ,  $1,64 \pm 0,45$ ,  $1,32 \pm 0,35$  ve  $2,01 \pm 0,72$  log kob/ml olarak saptanmıştır. Yetiştirme sistemi ile yumurta kabuğu yüzeylerindeki ortalama TMAB, TPAB ve *E. coli* sayısı arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli ( $P < 0,05$ ), ortalama koliform ve *Enterobacteriaceae* sayıları arasındaki farklılığın ise önemli olmadığı belirlendi ( $P > 0,05$ ). Yumurta kabuğu yüzey ve porlarından izole edilen *Enterobacteriaceae*'lerin *Escherichia*, *Serratia*, *Enterobacter* ve *Raoultella* cinsi

içinde bulunan bakteri türlerine ait olduğu belirlenmiştir. Yumurta kabuğu (por) havuzlarının birinden *Salmonella* patojeni tespit edilirken yumurta kabuk yüzeylerinin ve yumurta sarısı havuzlarının hiçbirinde bu patojen saptanamadı.

**Sonuç:** Bu tez çalışma sonuçları yumurtaların yetiştirme sisteminden bağımsız bir şekilde hem ürünün raf ömrü hem de halk sağlığı açısından risk oluşturan mikroorganizmalar ile kontamine olabileceğini göstermektedir. Bu kapsamda çiftlikten sofraya gıda güvenliği kapsamında her basamakta HACCP ve ISO 22000 gibi uluslararası gıda güvenliği sistemlerinin etkin bir şekilde uygulanması risklerin kontrol altına alınması, azaltılması veya elimine edilmesinde önemli olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Yetiştirme sistemi, yumurta kabuğu yüzeyi, yumurta kabuğu (por), yumurta sarısı, indikatör mikroorganizmalar.

# **Presence of *Salmonella* and Some Indicator Microorganisms in Shell Eggs Produced in Different Rearing Systems**

**Student's Surname and Name:** Sukran Esen

**Adviser of Thesis:** Associate Professor Husnu Sahan Guran

**Department:** Food Hygiene and Technology

## **1.2. ABSTRACT**

**Aim:** In this thesis, it is aimed to determine the presence of *Salmonella* and some indicator microorganisms in shell eggs produced different rearing systems and to detect the species distribution of *Enterobacteriaceae* bacteria.

**Materials and Methods:** In this study, 350 chicken eggs produced with four different rearing systems [organic (n: 100), free-range (n: 100), cage-range (n: 50) and conventional (n: 100)] were investigated. It was analysed the presence of total mesophilic aerobic bacteria, total psychrotrophic aerobic bacteria, coliform, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* and *Salmonella* in eggshell surfaces, eggshells (pore) and egg yolks. In addition, the species distributions of *Enterobacteriaceae* isolates obtained from egg samples were investigated.

**Results:** The mean count of total mesophilic aerobic bacteria, total psychrotrophic aerobic bacteria, coliform, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* on the eggshell surface was found to be  $4,14 \pm 0,96$ ,  $3,70 \pm 0,96$ ,  $2,88 \pm 1,20$ ,  $1,86 \pm 0,86$  and  $1,92 \pm 0,83$  log cfu/ml respectively; and in the eggshell (pores) was detected to be  $2,71 \pm 0,98$ ,  $2,55 \pm 1,22$ ,  $1,59 \pm 0,60$ ,  $1,28 \pm 0,41$  and  $2,02 \pm 0,80$  log cfu/ml respectively. There was found to be significant difference between rearing system and count of TMAB, TPAB and *E. coli* on the surface of the eggshell ( $P < 0,05$ ). However, there was no significant difference was found to be between rearing system and count of coliform and *Enterobacteriaceae* on the surface of the eggshell ( $P > 0,05$ ). The species of *Enterobacteriaceae* isolated from the eggshell surface and eggshell (pores) were determined to belong to *Escherichia*, *Serratia*, *Enterobacter* and *Raoultella* genera. *Salmonella* was detected from only one eggshell (pores) pool but not neither eggshell surfaces nor egg yolks.



**Conclusion:** In this thesis results showed that the shell eggs may be contaminated with microorganisms that pose a risk to both product's shelf life and public health as a independent of the rearing system. The effective implementation of international food safety systems such as HACCP and ISO 22000 from farm to table will be important in controlling, reducing or eliminating risks.

**Key Words:** Rearing system, shellegg surface, shellegg (pore), eggyolk, indicator microorganisms.



## 2. GİRİŞ ve AMAÇ

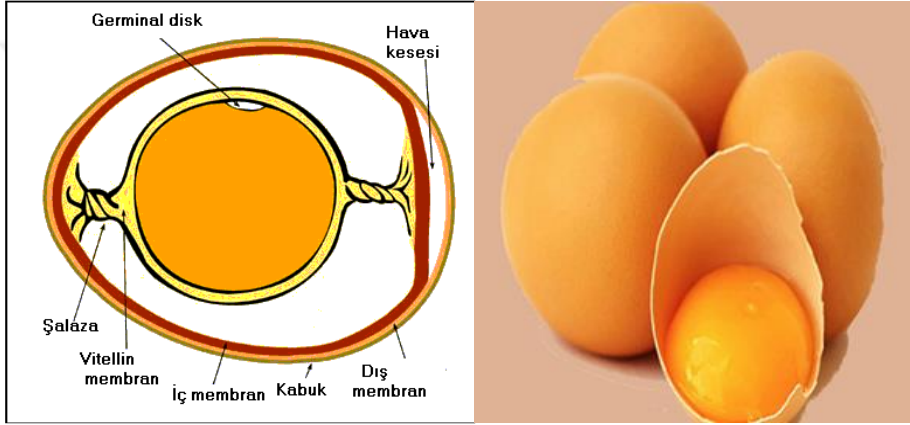
Yumurtanın besleyici değeri yüksek bir protein kaynağı olmasının yanı sıra, yağ asitleri, demir, fosfor, mineral ve yağda eriyen vitamin içeriğinden dolayı insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır (1, 2). Son yıllarda tüketicilerin çevre dostu üretim modelleri konusunda farkındalığının artması ve güvenli, sağlıklı gıda tüketme talebi yumurta endüstrisinin köklü değişikliklere gitmesine neden olmuştur. Yumurtacı tavukların refahı göz önüne alınarak Avrupa Birliği'nin (AB) 1999/74/EC konsey direktifiyle AB'ye üye ülkelerde 1 Ocak 2002'den itibaren konvansiyonel kafes sistemlerinin yumurta üretiminde kullanılması yasaklanmıştır (3). Türkiye'de ise 2017 yılı itibari ile "A sınıfı" yumurtaların hangi yetiştirme sistemlerinde üretildiğini gösteren kodların yumurta üzerinde bulunması yasal zorunluluk haline getirilmiştir (4). Dünyada yumurta tüketiminin artması, farklı çeşit ve özellikteki yumurta üretimi, mayonez, dondurma veya tiramisü gibi tüketime hazır gıdaların üretiminde hammadde olarak kullanılması gibi durumlar tavuk yumurtalarından kaynaklanabilecek mikrobiyal risklerin daha yakından bilinmesini zorunlu hale getirmektedir.

Bu tez çalışmasında organik tavuk yumurtası (0 kodlu), serbest gezen tavuk yumurtası (1 kodlu), kümeste serbest gezen tavuk yumurtası (2 kodlu) ve konvansiyonel (kafesli) tavuk yumurtası (3 kodlu) gibi farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda *Salmonella* ve bazı indikatör mikroorganizmalar yönünden incelenmesi amaçlanmıştır.

### 3. GENEL BİLGİLER

#### 3.1. Yumurtanın Yapısı

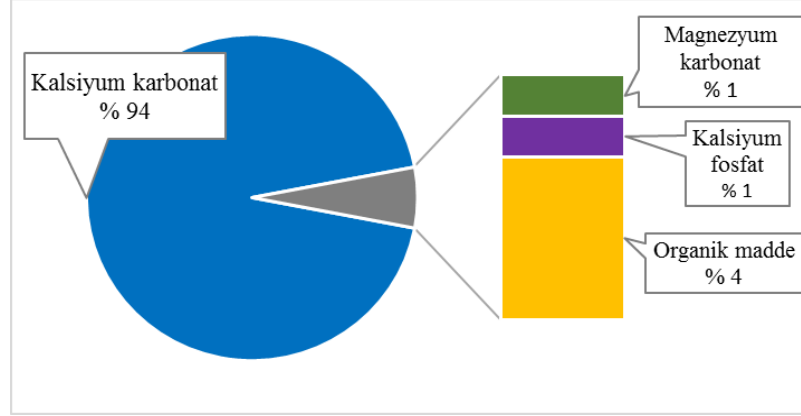
Yumurta kabuğu, yumurta kabuğu zarları, akı ve sarısı olmak üzere dıştan içe doğru dört farklı kısımdan oluşan yumurtada en içte bulunan yumurta sarısı albümin ile çevriliyken, albümin de yumurta kabuğu ve zarları ile sarıdır (5). Yumurtanın yaklaşık %10,5'i yumurta kabuğu, %58,5'ü yumurta akı ve %31'i yumurta sarısından oluşmaktadır (2).



Şekil 1: Yumurtanın morfolojik yapısı (6)

##### 3.1.1. Yumurta kabuğu

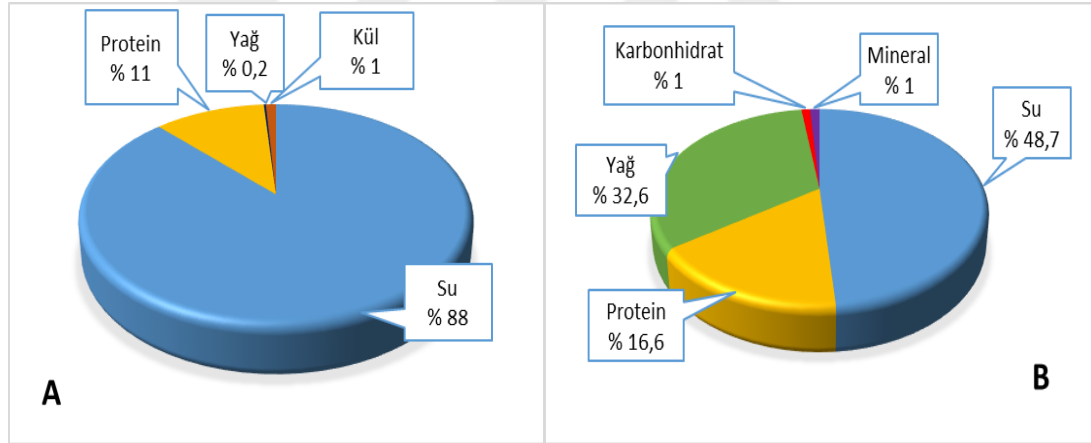
Yumurta kabuğu, yumurta içeriğini dış etkilere karşı koruyarak çevreleyen ve yumurtaya şeklini veren kısımdır. %94 kalsiyum karbonat, %1 magnezyum karbonat, %1 kalsiyum fosfat ve %4 organik maddelerden oluşan yumurta kabuğu kütikül, kalsiyum tabakası ve çift katlı kabuk altı zarı olmak üzere dıştan içe doğru üç katmandan meydana gelir (Şekil 2). 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 bağlıdır (7).



Şekil 2: Yumurta kabuğunun bileşenleri

### 3.1.2. Yumurta akı (albümin) ve yumurta sarısı

Yumurta akı ve yumurta sarısı besin madde bileşimi bakımından şekil 3'te gösterildiği gibi birbirinden tamamen farklıdır.



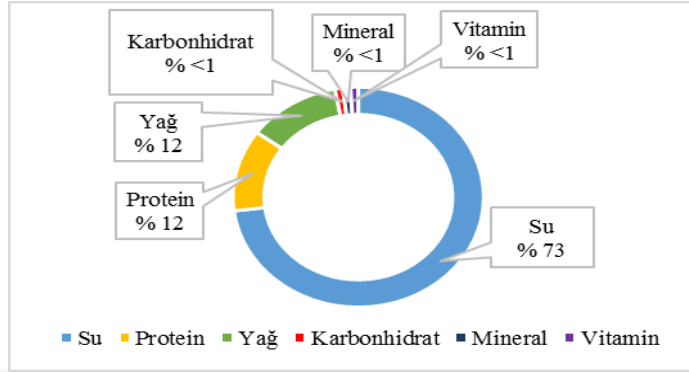
Şekil 3: Yumurta akı (A) ve yumurta sarısı (B) besin madde bileşimleri

Yumurta akı, yumurtanın ağırlık bakımından en büyük bölümünü oluşturur. Besin madde bileşimi yaklaşık olarak %88 su ve %12 katı maddeden oluşur. Katı maddesi de çoğunlukla protein ile az miktarda karbonhidrat, yağ ve mineral maddelerden oluşur ([megep.meb.gov.tr](http://megep.meb.gov.tr), Erişim tarihi: 09 Mayıs 2019).

Yumurta sarısı, yumurtanın en besleyici kısmıdır ve yumurta ağırlığının yaklaşık 1/3'ünü oluşturur. Protein ve yağlar bakımından zengin olup, bazı vitamin ve mineralleri içerir.

### 3.2. Yumurtanın Kimyasal Bileşimi

Yumurtanın yenilebilir kısmı şekil 4’te belirtildiği gibi su (%73), protein (%12), lipit (%12), karbonhidrat (<%1) vitamin ve minerallerden oluşur (5, 8).



Şekil 4: Yumurtanın kimyasal bileşimi

#### 3.2.1. Proteinler

Protein, canlı hücrelerin temel yapısını oluşturan, amino asitlerin belirli türde, sayıda ve dizilişte birleşimiyle meydana gelen karmaşık yapılı doğal madde olarak tanımlanabilir. Kısaca amino asitlerin polimerleridirler. Yumurta, protein yönünden oldukça zengin ve esansiyel amino asitleri yeterli miktarlarda bulundurur (<https://www.yum-bir.org>, Erişim tarihi; 09 Mayıs 2019). Bir yumurta yaklaşık olarak 6 gram protein içermektedir. Proteinler hem yumurta akında (ovalbümin, ovotransferrin, ovomukoid, ovomucin, vb.) hem de yumurta sarısında (yüksek yoğunluklu lipoproteinler, düşük yoğunluklu lipoproteinler ve livetinler) dağılmıştır (9). Bu proteinlerin yaklaşık olarak %55’i yumurta akında yer alırken, geriye kalan kısmı yumurta sarısında bulunur.

#### 3.2.2. Lipitler

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 (6). 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 (9).

### 3.2.3. Mineral maddeler

Yumurta fosfor, selenyum, demir ve çinko gibi mineraller için önerilen günlük ihtiyacın sırasıyla yaklaşık %16, %29, %9 ve %9'unu içerir (9). Ayrıca yumurta kabuğu önemli bir kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) kaynağıdır (5, 10). Aşağıda yumurta bileşenlerinin mineral madde içeriği verilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1:** Yumurtanın mineral madde bileşimi (11)

<b>Mineraller</b>	<b>Albümin (%)</b>	<b>Yumurta Sarısı (%)</b>
Sülfür	0,195	0,016
Fosfor	0,015-0,03	0,543-0,980
Sodyum	0,161-0,169	0,026-0,086
Potasyum	0,145-0,167	0,112-0,360
Magnezyum	0,009	0,016
Kalsiyum	0,008-0,02	0,121-0,262
Demir	0,0001-0,0002	0,0053-0,011

### 3.2.4. Vitamin

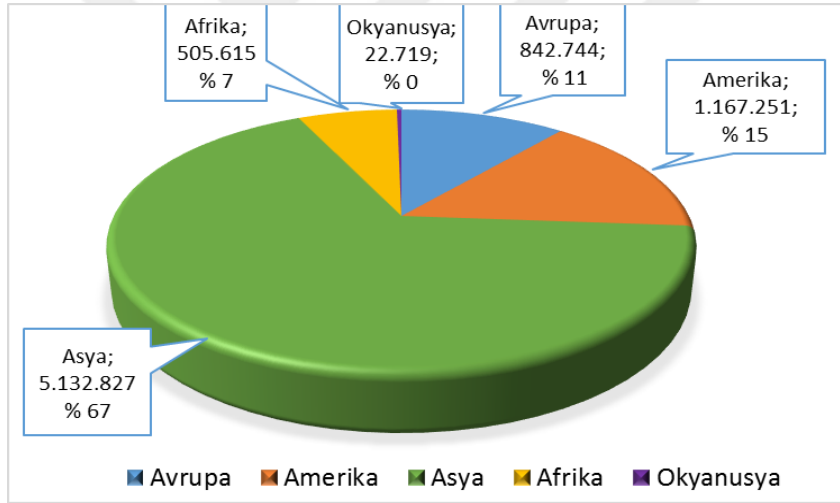
Yumurta akı suda çözünen B grubu vitaminler arasında olan biyotin, niasin ve riboflavin'i, yumurta sarısı ise suda çözünen niasin ve riboflavin dışındaki tüm vitaminleri bulundurur (5). Yumurta A, D, E, K, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, biotin ve pantotenik asit gibi vitaminleri günlük ihtiyacın yaklaşık %10'unu kadar içerir (9). Aşağıda yumurtaların vitamin içeriği verilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2:** Yumurtanın vitamin bileşimi (mg/100g) (11)

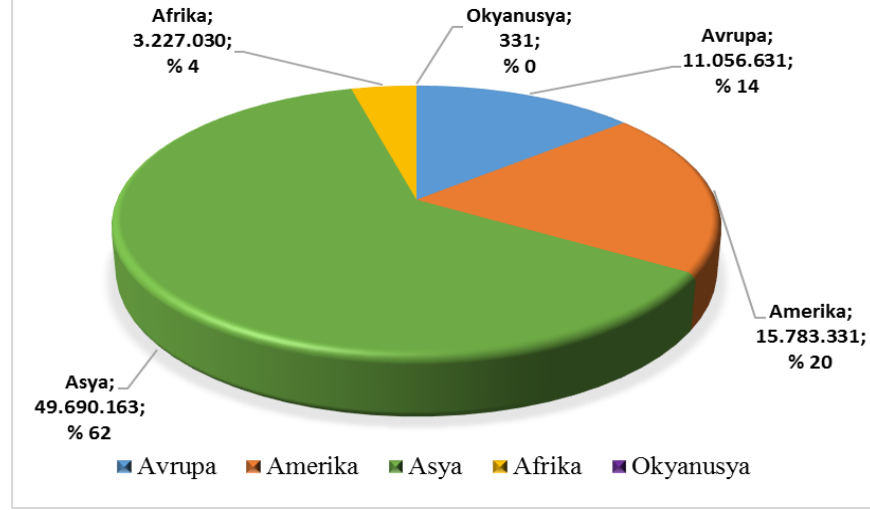
<b>Vitaminler</b>	<b>Albümin</b>	<b>Yumurta Sarısı</b>
Retinol (A)	0	1,12
Tiamin	0,022	0,29
Riboflavin	0,27	0,44
Niasin	0,1	0,065
Pirooksin	0,012	0,3
Pantotanik Asit	0,14	3,72
Biyotin	0,007	0,053
Folik asit	0,009	0,15
Tokoferol	0	6,5
α- Tokoferol	-	5,4
Vitamin D	-	0,0056

### 3.3. Dünya’da ve Türkiye’de Yumurta Üretimi

Yumurta yüzyıllar boyu insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bir gıda maddesidir. Yumurta denilince akla ilk tavuk yumurtası gelir. Dünya genelinde 7 671 156 (bin adet) tavuk olduğu tahmin edilmektedir. Dünyadaki tavuk varlığının önemli bir kısmı 5,1 milyar ile Asya kıtasında iken, en düşük kısmının yaklaşık 22,7 milyon ile Okyanusya kıtasında olduğu bildirilmektedir (12). Dünya genelindeki tavuk varlığı ile ilgili veriler Şekil 5’de özetlenmiştir. TÜİK 2019 verilerine göre dünya genelinde üretilen yumurta sayısının yaklaşık 80,1 milyon ton olduğu ifade edilmektedir (13). En fazla yumurta üretimi Asya kıtasında, en düşük üretimin ise Okyanusya kıtasında olduğu bildirilmektedir. Toplam üretilen yumurta sayısının kıtalararası dağılımına ilişkin veriler Şekil 6’da belirtilmiştir.

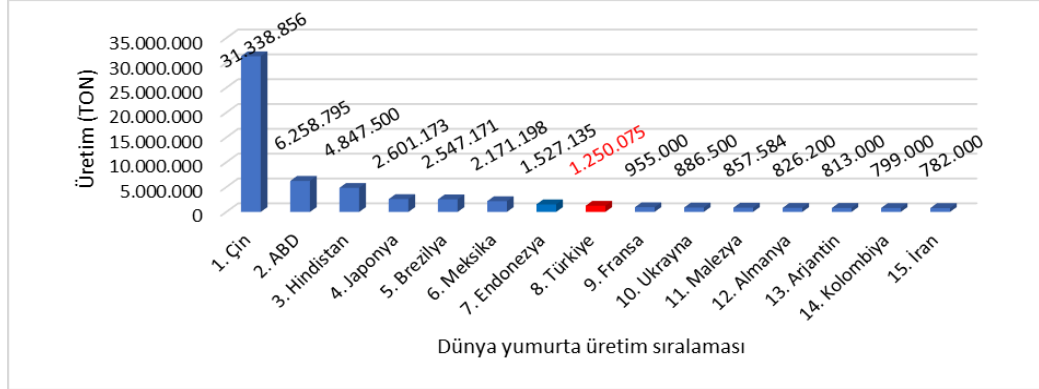


Şekil 5: Dünya genelindeki tavuk varlığının kıtalararası dağılımı (13)



**Şekil 6:** Dünya genelinde üretilen yumurtaların kıtalararası dağılımı (12)

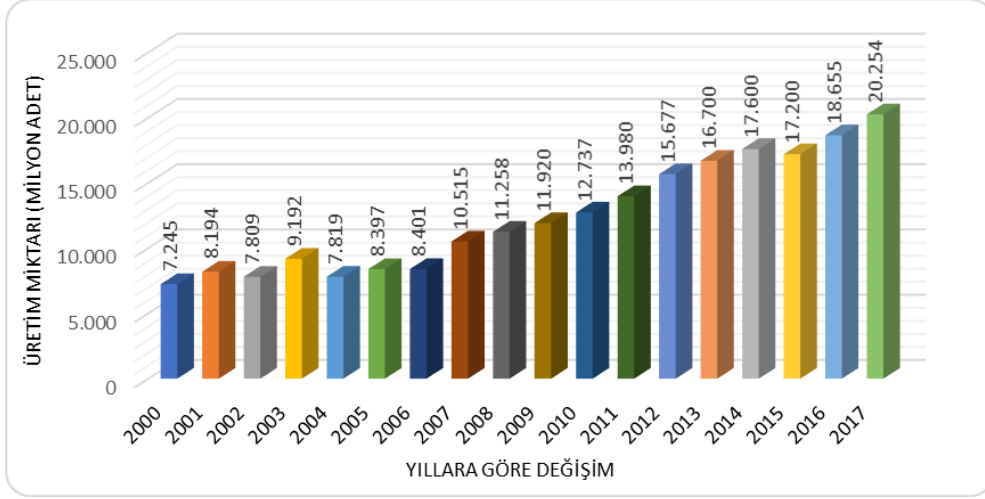
Dünya genelinde yıllık en fazla yumurta üretimi birinci sırada 31 338 856 ton (1 ton = 18.995 adet) yumurta ile Çin, ikinci sırada 6 258 795 ton ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve üçüncü sırada 4 847 500 ton ile Hindistan'da yapılmaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre; 1 250 075 ton (24 milyar adet civarında) yumurta üretimi gerçekleştiren Türkiye dünya genelinde 8. sırada bulunmaktadır (13). Ülkeler bazında yıllık yumurta üretimine ilişkin veriler Şekil 7'de gösterilmiştir.



**Şekil 7:** Dünya genelinde yıllık yumurta üretimi (ton) (12)

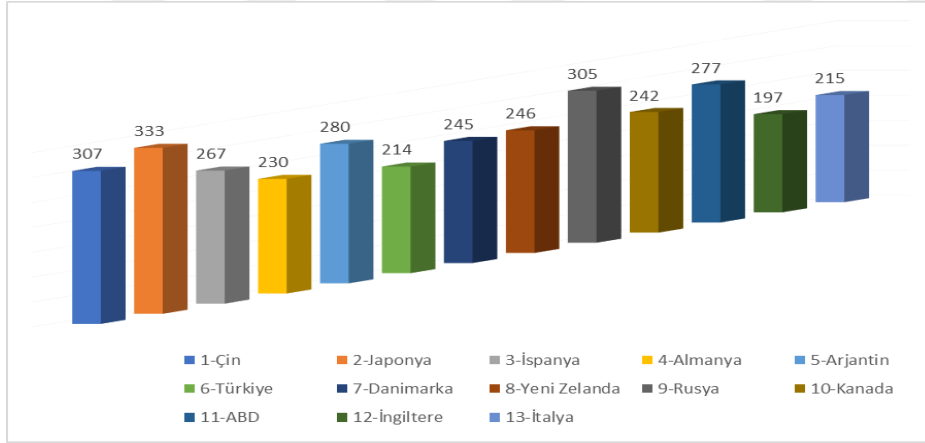
Türkiye'deki yumurta üretimine bakıldığında 2000 yılında 7,245 milyon adet olan yumurta üretiminin 2017 yılı itibari ile 20,254 milyon adet yumurtaya ulaştığı görülmektedir (Şekil 8).





**Şekil 8:** Türkiye’de yıllar’a göre yumurta üretimi (milyon adet) (13)

Yumurta üretiminde dünyada ilk on ülke içerisinde yer alan Türkiye’de yumurta tüketim oranlarının dünya ortalamasının altında kaldığı dikkatleri çekmektedir (Şekil 9). Dünya genelinde ülkelere göre kişi başına düşen yumurta tüketimi 250-300 adet iken Türkiye’de bu sayının 214 adet olduğu tahmin edilmektedir (13, 14).



**Şekil 9:** Ülkelere göre kişi başına düşen yumurta tüketimi (adet) (12)

Yumurta üretimi kapsamında Türkiye’deki yumurta sektörü ve ilgili diğer veriler Tablo 3’te özetlenmiştir.

**Tablo 3:** Türkiye yumurta tavukçuluğu 2017 ve 2018 yılı verileri (12)

	2017	2018
Tavuk Varlığı (Adet)*	121.294.047 (2016)	127.372.689 (2017)
İşletme Sayısı (Adet)*	984 (2016)	1080 (2017)
Kümes Sayısı (Adet)*	3063 (2016)	3211 (2017)
Damızlık Yumurtacı Cıvciv İthalatı (Adet)	792.096	769.951
Ticari Yumurta Üretimi (Adet)	20,3 Milyar	22,3 milyar
Kayıt Dışı Üretim (Adet)	2,5 Milyar	2 Milyar**
Organik Yumurta Üretimi (000 Adet)	93.041	160.893
Kişi Başı Üretim (Adet/Kişi)	252	295
Kişi Başı Tüketim (Adet/Kişi)	214	224
Ortalama Üretici Fiyatı (Kış/Adet)	23,8	33,13
Ortalama Tüketici Fiyatı (Kış/Adet)	40	52
Ortalama Yumurta Maliyeti (Kış./Adet)	23,18	30
Yem Fiyatı (TL/Ton)	1.220	1.530
İhracat Tutarı (\$)	376.607.865	430.725.307
İhracat Miktarı (Adet)	5.597.966.496	5.780.407.352
Nüfus	80.810.525	82.003.882

\*Türk-Vet Kayıtları

\*\*Tahmin

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 (15);

- ✓ 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.

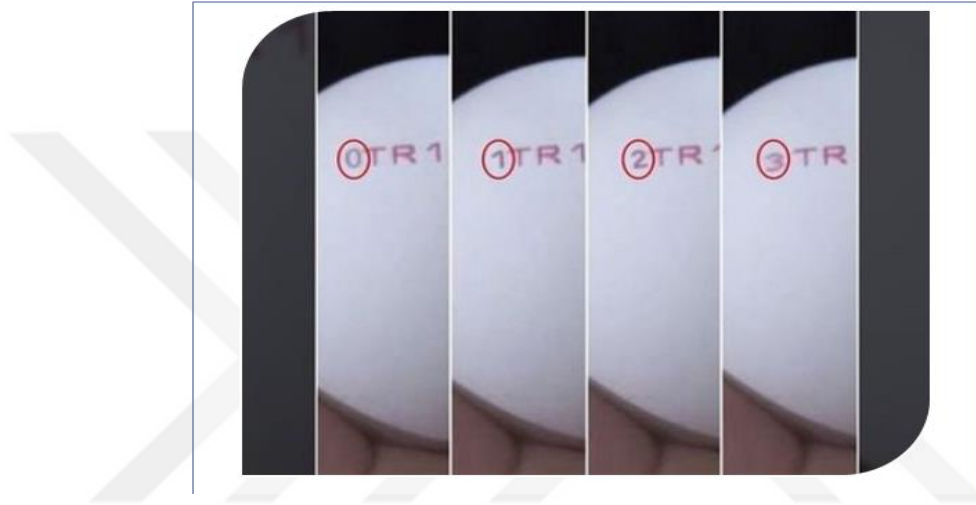
“**B sınıfı yumurta**; *Gallus gallus* var, *domesticus* cinsi tavuklardan elde edilen, A sınıfı yumurtanın özelliklerini karşılayamayan ve yumurta ürünlerinin hazırlanmasına uygun kabuklu yumurtayı ifade eder. B sınıfı yumurtaların özellikleri aşağıdaki verildiği gibidir (15);

- ✓ 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”.

### **3.4. Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Yumurta Üretimi**

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na, Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği’nde 2017 yılında 087 nolu genelge ile yapılan değişikliklerde, doğrudan insan tüketimine veya gıda sanayisinin kullanımına

sunulan "A sınıfı" yumurtalar için hangi yetiştirme sisteminde üretildiğini gösteren kodların kullanılması zorunluluğu getirilmiştir. Bu kapsamda, **organik yetiştiricilik için 0, free range (açık dolaşıma erişim) yetiştiricilik için 1, kümeste kafesiz yetiştiricilik için 2 ve kafesli yetiştiricilik için 3** (Şekil 10) olacak şekilde yetiştirme sistemlerine göre numaralandırma yapılmaya başlanmıştır (Örnek: Organik yetiştiricilik için 0TR060000060000-01). A sınıfı yumurtanın üzerine yumurtlama tarihi de damgalanabilmektedir (4).



**Şekil 10:** Türkiye'de yetiştirme sistemine göre yumurta kodları

#### **3.4.1. Organik yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “0 numaralı kod”**

Organik yumurta, organik yöntemlerle yetiştirilen (organik yem ile beslenip, organik toprakta gezinen), belirli bir alanda serbestçe gezebilen tavuklardan elde edilen yumurtalardır. Organik yumurta üretiminde tavuklarda aranan temel faktörler (tür ve ırk seçimi, kullanılacak yem, tohumlama, barınak ve serbest gezinme alanı gibi) organik yumurta üretim esaslarıncı 01/12/2004 tarihli ve 5262 sayılı Organik Tarım Kanununa dayanılarak hazırlanan 18.08.2010 tarih ve 27676 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik”çe belirlenir ve yürütmesi Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından gerçekleştirilir (16).

Türkiye’de organik yumurta üretmek için öncelikli olarak 10 Haziran 2005 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğe” uyulması gerekmektedir. Yönetmeliğe uygun şartlarda hazırlanan kümeslere konan civcivler organik yemlerle beslenmeli ve yetkilendirilmiş kuruluşların kontrolünde yumurtalar sertifikalandırılmak zorundadır. Türkiye’de 2008 yılında toplam 4 424 000 adet olan organik yumurta sayısının (17) 2018 yılı itibari ile ulaştığı sayı 160 183 (000 Adet) olarak bildirilmektedir (13).

### **3.4.2. Serbest gezen yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “1 numaralı kod”**

En eski yöntemlerden olan bu sistem, tavukların geceleri kapalı barınaklarda barındırıldığı, gün içerisinde ise barınak dışında dolaşabilmelerine imkân sağlayan, yeşil alanların bulunduğu bir sistemdir. Barınaklar, hayvanların gece güvenliği sağlamak ve gündüz kötü hava şartlarından korumak için kullanılır. Barınaklar sabit veya mobil olabilmektedir (18). Bu yetiştirme sisteminde, tavukların doğal davranışlarını sergileyebildiği bir alanda güneş ışığından faydalanabilmeleri sağlanmaktadır. Böylece stres faktörünün tavuklar üzerindeki etkisi azaltılarak tavukların daha sağlıklı olmasına katkı sağlanmaktadır. Bu sistemde kümesin dışa açılımı için yeterli sayıda çıkış deliği bulunmalı (1000 tavuk için en az 2 m dışarıya açılan açıklık bulunmalıdır) ve tavukların dolaşacağı dış alanın önemli ölçüde yeşil bitki örtüsüyle kaplı olması gerekmektedir. Dış ortam bazen serayla kapatılabilmektedir. Seranın hem altlık kalitesine hem de kümes içi sıcaklığın korunmasında önemli faydaları olduğu vurgulanmaktadır. Tavukların kum banyosu ihtiyacı tamamen kümes dışından karşılanıyorsa tavuklar günde en az 4 saat bu alanda vakit geçirmelidirler. Açık alanda hektar başına düşen tavuk sayısı 2500 (tavuk başına 4 m<sup>2</sup>) olmalıdır (19, 20).

### **3.4.3. Kümeste kafessiz yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “2 numaralı kod”**

AB genelinde yetiştirme sistemleri ile ilgili standartların oluşturulmasına yönelik yönetmeliklerin kapsamı zamanla doğal davranışları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu yöndeki çalışmaların en önemli sonucu 1 Ocak 2002 tarihinden itibaren AB genelinde geleneksel kafes sistemlerinin yasaklanmasıdır. Bu karara

paralel olarak Türkiye’de de 2015 yılı itibariyle geleneksel kafes sistemlerinin yasaklanması öngörülmüş, ancak daha sonra bu konu süresiz ertelenmiştir.

Bu sistemler içerisinde ele alınan üretim uygulamaları; altlıklı yer sistemi, ızgaralı sistem ve çok katlı kafessiz yer sistemidir. Bu sistemlerin refah şartları ile ilgili AB kaynaklı bazı kurallar getirilerek özellikle yerleşim sıklığının ve kümes kapasitesinin azaltılması amaçlanmıştır. Bu sistemlerle ilgili olarak 1 Ocak 2002’den itibaren yürürlüğe giren (3) ve ülkemizde de uyum sürecindeki yasal düzenlemelere esas olan yönetmelik uyarınca tüm kafessiz sistemlerde aşağıdaki düzenlemelerin sağlanması amaçlanmıştır.

#### **Altlıklı Sistem:**

Bu sistemde tavuklar zemin üzerine serilmiş altlık materyali üzerinde yerde barındırılmaktadır. Özellikle et üretiminde kullanılan tavukların tamamı ve damızlık yetiştiriciliğinin çoğu altlıklı kümeslerde yapılmaktadır (21). Altlık materyali olarak saman, odun talaşı, çeltik kavuzu, kum ve toprak sıklıkla kullanılmaktadır. Yumurtacı tavuklar açısından kümes içerisinde folluk ile tünük bulundurulurken altlık sayesinde tavuklar toz banyosu, eşeleme ve yem arama gibi davranışları sergileyebilmektedirler (22).

#### **Izgaralı Sistem:**

Altlıklı zeminle beraber, kümesin ortasında ya da uzun kenarlarında yer alan ızgaralı kısım olacak şekilde tasarlanmıştır. Izgaralı kısım zeminden 80-90 cm yükseklikte ve tabanı tahta, plastik ya da tel örgüden imal edilmelidir. Yemlik, suluk ve folluklar bu katta bulunmalı ve folluklar sulukların 30-50 cm önünde yerleştirilmelidir (23). Altlıklı kısmın tavuk başına en az 250 cm<sup>2</sup>/tavuk (23) olacak şekilde ve yerleşim sıklığının 9 tavuk/m<sup>2</sup>’yi aşmayacak şekilde planlanması gerekmektedir (19). Böylelikle tavuklara toz banyosu, eşeleme gibi davranış özelliklerini gösterebilecek imkân verilir.

#### **Çok Katlı Kafessiz Sistem (Aviary, Kuşluklu):**

Folluklu, folluksuz ve portal sistemlerden oluşmaktadır. Aviary sistemi barınağın dikey olarak kullanılmasını sağlayarak tavukların katlar arası hareket edebilmesine imkân vermektedir. Folluksuz sistemlerde hayvanların bulunduğu alan

ile folluklar arasında altıklı bir alan bulundurarak bakıcının bu alanda gezinebilmesi sağlanırken folluklu sistemlerde her katta genellikle iki sıra folluk bulunmaktadır (22). Çok katlı oluşu sebebiyle batarya tipi kafeslere benzetilse de katlar arasında tavukların özgürce hareket edebilmesi için katlar arası tünnek, basamak, merdiven gibi yapılar oluşturulmuştur (20).

#### **3.4.4. Konvansiyonel yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtası “3 numaralı kod”**

1930’lu yıllarda Amerika’da ıslah çalışmaları kapsamında tavukların bireysel kafeslerde barındırılması için geliştirilmiş bir yetiştirme sistemidir. Ancak zamanla tavukların gruplar halinde barındırıldığı sistemlere dönüşmüştür. Tavukların küçük gruplar (5-7 adet tavuk) halinde veya bireysel olarak barındırılması esasına dayanan bu sistem, tavukların tüm ihtiyaçlarını kafes içerisinde karşılamaya uygun şekildedir. Kafesler tek veya çok katlı olacak şekilde üretilmektedir. Endüstriyel tavuk yetiştiriciliğinde yüksek kapasite avantajı nedeniyle günümüzde en sık tercih edilen kafes tipleri 3-8 katlı sistemler olmakla birlikte 12 katlı örneklere de rastlanmaktadır. Avrupa Birliği (AB) standartlarına göre kafeste tavuk başına en az 550 cm<sup>2</sup>’lik bir alan belirlenmiştir. Amerika Yumurta Üreticileri (UEP) tarafından tavuk başına önerilen alan 430-560 cm<sup>2</sup> arasındadır (23).

#### **3.5. Yumurta Kaynaklı Mikrobiyal Riskler**

İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yeri olan gıda maddelerinden biri de yumurtadır. Tavuk tarafından yumurtlandıktan sonra raf ömrü boyunca yumurta tüketicilere yumurtlama tazeliğinde ulaştırılması muhafaza sıcaklığını önemli kılmaktadır. Yumurtlamadan sonra muhafaza sıcaklığı ve süresine bağlı olarak yumurtada CO<sub>2</sub> ve ağırlık kaybı olmakta, albumin pH’sı yükselmekte, albumin ağırlığı ve yüksekliği düşmekte, vitellin membranda protein kaybı olmakta ve akının köpürme özelliği düşmektedir (24).

Yumurta kanatlı hayvan ürünleri içinde Salmonellosis gibi gıda kaynaklı salgınlara en çok neden olan gıda maddesi olarak bildirilmektedir. Mikroorganizmalar vertikal veya horizontal olmak üzere iki farklı yol ile yumurtalara bulaşır. Vertikal bulaşmada enfekte tavuklar yumurta içeriğini

mikroorganizmalar ile kontamine ederler. Böylece mikroorganizmalar yumurta zarları ile albümin düzeyine göre yumurta sarısına yerleşerek çoğalırlar. Horizontal yol ile bulaşma ise yumurtlama sırasında veya sonrasında yumurtanın dışkı ve çevresel nedenlere bağlı kontaminasyonu sonrası görülen bulaşmadır (25, 26).

Yumurta kabuk yüzeyinde veya içeriğinde bulunabilen bazı mikroorganizmalar aşağıda özetlenmiştir.

### **3.5.1. Toplam bakteri varlığı**

Toplam bakteri analizleri ile psikrofil, termofil veya mezofil grupları için aerobik/anaerobik koşullarda mikroorganizmaların sayısının belirlenmesi ilkesine dayanır. Bu gruplar içerisinde en çok tercih edilen toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısıdır. TMAB sayısı, gıda hammadde ve katkı maddeleri ile tüketime hazır gıda ürünlerinin taşıma ve muhafaza koşulları hakkında bilgi edinmek için oldukça basit ve ekonomik bir yöntemdir. Bu yöntem ile gıdaların bozulma zamanı ve raf ömrü saptanabilir, asgari standartlara uyup uymadığı tespit edilebilir ([www.mikrobiyoloji.org](http://www.mikrobiyoloji.org), Erişim tarihi: 27.05.2019).

Üretimi gereği yumurtaların mikroorganizmalar ile kontaminasyonu kaçınılmazdır ve bundan dolayı çok düşük sayılarda dahi olsa yumurta farklı özellikteki mikroorganizmalar ile yetiştirme sistemi ve çevresel nedenler gibi durumlara bağlı her zaman bir miktar toplam bakteri yükü vardır. Favier ve ark. (2000) yaptığı bir çalışmada yumurta kabuğundaki toplam canlı bakteri yükünü 4,55 log kob/yumurta, Knape ve ark. (1999) ile Lucore ve ark. (1997) yaptığı benzer çalışmalarda ise sırasıyla 3,86 ve 5,10 log kob/yumurta kabuğu olarak saptamışlardır (27-29). Erkan ve ark. (2008) Diyarbakır ilinde köy yumurtası ile market yumurtaları üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, TMAB sayısını sırasıyla 6,72 ve 5,68 log kob/ml-rinse tespit ettiklerini bildirmiştir (30). Park ve ark. (2014) geleneksel toptan satış pazarı ile modern süper marketlerdeki yumurtalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada TMAB sayısını sırasıyla 4,1 log kob/yumurta ile 3,1 log kob/ yumurta olarak belirlemiştir (31). Pesavento ve ark. (2017) serbest ve organik yumurtalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada her iki yetiştirme sisteminde üretilen yumurtaların mezofil aerob bakterileri benzer sayılarda bulundurduğunu bildirmiştir (32).



### 3.5.2. *Pseudomonas* spp. varlığı

*Pseudomonas* cinsi bakteriler, *Pseudomonadaceae* familyası içerisinde yer alırlar. Bu bakterilerin çoğu doğada, toprak ve sularda yoğun olarak bulunur. Bazı türleri insan, hayvan ve bitki patojenidir. Oldukça önemli olan bu cinsin türlerinin bazıları oksidaz pozitif, bazıları oksidaz negatiftir. Glikozu oksidasyon yoluyla parçalayan fakat fermentasyon yapmayan bakterilerdir. Türlerin tamamı katalaz pozitif, Gram negatif, aerobik, polar flagellasıyla hareket edebilen çubuk şekilli bakterilerdir. *Pseudomonas* spp. özellikle tüketime sunulan kanatlı yumurtalarında bozulma ve raf ömrü ile ilgili bilgiler edinmek için kullanılır (www.mikrobiyoloji.org, Erişim tarihi: 27.05.2019).

Al Momani ve ark. (2018) Ürdün'de yerel pazarlarda satışa sunulan yumurtaların mikrobiyal kalitesini değerlendirmek amacıyla yapmış oldukları bir çalışmada, analiz ettikleri örneklerin 17(%21)'sinden *Pseudomonas* spp. tespit ettiklerini bildirmiştir (33). De Reu ve ark. (2006) yumurta kabuğunun penetrasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada, 21 günlük inkübasyon sonrası kabuktaki *Pseudomonas* spp. oranının %60 düzeyinde olduğunu bildirmiştir (34).

### 3.5.3. Koliform bakteri varlığı

Koliform bakteriler *Enterobacteriaceae* familyasında bulunan; fakültatif anaerob, Gram negatif ve spor oluşturmeyen çubuk formunda kompleks bir bakteri grubudur. 35 °C'de 24-48 saat içinde laktozu fermente ederek gaz ve asit oluştururlar (35). Gıda maddelerinde hijyen indikatörü olarak da kullanılabilen koliformlar ürünün raf ömrünün değerlendirilmesinde de geniş bir perspektif sunarlar. Yumurtalarda koliform kontaminasyonu direk dışkı veya dışkı ile temas etmiş yüzeyler aracılığıyla gerçekleşir (36).

Karadal ve ark. (2018) market yumurtalarının %16 (%14 kabuk yüzeyinden ve %2 yumurta içeriğinden)'sından ve köy yumurtalarının %17 (%13 kabuk yüzeyinden ve %4 yumurta içeriğinden)'sinden 3,69-5,62 log kob/ml düzeyinde koliform tespit ettiklerini bildirmiştir (37). Park ve ark. (2015) pazar ve market yumurtalarında

yaptıkları bir çalışmada pazarlarda satışı sunulan yumurtaların, market yumurtalarına göre daha yüksek oranda koliform bakterileri bulundurduğunu saptamışlardır (31).

#### **3.5.4. *Escherichia coli* varlığı**

*Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan en önemli bakteri türlerinden biridir. Gram negatif, fakültatif anaerob ve sporsuz olan bu bakteri türünün bazı suşları peritrik flagelları ile hareketlidir. Mezofilik özellikte olan bu bakteri 4 ile 45 °C arasında üreyebilme kabiliyetindedir (38). Gıda maddelerinde fekal kontaminasyonun indikatörü olarak kullanılan bu bakterinin patojen ve patojen olmayan suşları vardır.

Chousalkar ve ark. (2010) yumurta kabuklarında bakteriyel patojenlerin varlığı ile ilgili yaptığı bir çalışmada analiz ettikleri örneklerin %11,1'inde *E. coli* tespit ettiklerini bildirmiştir (39). Ürdün'de yerel pazarlarda satışı sunulan yumurtaların mikrobiyal kalitesini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada analiz edilen yumurtaların %15'inde *E. coli* tespit edildiği bildirilmiştir (32). Adesiyun ve ark. (2007) inceledikleri yumurtaların %88,1'inin *E. coli* ile kontamine olduğunu bildirmiştir (40).

#### **3.5.5. *Campylobacter* spp. varlığı**

*Campylobacteriaceae* familyasında yer alan *Campylobacter* spp.'ler Gram negatif, spor oluşturmeyen, çoklu flagellaları ile hızlı hareket eden mikroaerofilik özellikteki bakterilerdir. Genellikle 37 °C'de üreyen bu mikroorganizmaların 42 °C'de üreyebilen termofilik türleri de mevcuttur. Ancak 30 °C'nin altındaki sıcaklıklarda üremesi önemli derecede azalır (41). Gıda kaynaklı zehirlenmeler açısından *Campylobacter jejuni* ve *Campylobacter coli* önem arz eder (42, 43).

Kanatlı hayvanlarda *Campylobacter* ile ilişkili kontaminasyonlar çoğunlukla horizontal yol ile gerçekleşir. Kümes bazlı kontaminasyonlarda özellikle kullanılan altlıklar, hijyenik olmayan içme suyu, diğer çiftlik hayvanları, alet-ekipman, personel gibi durumlar önemli rol oynar (44). *Campylobacter* ile ilgili yapılan çalışmalar bu bakterinin yumurtalarda çok düşük oranlarda dahi olsa bulunduğunu göstermektedir. Sulonen ve ark. (2007) analiz ettikleri 360 yumurta kabuğunun yalnızca birinden

*Campylobacter* tespit ettiklerini bildirmiştir (45). Jones ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada konvansiyonel (kafes) ve serbest gezen folluklu sistemde üretilen yumurtalara ait kabuklarda *Campylobacter* spp. tespit etmediklerini ancak serbest gezen floor sisteminde üretilenlerin ikisinde bu bakteriyi belirlediklerini bildirmiştir (46). Aynı çalışmada yumurta içeriklerinin hiçbirinde bu bakteri saptanmamıştır. Benzer şekilde Dipineto ve ark. (2011) analiz ettikleri yumurta içeriklerinin hiçbirinde *Campylobacter* tespit etmediklerini bildirmiştir (47).

### 3.5.6. *Salmonella* varlığı

*Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan *Salmonella* bakterisi Gram negatif, fakültatif anaerob, 2-5 mikron uzunluğunda 0,5–1,5 mikron genişliğinde insan ve hayvanlarda önemli hastalıklara neden olabilen bir patojendir. Bu patojenin 2,579'dan fazla serovarının olduğu bildirilmektedir (48). İnsanlarda Salmonellosis salgınlarının nedenleri arasında yumurta en sık bildirilen gıda maddesidir. Yumurta ile ilişkili Salmonellosis salgın/vakalarından en çok *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ve *Salmonella enterica* serovar Enteritidis sorumlu tutulmaktadır (49). *Salmonella* Enteritidis yumurtaya çoğunlukla vertikal yol ile bulaşırken *Salmonella* Typhimurium ve diğer serovarlar horizontal yolla bulaşır (50). Pesavento ve ark. (2017) *Salmonella* yönünden analiz ettikleri 120 serbest gezen tavuk yumurtası ile 180 organik tavuk yumurtasının hiçbirinden bu patojeni tespit etmediklerini, Stepien-Pysniak (2010) konvansiyonel (kafes) ve altlıklı sistemde yumurta üretimi yapan çiftlikler ile süpermarketlerden (konvansiyonel-kafes) topladıkları 375 yumurta örneğine ait yumurta kabuklarının sırasıyla %3,2, %0 ve %3,2'sinin *Salmonella* ile kontamine olduğunu tespit ettiklerini bildirmiştir (32, 51). Erkan ve ark. (2008) 100 market yumurtasının %21'inden ve 100 köy yumurtasının %10'undan *Salmonella* patojenini saptamıştır (30). Yumurta içeriği ve sarısı ile ilgili yapılan araştırmaların birçoğunda bu patojen ya hiç ya da çok düşük oranlarda saptanmıştır (52, 53). Adesiyum ve ark. (2005) marketlerden topladıkları yumurtalara ait yumurta içeriklerinin %7,5'sinden, çiftlik düzeyinde topladıkları yumurtalara ait yumurta içeriklerinin %6,5'inden *Salmonella* patojenini tespit ettiklerini bildirmiştir (40).

## **4. GEREÇ ve YÖNTEM**

### **4.1. Gereç**

Bu araştırmada materyal olarak Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 24 Kasım 2017 tarih ve 30250 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği kapsamında organik tavuk yumurtası (0 kodlu), serbest gezen tavuk yumurtası (1 kodlu), kümeste serbest gezen tavuk yumurtası (2 kodlu) ve konvansiyonel (kafesli) tavuk yumurtası (3 kodlu) olmak üzere 4 farklı yetiştirme sisteminde üretilen yumurtalar kullanıldı (4). Farklı tarihlerde beş kez tekrar edilen bu araştırmada her tekrarda 70 adet [20 adet organik (0 kodlu), 20 adet serbest gezen (1 kodlu), 10 adet kümeste serbest gezen (2 kodlu), 20 adet konvansiyonel (3 kodlu)] yumurta olmak üzere toplam 350 adet tavuk yumurtası kullanıldı (Tablo 4). Her tekrarda organik, serbest gezen ve konvansiyonel tavuk yumurtaları ulusal düzeyde faaliyet göstermekte olan dört farklı firmadan, kümeste serbest gezen yumurtalar ise iki farklı firmaya ait olacak şekilde toplandı. Her bir örneklem döneminde (tekrarda) toplanan yumurtaların aynı firma, aynı üretim tarihli ve aynı parti numarasına sahip, orijinal ambalajları içinde ve ambalaj bütünlüğü bozulmamış ve yasal mevzuatta belirtilen sınırlar içinde olan yumurtalardan oluşmasına dikkat edildi.

### **4.2. Yöntem**

#### **4.2.1. Yapılan işlemler**

##### **4.2.1.1. Yumurta numunelerinin sınıflandırılması**

Yumurta örnekleri yukarıda belirtilen kriterleri taşıyacak şekilde toplandıktan sonra Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarına getirildi. Yetiştirme sistemine göre (0, 1, 2, 3) her firmaya farklı bir harf gelecek şekilde (Tablo 4) yumurtalar 14 farklı grup içinde numaralandırıldıktan (0A, 0B, 0C, 0D, 1E, 1F, 1G, 1H, 2K, 2L, 3M, 3N, 3P, 3R) sonra her bir yumurta aseptik koşullarda az kirli (1-2 noktasal kir), kirli (3-5 noktasal kir) ve çok kirli (altı ve daha fazla noktasal yaygın kir) olmak üzere üç farklı kategoride görsel kirlilik yönünden değerlendirildi. Ayrıca orijinal ambalajında toplanan yumurtalar satışa sunuldukları ambalaj materyalinin karton veya polistren köpük olma durumuna göre not edildi.

**Tablo 4:** Yumurta örneklerinin gruplandırılması

Yetiştirme Sistemi*	0				1				2		3			
Firma	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	O	P
Her Bir Tekrar İçin Toplanan Örnek Sayısı	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tekrar Sayısı	5				5				5		5			
Toplam Örnek Sayısı	100				100				50		100			

\*0: Organik, 1: Serbest gezen, 2: Kümeste serbest gezen, 3: Konvansiyonel (kafesli)

#### 4.2.1.2. Yumurta kabuğu yüzeyinin mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler

Her bir yumurta örneği aseptik koşullarda hassas terazi kullanılarak ağırlığı tespit edildikten sonra steril numune alma poşetlerine alınarak her bir poşete oda sıcaklığında olan 20 ml tamponlanmış peptonlu su (LABM 024) ilave edildi (Resim 1). Daha sonra her bir numune alma poşeti içindeki yumurta bir dakika boyunca elle ovalanarak yumurta kabuğunun dış yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların solüsyona geçmesi sağlandı. Bu sıvıdan direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , ve  $10^{-5}$ 'lik düzende seri dilüsyonlar yapılarak tespit edilmesi hedeflenen mikroorganizmalar için mikrobiyolojik ekimler gerçekleştirildi (31).



**Resim 1:** 20 ml tamponlanmış peptonlu su ve yumurta örneklerinin bulunduğu steril numune alma poşetleri

#### 4.2.1.3. Yumurta kabuğunun (porlarının) mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler

Yumurta kabuğu yüzeyine yukarıda belirtildiği gibi uygulanan işlemler sonrasında aseptik koşullarda her bir yumurta örneği steril numune poşetlerinden çıkartılarak daha önceden steril edilmiş beherlerde bulunan %70'lik alkol içinde 1 dakika bekletildi. Bu işlemle yumurta kabuğunun yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların elimine edilmesi amaçlandı. Alkol uygulamasını takiben yumurtalar yaklaşık 45 dakika kurumaya bırakıldı (Resim 2). Kuruma işlemini müteakip aseptik koşullarda steril bir spatula yardımı ile her bir yumurta kırılarak akı ve sarısı birbirinden ayrıldı. Bu işlem sonrası yumurta kabuğu iç yüzeyi yaklaşık 5ml steril %0,1'lik peptonlu su ile yıkanarak her grupta aynı firmaya ait ve aynı parti numaralı beş yumurta olacak şekilde on dört farklı yumurta kabuğu havuzu Tablo 5'te gösterildiği gibi oluşturuldu. On dört farklı firmaya ait yumurta kabuklarının bulunduğu on dört farklı steril numune alma poşetinin her birine 50 ml steril tamponlanmış peptonlu su ilave edilip dikkatli bir şekilde elle ezilerek hem kabuğun daha küçük parçalara ayrılması hem de mikroorganizmaların sıvıya geçmesi sağlandı. Daha sonra yumurta kabuğu+tamponlanmış peptonlu suyun bulunduğu her bir sıvıdan direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende seri dilüsyonlar yapılarak tespiti hedeflenen mikroorganizmalar için mikrobiyolojik ekimler gerçekleştirildi (54).



**Resim 2:** %70'lik alkol uygulaması sonrası kurumaya bırakılan yumurta örnekleri

#### **4.2.1.4. Yumurta sarısının mikrobiyolojik analizlere hazırlanması için yapılan işlemler**

Aseptik koşullarda yumurta kırma işlemi gerçekleştirilirken yumurta sarısı için ayrı bir havuz oluşturuldu. Yumurta sarısı akından ayrıştırıldıktan sonra her bir grupta aynı firmaya ait beş yumurta sarısı olacak şekilde on dört farklı firmaya ait on dört farklı yumurta sarısı karışımı aseptik koşullarda steril beherlere alınarak yumurta sarısı havuzu oluşturuldu (Tablo 5). Bu işlemi takiben her bir yumurta sarısı havuzundan steril pipetler yardımıyla 3 ml alınarak 50 ml'lik steril polipropilen konik tüplere aktarıldı. Her bir konik tüp içine 12 ml steril tamponlanmış peptonlu su ilave edildikten sonra tüpler ters düz edilerek yumurta sarısı ile tamponlanmış peptonlu suyun homojen bir şekilde karışması sağlandı. Daha sonra yumurta sarısı+tamponlanmış peptonlu su karışımının bulunduğu sıvılar kullanılarak tespit edilmesi amaçlanan mikroorganizma veya mikroorganizmaların analizi için mikrobiyolojik ekimler gerçekleştirildi (55).

**Tablo 5:** Yumurta örneklerinin mikrobiyolojik analizlere hazırlanması

Yumurta kısmı	Mikrobiyolojik analize hazırlık	Mikrobiyolojik analizler
Yumurta kabuğu yüzey yıkama SIVİSİ	Her bir yumurtanın tartımı sonrası steril numune poşeti içinde 20 ml tamponlanmış peptonlu su ile muamelesi sonrası elde edilen yıkama sıvısı.	TMAB TPAB Koliform <i>E. coli</i> <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Salmonella</i>
Yumurta kabuğu (por) havuzu SIVİSİ	Aynı firmaya ait beş yumurta aseptik koşullarda kırıldıktan ve akı ile sarısından ayrıldıktan sonra geriye kalan kabukların steril numune poşeti içinde 50 ml tamponlanmış peptonlu su ile muamele edilmesi sonrası elde edilen sıvı.	TMAB TPAB Koliform <i>E. coli</i> <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Salmonella</i>
Yumurta sarısı havuzu SIVİSİ	Aynı firmaya ait beş yumurta aseptik koşullarda kırıldıktan ve akı ile kabukları ayrıldıktan sonra geriye kalan sarısının steril bir beher içinde karıştırıldıktan sonra steril bir pipet yardımıyla üç ml alınarak steril polipropilen konik bir tüp içerisine aktarılarak 12 ml tamponlanmış peptonlu su ile muamele edilmesi sonrası elde edilen sıvı.	<i>Salmonella</i>

#### 4.2.2. Analizler

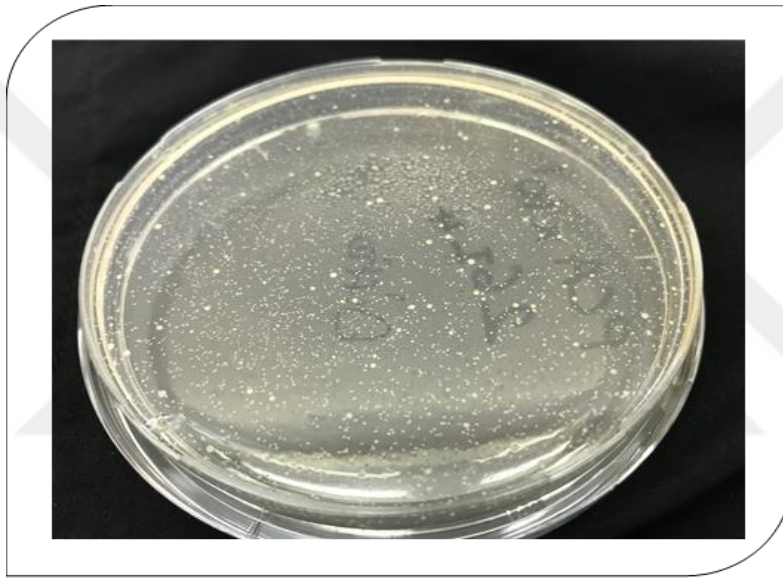
##### 4.2.2.1. Mikrobiyolojik analizler

Bu çalışmada kullanılan tüm yumurta örnekleri yukarıda detayları verildiği şekilde mikrobiyolojik ekimlere hazırlandıktan sonra tespit edilmesi hedeflenen mikroorganizmalar yönünden analizleri gerçekleştirildi. Yumurta kabuğunun yüzeyindeki ve yumurta kabuğundaki (porlarındaki) mikrobiyal yükün belirlenmesi amacıyla toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrotrofik aerobik bakteri, koliform grubu bakteriler, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* varlığı ve/veya sayısı yönünden mikrobiyolojik analizler gerçekleştirildi. Yumurta sarısında ise yalnızca *Salmonella* bakterisi varlığının tespitine yönelik mikrobiyolojik analizler yapıldı.



#### 4.2.2.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi

3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle mikrobiyolojik analizlerin uygulanmasına hazır hale getirilen her bir solüsyondan aseptik koşullarda direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1 ml alınarak steril petri kutularına aktarıldı. Bu işlemi takiben Plate Count Agar (PCA) (LABM 149) besiyeri  $40\text{ }^\circ\text{C}$  -  $45\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ilave edilerek dökme plak yöntemine göre ekim gerçekleştirildi.  $30\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 72 saat inkübasyon sonrası besiyerinde gelişen tüm koloniler sayıldı (56) (Resim 3).



**Resim 3:** İnkübasyon sonrası PCA besiyerinde gelişen TMAB kolonilerinin görünümü

#### 4.2.2.1.2. Toplam psikrotrofik aerobik bakteri (TPAB) sayısının belirlenmesi

3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle mikrobiyolojik analizlerin uygulanmasına hazır hale getirilen her bir solüsyondan aseptik koşullarda direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petri kutularına transfer edildi. Bu işlemi takiben Plate Count Agar (PCA) (LABM 149) besiyeri ilave edilerek dökme plak yöntemine göre ekim gerçekleştirildi. Aerobik koşullarda  $7\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün inkübasyon sonrasında gelişen tüm koloniler sayıldı (57).

#### 4.2.2.1.3. Koliform grubu bakteri sayısının belirlenmesi

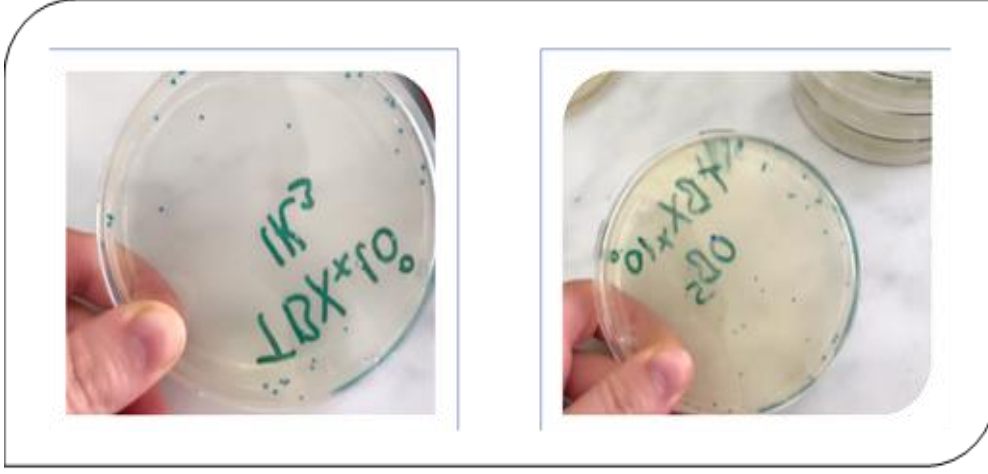
3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle mikrobiyolojik analizlerin uygulanmasına hazır hale getirilen her bir solüsyondan aseptik koşullarda direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petri kutularına transfer edildi. Bu işlemi takiben yaklaşık 14 ml Violet Red Bile Lactose Agar (VRBLA) (Merck 1.01406) besiyeri ilave edilerek kurumaya bırakıldı. Daha sonra kuruyan besiyeri üzerine 4 ml daha VRBLA ilave edilerek dökme plak yöntemine göre ekim tamamlanmış oldu. 37 °C'de 24 saat inkübasyon sonunda pembe-kırmızı renkte gelişen koloniler koliform bakterisi olarak kabul edilerek sayımı yapıldı (58)(Resim 4).



**Resim 4:** İnkübasyon sonrası VRBLA besiyerinde gelişen koliform bakteri kolonilerinin görünümü

#### 4.2.2.1.4. *Escherichia coli* bakteri sayısının belirlenmesi

3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle mikrobiyolojik analizlerin uygulanmasına hazır hale getirilen her bir solüsyondan aseptik koşullarda direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petri kutularına transfer edildi. Daha sonra Tryptone Bile X Glucuronide Agar (TBX) (HAL003) besiyeri ilave edilerek 44 °C'de 20-24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda gelişme gösteren tipik mavi veya mavi-yeşil renkli koloniler *E. coli* bakterisi olarak kabul edilerek sayımı yapıldı (59)(Resim 5).



**Resim 5:** İnkübasyon sonrası TBX besiyerinde gelişen *E. coli* kolonilerinin görünümü

#### **4.2.2.1.5. *Enterobacteriaceae* sayısının belirlenmesi ve tür düzeyinde dağılımının tespiti**

3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle mikrobiyolojik analizlerin uygulanmasına hazır hale getirilen her bir solüsyondan aseptik koşullarda direkt 1 ml ( $10^0$ ) alınarak veya  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$ 'lük düzende hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petri kutularına transfer edildi. Bu işlemi takiben Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) (LABM088) besiyeri petrilere ilave edilerek dökme plak yöntemine göre ekim gerçekleştirildi. Daha sonra petriler  $37^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edildikten sonra kırmızı-mor renkte üreyen koloniler *Enterobacteriaceae* olarak kabul edilerek sayıldı (60)(Resim 6).

*Enterobacteriaceae*'ların tür düzeyinde dağılımının tespiti amacıyla VRBG agar besiyerinde gelişme gösteren mor veya pembe renkli 1-5 koloni Tryptone Soy Agar (TSA) (LABM011) bulunan petrilere öze yardımıyla transfer edilerek  $37^\circ\text{C}$ 'de 18-24 saat inkübe edildi. İnkübasyonu takiben TSA besiyerinde gelişme gösteren koloniler TSA yatık agarlara geçilerek identifikasyon aşaması gerçekleştirilinceye kadar bu besiyerinde  $4^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edildi. Daha sonra *Enterobacteriaceae*'ların tür düzeyinde tespiti Vitek Gram (-) identifikasyon kartları kullanılarak üretici firmanın önerdiği şekilde Vitek II kompakt (Biomerieux, Fransa) cihazında gerçekleştirildi.



**Resim 6:** İnkübasyon sonrası VRBGA besiyerinde gelişen *Enterobacteriaceae* kolonilerinin görünümü

#### 4.2.2.1.6. *Salmonella* varlığının belirlenmesi

Yumurta kabuğu dış yüzeyi, yumurta kabuğu ve yumurta sarısındaki *Salmonella* varlığının tespiti FDA/BAM (2011) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek gerçekleştirildi (61).

Yumurta kabuğu dış yüzeyindeki *Salmonella* varlığının belirlenmesi için 3.2.2.1. ve Tablo 5’te belirtildiği şekilde hazırlanan ve toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrotrofik aerobik bakteri, koliform grubu bakteriler, *Escherichia coli* ve *Enterobacteriaceae* bakterilerinin tespitinde kullanıldıktan sonra geriye kalan her bir yumurta kabuğu dış yüzey yıkama solüsyon sıvısı (her bir yumurtanın tartım sonrası 20 ml tamponlanmış peptonlu su ile muamelesi sonrası elde edilen sıvı) 37 °C’de 18-24 saat inkübe edildi (ön zenginleştirme). İnkübasyon sonrası her bir ön zenginleştirme sıvısından 0,5 ml alınarak 10 ml Tetrathionate Broth (TT broth) (LAB097) tüplerine ilave edildi ve bu tüpler 42 °C’de 24 saat selektif zenginleştirme amacıyla bekletildi. Bu işlemi takiben selektif zenginleştirme işlemi uygulanmış her bir tüpten bir öze dolusu alınarak Xylose-Lysine-Tergitol-4 Agar (XLT4) (LABM 221) besiyerine geçilerek 37 °C’de 24 saat inkübe edildi. Bu besiyerinde gelişen *Salmonella* şüpheli 3-5 koloni seçilerek biyokimyasal testler için Tryptone Soya Agar (TSA) (LABM 0011) besiyerine öze yardımıyla transfer edildi ve 37 °C’de 18-24 saat inkübasyon için bekletildi. TSA besiyerinde gelişme gösteren koloniler Triple

Sugar Iron (TSI) (Merck 1.03915) ve Lysine Iron Agar (LIA) (Merck 1.11640) besiyerlerine geçildi ve 37 °C'de 24 saat inkübasyon işlemi uygulandı. TSI ve LIA agar besiyerinde tipik reaksiyon gösteren *Salmonella* şüpheli izolatlar daha sonra *Salmonella* lateks aglütinasyon (M42CE, Microgen) testi ile serolojik yönden doğrulandı.

Yumurta kabuklarındaki *Salmonella* varlığının belirlenmesi amacıyla 3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle hazırlanan ve toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrotrofik aerobik bakteri, koliform grubu bakteriler, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* bakterilerinin belirlenmesinde kullanıldıktan sonra geriye kalan her bir yumurta kabuğu havuz sıvısı (yumurta kabuğu + 50 ml tamponlanmış peptonlu su bulunduran poşetler) 37 °C'de 18-24 saat inkübe edildi (ön zenginleştirme). İnkübasyon sonrası *Salmonella* tespiti için izlenen prosedür yukarıda yumurta kabuğu dış yüzeylerinde açıklandığı gibi gerçekleştirildi.

Yumurta sarısında *Salmonella* varlığının belirlenmesi amacıyla 3.2.2.1. ve Tablo 5'te belirtildiği şekliyle 50 ml'lik polipropilen konik tüpler içinde hazırlanan yumurta sarısı havuz sıvılarının (12 ml tamponlanmış peptonlu su + 3 ml yumurta sarısı) 37 °C'de 18-24 saat inkübe edildi (ön zenginleştirme). İnkübasyon sonrası *Salmonella* tespiti için izlenen prosedür yukarıda yumurta kabuğu dış yüzeylerinde açıklandığı gibi gerçekleştirildi.

#### **4.2.2.2. İstatistiksel analiz**

Yumurtalardaki mikroorganizma varlığını belirlemek amacıyla yapılan bu araştırmaya dört farklı yetiştirme yöntemiyle üretilen 350 adet yumurta örneği, beş ayrı tekrar halinde dahil edildi. Mikrobiyolojik analizler sonucu besiyerlerinde gelişme gösteren mikroorganizmalar kob/ml olarak ifade edildi. Belirlenen faktörlerin etkisini saptamak amacıyla bu veriler logaritmaya çevrilip SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences) istatistiksel paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutuldu. Çözümlemede tanımlayıcı istatistikler, Independent Samples T-Test, One-way Anova, Pearson Ki Kare analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanıldı. Analizlerde istatistiksel önemlilik düzeyi *P* değerinin 0,05'den küçük olmasıyla tanımlandı.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı

Bu araştırmada organik (n:100), serbest gezen (n:100), kümeste serbest gezen (n:50) ve konvansiyonel (n:100) yöntemlerle yetiştirilen tavuklardan elde edilen ve tüketici seviyesinde satışına izin verilen toplam 350 yumurta örneği; toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrotrofik aerobik bakteri (TPAB), koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayısı yönünden analiz edilerek değerlendirildi. Analiz edilen 350 yumurta örneğinde TMAB, TPAB, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayısının sırasıyla ortalama  $4,14 \pm 0,96$ ,  $3,70 \pm 0,96$ ,  $2,88 \pm 1,20$ ,  $1,86 \pm 0,86$  ve  $1,92 \pm 0,83$  log kob/ml olduğu bulundu. En az, en yüksek ve ortalama TMAB, TPAB, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayıları Tablo 6'da verilmiştir.

Yetiştirme sistemine göre mikroorganizmaların yumurtalarda bulunma durumu Tablo 7'de verilmiştir. Analizi gerçekleştirilen toplam 350 yumurta örneğinin tamamının (%100) toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrotrofik aerobik bakterileri tespit edilebilir limitler ( $>10$  kob) içinde bulundurduğu ancak bu bakterilerin bulunma durumuyla yetiştirme sistemi arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılığın olmadığı ( $P > 0,05$ ), koliform bakterilerin bulunma durumu ile yetiştirme sistemi arasında ise istatistiksel açıdan farklılık olmamakla beraber ( $P > 0,05$ ) pozitif yönde bir korelasyonun olduğu saptandı ( $R = 0,140$ ). Yetiştirme sistemine göre *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* bakterilerinin bulunma durumunun istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlendi ( $P < 0,05$ ). Analiz edilen tavuk yumurta kabuk yüzeylerindeki en yüksek TMAB sayısı ortalama  $4,62 \pm 0,83$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında, en yüksek *E. coli* ve TPAB sayısı sırasıyla ortalama  $2,37 \pm 0,96$  ve  $3,95 \pm 0,88$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında, en yüksek koliform sayısı ortalama  $3,01 \pm 1,25$  ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında, en yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı ortalama  $2,24 \pm 0,97$  log kob/ml ile kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarında tespit edildi (Tablo 7). Yetiştirme sistemi ile TMAB, TPAB ve *E. coli* mikroorganizmalarının ortalama sayıları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli ( $P < 0,05$ ) bulunurken koliform ve

*Enterobacteriaceae* mikroorganizmalarının ortalama sayısı ile yetiştirme sistemi arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlendi ( $P>0,05$ ).

Çalışmamızda *Salmonella* yönünden analiz edilen yumurta kabuk yüzeylerinin hiçbirinde bu bakteri tespit edilmedi.

**Tablo 6:** Yumurta kabuğu yüzeylerinde tespit edilen en az, en yüksek ve ortalama mikroorganizma sayıları (log kob/ml) (N:350)

Mikroorganizma	En az	En çok	Ortalama $\pm$ SD**
TMAB	1,48	6,29	4,14 $\pm$ 0,96
TPAB	1,08	5,39	3,70 $\pm$ 0,96
Koliform	1,04	5,07	2,88 $\pm$ 1,20
<i>E. coli</i>	1,04	3,74	1,86 $\pm$ 0,86
<i>Enterobacteriaceae</i>	1,04	4,19	1,92 $\pm$ 0,83

## 5.2. Kirlilik Düzeyine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı

Bu araştırmada analiz edilen yumurtalar arasında görsel kirlilik düzeyi bakımından çok kirli kategorisinde tespit edilen yumurta sayısı en çok %44 ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında belirlendi. Çok kirli yumurta sayısı kümeste serbest gezen, serbest gezen ve organik tavuk yumurtalarında ise sırasıyla %42, %40 ve %37 olduğu tespit edildi (Tablo 9).

Bu araştırmada az kirli, kirli ve çok kirli yumurtalarda bulunan TMAB ve TPAB sayısı ile yetiştirme sistemi arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptandı ( $P<0,05$ ). *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayısının ise yetiştirme sistemine göre sadece çok kirli yumurtalarda istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlendi ( $P<0,05$ ). TMAB sayısı az kirli yumurtalarda ortalama 3,60 $\pm$ 1,01 ile 4,64 $\pm$ 0,87 log kob/ml arasında, kirli yumurtalarda ortalama 3,54 $\pm$ 0,95 ile 4,43 $\pm$ 0,75 log kob/ml arasında, çok kirli yumurtalarda ise ortalama 3,72 $\pm$ 0,90 ile 4,76 $\pm$ 0,86 log kob/ml arasında olduğu tespit edildi.

**Tablo 7:** Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuğu yüzeyindeki mikroorganizma sayısı (log kob/ml)

Mikroorganizma	Yetiştirme sistemi*	Pozitif örnek sayısı (%)**	En az	En çok	Ort±SD***
<b>TMAB</b>	0	100 (100)	2,05	6,15	4,18±0,86 <sup>b</sup>
	1	100 (100)	2,89	6,29	4,62±0,83 <sup>c</sup>
	2	50 (100)	2,01	5,87	4,02±0,93 <sup>a,b</sup>
	3	100 (100)	1,48	5,85	3,66±0,94 <sup>a</sup>
<b>TPAB</b>	0	100 (100)	1,15	5,26	3,70±0,99 <sup>a,b</sup>
	1	100 (100)	1,48	5,39	3,95±0,88 <sup>b</sup>
	2	50 (100)	1,48	5,02	3,45±0,94 <sup>a</sup>
	3	100 (100)	1,08	5,16	3,38±0,92 <sup>a</sup>
<b>Koliform</b>	0	36 (36)	1,08	5,07	2,64±1,25
	1	54 (54)	1,04	4,61	2,94±1,13
	2	21 (42)	1,04	4,52	2,86±1,20
	3	47 (47)	1,15	5,04	3,01±1,25
<b>E. coli</b>	0	9 (9) <sup>x</sup>	1,04	1,52	1,26±0,16 <sup>a</sup>
	1	31 (31) <sup>y</sup>	1,04	3,74	2,37±0,96 <sup>b</sup>
	2	9 (18) <sup>x,y</sup>	1,38	2,40	1,78±0,35 <sup>a,b</sup>
	3	15 (15) <sup>x</sup>	1,04	1,36	1,19±0,10 <sup>a</sup>
<b>Enterobacteriaceae</b>	0	24 (24) <sup>x</sup>	1,11	4,18	2,08±0,97
	1	45 (45) <sup>y</sup>	1,04	3,32	1,81±0,69
	2	21 (42) <sup>x,y</sup>	1,04	4,19	2,24±0,97
	3	41 (41) <sup>x,y</sup>	1,04	3,51	1,79±0,78

\* **Yetiştirme sistemi:** 0 (Organik, n:100), 1 (Serbest gezen, n:100), 2 (Kümeşte serbest gezen, n:50), 3 (Konvansiyonel, n:100)

\*\* Mikroorganizmaların tespit edilebilir limitler (>10 kob) içinde bulunma durumuna göre pozitif yumurta örneği sayısı

\*\*\* **Ort:** Aritmetik ortalama, **SD:** Standart sapma

<sup>x, y</sup> & <sup>a, b, c</sup> Aynı sütunda olup farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

Koliform sayısı az kirli yumurtalarda ortalama 2,75±0,79 ile 3,23±1,18 log kob/ml arasında, kirli yumurtalarda ortalama 2,63±1,21 ile 3,17±1,37 log kob/ml arasında, çok kirli yumurtalarda ortalama 2,15±1,13 ile 2,98±1,41 log kob/ml arasında olduğu saptandı. *E. coli* sayısı ise az kirli yumurtalarda ortalama 1,19±0,12 ile 2,41±1,11 log kob/ml arasında, çok kirli yumurtalarda ortalama 1,22±0,14 ile 2,76±0,73 log kob/ml değerleri arasında bulundu. *Enterobacteriaceae* sayısı az kirli yumurtalarda 1,66±0,53 ile 2,28±0,59 log kob/ml arasında iken, kirli yumurtalarda



ortalama  $1,84\pm 0,98$  ile  $1,85\pm 0,78$  log kob/ml arasında, çok kirli yumurtalarda  $1,75\pm 0,80$  ile  $3,29\pm 0,69$  log kob/ml değerleri arasında tespit edildi. Kirlilik oranlarına göre toplam psikrotrofik aerobik bakteri sayısı incelendiğinde ise az kirli yumurtalarda ortalama  $2,80\pm 0,94$  ile  $3,70\pm 0,91$  log kob/ml arasında, kirli yumurtalarda  $3,25\pm 0,97$  ile  $3,90\pm 0,71$  log kob/ml arasında, çok kirli yumurtalarda ortalama  $3,42\pm 0,91$  ile  $4,16\pm 0,95$  log kob/ml arasında olduğu saptandı (Tablo 10, 11, 12).

**Tablo 8:** Yumurta kabuk yüzeylerinde tespit edilen mikroorganizmaların kirlilik durumuna göre oranları (N:350)

<b>Kirlilik Düzeyi</b>	<b>n*</b>	<b>TMAB (%)</b>	<b>TPAB (%)</b>	<b>Koliform (%)</b>	<b><i>E. coli</i> (%)</b>	<b><i>Enterobacteriaceae</i> (%)</b>
<b>Az Kirli</b>	85	85(100)	85(100)	44(51,8)	15(17,6)	32(37,6)
<b>Kirli</b>	123	123(100)	123(100)	57(46,3)	19(15,4)	43(35)
<b>Çok Kirli</b>	142	142(100)	142(100)	57(40,1)	30(21,1)	56(39,4)
<b>Toplam</b>	350	350(100)	350(100)	158(45,1)	64(18,3)	131(37,4)

\*n: Görsel olarak kirlilik düzeyi belirlenen pozitif yumurta örneği sayısı

**Tablo 9:** Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuk yüzeylerinde tespit edilen kirlilik düzeylerinin dağılımı

<b>Kirlilik Düzeyi</b>	<b>Yetiştirme sistemi</b>			
	<b>Organik (%)</b>	<b>Serbest gezen (%)</b>	<b>Küreste serbest gezen (%)</b>	<b>Konvansiyonel (%)</b>
<b>Az Kirli</b>	27 (27)	29 (29)	14 (28)	15 (15)
<b>Kirli</b>	36 (36)	31 (31)	15 (30)	41 (41)
<b>Çok Kirli</b>	37 (37)	40 (40)	21 (42)	44 (44)
<b>Toplam</b>	100	100	50	100

**Tablo 10:** Yetiştirme sistemine göre “az kirli” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml)

Mikroorganizma	Yetiştirme sistemi*	En az	En çok	Ort ± SD**
<b>TMAB</b>	0	3,23	6,15	4,30±0,63 <sup>a,b</sup>
	1	2,98	6,29	4,64±0,87 <sup>b</sup>
	2	2,28	5,82	3,60±1,01 <sup>a</sup>
	3	2,00	5,85	3,79±1,05 <sup>a</sup>
<b>TPAB</b>	0	1,78	4,89	3,68±0,89 <sup>b</sup>
	1	1,73	4,93	3,70±0,91 <sup>b</sup>
	2	1,48	4,58	2,80±0,94 <sup>a</sup>
	3	1,34	5,16	3,39±1,14 <sup>a,b</sup>
<b>Koliform</b>	0	1,08	4,96	3,05±1,21
	1	1,08	4,61	3,23±1,18
	2	1,52	4,30	2,99±1,06
	3	1,74	3,96	2,75±0,79
<b><i>E. coli</i></b>	0	1,04	1,30	1,19±0,12
	1	1,11	3,64	2,41±1,11
	2	2,01	2,01	2,01±-----
	3	1,15	1,25	1,20±0,05
<b><i>Enterobacteriaceae</i></b>	0	1,46	2,86	2,28±0,59
	1	1,18	2,73	1,66±0,53
	2	1,08	2,63	1,82±0,56
	3	1,04	2,84	1,73±0,85

\* **Yetiştirme sistemi:** 0 (Organik, n:100), 1 (Serbest gezen, n:100), 2 (Kümeşte serbest gezen, n:50), 3 (Konvansiyonel, n:100)

\*\* **Ort:** Aritmetik ortalama, **SD:** Standart sapma

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda olup farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

**Tablo 11:** Yetiştirme sistemine göre “kirli” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml)

Mikroorganizma	Yetiştirme sistemi*	En az	En çok	Ort ± SD**
<b>TMAB</b>	0	2,05	5,77	4,12 ± 0,85 <sup>a,b</sup>
	1	2,89	5,84	4,43 ± 0,75 <sup>b</sup>
	2	2,01	5,02	4,04 ± 0,80 <sup>a,b</sup>
	3	1,48	5,75	3,54 ± 0,95 <sup>a</sup>
<b>TPAB</b>	0	1,15	5,02	3,58 ± 1,02 <sup>a,b</sup>
	1	2,67	5,26	3,90 ± 0,71 <sup>b</sup>
	2	2,03	4,68	3,25 ± 0,97 <sup>a</sup>
	3	1,60	4,86	3,33 ± 0,87 <sup>a,b</sup>
<b>Koliform</b>	0	1,30	5,07	2,73 ± 1,36
	1	1,28	4,46	2,98 ± 1,11
	2	1,60	4,48	2,63 ± 1,21
	3	1,15	5,04	3,17 ± 1,37
<b><i>E. coli</i></b>	0	Üremedi	Üremedi	Üremedi
	1	1,04	3,50	1,82 ± 0,95
	2	1,46	1,95	1,68 ± 0,24
	3	1,07	1,30	1,17 ± 0,08
<b><i>Enterobacteriaceae</i></b>	0	1,11	3,45	1,80 ± 0,87
	1	1,04	3,14	1,66 ± 0,68
	2	1,04	3,21	1,84 ± 0,98
	3	1,08	3,48	1,85 ± 0,78

\* **Yetiştirme sistemi:** 0 (Organik, n:100), 1 (Serbest gezen, n:100), 2 (Kümeşte serbest gezen, n:50), 3 (Konvansiyonel, n:100)

\*\*\* **Ort:** Aritmetik ortalama, **SD:** Standart sapma

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda olup farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

**Tablo 12:** Yetiştirme sistemine göre “çok kirli” yumurtalarda tespit edilen mikroorganizma sayısı (log kob/ml)

Mikroorganizma	Yetiştirme sistemi*	En az	En çok	Ort ± SD**
TMAB	0	2,30	5,92	4,16 ± 1,00 <sup>a</sup>
	1	2,98	6,29	4,76 ± 0,86 <sup>b</sup>
	2	2,11	5,87	4,28 ± 0,92 <sup>a,b</sup>
	3	1,90	5,68	3,72 ± 0,90 <sup>a</sup>
TPAB	0	1,30	5,26	3,83 ± 1,03 <sup>a,b</sup>
	1	1,48	5,39	4,16 ± 0,95 <sup>b</sup>
	2	3,02	5,02	4,03 ± 0,49 <sup>b</sup>
	3	1,08	4,83	3,42 ± 0,91 <sup>a</sup>
Koliform	0	1,08	5,06	2,15 ± 1,13
	1	1,04	4,42	2,61 ± 1,09
	2	1,04	4,52	2,98 ± 1,41
	3	1,20	5,04	2,93 ± 1,30
<i>E. coli</i>	0	1,08	1,52	1,32 ± 0,17 <sup>a</sup>
	1	1,23	3,74	2,76 ± 0,73 <sup>b</sup>
	2	1,38	2,40	1,79 ± 0,45 <sup>a</sup>
	3	1,04	1,36	1,22 ± 0,14 <sup>a</sup>
<i>Enterobacteriaceae</i>	0	1,11	4,18	2,14 ± 1,11 <sup>a</sup>
	1	1,11	3,32	2,03 ± 0,77 <sup>a</sup>
	2	2,28	4,19	3,29 ± 0,69 <sup>b</sup>
	3	1,08	3,51	1,75 ± 0,80 <sup>a</sup>

\* Yetiştirme sistemi: 0 (Organik, n:100), 1 (Serbest gezen, n:100), 2 (Kümeşte serbest gezen, n:50), 3 (Konvansiyonel, n:100)

\*\*\* Ort: Aritmetik ortalama, SD: Standart sapma

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda olup farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

### 5.3. Ambalaj Materyaline Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı

Ambalaj materyaline göre yumurta kabuğu yüzeyinde tespit edilen mikroorganizma sayısı Tablo 13’de verilmiştir. Analiz edilen 350 yumurta örneğinin 210 tanesi karton 140 tane ise polistren köpük ambalaj materyali ile satışa sunulan

yumurtalardan seçildi. Karton ambalajlı yumurtaların %100, %100, %40, %11,9 ve %35,2'sinin sırasıyla TMAB, TPAB, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* mikroorganizmalarını tespit edilebilir limitler içinde bulundurduğu, polistren köpük ambalajlı yumurtaların ise sırasıyla %100, %100, %52, %27,8 ve %27,1'inin bu mikroorganizmaları bulundurduğu belirlendi. Araştırma verileri istatistiksel olarak incelendiğinde paketleme materyalinin karton veya polistren durumunun mikroorganizma sayısı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlendi ( $P>0,05$ ).

**Tablo 13:** Ambalaj materyaline göre yumurta kabuğu yüzeylerindeki mikroorganizma sayısı

Mikroorganizma	Paketleme* materyali	Pozitif örnek** sayısı (%)	Ort ± SD*** (log kob/ml)
<b>TMAB</b>	1	210 (100)	3,84 ± 0,92
	2	140 (100)	4,57 ± 0,84
<b>TPAB</b>	1	210 (100)	3,45 ± 0,94
	2	140 (100)	3,93 ± 0,90
<b>Koliform</b>	1	84 (40)	2,92 ± 1,20
	2	74 (52)	2,83 ± 1,20
<b><i>E. coli</i></b>	1	25 (11,9)	1,42 ± 0,37
	2	39 (27,8)	2,14 ± 0,97
<b><i>Enterobacteriaceae</i></b>	1	74 (35,2)	1,85 ± 0,83
	2	57 (27,1)	2,01 ± 0,82

\* **1:** Karton kutu, **2:** Polistren köpük kutu

\*\* Pozitif örnek sayısı

\*\*\* **Ort:** Aritmetik ortalama, **SD:** Standart sapma

#### 5.4. Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuklarındaki (Por) Mikroorganizma Sayısı

Yumurta kabuğundaki (por) mikroorganizmaların tespiti bu araştırmanın metot kısmında ve Tablo 5'de belirtildiği şekilde gerçekleştirildi. Bu çalışmada dört farklı yetiştirme sisteminde üretilip tüketici seviyesinde satışına izin verilen, 3.2.1.3. ve Tablo 4'de belirtildiği gibi her bir grupta beş adet yumurta kabuğu olacak şekilde 14 farklı grupta analizleri gerçekleştirilen yumurta kabuk havuzlarının tamamının (%100) toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrotrofik aerobik bakterileri

tespit edilebilir limitler ( $>10$  kob) içinde bulundurduğu, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae*'ları ise sırasıyla; organik yumurtalarda %40, %25, %45; serbest gezen tavuk yumurtalarında %30, %40, %45; kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarında %80, %40, %50 ve konvansiyonel tavuk yumurtalarında %50, %30, %30 oranında bulundurduğu belirlendi (Tablo 14). Ancak bu bakterilerin bulunma durumuyla yetiştirme sistemi arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptandı ( $P>0,05$ ).

Yumurta kabuğu havuzlarındaki en yüksek TMAB sayısı ortalama  $3,34\pm 0,75$  log kob/ml ile kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarında, en yüksek koliform sayısı ortalama  $2,29\pm 0,41$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında tespit edildi. Bu iki mikroorganizma sayısı ile yetiştirme sistemi arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olduğu bulundu ( $P<0,05$ ). Ancak TPAB, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayısı ile yetiştirme sistemi arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptandı ( $P>0,05$ ). Yetiştirme sistemine göre mikroorganizmaların bulunma durumu Tablo 14'de verilmiştir.

Serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurta kabuğu havuzlarının hiçbirinden *Salmonella* tespit edilmedi. Ancak organik yetiştirme sisteminde üretilen yumurta kabuğu havuzlarının birinden *Salmonella* ile kontamine olduğu belirlendi.

**Tablo 14:** Yetiştirme sistemine göre yumurta kabuğunda bulunan mikroorganizmaların sayısı (log kob/ml) (N:350)

Mikroorganizma	(%)	Yetiştirme Sistemi*	En az	En çok	Ort ± SD**
<b>TMAB</b>	100	0	1,04	3,99	2,67±1,01 <sup>a,b</sup>
	100	1	1,08	3,92	2,38±0,98 <sup>a</sup>
	100	2	1,58	3,88	3,34±0,75 <sup>b</sup>
	100	3	1,04	4,03	2,77±0,99 <sup>a,b</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>100</b>				<b>2,79±0,93</b>
<b>TPAB</b>	100	0	1,08	4,13	2,42 ±1,26
	100	1	1,08	4,27	2,53 ±1,29
	100	2	1,32	4,33	2,99 ±1,33
	100	3	1,04	4,55	2,46 ±1,09
<b>Ortalama</b>	<b>100</b>				<b>2,60±1,24</b>
<b>Koliform</b>	40	0	1,08	3,07	1,70±0,74 <sup>a,b</sup>
	30	1	1,61	2,86	2,29±0,41 <sup>b</sup>
	80	2	1,04	1,72	1,23±0,22 <sup>a</sup>
	50	3	1,00	2,50	1,36±0,45 <sup>a</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>50</b>				<b>1,64±0,45</b>
<b><i>E. coli</i></b>	25	0	1,04	1,95	1,47±0,37
	40	1	1,04	1,23	1,14±0,07
	40	2	1,04	2,88	1,53±0,89
	30	3	1,04	1,28	1,14±0,09
<b>Ortalama</b>	<b>33,7</b>				<b>1,32±0,35</b>
<b><i>Enterobacteriaceae</i></b>	45	0	1,04	3,66	2,23±0,95
	45	1	1,18	3,58	1,95±0,87
	50	2	1,57	3,41	2,26±0,70
	30	3	1,11	2,08	1,61±0,36
<b>Ortalama</b>	<b>42,5</b>				<b>2,01±0,72</b>

\* **Yetiştirme sistemi:** 0 (Organik), 1 (Serbest gezen), 2 (Kümeste serbest gezen), 3 (Konvansiyonel)

\*\* **Ort:** Aritmetik ortalama, **SD:** Standart sapma

<sup>a, b</sup> Aynı sütunda olup farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

## 5.5. Yumurta Örneklerinden İzole Edilen *Enterobacteriaceae*'ların Tür Düzeyinde Dağılımı

Bu araştırmada yumurta kabuğu yüzeyinden elde edilen izolatların 153 (%93,2)'ünün *Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde bulunan bakteri türleri, 11 (%6,7)'inin ise *Pseudomonas putida* ve *Acinetobacter baumannii complex* bakteri türleri olduğu belirlendi. (Tablo 15). Yetiştirme sistemine göre organik yumurtalarından elde edilen 39 izolatın *Escherichia coli*, *Pseudomonas putida*, *Serratia marcescens*, *Serratia fonticola* ve *Acinetobacter baumannii complex*; serbest gezen tavuk yumurtalarından elde edilen 51 izolatın *Escherichia coli*, *Escherichia hermannii*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae complex*, *Raoultella ornithinolytica*, *A. baumannii complex*; kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarından elde edilen 28 izolatın *Escherichia coli*, *Serratia odorifera*, *Pantoea spp.* *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae complex*; konvansiyonel tavuk yumurtalarından elde edilen 46 izolatın *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Pantoea spp.*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae complex* ve *Raoultella ornithinolytica* olduğu belirlendi (Tablo 15).

Çalışmamızda yumurta kabuğundan (por) elde edilen 21 izolatın Vitek II bakteriyel identifikasyon sistemi kullanılarak tanımlanması sonrası 19 (%90,4)'unun *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan 4 farklı bakteri cinsine 2 (%9,6)'sinin ise *Enterobacteriaceae* ailesinden olmayan *P. putida* türü olduğu tespit edildi. *Enterobacteriaceae* izolatlarının tür düzeyinde dağılımının yetiştirme sistemine göre farklılık gösterdiği ve bunların *E. coli*, *E. hermannii*, *E. cloacae complex*, *E. aerogenes* ve *Salmonella spp.* olduğu belirlendi (Tablo 16). Yumurta kabuğunda (por) en fazla bulunan bakterinin *E. coli* olduğu tespit edildi.



**Tablo 15:** Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların kabuk yüzeylerinden izole edilen *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan ve yer almayan izolatların tür düzeyinde dağılımı

Mikroorganizma	İzolat sayısı (%)	Yetiştirme sistemi			
		Organik	Serbest gezen	Kümeşte serbest gezen	Konvansiyonel
<i>S. marcescens</i>	33(21,5)	12	8	-	13
<i>E. coli</i>	30(19,6)	8	9	2	11
<i>E. aerogenes</i>	25(16,3)	5	8	6	6
<i>E. cloacae</i>	24(15,6)	-	11	9	4
<i>complex</i>					
<i>Pantoea spp.</i>	15(9,8)	-	-	7	8
<i>R. ornithinolytica</i>	10(6,5)	-	6	-	4
<i>E. hermannii</i>	8(5,2)	-	8	-	-
<i>S. fonticola</i>	4(2,6)	4	-	-	-
<i>S. odorifera</i>	4(2,6)	-	-	4	-
<b>Toplam</b>	<b>153 (93,2)</b>	<b>29</b>	<b>50</b>	<b>28</b>	<b>46</b>
<i>P. putida</i> *	6(3,6)	6	-	-	-
<i>A. baumannii</i>	5(3)	4	1	-	-
<i>complex</i> *					
<b>Toplam</b>	<b>11 (6,7)</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Genel toplam</b>	<b>164</b>	<b>39</b>	<b>51</b>	<b>28</b>	<b>46</b>

*Escherichia coli*: *E. coli*; *Escherichia hermannii*: *E. hermannii*; *Serratia marcescens*: *S. marcescens*; *Serratia fonticola*: *S. fonticola*; *Serratia odorifera*: *S. odorifera*; *Enterobacter aerogenes*: *E. aerogenes*; *Enterobacter cloacae complex*: *E. cloacae complex*; *Raoultella ornithinolytica*: *R. ornithinolytica*; *Pseudomonas putida*: *P. putida*; *Acinetobacter baumannii complex*: *A. baumannii complex*.

\**P. putida* ve *A. baumannii complex* bakterileri *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan bakteriler arasında değildir.

**Tablo 16:** Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurta kabuklarından (porlarından) izole edilen *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan ve yer almayan izolatların tür düzeyinde dağılımı

Mikroorganizma	İzolat sayısı (%)	Yetiştirme sistemi			
		Organik	Serbest gezen	Kümede serbest gezen	Konvansiyonel
<i>E. coli</i>	5 (26,3)	2	2	1	-
<i>E. hermannii</i>	4 (21)	2	1	1	-
<i>E. cloacae complex</i>	3(15,7)	2	1	-	-
<i>E. aerogenes</i>	3(15,7)	1	1	-	1
<i>S. marcescens</i>	2(10,5)	1	-	-	1
<i>S. fonticola</i>	1(5,2)	1	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp.	1(5,2)	1	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>19(90,4)</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<i>P. putida</i> *	2(9,5)	1	1	-	-
<b>Genel toplam</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

*Escherichia coli*: *E. coli*; *Escherichia hermannii*: *E. hermannii*; *Serratia marcescens*: *S. marcescens*; *Serratia fonticola*: *S. fonticola*; *Serratia odorifera*: *S. odorifera*; *Enterobacter aerogenes*: *E. aerogenes*; *Enterobacter cloacae complex*: *E. cloacae complex*; *Pseudomonas putida*: *P. putida*;

\**P. putida* bakterisi *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan bakteriler arasında değildir.

## 5.6. Yetiştirme sistemine göre yumurta sarısında *Salmonella* varlığı

Bu araştırmada 3.2.1.1. ile 3.2.2.1.6. ve Tablo 5'te belirtildiği şekilde gruplandırılan ve *Salmonella* varlığı yönünden analizleri gerçekleştirilen organik, serbest gezen, kümede serbest gezen ve konvansiyonel olmak üzere dört farklı yetiştirme sisteminde üretilip satışa sunulan yumurta örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* tespit edilmedi.

## 6. TARTIŞMA

### 6.1. Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı

Yumurta kabuğu yüzeyindeki yüksek mikrobiyal yük mikroorganizmaların yumurta kabuğuna penetre olma şansını arttırabilmekte ve yumurta sarısının kontamine olmasına neden olabilmektedir (62). Bu araştırmada analiz edilen yumurta örneklerinin tamamında (%100) TMAB tespit edildi. En yüksek TMAB sayısının ortalama  $4,62 \pm 0,83$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında olduğu belirlenirken en düşük TMAB sayısı  $3,66 \pm 0,94$  log kob/ml ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında saptandı ( $P < 0,05$ ). Çalışma bulgularımıza benzer şekilde Schwarz ve ark. (1999) serbest gezen tavuk yumurtalarındaki aerobik bakteri sayısını konvansiyonel tavuk yumurtalarından yaklaşık 1 logaritma daha yüksek tespit ettiğini bildirmiştir (63). Belkot ve Gondek (2014) analiz ettikleri konvansiyonel, altlıklı zemin, serbest gezen ve organik yumurtalar arasında ortalama aerobik bakteri sayısını en yüksek  $5,25$  log kob/cm<sup>2</sup> ile serbest gezen tavuk yumurtalarında ve en düşük  $4,95$  log kob/cm<sup>2</sup> ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında tespit etmiştir (64). Benzer şekilde De Reu ve ark. (2005) yapmış oldukları bir araştırmada konvansiyonel sistemde üretilen tavuk yumurtalarındaki toplam bakteri sayısının serbest gezen ve kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarından daha düşük düzeyde tespit ettiklerini bildirmiştir (65). Ancak Alvarez-Fernández ve ark. (2012) gerçekleştirdikleri bir araştırmada ortalama toplam bakteri sayısını organik yumurtalarda  $1,7 \times 10^2$  kob/cm<sup>2</sup>, serbest gezen tavuk yumurtalarında  $1,5 \times 10^2$  kob/cm<sup>2</sup> ve konvansiyonel yumurtalarında  $9,1 \times 10^1$  kob/cm<sup>2</sup> ile çalışma bulgularımızdan daha yüksek düzeyde bildirmiştir (57). Çalışma bulgularımızda konvansiyonel yumurtalarda TMAB sayısının daha düşük saptanmış olmasında bu yetiştirme sisteminde kullanılan kafes sistemlerinin temizliğinin etkin bir şekilde yapılabilmesine imkan verebilmesi ile ilişkilendirilebilir (66). Ayrıca serbest gezen veya organik yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen tavukların kümes içi veya dışında serbest hareket edebilmeleri, doğayla ve toprakla temas içinde olabilmeleri yumurtlama sonrası yumurtaların mikroorganizmalar ile daha yüksek oranda kontamine olması ile sonuçlanabildiği belirtilmektedir (53). Yapılan bir araştırmada

havadaki toz miktarının altlıklı sistemlere göre konvansiyonel (kafes) yetiştirme sistemlerinde daha az olduğu belirlenmiştir (67). Bazı araştırmacılar tarafından havadaki toz miktarı ve hava kalitesinin yumurtadaki bakteriyel yük arasında önemli bir ilişkinin olabileceğini bildirilmiştir (68, 69).

Bir gıda maddesinde psikrotrof bakterilerinin sayısı ürünün buzdolabı sıcaklıklarında muhafaza edilmesi sırasındaki raf ömrü açısından önemlidir. Farklı araştırmalarda yumurta ve yumurta ürünlerinde *Pseudomonas* spp. gibi psikrotrof özellikteki bakterilerin bulunabileceği ve bozulmalara neden olabileceği bildirilmiştir (70). Belkot ve Gondek (2014) konvansiyonel kafes sisteminde üretilen yumurtalarda psikrofil bakteri sayısını  $3,66 \log \text{ kob/cm}^2$ , altlıklı yer sisteminde ise  $4,02 \log \text{ kob/cm}^2$  olarak belirlemiştir (64). Alvarez-Fernández ve ark. (2012) farklı yetiştirme metodlarıyla üretilen tavuk yumurtalarında yapmış oldukları çalışmalarında psikrotrof bakteri sayısını serbest gezen tavuk yumurtalarında  $2,19 \pm 0,5 \log \text{ kob/cm}^2$ , konvansiyonel tavuk yumurtalarında  $1,54 \pm 1,2 \log \text{ kob/cm}^2$ , organik tavuk yumurtalarında  $1,41 \pm 0,5 \log \text{ kob/cm}^2$  düzeyinde saptamışlardır (57). Aynı çalışmada serbest gezen tavuk yumurtaları ile organik ve konvansiyonel yumurtalar arasında bu bakterilerin sayısı arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olduğunu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda bu araştırmacıların bulgularına benzer şekilde toplam psikrotrof aerob bakteri (TPAB) sayısı en yüksek ortalama  $3,95 \pm 0,88 \log \text{ kob/ml}$  ile serbest gezen tavuk yumurtalarında en düşük ortalama  $3,38 \pm 0,92 \log \text{ kob/ml}$  ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında tespit edildi ( $P < 0,05$ ). İstatistiksel açıdan TPAB sayıları her ne kadar önemli bulunmuş olsa da yaklaşık  $0,57$  logaritmalık farklılığın mikrobiyoloji alanı için sınırlı düzeyde olduğu söylenebilir. Önceki araştırmalar yumurta kabuğuna penetre olabilen mikroorganizmaların uygun koşul ve yeterli süre içinde yumurta içeriğine de geçebileceğini göstermektedir (34, 71). Bu kapsamda yumurta kabuğundaki yüksek psikrotrof bakteri sayısı ürünün muhafaza süresi ve koşullarına bağlı olarak raf ömrünün kısalmasına ve bozulmasına neden olabileceği düşünülebilir. Yumurta kabuğu ve yumurta sarısının psikrotrof bir bakteri olan *Pseudomonas aeruginosa* ile kontaminasyonu sonrası buzdolabı ve oda sıcaklıklarında muhafaza edilerek bu bakterinin yaşam kabiliyetinin araştırıldığı bir çalışmada buzdolabı sıcaklıklarında muhafazanın *Pseudomonas aeruginosa* sayısında daha az bir artışa neden olmakla birlikte bu bakterinin tamamen gelişiminin

engellenemediği bildirilmiştir (70). 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 (15).

Birçok gıda maddesinde koliformlar ve *E. coli* bakterileri hijyen indikatörü olarak kullanılmaktadır. Özellikle *E. coli* bakterisi gıda maddelerinde fekal kontaminasyonun önemli bir göstergesi olarak kabul edilir. Çalışmamızda farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtaları ile koliform bakteri sayısı arasında farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlendi ( $P>0,05$ ). Koliform sayısı  $3,01\pm 1,25$  log kob/ml ile en yüksek konvansiyonel ve bunu takiben sırasıyla  $2,94\pm 1,13$  log kob/ml ile serbest gezen,  $2,86\pm 1,20$  log kob/ml kümeste serbest gezen ve en düşük  $2,64\pm 1,25$  log kob/ml ile organik tavuk yumurtalarında belirlendi. Çalışma bulgularımızın aksine Jones ve ark. (2012) serbest gezen tavuk yumurtalarında koliform sayısını en düşük 4,31 ve en yüksek 5,36 log kob/ml, konvansiyonel tavuk yumurtalarında ise en yüksek 0,64 log kob/ml düzeyinde, Sing ve ark. (2009) en düşük ortalama koliform sayısını 1,66 log kob/ml ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında en yüksek 4,39 ve 4,56 log kob/ml ile sırasıyla katlı ve folluklu sistem yumurtalarında bildirmişlerdir (46, 72). *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* gibi diğer koliform bakterilerin aksine fekal koliform olarak bilinen *E. coli* bakterisinin sıcakkanlı hayvanların barsak florasında bulunmasından dolayı gıda maddelerinde fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak sıklıkla kullanılır. Ayrıca *E. coli* O157’nin de tavuk barsaklarında kolonize olabilmesi yumurtaların bu patojen ile kontamine olabileceğini göstermektedir (73). Birçok araştırma serbest gezen veya organik üretim gibi alternatif yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtalarındaki *E. coli* varlığı ve sayısının konvansiyonel tip tavuk yumurtalarından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada *E. coli* sayısı en yüksek  $2,37\pm 0,96$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında, en düşük  $1,19\pm 0,10$  log kob/ml ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında belirlendi ( $P<0,05$ ). Ayrıca bu çalışmada serbest gezen tavuk yumurtalarının %31’inden, kümeste serbest gezen tavuk yumurtalarının %18’inden, konvansiyonel tavuk yumurtalarının %15’inden ve organik tavuk yumurtalarının %9’undan *E. coli* bakterisi tespit edildi ( $P<0,05$ ). Sing ve ark. (2009) *E. coli* sayısının konvansiyonel yumurtalar ile nest ve

floor yumurtalar arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olduğunu ve sırasıyla bu bakteriyi 1,89 log kob/ml, 4,76 log kob/ml ve 4,99 log kob/ml düzeyinde tespit ettiklerini bildirmişlerdir (72). Ancak Alvarez-Fernández ve ark. (2012) yaptıkları bir araştırmada fekal koliformları konvansiyonel tavuk yumurtalarının %15'inden ve ortalama  $0,10 \pm 0,2$  log kob/cm<sup>2</sup>, serbest gezen tavuk yumurtalarının %10'undan ve ortalama  $0,19 \pm 0,8$  log kob/cm<sup>2</sup>, organik tavuk yumurtalarının %25'inden ve ortalama  $0,25 \pm 0,5$  log kob/cm<sup>2</sup> düzeyinde tespit ettiklerini ve yetiştirme sistemi ile fekal koliform bakteri sayısı arasında istatistiksel açıdan herhangi bir ilişkinin olmadığını bildirmiştir (57). Bizim çalışma bulgularımıza göre Alvarez-Fernández ve ark. (2012)'nin yumurta kabuklarındaki bakteri sayısını çok daha düşük düzeyde tespit etmiş olması mikrobiyolojik analizlerde kullanılan yöntem farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir (65).

*Enterobacteriaceae* ailesi *Salmonella* gibi dünyada gıda kaynaklı gastroenteritislere neden olabilen birçok bakteri cinsini içinde bulundurur (74). Yumurta kabuğu yüzeyinde *Enterobacteriaceae* sayısının bilinmesinin farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalardaki çapraz kontaminasyonlara bağlı *Salmonella* varlığının tahmin edilmesinde katkı sağladığı ve aynı zamanda yumurta güvenliğinin bir indikatörü olarak da kullanılabileceği ifade edilmektedir (75). Bu araştırmada yetiştirme sistemi ile yumurtalardaki *Enterobacteriaceae* sayısı arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmazken en yüksek ortalama  $2,24 \pm 0,97$  log kob/ml ile kümeste serbest gezen, en düşük ise ortalama  $1,79 \pm 0,78$  log kob/ml ile konvansiyonel tavuk yumurtalarında tespit edildi ( $P > 0,05$ ). Ayrıca organik, serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel tip yumurtaların sırasıyla %24, %45, %42 ve %41'inin *Enterobacteriaceae* ile kontamine olduğu ( $> 10$  kob) bulundu ( $P < 0,05$ ). Çalışma bulgularımıza benzer şekilde De Reu ve ark. (2009) mobilyalı kafes sistemi ve kafessiz sistemde üretilen yumurtalardaki ortalama *Enterobacteriaceae* sayısının sırasıyla  $1,51 \pm 0,63$  ve  $1,54 \pm 0,76$  log kob/yumurta kabuğu olduğunu ancak iki üretim sistemi ile *Enterobacteriaceae* sayısı arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığını bildirmiştir. Ancak aynı çalışmada *Enterobacteriaceae* bulunma oranının mobilyalı kafes sisteminde üretilen yumurtalarda %12 ve kafessiz sistemde üretilen yumurtalarda %6 olduğunu ve bu oranlar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu saptamışlardır (76).

Parisi ve ark. (2015) konvansiyonel ve serbest gezen olmak üzere iki farklı sistemde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalarda yapmış oldukları analizlerde *Enterobacteriaceae* sayısını sırasıyla ortalama 4,38 log kob/ml ve 3,05 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir (77). Bu sonuç bizim çalışma bulgularımızdan çok daha yüksektir. Wall ve ark. (2008) konvansiyonel (kafes) sistemde üretilen yumurtalara (%5,8) göre mobilyalı kafes sisteminde üretilen yumurtaların (%12,3) önemli oranda daha yüksek *Enterobacteriaceae*'lar ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir (78). Aynı araştırmada her iki üretim sisteminde üretilen yumurtalara ait yumurta içeriklerinin hiçbirinden *Enterobacteriaceae* tespit edilmemiştir. Roberts ve Chousalkar (2014) konvansiyonel ve serbest gezen yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtaları ile *Enterobacteriaceae* sayısı arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığını (P=0.0671) ancak hem yaşın (P=0.0265) hem de üretim sistemi ve yaş arasındaki etkileşimin (P=0.0133) *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkili olduğunu bildirmiştir (79). Bizim çalışma bulgularımızdan çok daha düşük düzeyde *Enterobacteriaceae* sayısının tespit edildiği araştırmalar da mevcuttur. Moyle ve ark. (2016) iki farklı serbest gezen tavuk çiftliğinde üretilen yumurtalarda yapmış olduğu bir araştırmada *Enterobacteriaceae* sayısını bir çiftlikte ortalama 0,98 log kob/yumurta ve ikinci çiftlikte ise ortalama 0,68 log kob/yumurta, Jones ve ark. (2013) farklı yetiştirme sistemleri (konvansiyonel ve serbest gezen) ve tavuk ırklarının yumurtanın mikrobiyal kalitesi üzerine yaptıkları bir araştırmada *Enterobacteriaceae* sayısını ortalama 0,30 log kob/ml ile en düşük konvansiyonel (kafes) sisteminde üretilen tavuk yumurtalarında belirlediklerini bildirmişlerdir (46, 75). Mikroorganizmaların tespitinde kullanılan yöntemler, örnek sayısı, mevsim ve farklı yetiştirme metotları gibi durumlar çalışma sonuçları arasındaki farklılığın nedeni olarak düşünülmektedir.

Avrupa Gıda Güvenliği Dairesi (EFSA) tarafından yayınlanan bir raporda hayvansal kaynaklı diğer gıdalara göre yumurta ve yumurta ürünleri gıda kaynaklı Salmonellosis'in oluşmasında en yaygın aracı gıdalar arasında gösterilmektedir (80). *Salmonella* etkeni yumurtanın oluşumu sırasında vertikal veya dışkı, alet, ekipman, paketlenme ve altlık gibi horizontal yolla olmak üzere iki farklı şekilde yumurtaya bulaşır (81). *Salmonella* etkeninin uygun koşullar altında yumurta kabuğu yüzeyinden yumurta içine doğru geçebilmektedir (25, 76). *Salmonella enterica* serovar

Enteritidis ve *Salmonella enterica* serovar Typhimurium kanatlı kaynaklı Salmonellosis vaka ve salgınlarının en yaygın nedeni olarak gösterilmekle beraber diğer nontifoidal *Salmonella* serovarları da salgınlara neden olabilmektedir (82, 83). Bu çalışmada organik, serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel yetiştirme sistemlerinde üretilip tüketici seviyesinde satışa sunulan 350 yumurta kabuğu yüzeylerinin hiçbirinden *Salmonella* bakterisi tespit edilemedi. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde yumurta kabuğu yüzeylerinde *Salmonella* varlığının araştırıldığı çalışmalarda bu patojen ya hiç ya da çok düşük düzeylerde belirlenmiştir (77, 84). İngiltere Gıda Standartları Ajansı tarafından (2004) gerçekleştirilen bir araştırmada farklı yetiştirme sistemlerinden toplanan ve analizi gerçekleştirilen yumurtalar ile *Salmonella* kontaminasyonu arasında önemli bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Pesavento ve ark. (2017) *Salmonella* yönünden analiz ettikleri 120 serbest gezen tavuk yumurtası ile 180 organik tavuk yumurtasının hiçbirinden bu patojeni tespit etmemiştir (32). Parisi ve ark. (2015) analiz ettikleri serbest gezen tavuk yumurtalarındaki *Salmonella* kontaminasyonun konvansiyonel (kafes) tavuk yumurtalarından daha yüksek bir insidansa sahip olduğunu bildirmişlerdir (77). Aynı çalışmada serbest gezen tavuk yumurtası üretimi yapan üç farklı tesisten toplanan 212 yumurtanın 5(%2)'inden *Salmonella* tespit edilirken, konvansiyonel (kafes) tavuk yumurtası üretimi yapan üç farklı tesisten toplanan 212 yumurtanın hiçbirinin *Salmonella* ile kontamine olmadığı belirlenmiştir. Stepien-Pysniak (2010) konvansiyonel (kafes) ve altlıklı sistemde yumurta üretimi yapan çiftlikler ile süpermarketlerden (konvansiyonel-kafes) topladıkları 375 yumurta örneğine ait yumurta kabuklarının sırasıyla %3,2, %0 ve %3,2'sinin *Salmonella* ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir (51). Gole ve ark. (2013) analiz ettikleri 310 yumurtanın 14(%4,51)'ünden, Temelli ve ark. (2015) 1 635 market yumurtasının %5,9'undan, Erkan ve ark. (2008) 100 market yumurtasının %21'inden ve 100 köy yumurtasının %10'undan, Kouam ve ark. (2018) 140 yumurtanın %88,6'sı gibi çok yüksek oranlarda *Salmonella* bakterisini tespit ettiklerini bildirmiştir (30, 53, 85, 86). Bu araştırmacıların sonuçları bizim çalışma bulgularımızdan çok daha yüksektir. Yetiştirme sistemi, üretim teknolojileri, kümes büyüklüğü, örneklem şekli, analiz metotları, iklim ve bölgesel farklılıklar gibi durumlar *Salmonella* prevalansının düşük veya yüksek bulunmasında önemli olduğu düşünülmektedir.



## 6.2. Kirlilik Düzeyine Göre Yumurta Kabuğu Yüzeylerindeki Mikroorganizma Sayısı

Yumurta kabuğu yüzeylerindeki kirlilik toz, dışkı, yem ve yumurta içeriğinden kaynaklanır ve bu kirlilik yumurtanın hem kalitesini hem de bozulmasını önemli düzeyde etkiler (86, 87). Özellikle dışkı ve çevre materyalleri ile kontamine olmuş kırık veya kabuk kalitesinin iyi olmadığı yumurtalar bir çapraz kontaminasyon kaynağı olarak gıda güvenliği açısından risk taşırlar. Bu araştırmada farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalar görsel kirlilik yönünden az kirli, kirli ve çok kirli olmak üzere üç farklı grupta değerlendirildi. Az kirli, kirli ve çok kirli olarak gruplandırılan yumurtalardaki TMAB, TPAB, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* prevalansı ile kirlilik düzeyleri arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptandı ( $P>0,05$ ). Çalışma bulgularımıza benzer şekilde literatürde görsel kirlilik ile mikroorganizma sayıları arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu gösteren araştırmalar mevcuttur (77). Bu kapsamda görsel kirliliğe göre mikrobiyal kontaminasyonun tahmin edilmesinin güvenilir olmadığı söylenebilir. Az kirli ve kirli yumurtalarda tespit edilen ortalama koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayıları ile yetiştirme metotları arasındaki ilişki önemsiz ( $P>0,05$ ) ancak ortalama TMAB ve TPAB sayısı bakımından ilişkinin önemli olduğu saptandı ( $P<0,05$ ). Çok kirli yumurtalarda ise yetiştirme sistemi ile ortalama TMAB, TPAB, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayıları arasındaki ilişki önemli bulunurken ( $P<0,05$ ) koliform sayısı önemsiz saptandı ( $P>0,05$ ). Ayrıca organik, serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtaları ile kirlilik düzeyleri (%) arasında ilişkinin önemsiz olduğu belirlendi ( $P>0,05$ ). Özellikle konvansiyonel tavuk yumurtalarındaki az kirli, kirli ve çok kirli yumurta oranlarının (%) alternatif yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtaları ile benzer oranlarda bulunmuş olması Türkiye’de konvansiyonel yumurtalar dâhil “A” sınıfı yumurtaların yıkanarak veya başka bir yöntemle temizlenmesinin yasal açıdan mümkün olmaması ile ilişkilendirilebilir (88). Ayrıca bu durum çalışma bulgularımıza göre görsel kirlilik yönünden incelenen yumurta örneklerinin tamamının neden az kirli, kirli veya çok kirli kategorisinden en az biri içinde olması durumunu açıkladığı düşünülmektedir. Ancak bazı araştırmacılar alternatif yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalardaki kirlilik düzeyinin konvansiyonel (kafes)

yetiştirme sistemlerinden daha yüksek olduğunu bunun da yumurtlama sonrası yumurtaların direk zeminle (toprak vs.) temas etmesinden kaynaklandığını ifade etmektedirler (66, 89). Tauson ve ark. (1999), farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalardaki kirlilik oranlarını karşılaştırdıkları araştırmalarında çok katlı kafessiz sistemlerde üretilen yumurtalarda en yüksek, konvansiyonel ve mobilyalı kafes sistemlerinde orta düzeyde ve altlıklı sistemde yetiştirilen yumurtalarda ise en düşük oranda tespit etmişlerdir (90). Başka bir araştırmada ise konvansiyonel kafes sisteminde üretilen tavuk yumurtalardaki kirlilik oranlarının mobilyalı kafes sistemlerinde üretilenlerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır (91). Çalışmamızda materyal olarak toplanan yumurtalar beyaz veya kahverengi olma özelliğine göre renk durumları bakımından gruplandırılmamış olmakla beraber literatürde kahverengi yumurtalara göre beyaz yumurtalardaki görsel kirliliğin daha kolay belirlenebileceği ifade edilmektedir (89). Wall ve ark. (2008) Hy-Line White (beyaz) ve Hy-Line Brown (kahverengi) olmak üzere iki farklı ticari yumurtacı genotip üzerinde yapmış oldukları bir araştırmada yumurtalardaki kirlilik düzeyi ile bu iki genotip arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını bildirmiştir (78).

### **6.3. Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Kabuğundaki (Porlarındaki) Mikroorganizma Sayısı**

Yumurta kabuklarında çapları 6 ile 26 µm arasında değişen 7 000 ile 17 000 arasında por (delik) bulunur (92). Mikroorganizmalar yumurta kabuğunun yüzeyinden kütikula aracılığıyla yumurta kabuğu porları içine ve yumurta kabuğu membranları aracılığıyla yumurta albümini ile yumurta sarısına kadar ulaşabilirler (74). Bu da horizontal yolla mikrobiyal bulaşma sonrası mikroorganizmaların yumurtanın sadece kabuk yüzeyinde veya albümini ile sarısında değil tüm kısımlarında hareket edebilmesine ve bulunabilmesine imkân sağlar. Bu araştırmada yumurta kabuğundaki (por) en yüksek TMAB sayısı ortalama  $3,34 \pm 0,75$  log kob/ml ile kümeste serbest gezen tavuk yumurta kabuklarında ve en düşük  $2,38 \pm 0,98$  ile serbest gezen tavuk yumurta kabuklarında, en yüksek koliform sayısı ortalama  $2,29 \pm 0,41$  log kob/ml ile serbest gezen tavuk yumurtalarında ve en düşük  $1,23 \pm 0,22$  ile kümeste serbest gezen tavuk yumurta kabuklarında tespit edildi ( $P < 0,05$ ). TPAB, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* sayısı ile yetiştirme sistemi arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptandı ( $P > 0,05$ ). Roberts ve Chousalkar (2014)

konvansiyonel ve serbest gezen tavuk yumurta kabuklarındaki toplam bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayısı ile yaş arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla kümes düzeyinde gerçekleştirmiş oldukları araştırmalarında toplam bakteri sayısı ile yaş arasında ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olduğu ve yaş arttıkça sayılarının arttığını ancak *Enterobacteriaceae* sayısı ile yaş arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını bildirmişlerdir (79). Aynı araştırmada serbest gezen ve konvansiyonel tavuk yumurta kabuklarında toplam bakteri sayısı sırasıyla 1,21 ve 1,27 log kob/yumurta-kabuğu, *Enterobacteriaceae* sayısı ise 0,87 ve 0,97 log kob/yumurta-kabuğu olarak tespit edilmiş olup yetiştirme sistemi ile bu mikroorganizmaların yumurta kabuklarındaki sayıları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir. Moyle ve ark. (2016) iki farklı serbest gezen tavuk yumurta çiftliğine ait iki farklı kümesten topladıkları yumurtalara ait yumurta kabuklarında toplam bakteri sayısını birinci çiftlikte 0,40 log kob/yumurta kabuğu ikinci çiftlikte ise 0,52 log kob/yumurta-kabuğu olarak tespit etmişlerdir (75). Bu araştırmacıların bildirdikleri mikroorganizma sayıları araştırma bulgularımızdan çok daha düşüktür. Bu durum araştırmacıların yumurta örneklerini çiftlik düzeyinde tedarik etmiş olmaları ve izolasyon yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde araştırmaların önemli bir kısmının yumurta kabuğu yüzeyinde veya yumurta içeriğindeki *Salmonella* varlığının tespitine yönelik olduğu dikkatleri çekmektedir. Bu çalışmada yumurta kabuklarında (por) *Salmonella* varlığı literatürde daha önceden belirtildiği şekilde ön zenginleştirme, selektif zenginleştirme ve selektif katı besiyerine ekim aşamalarının yer aldığı kültür yöntemi ile araştırıldı. Analizler sonucunda farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurta kabuklarının (porlarının) hiçbirinde *Salmonella* varlığı tespit edilemedi. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde serbest gezen tavuk yumurtalarının analiz edildiği bir araştırmada 600 yumurta kabuğu (por) örneğinin sadece birinden *Salmonella*'nın tespit edildiği ve bunun *Salmonella* Typhimurium olduğu bildirilmiştir (74).

#### **6.4. Yetiştirme Sistemine Göre Yumurta Sarısında *Salmonella* Varlığı**

Yumurta içeriği vertikal veya horizontal yolla *Salmonella* ile kontamine olabilmekte ve gıda güvenliği ile halk sağlığı açısından ciddi problemlere yol

açabilmektedir. Türkiye’de Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde bildirilen mikrobiyolojik kriterlere göre yumurta içeriğinde *Salmonella* spp.’nin 25 g’da bulunmaması istenmektedir (93). Bu kapsamda çalışmamızda farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtalarından elde edilen yumurta sarılarının hiçbirinde *Salmonella* etkeni tespit edilmedi. Literatüre bakıldığında yumurta içeriğinde *Salmonella*’nın araştırıldığı çalışmalarda bu patojenin ya hiç veya çok düşük oranlarda belirlendiği görülmektedir (51, 94, 95). Çalışma bulgularımıza benzer şekilde Roberts ve Chousalkar (2014) konvansiyonel ve serbest gezen tavuk yumurtası üretimi yapan çiftliklerden topladıkları toplam 900 yumurta örneğine ait yumurta içeriğinin, Gole ve ark. (2013) otuz bir farklı kümeden topladıkları 1 860 tavuk yumurtasına ait yumurta içeriğinin, Daughtry ve ark. (2005) Avustralya’da ticari yumurtalardaki *Salmonella* prevalansının belirlenmesi amacıyla analiz ettikleri 20 000 yumurta içeriğinin, Erkan ve ark. (2008) tüketici seviyesinde satışa sunulan toplam 200 market ve köy yumurtasına ait yumurta sarısının hiçbirinin *Salmonella* ile kontamine olmadığını bildirmişlerdir (30, 52, 53, 79). Çalışma bulgularımızın aksine yumurta içeriğinden *Salmonella*’nın daha yüksek oranda tespit edildiği araştırmalarda mevcuttur (51, 96). Adesiyum ve ark. (2005) marketlerden topladıkları yumurtalara ait yumurta içeriklerinin %7,5’ini ve yumurta kabuk yüzeylerinin %2,8’ini, çiftlik düzeyinde topladıkları yumurtalara ait yumurta içeriklerinin %6,5’ünü ve yumurta kabuk yüzeylerinin %6,5’ünü *Salmonella* yönünden pozitif bulmuşlardır (40). Aynı araştırmada market yumurtalarının %0,9’unun hem yumurta içeriğinin hem de kabuk yüzeyinin *Salmonella* ile kontamine olduğunu belirlemişlerdir. Yumurta içeriği vertikal veya horizontal yol ile *Salmonella* ile kontamine olabilmekte ancak kontaminasyonların ağırlıklı olarak hangi yol ile oluştuğuna dair literatürde bir netlik bulunmamaktadır (25, 34). Kümes düzeyinde yapılan araştırmalar doğal olarak enfekte olan yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurtalara ait yumurta içeriklerindeki *Salmonella* pozitifliğinin %0,003 ile %0,7 arasında olduğu tahmin edilmektedir (94, 95, 97-99). Wang ve Slavik (1998) yumurta içeriğinin *Salmonella* ile kontamine olmasında transovaryal bulaşmadan ziyade horizontal bulaşmanın daha önemli bir rol oynayabileceğini bildirmiştir (100).

## 6.5. Yumurta Örneklerinden İzole Edilen *Enterobacteriaceae* Şüpheli İzolatların Cins ve Tür Düzeyinde Dağılımı

Tavuk yumurtalarının mikrobiyal florasında *Micrococcus* ve *Staphylococcus*'lar gibi Gram (+) bakteriler baskın olmakla beraber *Enterobacteriaceae*'lar gibi Gram (-) bakteri'lerde floranın bir parçası olarak bulunabilmektedir (101). Çevresel koşullara ve su aktivitesinin daha düşük olduğu koşullara daha dayanıklı olan Gram pozitif bakterilerin yumurta kabuk yüzeyinde, antimikrobiyal komponentlere karşı dayanıklı olan Gram negatiflerin ise yumurta içeriğinde daha baskın olabileceği ifade edilmektedir (99, 102). *Enterobacteriaceae* üyeleri arasında yumurta kaynaklı Salmonellosis salgınlarının nedeni olarak gösterilen *Salmonella* patojeni dışında *E. coli*, *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Hafnia* spp., *Proteus* spp., *Citrobacter* spp., *Klebsiella* spp. ve *Aeromonas* spp. gibi bozulmalara, gıda kaynaklı zehirlenmelere veya enfeksiyonlara neden olabilen bakteri cinsleri yer alır (40). Bu çalışmada *Enterobacteriaceae* sayısının tespit edilebilir limitler içinde bulunan toplam 131 (%37,4) yumurta kabuğu yüzey örneğinden 164 *Enterobacteriaceae* şüpheli izolat elde edildi ve Vitek II bakteriyel identifikasyon sistemi kullanılarak bu izolatların %93,2'sinin *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan 5 farklı bakteri cinsine ait olduğu belirlendi. Yetiştirme sistemine göre değişmekle beraber en sık tespit edilen *Enterobacteriaceae* bakteri cinslerinin %32, %26,8, %24,8 oranları ile sırasıyla *Enterobacter*, *Serratia*, *Escherichia* ve en az %9,8 ve %0,65 ile *Pantoea* ve *Raoultella* olduğu bulundu. Tür düzeyinde en sık izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin dağılımı %21,5, %19,6, %16,3, %15,6 ile sırasıyla *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae complex* olduğu geriye kalan bakteri türleri *Pantoea* spp., *Raoultella ornithinolytica*, *Escherichia hermannii*, *Serratia fonticola* ve *Serratia odorifera* ise %10'unun altında tespit edildi. Gole ve ark. (2013) konvansiyonel kafes sistemlerinin kullanıldığı çiftliklere ait 31 farklı kümeden toplam 1 860 yumurtaya ait yumurta kabuğu yüzeyi ve yumurta kabuğu porlarında *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan bakterileri API Rapid 20E ile cins ve tür düzeyinde tespit ettikleri araştırmalarında, identifiye edilen izolatların *Cedecea*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Leclercia*, *Pantoea*, *Salmonella*, *Serratia* ve *Yersinia* olmak üzere toplam 11 farklı bakteri cinsine ait olduğunu belirlemiştir (53). Aynı araştırmada en sık izole

edilen bakteri cinslerinin %60,8, %9,15, %8,49 ve %5,22 ile sırasıyla *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterobacter* ve *Serratia* olduğu geriye kalan diğer bakteri cinslerinin ise %5'in altında olduğu bildirilmiştir. Musgrove ve ark. (2004) analiz ettikleri yumurtalara ait yumurta kabuğu yüzeylerinde *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Yersinia*, *Klebsiella*, *Pantoea*, *Kluyvera* ve *Citrobacter* bakteri cinslerinin bulunduğunu bildirmiştir (103). Bu araştırmacıların aksine çalışmamızda *Cedecea*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Leclercia* ve *Salmonella* bakteri cinsleri yumurta kabuğu yüzeylerinde tespit edilmemiştir. Üstelik tavuk yumurtalarında gerçekleştirilen araştırmalarda en sık izole edilen *Enterobacteriaceae* üyesi bakteri cinsinin *Escherichia* olduğu bildirilmektedir (33, 51, 53, 103). Ancak çalışmamızda yumurta kabuk yüzeylerinde en sık görülen bakteri cinsinin *Enterobacter* olduğu ve bunun Papadopoulou ve ark. (1997) bildirdikleri sonuçlar ile uyumlu olduğu saptanmıştır (104).

Yumurta kabuğu yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar yumurta kabuğu porlarına doğru hareket edebilmekte ve bu porlar aracılığıyla yumurta içeriğine ulaşabilmektedir (100). Çalışmamızda *Enterobacteriaceae* sayısının tespit edilebilir limitler (>10 kob) içinde olduğu yumurta kabuğu (por) havuz örneklerinden 21 *Enterobacteriaceae* şüpheli izolat elde edildi ve Vitek II bakteriyel identifikasyon sistemi kullanılarak bu izolatların 19(%90,4)'ünün *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan 4 farklı bakteri cinsine ait olduğu tespit edildi. En sık identifiye edilen bakteri türlerinin yetiştirme sistemine göre değişmekle beraber sırasıyla %26,3, %21, %15,7, %15,7 ile *E. coli*, *E. hermannii*, *E. cloacae complex*, *E. aerogenes* olduğu belirlendi. Gole ve ark. (2013) yumurta kabuğu yüzeylerinde 11 farklı Gram (-) bakteri cinsini identifiye ettikleri araştırmalarında yumurta kabuklarında (porlarında) sadece üç *E. coli* bakterisini tespit ettiklerini bildirmişlerdir (53). Literatürde yumurta kabuğunda (porlarında) Gram (-) bakterilerin cins ve tür düzeyinde dağılımı ve çeşitliliği ile ilgili sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır.

Çalışmamızda *Enterobacteriaceae*'ların kültür yöntemi ile tespit edilmesinde Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) besiyeri kullanılmış olup bu besiyerinde gelişme gösteren koloniler Vitek II bakteriyel identifikasyon sisteminde cins ve tür düzeyinde identifiye edilmiştir. Yumurta kabuğu yüzeyinden elde edilen izolatların 153 (%93,2)'ünün *Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde bulunan bakteri türleri, 11

(%6,7)'inin *Pseudomonas putida* ve *Acinetobacter baumannii complex* bakteri türleri olduğu belirlendi. Yumurta kabuğu porlarından elde edilen izolatların 19 (%90,4)'unun *Enterobacteriaceae* üyesi, 2 (%9,5)'sinin *Pseudomonas putida* bakteri türlerine ait olduğu belirlendi. Yumurta kabuk yüzeylerinde *Enterobacteriaceae* dışında diğer Gram negatif bakterilerinde bulunabileceğini gösteren araştırmalar mevcut olmakla beraber ancak bunların çalışma bulgularımıza benzer şekilde oransal olarak daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir (103). Stepien-Pysniak (2010) konvansiyonel (kafes) yetiştirme sisteminin kullanıldığı büyük ölçekli bir çiftlik ile altlıklı yetiştirme sisteminin kullanıldığı küçük ölçekli bir çiftlikten temin ettikleri yumurtalar ve marketlerden topladıkları yumurtalar (konvansiyonel-kafes) olmak üzere toplam 375 yumurta örneğine ait yumurta kabuk yüzeyi, yumurta albümini ve yumurta sarısında düşük oranlarda da olsa *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp., *Tatumella ptyseos*, *Providencia stuartii*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Vibrio metschnikovii*, *Leclercia adecarboxylata*, *Kluyvera* spp., *Rahnella aquatilis* ve *Achromobacter* spp. gibi Gram negatif bakteri türlerini tespit ettiklerini bildirmiştir (51).

#### **6.6. Ambalaj Materyaline Göre Yumurta Kabuğu Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısı**

Yumurtalar farklı ambalaj materyalleri içine kırılmasının önlenmesi ve taşınmasını kolaylaştırmak amacıyla bırakılarak satışa sunulurlar. Yumurtalar transport sırasında veya muhafaza sırasında fiziksel nedenlere bağlı olarak kırılabilen ve besin değeri yüksek yumurta içeriğinin ambalaj materyaline yayılması sonucu mikroorganizmaların gelişebileceği uygun bir ortama dönüşerek önemli bir kontaminasyon kaynağı haline gelebilmekteler. Çalışmamızda analiz edilen yumurta örneklerinin 210 tanesi karton 140 tane ise polistren köpük ambalaj materyali ile satışa sunulan yumurtalardan oluştu. Karton tipi ambalajlarda satılan yumurtaların %100, %100, %40, %11,9 ve %35,2'sinin sırasıyla TMAB, TPAB, koliform, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* mikroorganizmalarını tespit edilebilir limitler (>10 kob) içinde bulundurduğu, plastik tipi ambalajlı yumurtaların ise sırasıyla %100, %100, %52, %27,8 ve %27,1'inin bu mikroorganizmaları bulundurduğu belirlendi. Ambalajlama materyali ile yumurta kabuk yüzeyinde

bulunan mikroorganizmaların sayısı arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmadı ( $P>0,05$ ). Çalışmamızda ambalaj materyallerinin kendisinden örneklem yapılmaması ve mikrobiyolojik parametreler yönünden analizlerinin gerçekleştirilmemesinden dolayı yumurta kabuk yüzeylerinde tespit edilen mikroorganizmal yükün ambalaj materyalinden kaynaklandığını iddia etmek spekülatif olacaktır. Literatürde ambalaj materyalinin yumurtanın mikrobiyal yükü üzerine etkili olabileceğini gösteren araştırmalar mevcuttur (105, 106).





## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de yumurta olarak organik, serbest gezen, kümeste serbest gezen ve konvansiyonel (kafes) olmak üzere dört farklı yetiştirme sisteminde üretilen tavuk yumurtaları kullanılmakta olup yumurtaların hangi yetiştirme sisteminde üretildiğini gösteren kodların yumurta üstünde bulunması yasal açıdan zorunludur. Bu tez çalışmasında farklı yetiştirme sistemlerinde üretilip tüketici seviyesinde satışa sunulan tavuk yumurtaları TMAB, TPAB, koliform, *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Salmonella* bakterileri yönünden incelenerek değerlendirilmiştir. Analiz edilen parametreler yönünden yetiştirme sistemlerine göre yumurtalardaki mikroorganizma yükünün değiştiği ve konvansiyonel (kafes) sistemlerde üretilen yumurtaların alternatif sistemlerde üretilen yumurtalara göre mikrobiyal kalitesinin daha iyi olduğu görülmüştür. Ancak konvansiyonel yumurtalarda tespit edilen ortalama mikroorganizma sayıları ile diğer yumurtalar arasındaki sayısal farkın 1 logaritma civarlarında olduğu görüldü. Günümüzde yumurta üretiminde kullanılan yetiştirme sistemlerinin birbirlerine göre avantajları/dezavantajları olmakla beraber halk sağlığı ve gıda güvenliğinin tam olarak tesis edildiği ve global anlamda konsensusun sağlandığı bir yetiştirme sistemi bulunmadığı da göz ardı edilmemelidir. Yetiştirme sistemlerinin, üretim sonrası yumurtalara uygulanan işlemlerin, yumurtaların transferi ve muhafaza koşullarının, yasal mevzuat gereklilikler ve uygunlukların ülkelere göre değişkenlik göstermesi global anlamda yumurtalardaki mikrobiyal yüklerin ve risklerin değerlendirilmesini zorlaştırmasına neden olmaktadır. Dünya’da yumurta ve yumurta ürünleri ile ilişkili Salmonellosis vaka ve/veya salgınları halk sağlığı açısından önemini koruyamaya devam etmektedir. Çalışmamızda yumurta yüzeyi ve yumurta sarısının aksine sadece bir adet organik tavuk yumurtası kabuğunda (porlarında) *Salmonella*’nın tespit edilmiş olması yumurta yüzeyi veya yumurta içeriğinin yanı sıra yumurta kabuğunda (porlarında) da bu etkenin bulunabileceğini ve yumurta kabuklarının (por) da *Salmonella* yönünden değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu tez çalışması sonucunda tüketici seviyesinde satışa sunulan yumurtaların hangi yetiştirme sisteminde üretildiğine bakılmaksızın mikrobiyal riskler açısından tehlikeler taşıyabileceği sonucuna varılmıştır. Çiftlikten sofraya gıda güvenliği kapsamında her basamakta HACCP ve ISO 22000 gibi uluslararası gıda kalite ve güvenliği sistemlerinin azami bir şekilde

uygulanması risklerin kontrol altına alınmasında, azaltılmasında veya elimine edilmesinde önemli olacaktır. Tüketicilerin yumurta alırken temiz, çatlak ve sızıntısı olmayan, ambalajı temiz ve bütünlüğü bozulmamış, yasal mevzuatta belirlenen etiket özelliklerini taşıyan yumurtalar olmasına dikkat etmesi, mutfakta hazırlık aşamasında yumurtadan kaynaklanabilecek çapraz kontaminasyonların önüne geçmek için hijyen kurallarına uyması ve yeterli ısıl işlem uyguladıktan sonra yumurtaları tüketmeleri yumurtadan kaynaklanabilecek mikrobiyal risklerin azaltılmasında kayda değer etkisi olacaktır.



## 8. KAYNAKÇALAR

1. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2003. Egg Marketing: a Guide for the Production and Sales of Eggs. FAO, Rome.
2. Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, et al. Egg and Egg-Derived Foods: Effects On Human Health and Use As Functional Foods. *Nutrients*. 2015; 7:706-729.
3. Directive EU. Council Directive 99/74/EC of 19 July 1999 Laying Down Minimum Standards for the Protection of Laying Hens. *Official Journal of the European Communities*, 1999; p: 53-57.
4. Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği (2017). Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği (2014/55)'nde değişiklik yapılmasına dair tebliğ (tebliğ no: 2017/42).
5. Mine Y. Egg Bioscience and Biotechnology: A John Wiley and Sons, Inc., Publication; 2008, p: 2-16.
6. 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).
7. Türkoğlu M. Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme ve Hastalıkları. Otak Form Ofset Matbacılık; 1997.
8. Li-Chan EC, Powrie WD, Nakai S. The Chemistry of Eggs and Egg Products. *Egg Science and Ttechnology*. 1995; 4:105-75.
9. Nimalaratne C, Wu J. Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity. *Nutrients* 2015; p: 8274 –8293.
10. Şenköylü N. Modern Tavuk Üretimi. Anadolu Matbaası, İstanbul. 2001, s:171-80.
11. Belitz H-D, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. 4th Revised and Extended Edition. Springer; 2009, p: 546-62.
12. Yumurta Üreticileri Merkez Birliği. Yumurta Tavukçuluğu verileri-2018, (2019).
13. Yumurta Üreticileri Merkez Birliği. Yumurta Tavukçuluğu verileri-2017, (2018).

14. Şamlı HE, Okur AA. Tüm Yönleriyle Yumurta. İstanbul Ticaret Borsası Yayınları Yayın No: 208, İstanbul; 2016, s: 11.
15. Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2014 (Tebliğ No: 2014/55).
16. Balık V. Tunceli Organik Yumurta Yatırım Rehberi. Fırat Kalkınma Ajansı, 2016, s. 2-4.
17. Ünal S, Üşümüş E, Tekeş M. Türkiye ve Avrupa Birliğinde Organik Yumurta Üretimi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, Erzurum. 2010; s: 1.
18. Yenilmez F, Uruk E. Free-Range Sistemi, Avantaj ve Dezavantajları. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2016;5:315-24.
19. Thiele HH, Pottgüter R. Management Recommendations for Laying Hens in Deep Litter, Perchery and Free Range Systems. Lohmann Information. 2008;43(1):53-63.
20. Sarıca M, Erensayın C. Tavukçuluk ürünleri. Editörler: Türkoğlu, M, Sarıca, M: Tavukçuluk Bilimi. 2009; 3:89-139.
21. Aksoy F T, Ertuğrul O, Atasoy F, Gürler Ş, Eroğan M. A Study on Blood Group Alleles of Denizli Fowl. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2000;24(5):431-4.
22. Shields S, Duncan IJ. A Comparison of the Welfare of Hens in Battery Cages And Alternative Systems. 2009; p: 5-19.
23. Şimşek ÜG, Baykalır Y. Yumurta Tavukçuluğunda Kullanılan Yetiştirme Sistemleri. F.Ü. Sağ. Bil. Vet.Dergisi 2014;28(2):93-98.
24. Yılmaz AA, Bozkurt Z. Ana Yaşı, Depolama Süresi ve Streç Filmle Paketlemenin Sofralık Yumurtaların İç ve Dış Kalite Özelliklerine Etkisi. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 2008;48(2)81-91.
25. Gantois I, Ducatelle R, Pasmans F, Haesebrouck F, Gast R, Humphrey TJ, et al. Mechanisms of Egg Contamination by *Salmonella Enteritidis*. FEMS Microbiology Reviews. 2009;33(4):718-38.

26. Spitzer H. An Analysis of Bacterial Contamination of Chicken Eggs and Antimicrobial Resistance. College of Saint Benedict/Saint John's University, College Thesis, 2016, ABD (Advisor: Dr. Barbara May, PhD).
27. Favier GI, Escudero ME, Mattar MA, de Guzmán AM. Survival of *Yersinia Enterocolitica* and Mesophilic Aerobic Bacteria on Eggshell After Washing with Hypochlorite and Organic Acid Solutions. *Journal of Food Protection*. 2000;63(8):1053-7.
28. Knape K, Carey J, Burgess R, Kwon Y, Ricke S. Comparison Of Chlorine With an Iodine-Based Compound on Eggshell Surface Microbial Populations in A Commercial Egg Washer. *Journal of Food Safety*. 1999;19(3):185-94.
29. Lucore LA, Jones FT, Anderson KE, Curtis PA. Internal and external bacterial counts from shells of eggs washed in a commercial-type processor at various wash-water temperatures. *Journal of Food Protection*. 1997;60(11):1324-8.
30. Erkan ME, Vural A, Güran HŞ. Diyarbakır İli'nde Satışa Sunulan Köy ve Market Yumurtalarının Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2008;(1):11-6.
31. 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 Microbiology*. 2015; 48:200-5.
32. Pesavento G, Calonico C, Runfola M, Lo Nostro A. Free-Range and Organic Farming: Eggshell Contamination by Mesophilic Bacteria and Unusual Pathogens. *Journal of Applied Poultry Research*, 2017; 26(4),509-517.
33. Al Momani W, Janakat S, Khatatbeh M. Bacterial Contamination of Table Eggs Sold in Jordanian Markets. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2018;17(1):15-20.
34. De Reu K, Grijspeerd K, Messens W, Heyndrick M, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L. Eggshell Factors Influencing Eggshell Penetration and Whole Egg Contamination by Different Bacteria, Including *Salmonella Enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*. 2006; 112(3),253-260.

35. akır İ. Koliform Grup Bakteriler ve E. coli, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları Armoni Matbaacılık: Ankara; 1999.
36. EFSA. Evaluation of the FoodEx, the Food Classification System Applied to the Development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. EFSA Journal. 2011; 9(3): p. 1970.
37. Karadal F. Niğde ve Kayseri’de Satışa Sunulan Köy ve Market Yumurtalarının Mikrobiyolojik Kalitesi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2018;15(1):51-7.
38. Aydın N, İzgür M, Diker K, Yardımcı H, Esendal Ö, Paracıkoğlu J, et al. Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar). Ankara: İlke-Emek Matbaacılık ve Yayıncılık; 2006, s: 145-63.
39. Chousalkar K, Flynn P, Sutherland M, Roberts J, Cheetham B. Recovery of Salmonella and Escherichia Coli From Commercial Egg Shells and Effect of Translucency on Bacterial Penetration in Eggs. International Journal of Food Microbiology. 2010;142(1-2):207-13.
40. Adesiyun A, Offiah N, Seepersadsingh N, Rodrigo S, Lashley V, Musai L. Antimicrobial Resistance of Salmonella spp. and Escherichia Coli Isolated From Table Eggs. Food Control. 2007;18(4):306-11.
41. Sağlam D, Şeker E. Gıda Kaynaklı Bakteriyel Patojenler. Kocatepe Veteriner Dergisi 2016;9(2):105-13.
42. Kothary MH, Babu US. Infective Dose of Foodborne Pathogens in Volunteers: A Review. Journal of Food Safety. 2001;21(1):49-68.
43. Garbutt J. Essentials of Food Microbiology: Arnold, Hodder Headline plc; 1997.
44. Sahin O, Kobalka P, Zhang Q. Detection and Survival of Campylobacter in Chicken Eggs. Journal of Applied Microbiology. 2003;95(5):1070-9.
45. Sulonen J, Kärenlampi R, Holma U, Hänninen M-L. Campylobacter in Finnish Organic Laying Hens in Autumn 2003 and Spring 2004. Poultry Science. 2007;86(6):1223-8.

46. Jones D R, Anderson K E, Guard J Y. Prevalence of Coliforms, Salmonella, Listeria, and Campylobacter Associated with Eggs and the Environment of Conventional Cage and Free-Range Egg Production. *Poultry Science*. 2012; 91(5):1195-1202.
47. Dipineto L, Gargiulo A, Russo TP, De Luca Bossa LM, Borrelli L, Menna LF, et al. Campylobacter Jejuni, Campylobacter Coli, and Cytolethal Distending Toxin Genes in Laying Hens. *Avian Diseases*. 2011;55(1):103-5.
48. Andino A, Hanning I. Salmonella Enterica: Survival, Colonization, and Virulence Differences Among Serovars. *the Scientific World Journal*. 2015.
49. Moffatt CR, Musto J, Pingault N, Miller M, Stafford R, Gregory J, et al. Salmonella Typhimurium and Outbreaks of Egg-Associated Disease in Australia, 2001 to 2011. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2016;13(7):379-85.
50. Braden CR. Salmonella Enterica Serotype Enteritidis and Eggs: a National Epidemic in the United States. *Clinical Infectious Diseases*. 2006;43(4):512-7.
51. Stepien-Pysniak D. Occurrence of Gram-Negative Bacteria in Hens' Eggs Depending on Their Source and Storage Conditions. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2010;13(3):507.
52. Daughtry B, Sumner J, Hooper G, Thomas C, Grimes T, Horn R, Moses A, Pointon A, 2005. National Food Safety Risk Profile of Eggs and Egg Products. A report submitted to Australian Egg Corporation Limited, Sydney, Australia.
53. Gole VC, Chousalkar KK, Roberts JR. Survey of Enterobacteriaceae Contamination of Table Eggs Collected From Layer Flocks in Australia. *International Journal of Food Microbiology*, 2013;164(2-3), 161-165.
54. Chousalkar K, Roberts J. Recovery of Salmonella From Eggshell Wash, Eggshell Crush, and Egg Internal Contents of Unwashed Commercial Shell Eggs in Australia. *Poultry Science*. 2012;91(7):1739-41.
55. Cox N, Berrang M, Bailey J, Stern N. Bactericidal Treatment of Batching Eggs V: Efficiency of Repetitive Immersions in Hydrogen Peroxide or Phenol to Eliminate Salmonella From Hatching Eggs. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002;11(3):328-31.

56. ISO 4833: 2003. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal Method for the Enumeration of Microorganisms-Colony-Count Technique at 30 °C.
57. Alvarez-Fernandez E, Dominguez-Rodriguez J, Capita R, Alonso-Calleja C. Influence of Housing Systems on Microbial Load and Antimicrobial Resistance Patterns of Escherichia Coli Isolates From Eggs Produced for Human Consumption. *Journal of Food Protection* 2012;75(5), 847-853.
58. ISO 4832: (2006). Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs—Horizontal Method for the Enumeration of Coliforms-Colony-Count Technique. International Organization for Standardization, Geneva.
59. ISO 16649-2: 2001. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal Method for the Enumeration of Beta-Glucuronidase-Positive Escherichia Coli—Part 2: Colony-Count Technique at 44 Degrees C using 5-Bromo-4-Chloro-3-Indolyl Beta-D-Glucuronide.
60. Musgrove M, Jones D, Northcutt J, Harrison M, Cox N, Ingram K, et al. Recovery of Salmonella From Commercial Shell Eggs by Shell Rinse and Shell Crush Methodologies. *Poultry Science*. 2005;84(12):1955-8.
61. FDA/BAM. Salmonella. Andrews WH, Jacobson A, Hammack T. Bacteriological Analytical Manual (BAM). Chapter 5 Salmonella. 2011
62. Smith A, Rose S, Wells R, Pirgozliev V. Effect of Excess Dietary Sodium, Potassium, Calcium and Phosphorus on Excreta Moisture of Laying Hens. *British Poultry Science*. 2000;41(5):598-607.
63. Schwarz G, Kobe A, Fries R. Microflora on Egg Shells From Different Housing Systems. *Archiv Fuer Gefluegelkunde (Germany)*. 1999.
64. Belkot Z, Gondek M. The Bacterial Pollution of Consumer Egg Surfaces with Regards to the Maintenance System of Laying Hens. *Medycyna Weterynaryjna*. 2014;70(6):378-82.



65. De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Herman L. The Use of Total Aerobic and Gram-Negative Flora for Quality Assurance in the Production Chain of Consumption Eggs. *Food Control*. 2005;16(2):147-55.
66. Vuèemilo M, Vinkoviæ B, Matkoviæ K, Štokoviæ I, Jakšïæ S, Radoviæ S, et al. The Influence of Housing Systems on the Air Quality and Bacterial Eggshell Contamination of Table Eggs. *Czech Journal of Animal Science*. 2010;55(6):243-9.
67. Huneau-Salaün A, Michel V, Huonnic D, Balaine L, Le Bouquin S. Factors Influencing Bacterial Eggshell Contamination in Conventional Cages, Furnished Cages and Free-Range Systems for Laying Hens Under Commercial Conditions. *British Poultry Science*. 2010;51(2):163-9.
68. Protais J, Queguiner S, Boscher E, Piquet J-C, Nagard B, Salvat G. Effect of Housing System on the Bacterial Flora in the Air and on Egg Shells. In: Proc. 10<sup>th</sup> European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Ploufragan, France, 2003;142–149.
69. Fiks-Van Niekerk TGCM. Housing Systems for Laying Hens and Their Effect on Egg Quality. In Proceedings of the XVII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Golden Tulip Parkhotel Doorwerth, Doorwerth, Netherlands, 23-26 May 2005 (pp. 262-266). World's Poultry Science Association (WPSA).
70. Mendes F R, Andrade M A, Café M B, Santos J S, Lacerda M J R, Stringhini J H, Leandro N S M. Physical and Chemical Quality of Sanitized Commercial Eggs Experimentally Contaminated with *Pseudomonas Aeruginosa* and Refrigerated During Storage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2010;41(10): 2211-2218.
71. Messens W, Grijspeerdt K, Herman L. Eggshell Penetration of Hen's Eggs by *Salmonella Enterica* Serovar *Enteritidis* Upon Various Storage Conditions. *British Poultry Science*. 2006;47(5):554-60.

72. Singh R, Cheng K, Silversides F. Production Performance and Egg Quality of Four Strains of Laying Hens Kept in Conventional Cages and Floor Pens. *Poultry Science*. 2009;88(2):256-64.
73. Beery JT, Doyle MP, Schoeni JL. Colonization of Chicken Cecae by *Escherichia Coli* Associated with Hemorrhagic Colitis. *Applied and Environmental Microbiology*. 1985;49(2):310-5
74. Chousalkar KK, Sexton M, McWhorter A, Hewson K, Martin G, Shadbolt C, et al. *Salmonella* Typhimurium in the Australian Egg Industry: Multidisciplinary Approach to Addressing the Public Health Challenge and Future Directions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(12):2706-11.
75. Moyle T, Drake K, Gole V, Chousalkar K, Hazel S. Bacterial Contamination of Eggs and Behaviour of Poultry Flocks in the Free Range Environment. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2016;49:88-94.
76. De Reu K, Rodenburg T, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Tuytens F, et al. Bacteriological Contamination, Dirt, and Cracks of Eggshells in Furnished Cages and Noncage Systems for Laying Hens: An International on-Farm Comparison. *Poultry Science*. 2009;88(11):2442-8.
77. Parisi M, Northcutt J, Smith D, Steinberg E, Dawson P. Microbiological Contamination of Shell Eggs Produced in Conventional and Free-Range Housing Systems. *Food Control*. 2015;47:161-5.
78. Wall H, Tauson R, Sørgerd S. Bacterial Contamination of Eggshells in Furnished and Conventional Cages. *Journal of Applied Poultry Research*. 2008;17(1):11-6.
79. Roberts JR, Chousalkar KK. Effect of Production System and Flock Age on Egg Quality and Total Bacterial Load in Commercial Laying Hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 2014;23(1), 59-70.
80. EFSA Panel on Biological Hazards (EFSA BIOHAZ Panel), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, et al. *Salmonella*

Control in Poultry Flocks and Its Public Health Impact. *EFSA Journal*. 2019;17(2): e05596.

81. Guard-Petter J. The Chicken, the Egg and Salmonella Enteritidis. *Environmental Microbiology*. 2001;3(7):421-30.
82. Dyda A, Hundy R, Moffatt CR, Cameron S. Outbreak of Salmonella Typhimurium 44 Related to Egg Consumption. *Communicable Diseases Intelligence Quarterly Report*. 2009;33(4):414.
83. Paine S, Thornley C, Wilson M, Dufour M, Sexton K, Miller J, et al. An Outbreak of Multiple Serotypes of Salmonella in New Zealand Linked to Consumption of Contaminated Tahini Imported From Turkey. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2014;11(11):887-92.
84. Sasaki Y, Tsujiyama Y, Asai T, Noda Y, Katayama S, Yamada Y. Salmonella Prevalence in Commercial Raw Shell Eggs in Japan: a Survey. *Epidemiology and Infection*. 2011;139(7):1060-4.
85. Temelli S, Kahya S, Ata Z, Carli KT, Eyigor A. Presence of Salmonella in Retail Grade a Eggs Determined by the International Organization for Standardization 6579 Method and a LightCycler Polymerase Chain Reaction System. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2015; 62:125-32.
86. Kouam MK, Biekop MH, Katte B, Tegua A. Salmonella Status of Table Eggs in Commercial Layer Farms in Menoua Division, West Region of Cameroon. *Food Control*. 2018; 85:345-9.
87. Holt P, Davies R, Dewulf J, Gast R, Huwe J, Jones D, et al. The Impact of Different Housing Systems on Egg Safety and Quality. *Poultry Science*. 2011;90(1):251-62.
88. Svobodová J, Tůmová E. Factors Affecting Microbial Contamination of Market Eggs: a Review. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 2014;45(4):226-37.
89. Mallet S, Guesdon V, Ahmed A, Nys Y. Comparison of Eggshell Hygiene in Two Housing Systems: Standard and Furnished Cages. *British Poultry Science*. 2006;47(1):30-5.

90. Tauson R, Wahlström A, Abrahamsson P. Effect of Two Floor Housing Systems and Cages on Health, Production, and Fear Response in Layers. *Journal of Applied Poultry Research*. 1999;8(2):152-9.
91. Abrahamsson P, Tauson R, Appleby MC. Performance of Four Hybrids of Laying Hens in Modified and Conventional Cages. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*. 1995;45(4):286-96
92. La Scala Jr N, Boleli IC, Ribeiro LT, Freitas D, Macari M. Pore Size Distribution in Chicken Eggs as Determined by Mercury Porosimetry. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2000;2(2):177-81.
93. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2011.
94. Kinde H, Read D, Chin R, Bickford A, Walker R, Ardans A, et al. Salmonella Enteritidis, Phage Type 4 Infection in a Commercial Layer Flock in Southern California: Bacteriologic and Epidemiologic Findings. *Avian Diseases*. 1996;40:665-71.
95. Ebel E, Schlosser W. Estimating the Annual fraction of Eggs Contaminated with Salmonella Enteritidis in the United States. *International Journal of Food Microbiology*. 2000;61(1):51-62.
96. 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 Microbiology*. 2006;23(3):294-9.
97. Humphrey T, Whitehead A, Gawler A, Henley A, Rowe B. Numbers of Salmonella Enteritidis in the Contents of Naturally Contaminated Hens' Eggs. *Epidemiology and Infection*. 1991;106(3):489-96.
98. Boer Ed, Wit B. Salmonella in Eggs. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde*. 2000;125(4):126-8.
99. De Reu K, Messens W, Heyndrickx M, Rodenburg T, Uyttendaele M, Herman L. Bacterial Contamination of Table Eggs and the Influence of Housing Systems. *World's Poultry Science Journal*. 2008;64(1):5-19

100. Wang H, Slavik ME. Bacterial Penetration Into Eggs Washed with Various Chemicals and Stored at Different Temperatures and Times. *Journal of Food Protection*. 1998;61(3):276-9.
101. Seviour EM, Board R. The Behaviour of Mixed Bacterial Infections in the Shell Membranes of the Hen's Egg. *British Poultry Science*. 1972;13(1):33-43.
102. Mayes FJ, Takeballı MA. Microbial Contamination of the Hen's Egg: a Review. *Journal of Food Protection*. 1983;46(12):1092-8.
103. Musgrove MT, Jones DR, Northcutt JK, Cox NA, Harrison MA. Identification of Enterobacteriaceae From Washed and Unwashed Commercial Shell Eggs. *Journal of Food Protection*. 2004;67(11):2613-6.
104. Papadopoulou C, Dimitriou D, Levidiotou S, Gessouli H, Panagiou A, Golegou S, et al. Bacterial Strains Isolated From Eggs and Their Resistance to Currently Used Antibiotics: Is There a Health Hazard for Consumers Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. 1997;20(1):35-40.
105. Figueiredo T, Assis D, Menezes L, Oliveira D, Lima A, Souza M, et al. Effects of Packaging, Mineral Oil Coating, and Storage Time on Biogenic Amine Levels and Internal Quality of Eggs. *Poultry Science*. 2014;93(12):3171-8.
106. Al-Shadeedi, SM. Study The Microbial Contamination of Table Egg Containers And Packages in Baghdad. Conference Paper. 10<sup>th</sup> International Poultry Conference, 26 – 29 November 2018, Sharm Elsheikh – Egypt

## 9. ÖZGEÇMİŞ



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**DİCLE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



<b>Adı</b>	Şükran	<b>Soyadı</b>	ESEN
<b>Doğum Yeri</b>	Eğil/Diyarbakır	<b>Doğum Tarihi</b>	08.10.1989
<b>Uyruğu</b>	T.C	<b>Tel</b>	05454750846
<b>E-posta</b>	vethekskrn.21@gmail.com		

### EGİTİM DÜZEYİ

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
<b>Doktora / Uzmanlık</b>		
<b>Tezli Yüksek Lisans</b>		
<b>Lisans</b>	Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2013
<b>Lise</b>	Namık Kemal Lisesi	2007

### İŞ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
Veteriner Hekim	Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	3(2016-...)

Yabancı Dil Sınav Notu								
ÜDS/YDS	KPDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
<b>ALES Puanı</b>	68,59	70,38	66,99
<b>(Diğer) Puanı</b>			

## 10. ORJİNALLİK RAPORU

### FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNDE ÜRETİLEN TAVUK YUMURTALARINDA SALMONELLA VE BAZI İNDİKATÖR MİKROORGANİZMALARIN VARLIĞI

#### ORJİNALLİK RAPORU

% <b>4</b>	% <b>3</b>	% <b>3</b>	% <b>3</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

#### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<b>veteriner.fusabil.org</b> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>2</b>	<b>www.researchgate.net</b> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>3</b>	<b>www.diatek.com.tr</b> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University</b> Öğrenci Ödevi	% <b>1</b>

Alıntılarını çıkart      üzerinde      Eşleşmeleri çıkar      < %1  
Bibliyografyayı Çıkart      Kapat