**T.C.**

**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BESİN HİJYENİ ve TEKNOLOJİSİ (VETERİNER)**

**DOKTORA PROGRAMI**

**KANATLI ETLERİNDE *SALMONELLA* TYPHIMURIUM VE *SALMONELLA* ENTERIDITIS VARLIĞI VE ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**BUKET ALTIN GASER**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Ergün Ömer GÖKSOY**

**AYDIN-2024**

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY i

TEŞEKKÜR ii

İÇİNDEKİLER iii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ v

ŞEKİLLER DİZİNİ vii

RESİMLER DİZİNİ viii

TABLOLAR DİZİNİ ix

ÖZET x

ABSTRACT xii

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. İnsan Beslenmesinde Kanatlı Eti, Yeri ve Önemi 3

2.2. Hayvansal Gıdalardan Kaynaklanan Sağlık Riskleri 7

2.3. Kanatlı Eti Mikrobiyolojisi 10

2.4. Kanatlı Eti Kaynaklı Gıda Enfeksiyon ve İntoksikasyonları 14

2.5. *Salmonella* spp. Tarihçesi 17

2.6. *Salmonella’*ların Genel Özellikleri ve Klasifikasyonu 18

2.6.1. *Salmonella* Enteritidis 25

2.6.2. *Salmonella* Typhimurium 26

2.7. *Salmonella* spp.’nin Gelişimini Etkileyen Faktörler 26

2.8. Gıdalarda *Salmonella* Varlığı 27

2.8.1. Kanatlı Eti 28

2.9. *Salmonella* Gıda Enfeksiyon/İntoksikasyonlarının Patogenezi 29

2.10. Hayvansal Gıdalarda Antibiyotikler 35

2.11. *Salmonella*’nın Antibiyotik Dirençliliği 36

2.12. *Salmonella* Enfeksiyonlarında Koruma ve Kontrol 39

3. GEREÇ VE YÖNTEM 43

3.1. Gereç 43

3.2. Yöntem 43

4. BULGULAR 46

5. TARTIŞMA 52

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 58

KAYNAKLAR 60

BİLİMSEL ETİK BEYANI 69

ÖZ GEÇMİŞ 70

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|  |  |
| --- | --- |
| **AB:** | Avrupa Birliği |
| **ABD:** | Amerika Birleşik Devletleri |
| **AHL:** | Asil Homoserin Laktonu |
| **ARB:** | Bakteri Antibiyotik Direnci |
| **ARG:** | Antibiyotik Dirençli Gen |
| **aw:** | Su aktivitesi |
| **BESD-BİR:** | [Beyaz](https://besd-bir.org/) Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Derneği |
| **BSE:** | Bovine Spongiform Encephalopathy |
| **cAMP:** | Cyclic Adenosine Mono Phosphate |
| **CCP:** | Critical Control Points (Kritik Kontrol Noktası) |
| **CDC:** | Centers for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi) |
| **D değeri:** | Desimal İndirgenme Süresi |
| **eBURST:** | Klonal Kompleks |
| **ECDC:** | European Centre for Disease Prevention and Control (Avrupa Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezi) |
| **EFSA:** | Science, Safe Food, Sustainability (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) |
| **EUCAST:** | European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing |
| **GSBL:** | Geniş Spektrumlu Beta Laktamaz |
| **HACCP:** | Hazard Analysis Critical Control Point (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları) |
| **IMS:** | Immunomagnetic Separation (İmmünomanyetik Ayırma) |
| **LIA:** | Lysine Iron Agar |
| **MDR:** | Çoklu İlaç Direnci |
| **MID:** | Minimal İnfektif Doz |
| **MLST:** | Çoklu Lokus Sekans Tiplemesi |
| **NADPH:** | Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat |
| **ONPG:** | Ortho-nitrophenyl-b-D-galactopyranoside |
| **PCR:** | Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) |
| **PT4:** | Faj Tip 4 |
| **RES:** | Retikülo Endoteliyal Sistem |
| **sip:** | *Salmonella* İnvazyon Proteini |
| **sop:** | *Salmonella* Dış Proteini |
| **SPA:**  **SGI:** | *Salmonella* Patojenite Adası  *Salmonella* Gen Adası |
| **ST:** | Sekans Tipi |
| **T3SS:** | Tip III Sekresyon Sistemi |
| **TGK:** | Türk Gıda Kodeksi |
| **TSA:** | Tryptic Soy Agar |
| **TSI:** | Triple Sugar Iron Agar |
| **USKP:** | Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı |
| **WHO:** | World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü) |
| **XLD:** | Xylose Lysine Deoxycholate |

# ŞEKİLLER DİZİNİ

[Şekil 1. Hastalıkların insanlara bulaşma yolları 9](#_Toc152417763)

[Şekil 2. Kanatlı Eti Üretim Akış Şeması 12](#_Toc152417764)

[Şekil 3. *Salmonella* spp. alt türleri 19](#_Toc152417765)

[Şekil 4. T3SS Çalışma Şeması 32](#_Toc152417766)

[Şekil 5. Hayvan Çiftliklerinde Antibiyotik Direncinin Ana Hatları ve Riskleri 36](#_Toc152417767)

[Şekil 6. İzolatların Antibiyotik Dirençlilikleri 51](#_Toc152417768)

# RESİMLER DİZİNİ

[Resim 1. XLD Agar’da *Salmonella* spp. Koloni Görüntüsü 47](#_Toc152417892)

[Resim 2. TSI, LIA ve Üre Test Sonuçları 48](#_Toc152417893)

[Resim 3. *Salmonella* Latex Test Kit Sonuçları 48](#_Toc152417894)

[Resim 4. 16S rRNA Geni İle Tespit Edilen Örneklerin Elektroforez Görüntüsü 49](#_Toc152417895)

[Resim 5. İzole Edilen Örneklerin Elektroforez Görüntüsü 49](#_Toc152417896)

# TABLOLAR DİZİNİ

[Tablo 1. Kanatlı Eti Genel Kompozisyonu (100g) 4](#_Toc154091799)

[Tablo 2. Kanatlı Eti Üretim Verileri 5](#_Toc154091800)

[Tablo 3. Dünyadaki Bazı Ülkelerin Kanatlı Eti Üretimi (bin ton) 6](#_Toc154091801)

[Tablo 4. Türkiye’de Kişi Başına Kanatlı Eti Tüketim Verileri 7](#_Toc154091802)

[Tablo 5. Salmonella Türlerinin Kültürel ve Biyokimyasal Özellikleri 20](#_Toc154091803)

[Tablo 6. *Salmonella* Tür ve Alt Türlerinin Karakteristik Özellikleri 20](#_Toc154091804)

[Tablo 7. Güncel Olarak Kullanılan *Salmonella* Nomenclature Tablosu 24](#_Toc154091805)

[Tablo 8. Literatürde İzolasyonun Yerini Yansıtan *Salmonella* Nomenclature Tablosu 24](#_Toc154091806)

[Tablo 9. *Salmonella’*ların Gelişimini Etkileyen Temel Faktörler 27](#_Toc154091807)

[Tablo 10. SPA’ların Gen Kümeleri ve Fonksiyonları 33](#_Toc154091808)

[Tablo 11. 16S rRNA Hedef Gen Uygulaması İçin Kullanılacak Olan Primerler 44](#_Toc154091809)

[Tablo 12. 16S rRNA İçin Mastermiks Hazırlama Oranları 44](#_Toc154091810)

[Tablo 13. İzole Edilen *Salmonella* spp. Verileri 46](#_Toc154091811)

[Tablo 14. Pazar, Market ve Şarküterilerden İzole Edilen *Salmonella* spp. Sayıları 47](#_Toc154091812)

[Tablo 15. Pozitif İzolat Sayıları ve *Salmonella* Serotip Dağılımı 50](#_Toc154091813)

[Tablo 16. *Salmonella* İzolatlarının Genel Antibiyotik Dirençliliği 51](#_Toc154091814)

# ÖZET

**KANATLI ETLERİNDE *SALMONELLA* TYPHİMURİUM VE *SALMONELLA* ENTERİDİTİS VARLIĞI VE ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Altın Gaser B. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Programı (Veteriner), Doktora Tezi, Aydın, 2024.**

**Amaç:** Kanatlı etleri yüksek besin değerlerinden dolayı mikroorganizmaların gelişmesi açısından uygun ortamı oluşturmaktadır. Gerek kanatlı hayvanın yetiştirildiği işletmelerde gerekse kesim, işleme, paketleme, muhafaza ve dağıtım gibi basamaklarda, uygun olmayan koşullarda işlem gördüğünde kanatlı eti *Salmonella* spp. gibi patojen bakterilerle kontamine olabilmekte ve halk sağlığı açısından tüketimi riskli bir hale gelebilmektedir. Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan patojenler arasında yer alan *Salmonella;* insan sağlığı açısından son derece önemli enfeksiyonlara neden olmaktadır. Kontamine olmuş kümes hayvanlarının, özellikle tavuk etlerinin işlenmesi ya da tüketilmesi *Salmonella*’nın insanlara geçişini sağlamaktadır. Gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarında kanatlı eti ve kanatlı et ürünleri ilk sırada yer almaktadır. Bu ürünlerin tüketilmesi sonucu oluşan enfeksiyonlardan kaynaklı gelişen rahatsızlıklar, klinik maliyet, ölüm vakaları hem sağlık açısından hem de sosyoekonomik açıdan sorun teşkil etmektedir. *Salmonella* spp. kontaminasyonlarında enfektif predominant alttürler arasında *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium bulunmaktadır. Yukarıda belirtilen tüm bu nedenlerden dolayı bu çalışmada *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium’un varlığının ve antibiyotik dirençliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırma kapsamında Aydın piyasasında market-pazar-şarküterilerdenpaketlenmiş-paketlenmemiş olarak satışa sunulan 53 kanat, 53 derisiz göğüs ve 54 but olmak üzere toplam 160 adet çiğ kanatlı eti örneği 2021 yılı kasım-mayıs ayları arasında toplanmış, mikrobiyolojik analizleri yapılarak izole edilen etkenlerin antibiyotik dirençleri belirlenmiştir.

**Bulgular:** Yapılan konvansiyonel analizler sonucunda incelenen 160 adet numunenin 43 tanesinden *Salmonella* spp. izole edilmiştir. İzole edilen bu 43 adet izolatın 23 tanesinin kanat eti, 12 tanesinin derisiz göğüs eti ve 8 tanesinin but eti olduğu belirlenmiştir. Oransal olarak ise 160 adet toplam kanatlı eti numunesinden %26,9, 53 adet kanat eti numunesinden %43,4, 53 adet derisiz göğüs eti numunesinden %22,6 ve 54 adet but eti numunesinden %14,8 oranında *Salmonella* spp. izole edilmiştir.

**Sonuç:** Türk Gıda Kodeksi verilerine göre kanatlı eti örneklerinde bulunmaması gereken *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium suşlarına değişen oranlarda rastlanmıştır. İzolatlarda belirlenen antibiyotik dirençliliğinin bazı antibiyotikler açısından çok yüksek olmasının ve aralarında çoklu antibiyotik dirençliliği gösteren izolatların bulunmasının halk sağlığı açısından sorun yaratabileceği ortaya konulmuştur. Olası kontaminasyonların engellenmesi amacı ile öncellikle iyi üretim ve iyi hijyen uygulamaları yanı sıra HACCP sistemlerinin uygulanmasının zorunlu olduğu kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antibiyotik Dirençliliği, Halk Sağlığı, Kanatlı Eti, *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium

# ABSTRACT

**INVESTIGATION OF PRESENCE AND ANTIBIOTIC RESISTANCE OF  *SALMONELLA* TYPHIMURIUM AND *SALMONELLA* ENTERIDITIS IN POULTRY MEAT**

**Altın Gaser B. Adnan Menderes University Health Science Institute Food Hygiene and Technology Program (Veterinary), Doctorate Thesis, Aydin, 2024.**

**Objective:** Poultry meat creates a suitable environment for the growth of organisms due to its high nutritional values. When poultry meat is handled under inappropriate conditions, both in the enterprises where poultry is raised and in steps such as slaughter, processing, packaging, preservation and distribution, poultry meat can be contaminated with pathogenic bacteria such as *Salmonella* spp. and its consumption can become risky for public health. *Salmonella*, which is among the pathogens that cause foodborne diseases; it causes infections that are extremely important for human health. Processing or consuming contaminated poultry, especially chicken meat, allows *Salmonella* to pass to humans. Poultry meat and poultry meat products come first in foodborne *Salmonella* infections. Illnesses, clinical costs, and death cases resulting from infections resulting from the consumption of these products pose problems both in terms of health and socioeconomic aspects. The infective predominant subspecies in *Salmonella* spp. contaminations include *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium. Considering these, this study aimed to determine the presence and antibiotic resistance of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium.

**Material and Methods:** Within the scope of the research, a total of 160 raw poultry meat samples, including 53 wings, 53 skinless breasts and 54 legs, which were offered for sale in the Aydın market as packaged or unpackaged, were collected between November and May 2021, analyzed and the antibiotic resistance of the isolated factors was determined.

**Results:** 43 of the 160 samples examined were identified as *Salmonella* spp. isolated. It was determined that 23 of these 43 isolates were wing, 12 were skinless breast and 8 were leg. Proportionally, 26.9% of 160 total poultry meat samples, 43.4% of 53 wing samples, 22.6% of 53 skinless breast samples and 14.8% of 54 leg samples contained *Salmonella* spp.

**Conclusion:** *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium strains, which should not be present in poultry meat samples according to Turkish Food Codex (TGK) data, were found at varying rates. It has been revealed that the antibiotic resistance determined in the isolates is very high for some antibiotics and the presence of isolates showing multidrug resistance among them may cause problems for public health. It has been concluded that in order to prevent possible contamination, it is necessary to apply HACCP systems as well as good production and good hygiene practices.

**Keywords:** Antibiotic Resistance, Poultry Meat, Public Health, *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium

# GİRİŞ

Beslenme; sağlığı korumak, geliştirmek ve yaşam kalitesini artırmak için vücudun ihtiyacı olan besinleri yeterli miktarda almak amacıyla gerçekleştirilen bir eylemdir. Yeterli ve dengeli beslenme hem bireylerin yaşam faaliyetlerini sürdürebilmesi hem de toplumun gelişmesi için önemlidir. Hayvansal ürünler; yeterli ve dengeli beslenme için ihtiyaç duyulan esansiyel maddeleri içermesinden dolayı insanların beslenmesinde büyük önem arz etmektedir. Ekonomik olması, kısa zamanda yüksek miktarda ürün üretilmesi ve besinsel içeriği gibi avantajları göz önüne alındığında hayvansal ürünler arasında yer alan kanatlı eti, tüketiciler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (İkikat Tümer ve diğerleri, 2016; Yıldız, 2018)

Günümüzde gıda kaynaklı enfeksiyonları oluşturan en önemli patojen bakterilerden biri olan *Salmonella* spp. ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Dünya genelinde meydana gelen enfeksiyonların önemli bir bölümünü gıda kaynaklı enfeksiyonlar oluşturmaktadır. Özellikle okullar, fabrikalar, askeri birlikler gibi toplu gıda tüketiminin olduğu alanlarda kontamine olmuş gıdaların tüketimi ile gıda kaynaklı salgınlar oluşabilmektedir. Kanatlı etlerinde patojen mikroorganizma açısından mikrobiyal yükün olması ve bu etlerin yetersiz ısıl işlem sonrasında tüketilmesi ya da uygun olmayan koşullarda bekletilerek tüketicilerin sunulması gıda enfeksiyon ve zehirlenmelerinin artmasına neden olmakta, halk sağlığını tehdit etmektedir. Gıda kaynaklı enfeksiyonların patogenezinde bakterilerin ürettiği toksinlerin, bakteriyel invazyonun ve toksinlerin in-vivo olarak çoğalması enfeksiyon oluşumunun temelini oluşturmaktadır. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority-EFSA)’nin raporuna göre, gıda kaynaklı bakteriyel patojenlerden biri olan *Salmonella* spp. türlerinin, 2018 yılında kontamine gıda ve su kaynaklı salgınlar içerisinde %30,7'lik bir oran ile en sık rapor edilen patojen olduğu bildirilmektedir. Bunula birlikte *Salmonella* kontaminasyonunda en önemli birincil hayvansal kaynağın kanatlı eti olduğu belirtilmektedir (EFSA, 2019; Atabey, 2020; Şerbetçioğlu, 2021).

*Salmonella* spp.’ye ait 2500’den fazla serotip bulunmaktadır ve *Salmonella* spp. kaynaklı vakalarda enfeksiyona neden olan serotiplerin belirlenmesi koruma ve kontrol stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Belirlenen serotiplerden *Salmonella* Typhimurium ve *Salmonella* Enteriditis en yaygın karşılaşılan 2 serotip olarak bilinmektedir (Tek, 2020; Şerbetçioğlu, 2021).

Türk Gıda Kodeksi 9 Ekim 2018 tarihinde 30560 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”de, 1.3.3. çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları kısmında değişiklik yapılmış olup, damızlık tavuk (Gallus gallus) sürülerinden, yumurtacı tavuklardan, broyler ve damızlık ve etlik hindi sürülerinden elde edilen çiğ kanatlı etlerinde 25 g’da, monofazik *Salmonella* Typhimurium 1,4,[5],12:i: dahil olmak üzere *S.* Typhimurium ve *S.* Enteritidis serovarlarının bulunmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu da *Salmonella* türlerinin halk sağlığı açısından oluşturabileceği tehlikeleri tekrar göz önüne sermekte ve enfeksiyonların önemini vurgulamaktadır (TGK, 2018).

*Salmonella* enfeksiyonları çoğunlukla komplike olmayan diyare ile seyrederken, yaşlı, çocuk ve immun-spesifik kişilerde hayati tehlike oluşturabilmekte ve antimikrobiyal tedaviye ihtiyaç duyulabilmektedir. Bazı durumlarda hastalıklara neden olan serotiplerin antibiyotiklere direnç geliştirdiği ve tedaviyi zorlaştırdığı bildirilmektedir. Bilinçsiz ve kontrolsüz bir şekilde antibiyotik kullanımı sonucu bakteriler antibiyotiklere karşı direnç geliştirmekte, enfeksiyonun tedavi ve kontrolü zorlaşmaktadır. İlerleyen aşamalarda bakterinin çoklu antibiyotik direnç geliştirmesi halk sağlığını tehdit eden global bir sorun olarak kabul edilmektedir. Oluşan direncin yanı sıra antibiyotiklerin hayvansal kaynaklı gıdalarda kalıntı olarak bulunması ve insanlar tarafından tüketilmesi sonucunda zehirlenmelere, alerjilere ve bağırsak florasında değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır (Bozkurt, 2018; Tek, 2020).

Bu çalışmada Aydın piyasasında *S*. Enteritidis ve *S.* Typhimurium varlığını ve antibiyotik dirençliliğini belirlemek amacıyla paketlenmiş-paketlenmemiş olarak satışa sunulan 160 adet çiğ kanatlı eti örneği toplanmış, analize alınmış, *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium varlığı belirlenmiş ve izole edilen etkenlerin antibiyotik dirençleri belirlenmiştir.

# GENEL BİLGİLER

Dünyada ve Türkiye’de hızla artmakta olan insan nüfusunun beslenmesi için gerekli olan protein ihtiyacının karşılanmasında kırmızı ete göre fiyatı daha uygun olan kanatlı etlerinin önemi giderek artmaktadır. Kanatlı eti terimi tavuk, kaz, hindi, ördek, devekuşu, keklik, bıldırcın, sülün gibi hayvanların etlerini tanımlamaktadır. Türkiye’de ise kanatlı etlerinden yaygın olarak tavuk, hindi, kaz ve ördek eti tüketilmektedir (TGK, 2006; Asal Ulus, 2019).

* 1. İnsan Beslenmesinde Kanatlı Eti, Yeri ve Önemi

Sığır etinin yanı sıra yaygın olarak tüketilen kanatlı eti; dünya genelinde toplam et tüketiminin yaklaşık %35’ini oluşturmaktadır. Kanatlı etleri taze ya da dondurulmuş, bütün ya da parçalanmış, kemikli ya da kemiksiz, çiğ ya da tüketime hazır olarak piyasada bulunmaktadır. Kanatlı eti düşük enerji konsantrasyonu ve yüksek besin yoğunluğu ile insan beslenmesinde önem arz etmektedir, özelliklerini ise hayvanın türü, genetik yapısı, hayvanın beslenme şekli, kesim ve pişirme tekniği gibi birçok farklı faktör etkileyebilmektedir (Bordoni ve Danesi, 2017).

Kanatlı etleri yapısında ortalama %56 oranında su içermektedir. Deri de dahil olmak üzere yenilebilir kısımlarda ortalama %20 oranında protein bulunmakta, göğüs eti diğer bölgelere oranla daha fazla protein içermektedir. Ayrıca kanatlı etinin yağ içeriğinin yaklaşık %70’inin doymamış yağ asitlerinden oluştuğu ve kırmızı ete göre daha yüksek oranda esansiyel yağ asidi olan linoleik asit içerdiği bilinmektedir (Arslan, 2013; Kurul, 2014). Aynı zamanda kuzu ve sığır etine göre daha düşük miktarda doymuş yağ asitlerini içermektedir. Bununla birlikte kanatlı eti esansiyel aminoasitleri yeterli ve uygun miktarda içermektedir. B grubu vitaminleri bakımından da oldukça zengin olan kanatlı eti kırmızı ete göre daha yüksek oranda B1, B2, niasin ve B6 vitamini içermektedir. Göğüs etinin potasyum, fosfor; but etinin ise demir, çinko ve sodyum bakımından daha zengin olduğu ifade edilmektedir. Kanatlı etlerinin bileşimi kanatlı türü, beslenme şekli, cinsiyeti, yaşı, vücut bölgesi, derili ya da derisiz olması gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Sahip oldukları yüksek protein içeriği ve bağ doku oranı azlığı sebebiyle sindirilme oranı yüksek olan kanatlı etleri, esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli içermesi, düşük yağ içeriğinin yanı sıra, süt ve yumurtadan sonra biyolojik değerliliği en yüksek olan bir hayvansal protein olarak insan beslenmesinde önemli bir yere sahip, lezzetli ve ekonomik ürünler olarak bilinmektedir (Arslan, 2013; Tonbak ve diğerleri, 2017; İşleyici ve diğerleri, 2019; Shaltout, 2020). Yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) daha fazla içermesinden dolayı yeterli miktarda kanatlı etinin tüketilmesi kolesterolü dengelemede yardımcı olmakta dolayısıyla kalp damar sağlığını olumlu etkilemektedir. İçerdiği B2, B6 ve B12 vitaminleri sinir sistemini desteklemektedir. Kanatlı etinin diğer et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlere kıyasla yüksek kaliteli olarak tanımlanan protein bileşenine sahip olması ve düşük kollajen içeriği ile sindirilebilirliğinin daha fazla olması avantajları arasında yer almaktadır. Bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda kanatlı etinin beslenmedeki önemi ortaya çıkmakta, insanlar tarafından daha çok tercih edilmekte, dolayısıyla kanatlı eti üretim ve tüketimi de artmaktadır (Bordoni ve Danesi, 2017; Çelik, 2021). Kanatlı etinin genel kompozisyonu Tablo 1’de ortalama olarak verilmektedir (Arslan, 2013; Tonbak ve diğerleri, 2017).

#### **Tablo 1.** Kanatlı Eti Genel Kompozisyonu (100g)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kanatlı eti** | **Su** | **Protein** | **Yağ** | **Kül** | **Kcal** | **Karbonhidrat (%)** |
| Tavuk eti | 72,2 | 21,3 | 4,5 | 1,2 | 129,6-302 | <0,1 |
| Tavuk eti (derili) | 56,0 | 17,0-21,0 | 5,0-25,0 | - | 145,0-290,0 |
| Tavuk eti (but) | 73,3 | 20,0 | 5,6 | 1,2 | - |
| Tavuk eti (göğüs) | 74,4 | 23,3 | 1,2 | 1,1 | - |
| Hindi (derili) | 55,5-58,0 | 20,6 | 22,9 | 1,0 | 297,4 | - |
| Hindi (derisiz) | - | 18,0-23,0 | 5,0-23,0 | - | 150,0-280,0 | 0,1-0,5 |
| Kaz (derili) | 40,9 | 14,2 | 44,3 | 0,7 | 4698 | <0,1 |
| Kaz (derisiz) | - | 14,0-16,0 | 26,0-32,0 | - | 510,0-565,0 | - |
| Ördek (derili) | - | 16,0-21,0 | 6,0-29,0 | - | 15,0-525,0 | 0,2-0,4 |
| Ördek (derisiz) | 70,8 | 22,6 | 3,1 | 1,1 | 121,7 |
| Bıldırcın | 74,1 | 22,10 | 3,0 | - | - | - |

Günlük beslenmelerinde doymuş yağ asidi açısından zengin ürünleri tüketen insanlarda obezite riski artmakta, insülin direnci, hipertansiyon, hiperkolesterolemi ve kalp-damar hastalıkları gibi çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Bununla beraber yüksek oranda yağ içeren gıdaları tüketmek meme, prostat, rahim, yumurtalık ve kolon gibi kanserlerin oluşum riskini de artırabilmektedir. Bu gibi riskler göz önüne alındığında kanatlı etinin besin değeri açısından kırmızı ete benzemesi, kırmızı ete göre daha az yağlı olması, daha düşük enerji içermesi, doymuş yağ ve kolesterol içeriğinin daha az olması sebebiyle bütün yaş grupları ile beslenmesine özen gösterilmesi gereken hastalar için uygun bir hayvansal protein kaynağı olduğu bilinmektedir (Asal Ulus, 2019). Her geçen yıl üretimi ve tüketimi artan kanatlı etinin Türkiye’de son 10 yıl içerisindeki üretim verileri tablo 2’de verilmektedir (BESD-BİR, 2023).

#### **Tablo 2.** Kanatlı Eti Üretim Verileri

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yıllar** | **Piliç Eti (Ton)** | **Hindi Eti (Ton)** | **Toplam (Ton)** |
| 2012 | 1.723.919 | 41.931 | 1.765.850 |
| 2013 | 1.758.363 | 39.627 | 1.797.990 |
| 2014 | 1.894.669 | 48.662 | 1.943.331 |
| 2015 | 1.909.276 | 52.722 | 1.961.999 |
| 2016 | 1.879.018 | 46.501 | 1.925.518 |
| 2017 | 2.136.734 | 52.363 | 2.189.097 |
| 2018 | 2.156.671 | 69.536 | 2.226.207 |
| 2019 | 2.138.451 | 59.640 | 2.198.090 |
| 2020 | 2.136.263 | 58.212 | 2.194.475 |
| 2021 | 2.245.770 | 51.301 | 2.297.071 |

Tablo 2’de incelendiğinde son 5 yıllık verilerde kanatlı eti üretiminin 2019 ve 2020 yıllarında bir miktar gerilediği ancak 2021 yılı itibariyle tekrar artışa geçtiği görülmektedir. Dünyadaki bazı ülkelerin kanatlı eti üretimi ve Türkiye’nin bu ülkeler arasındaki durumu Tablo 3’de yer almaktadır (BESD-BİR, 2023).

#### **Tablo 3.** Dünyadaki Bazı Ülkelerin Kanatlı Eti Üretimi (bin ton)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ülke** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** |
| ABD | 18208 | 18510 | 18938 | 19361 | 19546 | 20511 |
| Çin | 13561 | 12448 | 11600 | 11700 | 12650 | 15500 |
| Brezilya | 13547 | 13523 | 13612 | 13355 | 13635 | 13775 |
| AB | 10890 | 11560 | 11912 | 12200 | 12475 | 11950 |
| Rusya | 4222 | 4328 | 4617 | 4872 | 4900 | 4685 |
| Hindistan | 4115 | 4427 | 4640 | 4855 | 5100 | 4000 |
| Meksika | 3175 | 3275 | 3400 | 3485 | 3600 | 3670 |
| Tayland | 2692 | 2813 | 2990 | 3170 | 3280 | 2900 |
| Arjantin | 2085 | 2119 | 2150 | 2110 | 2120 | 2175 |
| **Türkiye** | **1961** | **1925** | **2188** | **2225** | **2335** | **2075** |
| Kolombiya | 1481 | 1538 | 1627 | 1679 | 1750 | 1760 |
| Diğerleri | 15415 | 15786 | 15948 | 16488 | 16991 | 17508 |
| Dünya | 91352 | 92252 | 93622 | 95500 | 98382 | 100509 |

Dünya genelinde üretim verileri incelendiğinde Türkiye kanatlı eti üretiminde 10. sırada yer almaktadır. Üretim verileri göz önüne alınarak Türkiye’de yıllık kişi başına düşen kanatlı eti tüketimi Tablo 4’de verilmektedir (BESD-BİR, 2023).

#### **Tablo 4.** Türkiye’de Kişi Başına Kanatlı Eti Tüketim Verileri

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yıllar** | **Piliç Eti (kg)** | **Hindi Eti (kg)** | **Toplam (kg)** |
| 2012 | 18,9 | 0,5 | 19,4 |
| 2013 | 18,4 | 0,4 | 18,8 |
| 2014 | 19,5 | 0,5 | 20,0 |
| 2015 | 20,3 | 0,6 | 20,9 |
| 2016 | 20,0 | 0,5 | 20,5 |
| 2017 | 21,7 | 0,6 | 22,3 |
| 2018 | 20,9 | 0,7 | 21,6 |
| 2019 | 20,5 | 0,6 | 21,0 |
| 2020 | 20,5 | 0,6 | 21,1 |
| 2021 | 20,7 | 0,5 | 21,2 |

Türkiye’de kişi başı kanatlı eti tüketim verileri incelendiğinde, son 5 yıl içerisinde 2018 ve 2019 yıllarında bir gerilemenin yaşandığı ancak 2020 yılı itibariyle tüketimin tekrar artışa geçtiği görülmektedir. Türkiye’de kişi başı kanatlı eti tüketim miktarı 2015 yılında 20,9 kg, 2016 yılında 20,5 kg, 2017 yılında 22,3 kg, 2018 yılında 21,6 kg ve 2019 yılında 21,0 kg olarak belirlenmiştir. BESD-BİR verilerinde 2019 yılında ABD’de kişi başı kanatlı eti tüketimi 50,1 kg, AB ülkelerinin ise 25,4 kg olduğu bildirilmiştir. Ancak kanatlı eti tüketiminde meydana gelen artışa rağmen 2019 yılında Türkiye kişi başı kanatlı tüketimi 21,0 kg ile ABD ve AB ülkelerine kıyasla ortalamanın altında yer almıştır (BESD-BİR, 2023).

* 1. Hayvansal Gıdalardan Kaynaklanan Sağlık Riskleri

Gelişmiş ülkelerde güvenli gıda tüketim bilinci her geçen gün yaygınlaşmakta, bu da güvenli gıda üretmek için kullanılan yöntemlerin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu bilincin yaygınlaşmasının temel nedeni tüketicilerin gıda kaynaklı sağlık risklerinin ve ölümle sonuçlanabilecek durumlara karşı farkındalıklarının artmış olmasıdır. Gelişen teknoloji ve bunun sağladığı olanaklar sayesinde daha sağlıklı ve güvenilir gıdalar üretilebilmekte iken, yapılan yetersiz kontroller ve ekonomik koşullar gıda kaynaklı sağlık problemlerini arttırabilmektedir. Bu problemlere neden olan tehlikeler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikeler olmakla birlikte aralarında en önemli faktörün mikrobiyolojik tehlikeler olduğu bilinmektedir. Geçmişten bu yana gıda kaynaklı sağlık problemlerine neden olan hayvansal kaynaklı tehlikeler insan sağlığı açısından tehditler oluşturmuş, hatta gıda zehirlenmeleri sonucu ölümlere sebep olmuştur. Geçmişte ortaya çıkan Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE), dioksin kalıntılı yemlerin tüketilmesi sonucu kalıntının hayvan etlerine geçmesi, hayvanlarda hastalıkların tedavisi için kullanılan antibiyotiklerin etlerde ve sütlerde kalıntı bırakması, antibiyotiğe dirençli bakterilerin halk sağlığı açısından meydana getirdiği tehlikeler, H5N1 kuş gribi virüsünün dünya genelinde neden olduğu ölümler gibi vakalar da hayvansal kaynaklı sağlık risklerinin önemini ortaya koymaktadır (Atabey, 2020).

Gıdaların çiftlikten sofraya gelene kadarki sürecinde herhangi bir aşamada kontaminasyon gerçekleşebilmekte su, hava veya toprak kirliliği de bu kontaminasyonların oluşmasına neden olabilmektedir. Gıda kaynaklı oluşan sağlık risklerine genel olarak zoonotik bakteriler, virüsler, parazitler ve bazı kimyasal maddeler neden olmaktadır (Gürel ve Aslan, 2019).

Zoonoz veya hayvansal kaynaklı hastalıklar hayvanlarla doğrudan temas, dolaylı çevre teması ya da gıda yoluyla insanlara bulaşmaktadır. Hastalıklara neden olan patojenlerin %60’ının hayvansal kökenli olduğu bilinmektedir. Günümüzde hastalıklara neden olan 1400 patojenin 800’ünün hayvansal kökenli olduğu tahmin edilmektedir. Hastalıklara sebep olan etkenlerin insana bulaşmasının birçok yolu olmakla birlikte en önemli yollarından birinin gıdalar olduğu bilinmektedir. Gıda kaynaklı oluşan sağlık risklerinin epidemiyolojisi dünyada yaygınlaşan gıda ticareti, gıdaların üretim ve tüketiminde meydana gelen değişiklikler, iklim değişiklikleri, toplumdaki yaşam tarzı ve günlük beslenmedeki değişiklikler, antimikrobiyal direnç, patojenlerin prevalansında artma ve salgınların meydana gelmesiyle gelişmektedir. Hastalıkların insanlara bulaşma yollarının şematize edilmiş hali şekil 1’de verilmektedir (Chlebicz ve Slizewska, 2018; Gürel ve Aslan, 2019).

Vektörler

(Keneler, sivrisinekler, kemirgenler)

Çizikler veya Isırıklar

Direk Temas

Hayvan Dışkıları

İnsanlar

Hayvanlar

**GIDA**

Toprak ve Su

Çiftçiler

Mezbaha Çalışanları

Veteriner Hekimler

Şekil 1. Hastalıkların İnsanlara Bulaşma Yolları

Hayvansal gıdalardan kaynaklanan sağlık riskleri dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmakta ve bunun üstesinden gelebilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu risklere sebep olan tehlikelerden mikroorganizmalar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için tehdit oluşturmaktadır. Gıda kaynaklı tehlikelerin ortaya çıkmasında özellikle bakteriler büyük rol oynamakta, kanatlı eti özelinde ise en önemli tehlikelerin *Salmonella* spp.ve *Campylobacter* spp. enfeksiyonları olduğu bildirilmektedir.Salmonellosis çoğunlukla kümes hayvanları, domuz eti ve yumurta ürünlerine bulaşan *Salmonella* türleri ile kontamine olan hayvansal gıdaların tüketimi sonucu oluşmaktadır. Kontamine gıdaların tüketilmesi sonucu enfektif dozun aşılması durumunda bakteri gastrointestinal yol ile hastalığa neden olmaktadır. İnsanların beslenme alışkanlıklarında tüketime hazır gıdaları tercih etmeleri, gıdaların tekrar tekrar ısıtılarak tüketilmesi ve yetersiz ısıl işlem görmüş olmaları salmonellosis riskini daha da arttırmaktadır (Ehuwa ve diğerleri, 2021).

Gıda kaynaklı oluşabilecek sağlık riskleri yaygın olarak yumurta, kanatlı ve diğer hayvansal kökenli gıdaların tüketilmesi sonucu oluşan *Salmonella* enfeksiyonları, çoğunlukla çiğ süt, az pişmiş kanatlı etleri ve içme suyu kirliliğinden kaynaklanan *Campylobacter* enfeksiyonları, çiğ süt, yeterli miktarda ısıl işlem uygulanmamış et ve iyi yıkanmamış sebze-meyvelerin tüketilmesinden kaynaklanan *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Shigella dysanteriae* enfeksiyonları, yine çiğ süt ve tüketime hazır gıdaların uygun koşullarda muhafaza edilmemesinden kaynaklanan *Listeria* enfeksiyonları ile kirli içme sularının tüketimi sonucu oluşan *Vibrio cholerae* (*V. cholerae*)enfeksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra gıda kaynaklı hastalıklara Norovirüs, Hepatit A virüsü, Rotavirüs, enterik adenovirüsler, poliovirüsler, echovirüsler, astrovirüsler de kaynak gösterilebilmektedir. Midye ve diğer deniz ürünleri, dışkı ile kontamine içme suları, çiğ tüketilen veya pişirildikten sonra çalışanların el ile işlem uygulaması sonucu virüslerin taşınmasına neden olabilmektedir. Aynı zamanda *Toxoplasma, Cryptosporidia* ve *Cyclospora, Trichinella spiralis* ve *Taenia* spp., *Echinococcus* spp., *Entamoeba histolytica* gibi parazitler de sağlık açısından tehlike oluşturabilmektedir. Bu parazitler çiğ veya az pişmiş etlerin tüketilmesi, hayvanlarla direk temas ya da su ve toprak yoluyla gıdaları kirleterek insanda hastalık oluşturmaktadır (Erkmen, 2010; Gürel ve Aslan, 2019).

Gıdalardan kaynaklanan sağlık risklerinin en önemli etkenlerinden biri olan *Salmonella* enfeksiyonlarında kanatlı eti ve kanatlı eti ürünleri ilk sırada yer almaktadır. Dünya genelinde gıdaların neden olduğu salgınların %47’sinin *Salmonella* kökenli olduğu ve bunların %37’sinin yeterli ısıl işlem görmemiş kanatlı etlerinin tüketilmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Tonbak ve diğerleri, 2017).

* 1. Kanatlı Eti Mikrobiyolojisi

Kanatlı et ve et ürünleri; içerdikleri zengin bileşimleri nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesi için uygun ortam sağlamakta ve bu sebeple insanlarda oluşan enfeksiyonların en önemli kaynaklarından biri olarak bilinmektedir. Kanatlı etlerinin pH ve su aktivitesi (aw) değeri de mikroorganizmaların gelişimini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Kanatlı etlerinin aw değeri 0,98-0,99 iken pH değeri etin kısımlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin; Kanatlı etinin göğüs kısmının pH değeri 5,7-5,9 iken but kısmında bu değer 6,4-6,7 arasında değişmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2015).

Kanatlı etleri canlı hayvandan itibaren üretim prosesinin aşamalarında kontaminasyona maruz kalmakta ve yüzeyinde bariyer görevi gören deri de çeşitli mikroorganizmaları barındırmaktadır. İnsanlarda gıda zehirlenmelerine sebep olan *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi bazı patojen mikroorganizmalar hali hazırda kanatlı bağırsaklarında bulunabilmekte ve kanatlı etinin işlenmesi sırasında bu mikroorganizmalar ile et kontamine olabilmektedir (Aksoy ve diğerleri, 2013; Çelik 2021). Temel hatlarıyla kanatlı eti üretim akış şeması Şekil 2’de verilmektedir (Arslan, 2013).

|  |
| --- |
| Kanatlı Hayvan  Askıya Alma  Bayıltma  Kesim  Kan Akıtma  Boyun bağlama ve Ön Temizleme  Haşlama  Tüy Yolma  Yıkama  Baş Koparma ve Ayak Kesme  Askıya Alma  İç Açma  İç Organların Çıkarılması  Muayene  Gövdenin Yıkanması ve Ön Soğutma  Soğutma ve Olgunlaştırma  Parçalama  Ambalajlama  Muhafaza  Satış |

Şekil 2. Kanatlı Eti Üretim Akış Şeması

Bunun dışındakanatlı hayvanlarının tüyleri, derisi ve ayakları da mikroorganizmalarla kontamine olabilmektedirler. Alınan koruma önlemleri ile karkasın mikrobiyal kontaminasyon riski en aza indirgenmeye çalışılmaktadır. Ancak karkasta, işleme basamakları sırasında gerçekleşen çapraz kontaminasyon sonucu mikrobiyal yükte artış söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte bağırsak içeriği ya da tüylerdeki mikrobiyal yükün 108-109 kob/gram ya da ml civarında olduğu bildirilmektedir. Bu durumda işlem sırasında çapraz kontaminasyon olması sonucunda kanatlı etinin mikrobiyal yükü artmaktadır. Kanatlı hayvanın tüyleri ve derisinde bulunan bazı mikroorganizmalar haşlama ve tüylerin yolunması sırasında ortamdan uzaklaştırılabiliyor olsa da, yeterli miktarda ısıl işlem uygulanmaması ve yeterli hijyen koşullarının sağlanmaması durumunda bu proses basamaklarında çapraz kontaminasyonlar meydana gelebilmektedir. Bununla birlikte iç organların çıkarılması işlemi oldukça önemli olup, çapraz kontaminasyon açısından en tehlikeli basamak olarak kabul edilmektedir. Soğukta depolama sırasında kanatlı etinde bozulmaya sebep olan psikrofilik/psikrotrof mikroorganizmalar çoğalmaya devam edebilmekte ve bazıları patojenik olabilmektedirler (Barbut, 2015; Rouger ve diğerleri, 2017; Baeza ve diğerleri, 2022; Klaharn ve diğerleri, 2022).

Kanatlı etinde sıklıkla karşılaşılan mikroorganizmalar *Pseudomonas* spp., *Enterobacter, Escherichia, Bacillus, Flavobacterium, Micrococcus, Salmonella, Acinetobacter/Moraxella, Staphylococcus* ve *Campylobacter*’dir. Kanatlı etinde bulunan patojenik mikroorganizmalar ürünleri tüketen kişilerde çeşitli enfeksiyonlara ve intoksikasyonlara sebep olabilmektedirler. Bu etmenlerin başlıcalarının *Salmonella* spp., *Campylobacter* *jejuni*, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica* ve *Bacillus cereus* olduğu bilinmektedir (Aksoy ve diğerleri, 2013; Baeza ve diğerleri, 2022). Bu mikroorganizmaların gelişimi kesimhaneye taşınma ve bu sırada aralarındaki temas ile ilişkili olarak değişebilmektedir (Barker ve diğerleri, 2004; Grant ve diğerleri, 2016).

Kanatlı etinin soğuk ve aerobik bir ortamda depolanması, mikroflorasında bulunan çeşitli mikroorganizmaların gelişmesine yol açmaktadır. Bu koşullarda bozulma etkeni olarak baskın bir psikrotrof olan *Pseudomonas* spp. daha fazla gelişmekte olup, *Acinetobacter*, *Moraxella* ve *Psychrobacter* spp.’nin de bozulmalara neden olabildiği bildirilmektedir. Bunun yanı sıra *Shewanella putrefaciens,* Enterobacteriaceae familyasının soğuğa dayanıklı suşları, *Enterobacter* ve *Serratia* spp. gibi bakterilerde izole edilebilmektedir. Bu bakterilere ek olarak mayalar da kanatlı etlerinde bozulmalara sebep olabilmektedir. En sık karşılaşılan ve psikrotrofik özellik gösterebilen mayaların *Yarrowia lipolytica* ve *Candida zeylanoides* olduğu belirlenmiştir. Piliç eti başta olmak üzere *Salmonella* ve *Campylobacter* türleri için önemli bir kaynak olarak bilinen kanatlı etlerinin yetiştiriciliğinde antimikrobiyal dirençliliği yüksek *Salmonella* ve *Campylobacter* türleri varlıklarını sürdürebilmektedir (Barker ve diğerleri, 2004; Grant ve diğerleri, 2016; Rouger ve diğerleri, 2017).

* 1. Kanatlı Eti Kaynaklı Gıda Enfeksiyon ve İntoksikasyonları

Gıda kaynaklı oluşan enfeksiyonların, küresel olarak ortaya çıkan enfeksiyonların %30’unu oluşturduğu tahmin edilmekle birlikte, kontamine olmuş kanatlı etinin bu enfeksiyonların en temel kaynaklarından biri olduğu bilinmektedir. Kanatlı eti çeşitli mikroorganizmaların gelişmesi açısından iyi bir kaynak olarak görülmektedir. Bu mikroorganizmaların bir kısmı patojenik olabilirken bir kısmı da non-patojeniktir. Kanatlı eti hızlı bozulabilirken, bu gıdaların tüketilmesi sonucu çeşitli gıda kaynaklı zehirlenmeler ortaya çıkabilmektedir (Shaltout 2020; Kaur ve diğerleri, 2021).

CDC gıda kaynaklı bakteriyel enfeksiyonların temel etkenlerini *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus* *aureus* ve *Listeria monocytogenes* olarak göstermektedir. Bu etkenlerden *Campylobacter* spp. genellikle bağırsak florasında bulunmakta ve birçok enterik enfeksiyon sebep olabilmektedir. Kanatlıların bağırsak florasından kanatlı etinin işlenmesi sırasında çapraz kontaminasyon ile son ürüne kadar taşınabilen *Campylobacter* spp., daha sonrasında yetersiz ısıl işlem uygulanan gıdalar kullanılan kontamine alet ve ekipman gibi etkenlerle teması sonucu çapraz kontaminasyona uğramış gıdaların tüketimi sonucu insanlarda enfeksiyon oluşturabilmektedir. Oluşan enfeksiyonlarda en sık görülen semptom gastroenteritis olarak bilinmektedir. Buna ek olarak Guillain Barre Sendromu (GBS), Miller Fisher Sendromu (MFS), Hemolitik Üremik Sendrom (HUS) karşılaşılan komplikasyonlar olarak bilinmektedir (Çakmak, 2009; Grant ve diğerleri, 2016; Skarp ve diğerleri, 2016). En riskli enfeksiyon olarak bilinen Guillain Barre Sendromu, ölümle sonuçlanabilen, şiddetli demiyelinizan nöropati olarak bilinmektedir (Hariharan ve diğerleri, 2004). *Campylobacter* türlerinin hareketliliği, hücrelere adezyonu, enteretoksin-sitotoksin oluşturma yeteneği, hücrelere yayılımı, fagositoz sonrası hücrede canlı kalma yeteneği bakteri virülansını etkileyen faktörler olarak bilinmektedir (Barış, 2011; Özkan, 2012). *Campylobacter* enfeksiyonlarının semptomları insanlarda genel olarak 1 ila 5 gün içerisinde ortaya çıkmakta olup, yaklaşık olarak 5 ila 7 gün süren sulu, bazen kanlı diyare, ateş, karın ağrıları ve kusma ile seyretmektedir. Bununla birlikte MID (Minimal İnfektif Doz) 500 koloni kadar düşük olarak bilinmektedir. Ayrıca bu enfeksiyonlar ile karşılaşma oranları sıcaklık ya da su aktivitesine bağlı olarak yaz aylarında daha da artmaktadır (Skarp ve diğerleri, 2016; Grant ve diğerleri, 2016).

Gıda kaynaklı olarak bilinen bir diğer patojen mikroorganizma olan *S. aureus*; sahip olduğu virülens faktörleri ve çevresel koşullara dayanıklılığı ile insanlarda önemli enfeksiyonlara neden olmaktadır. *S. aureus,* kanatlı hayvanların ayak ve tüylerinde, kesimhanede kullanılan alet-ekipmanlarda ve çalışan personelde bulunmaktadır. Etken kanatlı kesim işlemi sırasında bu kaynaklardan kanatlı etlerine geçebilmektedir. Bunun yanı sıra kesimhanede birçok işlem basamağında kullanılan su kontaminasyon riskini arttıran önemli faktörlerden biri olarak bilinmektedir. Ayrıca genel olarak kanatlı karkasının parçalanmış şekilde satışa sunulması çapraz kontaminasyon riskini daha da arttırmaktadır. İnsanların deri ve mukozalarında yaygın olarak bulunan *S. aureus*’un en önemli bulaşma kaynağı işletmede bulunan asemptomatik gıda işçileri olarak bilinmektedir. *S. aeurus* enfeksiyonlarının çoğu toksijenik suşlar tarafından üretilen ısıya dayanıklı enterotoksinleri içeren gıdaların vücuda alınması ile ortaya çıkmaktadır. Bu gıdalar tüketildikten 1 ila 6 saat sonra abdominal ağrı, mide bulantısı, kusma ve gastroenterit gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır. 1 mg enterotoksin içeren gıdaların tüketimi enfeksiyon oluşmasında yeterli olmaktadır (Sağlam ve Şeker, 2016; Koçak Kızanlık, 2019).

İnsanlarda gıda kaynaklı enfeksiyon oluşturabilen diğer bir patojen *L. monocytogenes;* düşük sıcaklıklarda dahi canlılığını koruyabilmekte olup, tüketime hazır ve soğukta depolanan gıdalar için de risk oluşturmaktadır. Kanatlı hayvanların intestinal floralarında bulunması kesim işlemi sırasında özellikle iç organların çıkarılması işleminde çapraz kontaminasyon açısından büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda buzdolabı sıcaklığında çoğalabilen *L. monocytogenes,* koruyuculara karşı gösterdiği direnç ile de çeşitli salgınlara neden olabilmektedir. Enfeksiyon oluşturması için 102 kob/g dan fazla sayıda vücuda alınması yeterli olmaktadır. Kontamine gıdanın tüketimini takiben 12 saat sonra ateş, karın krampları, ishal, yorgunluk ve baş ağrısı gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır (Yavuz ve Korukluoğlu, 2010; Sağlam ve Şeker, 2016).

Dünyada kanatlı eti yaygın olarak tüketilmekte ve bu kadar yaygın olarak tüketilmesi *Salmonella* kaynaklı enfeksiyonların ortaya çıkma oranını arttırmaktadır. Genellikle *Salmonella* kaynaklı enfeksiyonların pişirme öncesi kontaminasyon veya yetersiz pişirmeden kaynaklandığı bildirilmektedir. CDC verilerine göre 2021 yılında *Salmonella* spp. kaynaklı 7148 adet vaka görüldüğü, bu vakalardan %28’inin hastaneye kaldırıldığı ve <%1’nın öldüğü bildirilmiştir. Her 5 *Salmonella* spp.kaynaklı vakalardan birinin en sık tespit edilen türden *S.* Enteritidis olduğu belirlenmiştir. Vakaların %13’ünün *Salmonella* Enderitidis, %7’sinin *Salmonella* Typhimurium etkenli olduğu kaydedilmiştir (CDC, 2023). Avrupa Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezi (European Centre for Disease Prevention and Control-ECDC) tarafından yayınlanan yıllık epidemiyolojik rapora göre 2021 yılında 30 Avrupa ülkesinde toplam 61236 Salmonellosis vakası bildirilmiş ve bu vakaların 60494 tanesi laboratuvar ortamında doğrulanmıştır. 2020 yılındaki vakalar ile karşılaştırıldığında %14 oranında bir artış olduğu görülmüştür. Vakaların en yüksek oranda tespit edildiği ülke Çek Cumhuriyeti (her 100000 kişide 93.7 vaka) ve Slovakya (81.3) olurken, onları Malta (48.2), Macaristan (33,9) ve Fransa (28,7) takip etmiştir. En düşük oranda Yunanistan ve Romanya vaka bildirirken, onları da Bulgaristan, İrlanda ve Portekiz takip etmiştir (Faruque ve diğerleri, 2019; ECDC, 2022).

Kanatlı etlerinde *Salmonella* varlığının önlenmesi adına birçok koruma ve kontrol programları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Ancak etkenin bu uygulamalara rağmen salgınlara neden olduğu bildirilmektedir. Bu programların uygulanması; kanatlı işleme işletmesinin yapısı, işletmede bulunan laboratuvarın altyapısı, laboratuvarda kullanılacak yöntemler, bulaşma kaynaklarının analizi, örnekleme modelinin belirlenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesine bağlı olmaktadır. İşletmedeki *Salmonella* düzeyinin yüksek (>%40), orta (%10-40) ve düşük (<%10) olma durumuna göre de program belirlenmektedir. Tavuklarda *Salmonella* enfeksiyonlarının kontrolü ile enfeksiyon risklerini minimuma indirgemek amaçlanmaktadır. Buna bağlı olarak tavuk sürülerinin piramidin en tepesinden başlayarak aşağıya doğru *Salmonella* türlerinden tamamen arındırılması gerekmektedir. Tavuklarda *Salmonella* enfeksiyonlarının kontrolü 3 yöntem ile yapılabilmektedir. Bunlar; yönetim ile kontrol, beslenme ile kontrol ve sağlık ile kontroldür. Kanatlı eti kaynaklı salgınların çoğundan *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium’un sorumlu olduğu bilinmektedir. Gıda ile vücuda alınmasını müteakip 6-72 saat kadar süren inkübasyon süresi sonucu mide bulantısı, ateş, ishal ve şiddetli karın krampları gibi semptomlar görülmektedir. Semptomlar, mikroorganizma gastrointestinal sisteme yerleşip epitel dokuda enflamasyona neden olduğunda ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bu etkenler sistemik enfeksiyonlara da neden olabilmektedir (Yardımcı ve Aksoy, 2014; Demiraslan Aydın, 2018; Faruque ve diğerleri, 2019; Wessels ve diğerleri, 2021).

*Salmonella* türlerinin her yıl neden olduğu enfeksiyonlar yüksek tıbbi maliyetlere, hastalanan işçiler için ücret kaybı, şirketler için verimlilik kaybı gibi ekonomik açıdan çeşitli maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. *Salmonella* kaynaklı salgınların geneli hafif-orta derecede hastalıklara sebep olsa da yaşlılar ve bağışıklık sistemi zayıf kişilerde ölümle sonuçlanabilmektedir. Bazı türler sadece hayvanlarda hastalığa neden olurken, bazı türler hem insanda hem de hayvanlarda hastalıklara neden olabilmektedir. Epidemiyolojik açıdan konak spesifik ve konak spesifik olmayan *Salmonella*’lardan konak spesifik olanlar insan ve hayvanlarda enfeksiyon oluşturmaktadır. İnsanlarda enfeksiyon oluşturan serotipler tifo ve paratifo etmeni olan *S.* Typhi, *S.* Paratyphi ve *S.* Paratyphi C’dir. Aralarından tifonun ölüm oranı en yüksek enfeksiyon olduğu bilinmekte olup, inkübasyon süresi en uzun serotipidir ve yüksek ateşe neden olmaktadır. Paratifo ise tifo benzeri belirtiler göstermekte ancak daha hafif seyretmektedir. Bununla birlikte *S.* Choleraesuis’in de son zamanlarda insanlarda enfeksiyona neden olduğu bildirilmektedir. Konak spesifik olmayan serotipler grubunda hem insanlarda hem de hayvanlarda patojen olan ve gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olan serotipler bulunmaktadır. *S.* Typhimurium ve *S.* Enteritidis buna örnek verilebilmektedir. Serotip Typhimurium; insanlarda ve hayvanlarda ishale, farelerde ise tifo benzeri semptomlara neden olmaktadır. Tifo hastalığının belirtileri arasında ishal ve septisemi yer almaktadır. Tifoidal olmayan *Salmonella* türleri gıda kaynaklı salgınların yanı sıra sporadik olgulara da neden olabilmektedir. Dünya genelinde tifoidal olmayan enfeksiyonlardan büyük ölçüde *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium’un sorumlu olduğu bilinmektedir. Özellikle konakçı spesifik olmamaları enfeksiyonların daha kolay yayılmasına neden olmaktadır. *Salmonella* türleri vertikal ve horizontal yollarla yayılabilmektedir. Vertikal bulaşma enfeksiyonun transovaryan bulaşmasıyla gerçekleşirken, horizontal bulaşma ise fekal-oral yolla gerçekleşmektedir. *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium kanatlı etinde salmonelloz vakarında en baskın serotiplerdir ancak vertikal bulaşmada *S.* Gallinarum ve *S.* Infantis de önem arz etmektedir (Çevik Telekoğlu, 2019; Küçük, 2020).

* 1. *Salmonella* spp. Tarihçesi

*Salmonella* ilk olarak 1839 yılında Soholerin tarafından bulunmuş, 1873 yılında William Budd tarafından klinik olarak bir hastalık etkeni olarak tanınmıştır. 1880 yılında ise Karl Eberth tarafından tifo ateşinden ölen bir kişinin lenf düğümleri ve dalağından izole edilmiştir. George Gaffky 1884 yılında Alman hastalarından izole ettiği *Salmonella typhi* etkenini saflaştırmıştır. Daniel E. Salmon ve Theobald Smith tarafından ise 1885 yılında domuz kolerasından ölen domuzlardan izole edilmiştir. Gastroenterite sebep olan *Salmonella* bakterisi; August Gartner tarafından 1888 yılında hastalıklı bir ineğin çiğ etini yiyen genç bir adamda ölümcül bir gastroenterit vakasından izole edilmiş ve böylece bir Salmonelloz salgını, tarihte laboratuvar koşullarında ilk kez doğrulanmıştır. *Salmonella* Typhmuirium, 1892 yılında Loeffler tarafından enfekte olan bir fareden izole edilmiştir. 1896 yılında ise Achard ve Bensaud *Bacillus paratyphique* adını verdikleri bir mikroorganizma izole etmişlerdir. Ancak bu mikroorganizma daha sonra Boycott (1911) tarafından *Salmonella schottmulleri* olarak tanımlanmıştır. Pullorum hastalığının etkeni olan *S.* Pullorum1899 yılında Rettger tarafından teşhis edilmiş ve hastalık genç piliçlerin ölümcül septisemisi olarak adlandırılmıştır. 1900 yılında Joseph Leon Lignieres tarafından *Salmonella* cins ismi D.E. Salmon’a ithafen önerilmiştir. Sonraki yıllarda Schottmuller, 2 farklı tipte paratifo basilinin olduğunu belirtmiş ve bunlar daha sonra *S.* Paratyphi A ve B olarak adlandırılmıştır. *S.* Panama ise Panama Kanalı’nda Amerikan birlikleri arasında çıkan bir salgın sırasında teşhis edilmiştir. Hormaeche ve Peluffo tarafından 1936 yılında Uruguay’daki bir maymundan *S.* Montevideo’nun izole edildiği bildirilmiştir. 1939'da Arizona'daki ölmüş bir kertenkeleden gram negatif bir bakteri izole edilmiş ve geçici olarak *S.* Var Arizona olarak tanımlanmış ve 1940 yılında ise Bruner ve Edwards tarafından. *S*. Melagridis, olarak adlandırılmıştır (Rahman ve diğerleri, 2018; Şerbetçioğlu, 2021).

*Salmonella* türlerini tanımlanmak için 20. yüzyılın ortalarına kadar için birçok çalışma yapılmıştır. 1896 yılında Widal ve Grunbaum, hasta serumları ile basilin aglütine olmasını kullanarak yeni bir serolojik tanı testi geliştirilmiştir. 1902’de Castellani *Salmonella*’nın antijenik özellikleri üzerine çalışmış, 1903’de Smith ve Reagh *Salmonella*’nın somatik (O) ve flagella (H) antijenlerinin difazik olduğunu 1934’de ise Felix ve Pitt Vi antijenini bulmuştur. *Salmonella* serotiplerinin antijenik sınıflandırma sistemi Kaufmann ve White tarafından yapılmıştır. Kaufmann ve White somatik, kapsül ve flagella antijenlerine göre *Salmonella* serotiplerini sınıflandıran bir şema oluşturmuşlardır. Kaufmann-White antijenik şeması 1941’de 100 serotip içerirken, son olarak 2659 serotipe ulaşmıştır ve bu şema White-Kauffmann-LeMinor şeması (WKL) olarak anılmaktadır (Tek, 2020).

* 1. *Salmonella’*ların Genel Özellikleri ve Klasifikasyonu

*Enterobacteriaceae* familyasında yer alan *Salmonella* türleri Gram negatif, 2-3 x 0,4-0,6μm, kısa, küçük, çubuk formda, spor oluşturmayan, kapsülsüz basiller olarak bilinmektedir. Gram boyama ile preparatlarda tek tek görüntü vermektedirler. Fakültatif anaerobdurlar. *S.* Gallinarum ve *S.* Pullorum hariç peritrik flagellaları aracılığı ile hareket edebilmektedirler. Çoğalmaları genel besiyerlerinde kolaylıkla gerçekleşmektedir. Brillant Green agarda pembe koloniler oluştururken MacConkey agarda renksiz koloniler oluşturmaktadırlar. Aynı zamanda propylen glycol’den asit oluşturma özellikleri göz önünde bulundurularak Rambach besiyeri de kullanılabilmektedir. Optimum 37oC’de 24-48 saat içerisinde yuvarlak, küçük koloniler oluşturmaktadırlar. Gelişme hızları 10oC’nin altında ve 50oC’nin üstünde yavaşlamaktadır. Isıya dirençli değildirler, 55oC üzerinde 20 dakikada tahrip olabilmektedirler. *Salmonella* spp., genellikle nötral pH’larda gelişmekte olup, 4,0’ın altındaki ve 9,5’ın üstündeki pH’larda canlılıklarını koruyamamaktadır (Sepin, 2020; Tek, 2020). 2659 serotipi olduğu bilinen *Salmonella* spp. *S. enterica* ve *S. bongori* olmak üzere iki tür altında incelenmektedir. Bu iki alt türde incelenmekte olanserotipler flagella, karbonhidrat ve lipopolisakkarit (LPS) yapılarındaki farklılıklara bağlı olarak ayırt edilmektedirler. *S. enterica*; I (*enterica*), II (*salamae*), IIIa (*arizonae*), IIIb (*diarizonae*), IV (*houtenae*) ve VI (*indica*) olmak üzere 6 alt türden oluşmakta ve en yaygın rapor edilen alt türün *S. enterica* olduğu ifade edilmektedir. *S. enterica* I (*enterica*)’nın 1586 serotipe, *S. enterica* II (*salamae*)’nin 522 serotipe, *S. enterica* IIIa (*arizonae*)’nun 102 serotipe, *S. enterica* IIIb (*diarizonae*)’nun 338 serotipe, *S. enterica* IV (*houtenae*)’nin 76 serotipe ve *S. enterica* VI (*indica*)’nın 13 serotipe sahip olduğu bildirilmektedir. *S. bongori*’nin ise 20 serotipe sahip olduğu bilinmektedir (Barbut, 2015; Şerbetçioğlu, 2021). *Salmonella* serotiplerinin ayrımı aminoasit ve karbonhidrat metabolizmasını içeren biyokimyasal testler ile yapılabilmektedir. Bulunan *Salmonella* serotiplerinin sadece 200 tanesinin insanlarda hastalık oluşturabileceği bilinmektedir. *Salmonella* spp. alt türleri şekil 3’de verilmektedir (Kutu, 2017; Oludairo, 2022).

diyagram içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

Şekil 3. *Salmonella* spp. Alt Türleri

*Salmonella*’ların birçok serotipi genellikle tip 1 fimbria sentezlemektedir. Karbon kaynağı olarak glikozu kullanıp arabinoz, maltoz, mannitol, sorbitol, ramnoz ve ksilozu fermente edebilmektedirler. *S.* Gallinarum ve *S.* Typhi hariç gaz oluştururlar. *S.* Gallinarum ve *S.* Typhi bu karbonhidratlardan sadece asit oluşturmaktadırlar. Laktozu kullanamazlar, yalnız %1’lik bir kısmı laktozu fermente edebilmektedir. *S.* Paratyphi hariç H2S oluşturmaktadırlar. Bu özellikleri sayesinde *E. coli’*den kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler. Lizin ve ornitin dekarboksilaz reaksiyonları pozitif, arjinin dihidrolaz reaksiyonları ise değişkendir. Katalaz pozitif ve oksidaz negatif olup üreyi hidroliz edememektedirler. İndol negatif, metil kırmızısı pozitif, voges-proskauer negatif, *S.* Choleraesuis, *S.* Typhi ve *S.* Paratyhpi A hariç sitrat pozitiftirler. ONPG (Ortho-nitrophenyl-b-D-galactopyranoside) reaksiyonu negatiftir. Genellikle düzgün koloni oluşturmaktadırlar ancak bazıları mukoid koloni de oluşturabilmektedirler. *Salmonella* türlerinin kültürel ve biyokimyasal özellikleri tablo 5 ve tablo 6’da verilmektedir (Kutu, 2017; Küçük, 2020; Tek, 2020; Şerbetçioğlu, 2021).

#### **Tablo 5.** Salmonella Türlerinin Kültürel ve Biyokimyasal Özellikleri

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cins** | **KIA** | **Gaz** | **H2S** | **MR** | **VP** | **IND** | **SIT** | **PAD** | **ÜRE** | **Har** | **LYS** | **ARJ** | **ORN** | **ONPG** |
| *Salmonella* | Alk/A | + | + | + | - | - | + | - | - | + | + | +/- | + | - |
| **KIA:** Kligler’s Iron Agar, **H2S:** Hidrojen Sülfür, **MR:** Metil Red, **VP:** Voges-Proskauer, **IND:** Indol, **SIT:** Sitrat, **PAD:** Fenilalenindeaminaz, **Üre:** Üreaz, **Har:** Hareket, **LYS:** Lisin, **ARJ:** Arjinin, **ORN:** Ornitin, **ONPG:** Ortho-nitrofenil-β-D-galactopyranoside | | | | | | | | | | | | | | |

#### **Tablo 6.** *Salmonella* Tür ve Alt Türlerinin Karakteristik Özellikleri

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Türler** | ***S. enterica*** | | | | | | ***S. bongori*** |
| **Alt türler** | ***enterica*** | ***salamae*** | ***arizonae*** | ***diarizonae*** | ***houtene*** | ***indica*** |
| Dulsitol | + | + | - | - | - | d | + |
| OPNG testi | - | - | + | + | - | d | + |
| Na-Malonat | - | + | + | + | - | - | - |
| Jelatinaz | - | + | + | + | + | + | - |
| Sorbitol | + | + | + | + | + | - | + |
| KCN ile üreme | - | - | - | - | + | - | + |
| Tartrat(a) kullanılan | + | - | - | - | - | - | - |
| Galakturonat | - | + | - | + | + | + | + |
| α-Glutamil transferaz | +(\*) | + | - | + | + | + | + |
| ß-glukuronidaz | d | d | - | + | - | d | - |
| Mukat testi | + | + | + | -(%70) | - | + | + |
| Salisin | - | - | - | - | + | - | - |
| Laktoz | - | - | -(%75) | +(%75) | - | d | - |
| Faj O1 ile lize | + | + | - | + | - | + | d |
| Olağan habitat | Sıcakkanlı Hayvanlar | Soğukkanlı Hayvanlar ve Çevre | | | | | |
| (a): d-tartrat; (\*): Typhimirium; d: Dublin; (d); Farklı serovarlar tarafından verilen farklı reaksiyonlar; (+): %90 veya daha fazla pozitif reaksiyon; (-): % 90 veya daha fazla negatif reaksiyon; ONPG: ortho-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside. | | | | | | | |

*Salmonella* türlerinin antijenik özellikleri tüp aglütinasyon ya da lam aglütinasyon testleri ile belirlenmektedir. 3 tip antijen içermektedirler. Bunlar somatik (O) antijeni, hareket (flagellar) (H) antijeni ve Vi (kapsüler) antijeni olarak bilinmektedir. O antijenleri hücre duvarındaki lipopolisakkarit tabakasından oluşan ısıya dirençli polisakkaritlerdir. H antijenleri flagellaya ait ısıya duyarlı proteinlerdir. *Salmonella*’ya özgü olarak difazik varyasyon gösterebilmektedirler. Vi antijeni ise hücre yüzeyinde yer alır ve polisakkarit yapıda olan bir antijendir (Onbüyük, 2019; Tek, 2020).

**Somatik (O) antijeni:** Yayılmayan (Ohne hauch) anlamına gelen O harfi ile gösterilmektedir. Isıya dayanıklı olduğu bilinmektedir. 110 oC’de 2,5 saat dirençli kalabilmektedir. Endotoksin özelliğe sahip olduğu için organizmadaki toksik şokların sorumlusu olarak bilinmektedir. Bakteri hücre duvarında yer alan lipopolisakkarit yapının bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu tabakanın diğer bileşenleri ise Lipit A ve oligosakkaritlerdir. O antijen özgünlüğünü kor kısmına bağlanan şeker yan dalları vermektedir. O antijenleri genellikle 2-6 şekerin tekrarlayan kısımlarından oluşmaktadır. *Salmonella* türlerinin en uçta bulunan şeker yan dallarının farklılık yarattığı bilinmektedir. Spesifik bir *Salmonella* serotipi yüzeyinde birden fazla O antijeni bulunabilmektedir. Bu serotipler A’dan Z’ye kadar alfabetik harflerle ifade edilebilmektedir. O antijenik yapısı *Salmonella* türlerinin 60’dan fazla serogruba ayrılmasını sağlayan farklı faktörleri içermektedir. Bu faktörler 1’den başlayarak sayılarla ifade edilmektedir. Aynı antijenik grubu içeren türler ortak gruplarda toplanarak alfabetik harflerle isimlendirilmektedir. Monosakkaritlerin tekrarı subgrupları oluşturmaktadır. *Salmonella* O grupları veya farklı Gram (-) bakteriler arasında çapraz reaksiyonlar oluşabilmektedir. Aynı O faktöre sahip olan suşlar her zaman aynı antijenik özelliğe sahip olmamaktadır. O faktörleri tanısal değerlerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

* Major O antijenleri; O antijen grubunu belirler. Örneğin; O grup B için O:4 belirleyici bir faktördür.
* Minör O antijenleri; diğerlerine göre ayırıcı değeri daha azdır. Örneğin; O:12, O grup A, B ve D’ de yer alır.

O antijen gen bölgesinde bulunan transferaz enzimleri bağ farklılıklarına göre farklı antijenler oluşturabilmektedir. O antijen özgünlüğünü veren polisakkarit zincirlerinin tekrarlayan dalları, tek bir şeker molekülünün değişimi ile grup değişimine neden olabilmektedir (Keskinoğlu,2019; Tek, 2020; Oludairo, 2022).

**Hareket antijenleri:** Yayılan anlamına gelen Hauch (H) ile ifade edilmektedir ve ısıya duyarlı, flagellaya ait proteinler olarak bilinmektedir. Flagellalar, antijenik özellikleri güçlü olan flagellin denilen filamentlerden oluşmaktadır. H antijen grubu olan Faz-1 ve Faz-2 antijenlerinden herhangi birini taşıyanlar monofazik olarak gruplandırılırken her ikisini taşıyanlar difazik olarak gruplandırılmaktadır. *Salmonella* türlerinin bazıları hariç genellikle difazik olduğu bilinmektedir. Faz-1 ve Faz-2 antijenleri flagellaların proteinlerinin kodlanmasında görev almaktadır. Faz 1 antijenleri a’dan z’ye kadar küçük harflerle ifade edilirken, z harfinden sonra z1 ‘den z83’e kadar sembolize edilmektedir. Faz 2 antijenleri ise 1’den 12’ye kadar numaralar ile numaralandırılmaktadır. Buna ek olarak e ve z serisinden antijenleri de içerebilmektedir. İlk olarak çoklu antijenleri belirleyen H tipi antiserumlarla test edilen *Salmonella* izolatları daha sonra spesifik antijenleri belirleyen H tek faktörlü antiserumlar ile test edilmektedir (Keskinoğlu,2019; Küçük, 2020; Tek, 2020).

**Vi antijenleri:** Bakteri kapsülü yüzeyinde bulunan polisakkarit yapıdaki, ısıya duyarlı hücre yüzey antijeni olarak bilinmektedir. *Salmonella* türlerinde en az bulunan antijen olarak bilinmektedir. *S.* Typhi, *S.* Paratyphi ve *S.* Dublin Vi antijeni bulundurmaktadır. Bu antijene sahip suşlar bulunduğu serotipe göre farklı yapıda koloniler oluşturabilmektedir. *Salmonella* türleri antijenik formülde somatik O antijenleri, faz-1 H antijenleri ve faz-2 H antijenleri olarak 3 kısımda yazılmaktadır. Varlık durumlarına göre Vi antijenleri sonradan eklenmektedir. Yazım kurallarına göre antijenik özellikler sırasıyla **O antijeni: 1. Faz H antijeni: 2. Faz H antijeni** şeklinde yazılmaktadır. Bazı serotiplerde bulunmayan antijenler “[ ]” ile bir faj varlığında sentezlenen O antijenleri altı çizili olarak, monofazik serotiplerde bulunmayan H antijen fazı “-“ ile gösterilmektedir.Farklı kaynaklarda bazı O antijenlerinin “{ }” içinde yazılabileceği bildirilmektedir. Bu şekilde yazılan O antijenlerinin birlikte olamayacağı bilinmektedir (Tek, 2020).

16S rDNA’nın sekans analizi *S. enterica* ve *S. bongori’*yi ayrıca ayırt etmekle birlikte, hem 23S hem de 16S rDNA sekans analizi ile bu türlerin *Shigella-E.coli* kompleksiyle olan yakın ilişkilerini ortaya koymaktadır (Küçük, 2020). *Salmonella* serotiplerinin her suşun antijenik formülünü oluşturan kendine özgü ve benzersiz antijen kombinasyonlarına sahip olduğu bilinmektedir. Her suşun serotip adı bu benzersiz antijenik formüle ve Kauffman-White şemasına göre belirlenmektedir. 1934 yılında Uluslararası Mikrobiyologlar Derneği özel alt komitesi tarafından ilk kez genel kullanıma sunulan Kauffman-White şeması hala aktif olarak kullanılmaktadır. Kaufmann ve Edwards ise 1952 yılında diğer serotiplerde daha önce kullanılmayan Enterica ismini bulmuşlardır. Kauffman-White şemasında insanlarda hastalıklara neden olan türün çoğunlukla *S. enterica*’nın alt türü I, II, IIIa, IIIb, IV, VI veya A, B, C, C2, D ve E’den kaynaklı olduğu belirtilmektedir. 1966 yılında Kauffman O ve H belirlenmesine dayanarak *Salmonella* için bir serotip tür konsepti önermiştir. Bu her bir serotipi ayrı bir tür haline getirmektedir. *Salmonella* nomenklatüründe dönüm noktası 1970’lerde yaşanmış olup, DNA-DNA hibridizasyon çalışmaları ve cins içerisindeki nükleotid dizilimi ortaya konmuştur. Birden fazla *Salmonella* türünün varlığı 1973 yılından önce kabul edilmiştir. Bunlar ilk olarak tek tür *Salmonella* Choleraesuis adı altında sınıflandırılmış, genetik benzerliğe dayanarak da 5 alt gruba ayrılmıştır. Bunlar; günümüzde *S.* Arizonae ve *S.* Diarizonae’dan oluşan *S.* Choleraesuis, *S.* Arizonae, *S.* Enteritidis, *S.* Typhi ve *S.* Paratyphi’dir. 1980 yılında bu isimler onaylanmış bakteri isimleri listesinde yer almıştır. Listede yer alan “Choleraesuis” ismi hem bir tür hem de bir serotipe ait olduğu için karışıklığa neden olmuştur. 1973 yılında *Salmonella* taksonomisinde belirleyici çalışmalar yapan Crosa ve arkadaşları Enterica, Salamae, Arizonae ve Houtanae’nin tür bazında akraba (alt tür I, II, III, IV) olduğunu ve *S.* bongori’nin ayrı bir tür olduğunu belirlemiştir. 14. Uluslararası Mikrobiyoloji Kongresinde, Uluslararası *Enterobacteriaceae* Komitesi’nin alt komitesi Systemic Bacteriology tarafından oybirliği ile *S. enterica*’nın, *Salmonella* alt tür adı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. CDC tarafından 1986 yılında bu alt komitenin önerisi kabul görmüştür. 1987 yılında LeMinor ve Popoff, *Salmonella* alt türlerinin Enterica (I), Salamae (II), Arizonae (IIIa), Diarizonae (IIIb), Houtenae (IV), Indica (VI) ve bongori olarak adlandırılmasını önermiştir. Biyokimyasal reaksiyonlar ve antijenik özelliklerin değişikliğine bağlı olarak alt tür III 2 gruba ayrılmıştır. Bunlardan *Salmonella enterica* spp. Arizonae monofazik serotipler bulundururken *Salmonella enterica* spp. Diarizonae difazik serotipler bulundurmaktadır. World Health Organization (WHO)’a göre CDC *Salmonella*’yı *S.* *enterica* ve *S. bongori* olmak üzere iki tür olarak tanımıştır. Yine WHO da LeMinor ve Popoff gibi alt türleri I, II, III, IV, VI olarak tanımlarken, *S. bongori*’yi de alt tür V olarak tanımlamıştır. Böylelikle alt türlerin romen rakamları veya isimleriyle temsil edilmesi kabul gördüğü belirtilmektedir. CDC’ye göre alt tür I’deki serotipler için isimler kullanılırken, geri kalan alt türlerde adlandırılamayan serotipler için antijenik formüller kullanılmaktadır. Alt tür I’deki serotiplerin isimleri genellikle ilk izole edildikleri yerlerin coğrafi isimlerinden gelmektedir. Serotipin ilk harfi genellikle büyük yazılmakla birlikte kelime italik olarak yazılmamaktadır. Örneğin; *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Zaria, *S. enterica* subsp *enterica* serovar London şeklinde yazılmaktadır. Bununla birlikte isimler genel olarak kısaca *Salmonella* Zaria ve *Salmonella* London olarak da yazılabilmektedir. Formüller, alt tür tanımlanması I-VI, somatik “O” antijeni, flagella “H” antijeni ve eğer varsa flagella “H”antijen faz II’nin belirlenen sayısı ile belirlenmektedir. Örneğin; *Salmonella* serotip IV 45: g, Z51:- *Salmonella* Houtenae (alt tür IV), “O” antijen 45, “H” antijen faz I “g” ve Z51’i ifade etmektedir ve faz II “H” antijen bulunmamaktadır. Güncel olarak kullanılan *Salmonella* nomenklatür tablosu ve literatürde izolasyonun yerini yansıtan *Salmonella* nomenklatür tablosu aşağıda verilmektedir (Şerbetçioğlu, 2021; Oludairo ve diğerleri, 2022).

#### **Tablo 7.** Güncel Olarak Kullanılan *Salmonella* Nomenklatür Tablosu

|  |  |
| --- | --- |
| **Taksonominin Konumu** | **Nomenklatür** |
| Cins (İtalik) | * *Salmonella* |
| Tür (İtalik) | * *enterica* * *bongori* |
| Serotip (İtalik değil, sadece ilk harf büyük) | * Bir metinde ilk kez geçtiği yerde serotipin adından önce serotip veya ser yazılmalıdır * Alt tür I serotipleri adlandırılmaktadır. Alt tür II, III, IV, VI ve *bongori* serotipleri antijenik formüller ile ifade edilmektedir. * 1966’dan önce adlandırılan alt tür II, IV, VI ve *S. bongori* üyelerinin isimleri korunmaktadır. |

#### **Tablo 8.** Literatürde İzolasyonun Yerini Yansıtan *Salmonella* Nomenklatür Tablosu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **İsim** | **CDC’nin Tanımı** | **Eski Tanımlar** |
| *S. enterica* subsp. *enterica* ser. Typhi | *Salmonella* ser. Typhi | *Salmonella typhi* |
| *S. enterica* subsp. *enterica* ser. Typhimurium | *S*. ser. Typhimurium | *Salmonella typhimurium* |
| *S. enterica* subsp. *salamae* ser. Greenside | *S*. ser. Greenside | *S*. II 50:z:e,n,x, *S. greenside* |
| *S. enterica* subsp. *arizonae* ser. 18:z4,z23:- | *S*. IIIa 18:z4,z23:- | *Arizona hinshawii*” ser. 7a,7b:1,2,5:- |
| *S. enterica* subsp. *diarizonae* ser. 60:k:z | *S*. IIIb 60:k:z | “*A. hinshawii*” ser. 24:29:31 |
| *S. enterica* subsp. *houtenae* ser. Marina | *S*. ser. Marina | *S*. IV 48:g,z51:-, *S. marina* |
| *S. bongori* ser. Brookfield | *S*. ser. Brookfield | S*.* V 66:z41:-, *S. brookfield* |
| *S. enterica* subsp*. indica* ser. Srinagar | *S*. ser. Srinagar | *S*. VI 11:b:e,n,x, *S. srinagar* |

*S. enterica* insanlar ve hayvanları enfekte edebilen ve kolonize olabilen bir tür olarak bilinmektedir. Enfeksiyonların çoğuna *S. enterica* alt tür I neden olmaktadır. 1934 yılında ilk yayınlanan Kaufmann-White şemasında 44 serotip tanımlanmış iken, son yayınlanan şemada 2600 civarında serotipin tanımlandığı bildirilmektedir. Çoklu lokus sekans tiplemesi (MLST) gibi bazı sekans bazlı yöntemler ile *S. enterica* popülasyon yapısının filogenetik olarak analizine olanak sağlanmaktadır. Korunmuş housekeeping genlerinin DNA sekans seviyesinde 7 eş gene sahip olan izolatlar aynı sekans tipine (ST) atanmaktadır. Sekans türleri, her bir ST’nin gruptaki en az başka bir ST ile 6/7 geni paylaştığı tek lokus varyantlarının gruplarıyla kümelenmektedir, bu klonal kompleks eBURST (eBGs) grupları olarak bilinmekte ve serotiplerle yakından ilişkileri bulunmaktadır (Chattaway ve diğerleri, 2021).

*S.* Enteritidis ve *S.* Typhimirium, *Salmonella*’nın *kanatlı* etlerinden izole edilen en yaygın iki türü olarak bilinmektedir. Aynı zamanda dünyanın birçok yerinde zoonotik bir etken olarak izole edilen en önemli iki *Salmonella* serotipi olduğu belirtilmektedir. Benzer şekilde Türkiye’de de en sık izole edilen iki tür olduğu bildirilmektedir (Dümen ve diğerleri, 2015).

* + 1. *Salmonella* Enteritidis

Dünyada her yıl 93,8 milyon tifoid olmayan salmonelloz vakasının görüldüğü, bu vakaların 155.000’inin ölümle sonuçlandığı ve bu hastalıkların %86’sının *Salmonella* ile kontamine gıdaların tüketimi sonucu ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Tifoidal olmayan *Salmonella* serotiplerinden en sık görülenlerden birinin *Salmonella* Enteritidis olduğu ve invaziv enfeksiyonlarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda *S.* Enteritidis enfeksiyonlarının bu kadar yaygın olması, serotipin konak spesifik olmamasından da kaynaklanmaktadır. EFSA verilerine göre daha önceki yıllarda olduğu gibi 2021 yılında da en sık raporlanan *Salmonella* serotipinin %54,6 ile *S.* Enteritidis olduğu bildirilmektedir. *S.* Enteritidis görülme sıklığının 2019 yılında %70,5, 2020 yılında %72,2 ve 2021 yılında %74,8'e ulaştığı bilinmektedir. *S.* Enteritidis vaka sayısı sadece bu serotipin vaka sayısı dikkate alındığında 2020 yılına kıyasla %15,5 artarken, tüm serotiplerin vaka sayısına göre ise %2,8 artmış bulunmaktadır. ABD’de 25 yıldan fazladır süren koruma ve kontrol çalışmalarına rağmen *Salmonella* Enteritidis’in görülme sıklığının %5’ten %20’ye çıktığı bildirilmektedir. *Salmonella* Enteritidis’in bir yıl içerisinde ortaya çıkan salmonellosis vakalarının %24-36’sından sorumlu olduğu ifade edilmektedir. Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı (USKP) kapsamında kanatlı eti tipine göre *S.* Enteritidis’in görülme sıklığının broiler tavuklarda %1,5, yumurtacı tavuklarda %0,4, hindilerde ise %2,3 olduğu bildirilmektedir. (Demiraslan ve Aydın, 2018; Küçük, 2020; EFSA, 2022; Sher ve diğerleri, 2021).

* + 1. *Salmonella* Typhimurium

*Salmonella* Enteritidis’de olduğu gibi *Salmonella* Typhimurium da hem insanları hem de hayvanları enfekte ederek neden olduğu enfeksiyonlar nedeni ile dünya genelinde önemli bir sorun oluşturmaya devam etmektedir (Müştak ve Müştak, 2022). *S.* Enteritidis de olduğu gibi *S.* Typhimurium da tifoidal olmayan enfeksiyonlara neden olmaktadır. Bu enfeksiyonlar yaygın olarak kontamine olan gıdaların tüketimi ile ortaya çıkmaktadır. Sebep oldukları tifoidal olmayan salmonelloz vakalarında ortaya çıkan klinik belirtiler; ishal, karın krampları ve gastroenterittir (Oludairo ve diğerleri, 2022). *S.* Typhimurium’un yaygın olarak kanatlılarda görülmesinin yanı sıra domuz ve sığırlarda da yaygın olarak görülebilmektedir. EFSA verilerinde önceki yıllarda olduğu gibi 2021 yılında da *S.* Enteritidis’den sonra en sık raporlanan serotipin *S.* Typhimurium (%11,4) ve monofazik *S.* Typhimurium (1.4.[5].12:i:-) (%8,8) olduğu bildirilmektedir. AB’de bildirilen salmonelloz vakalarının dağılımında *S.* Typhimurium’un 2019 yılında %11,9, 2020 yılında %11,5 ve 2021 yılında %11,4’lük bir orana sahip olduğu bildirilmektedir. Monofazik *S.* Typhimurium (1.4.[5].12:i:-)’un ise 2019 yılında %8,2, 2020 yılında %10,1 ve 2021 yılında %8,8’lük bir orana sahip olduğu bildirilmektedir. Monofazik *S.* Typhimurium (1.4.[5].12:i:-)’un mutlak vaka sayılarına göre 2020 yılına kıyasla görülme sıklığı %4,3 azalmış görünmektedir, ancak bu oran 2020 yılındaki izolat sayısına göre %1,3 oranında azalmış görünmektedir. *S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium ve Monofazik *S.* Typhimurium (1.4.[5].12:i:-) vakalarının toplamı 2021 yılında AB'de doğrulanmış insan vakalarının %79,1'ini temsil etmektedir (EFSA, 2022).

* 1. *Salmonella* spp.’nin Gelişimini Etkileyen Faktörler

Enterobacteriaceae familyasına ait *Salmonella* türleri fakültatif anaerob özellikte olup, çevresel faktörlere karşı oldukça dayanıklı kalarak, canlılıklarını uzun süre koruyabilmektedir. Gıdaların besinsel içeriği, pH, Redoks Potansiyeli (Eh), su aktivitesi (aw), gıdaların fiziksel durumu ve inhibitör maddelerin varlığıtürlerin gelişimini etkileyen intrinsik faktörler olarak bilinmektedir. Bunun yanı sıra türlerin depolama sıcaklığı, gaz-atmosfer basıncı ve relatif rutubet gibi ekstrinsik faktörlere dirençli olduğu bildirilmektedir. Mezofilik özellikte olduğu bilinen *Salmonella* türleri optimum 35-37 °C’de gelişmektedir. Genellikle 5,8-47 °C arasında üreyebilmektedirler, ancak 2-54 °C aralığında üreyebilen bazı suşları da bulunmaktadır. Soğuğa karşı dirençli olan suşları ise (-2) ila (-10) °C’de canlılıklarını koruyabilmektedir. Nemli ortamlarda, toprakta, kanalizasyon ve kuyu sularında uygun şartlarda uzun süre canlı kalabilmektedirler. Liyofilize halde birkaç yıl yaşamlarını devam ettirebilmektedirler. Desimal indirgenme süresi (D değeri) nin 60 oC’de 2-6 dakika, 70 oC’de 1 dakika olduğu belirtilmektedir. Buna rağmen *S.* Senftenberg gibi bazı türlerinin sıcaklığa daha dirençli olduğu bilinmektedir. Gıda üretim tesislerinde kullanılan inhibitör, koruyucu madde ve dezenfektanlara karşı ise duyarlı oldukları belirtilmektedir (Aydemir Atasever, 2011; Tonbak ve diğerleri, 2017, Asal Ulus, 2019; Keskinoğlu, 2019).

*Salmonella* türleri optimum 6,5-7,5 pH değerleri arasında gelişmektedir. Bununla beraber pH 4,5-9,9 aralığında da üreyebilmektedirler. Gelişimleri için gerekli olan optimum aw değerinin ise 0,99 olduğu bilinmektedir. Ancak 0,93 gibi daha düşük aw değerlerinde de canlılıklarını sürdürebilmektedirler. %5 tuz konsantrasyonunda çoğalabilen *Salmonella* türleri %8 tuz konsantrasyonunda da canlılıklarını koruyabilmektedirler. *Salmonella’*ların genel olarak gelişimini etkileyen temel faktörler Tablo 9’da özetlenmiştir (Aydemir Atasever, 2011; Asal Ulus, 2019; Keskinoğlu, 2019).

#### **Tablo 9.** *Salmonella’*ların Gelişimini Etkileyen Temel Faktörler

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Parametre** | **Minimum** | **Optimum** | **Maksimum** |
| **Sıcaklık (oC)** | 5 | 35-37 | 45-47 |
| **pH** | 4,21 | 7-7,5 | 9,5 |
| **aw** | 0,94 | 0,99 | >0,99 |

* 1. Gıdalarda *Salmonella* Varlığı

*Salmonella* türlerine en sık rastlanan ve tüketildiğinde halk sağlığı açısından sorun yaratan gıdaların hayvansal kökenli gıdalar olduğu bilinmektedir. Gıdaların sofraya gelene kadarki hazırlanma aşamaları, üretim aşamaları, depolama ve pazarlama süreçleri gıdalarda bulunan *Salmonella* yükünü etkilemektedir. Bu aşamalarda yetersiz ısıl işlem görmüş, çapraz kontaminasyona uğramış ürünlerin tüketilmesi etkenin insanlara geçmesine neden olmaktadır. Yem, hayvan, insan ve gıda arasındaki etkileşim gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarının oluşumunda rol oynamaktadır. *Salmonella* yumurta, kanatlı eti, sığır eti, domuz eti, süt ürünleri, sebze ve suda bulunabilmektedir. Ancak özellikle kanatlı eti, yumurta, kırmızı et ve ürünleri *Salmonella* kaynaklı gıda enfeksiyonları için önem arz etmektedir (Uysal, 2013; Keskinoğlu, 2019).

* + 1. Kanatlı Eti

Resmi Gazete’de 9 Ekim 2018’de yayımlanan “Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” te yer alan kriterlerde çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımında 25 g veya ml’de *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium bulunmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu durum genel olarak kanatlı etinde *Salmonella* türlerinin bulunmasının ne kadar riskli olduğunu göstermektedir (Resmi G, 2018).

Dünya genelinde gıdalardan kaynaklanan salgınların ortalama %47’sinin *Salmonella* kaynaklı enfeksiyonlar olduğu ve bunların %10 ila %20 oranında kanatlı eti kaynaklı olduğu, %37’sinin ise az pişmiş kanatlı eti kaynaklı olduğu bilinmektedir. *Salmonella’*ların kanatlı etine bulaşması hayvanların barındırıldığı işletmelerde kontamine altlık, su ve yem aracılığı ile olabilmektedir. *Salmonella* türleri düşük aw’li yemlerde ve altlıklarda birkaç hafta canlılığını koruyabilmektedir. Canlı bir kanatlı karkasa dönüşmesi aşamasına kadar birçok mekanik işlemden geçmektedir. Kanatlı eti kaynaklı bulaşmalarda, kesimhanelerde tüy yolma, iç organ çıkarma ve soğutma gibi işlemler sırasında oluşan çapraz kontaminasyon ile ürünlerin kontamine olduğu bilinmektedir. Buna ek olarak kullanılan alet ve ekipmanlar ile çalışan işçilerin hijyene dikkat etmeyişlerinin çapraz kontaminasyona neden olduğu belirtilmektedir (Ağırdemir, 2019, Keskinoğlu, 2019; Kaur ve diğerleri, 2021; Asal Ulus, 2021; O’Bryan ve diğerleri, 2022).

Kontamine kanatlı etlerinin tüketimi sonucu bulantı, kusma, ishal ve ateş gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır. İnkübasyon süresi 12 ila 72 saat arasında değişebilmektedir. Enfeksiyonlardan korunmada bulaşma yolu ve kaynaklarına göre farklı yollar izlenebilmektedir. *Salmonella* bulaşının azalmasına yönelik önlemler, hayvanların kontamine olmayan yemlerle beslenmesi, suların dezenfekte edilmesi, kesimhanede gerekli hijyenik şartların sağlanması, etin işlenmesi sırasında çapraz kontaminasyonun engellenmesi, gıdaların yeterli ısıl işlem görmesi, uygun sıcaklığa soğutulması ve muhafaza edilmesi, işletmede kemirgen ve böcek varlığının engellenmesi gerekmektedir (Ceyhun Sezgin, 2020; Obe ve diğerleri, 2020).

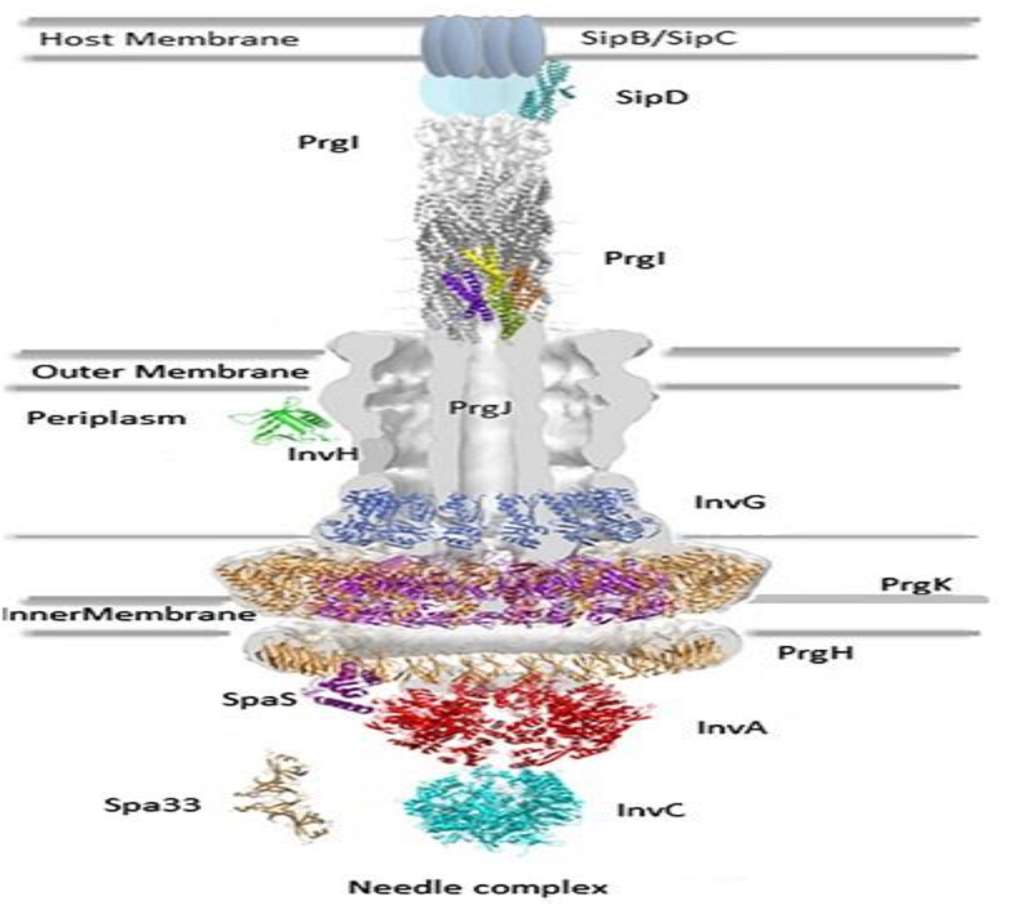
* 1. *Salmonella* Gıda Enfeksiyon/İntoksikasyonlarının Patogenezi

*Salmonella* enfeksiyonların patogenezinde, bakteriyel doz, konağın yaşı ve bağışıklığı aktif rol oynayan faktörlerden başlıcaları olarak bilinmektedir. Vücuda alınan mikroorganizma konakta mide-asit bariyerini geçerek fimbriaları ile ince-kalın bağırsak lumenine bağlanarak invaze olduğu intestinal epitelyum hücresinde sinyal mekanizmasını tetiklemekte ve toksin üretmeye başlamaktadır. Bu yerleşim sonucunda mukozanın tahrip olmasına, ishale ve ülserasyona neden olan akut inflamatuar reaksiyonu indükleyen proinflamatuar sitokinlerin salgılanması uyarılmaktadır. Kontamine olmuş kanatlı etlerinin tüketimini takiben 12-72 saat aralığında ateş, karın krampları ve ishal ortaya çıkmaktadır. Hastalığın süresi kişiden kişiye değişmekle birlikte ortalama 7 gün sürmektedir Yaşlılar, bebekler ve immünosüpresif kişilerde hastanede gözetim gerekebilmektedir. Yeterli ve doğru tedavi uygulanmaması durumunda enfeksiyon ölümle sonuçlanabilmektedir. Bağırsak lumenine kolonize olan serotipler kan dolaşımına karışarak vücudun diğer kısımlarına taşınmaktadır. Özet olarak, aside dayanıklılığı, penatrasyonu sağlayan fimbriaları, ürettiği toksinleri ve antijenik varyasyonları, adezyon sistemleri, tip III sekresyon sistemi gibi virülens faktörlerinin patojenite üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Bu virülens faktörleri diğer faktörlerle ya da tek başlarına konakçının mide asidi, gastrointestinal proteazlar gibi savunma mekanizmasını inhibe ederek *Salmonella* serotiplerinin canlı kalması sağlanmaktadır. Patogenezi etkileyen faktörlere göre minimal enfektif doz 108-109 cfu/g-ml aralığında değişmektedir. Mikroorganizma konağın mukozal hücreleri ve Peyer plaklarına affinite göstermekte olup, çoğunlukla bu bölgelere yerleşmektedir (Ağırdemir, 2019; Şerbetcioğlu, 2021; Idris Badri Adam, 2022).

Bakteriler gıda yoluyla vücuda alındıktan sonra ince bağırsağın ileosekal bağlantı bölümüne spesifik bakteriyel adhezinler aracılığı ile tutunmakta olup, mukozal hücreler üzerine kolonize olmaktadır. Mukozal hücreler üzerinde bulunan Peyer plakları çevresindeki M hücrelere ve enterositlere invazyon ve bunun sonucunda bağırsak içi akışkanlık ve elektrolit dengesi değişmekte, diyare ortaya çıkmaktadır. Daha sonra etken, ileumun apikalinden bazolateral bölümüne geçerek ekzositoz yoluyla lamina proprianın hücreler arası boşluğuna girmekte ve buradaki fagositik hücreler (makrofaj, dendritik hücreler ve polimorf nüveli lökositler) aracılığıyla hücre içerisine alınmakta, sonrasında ise mezenteriyel lenf yumruları arasında bulunan eferent lenf damarları ile yayılmaktadır. Etkenler fagositoz ile lenf ve kan dolaşımı üzerinden karaciğer, dalak ve bazen safra kesesi, mezenteriyel lenf yumrularına ve kemik iliğine kadar ilerleyebilmekte ve çoğalabilmektedir. Enfeksiyon sonucunda nötrofiller aracılığıyla proteaz, miyeloperoksidaz ve NADPH oksidaz enzimleri salgılanmakta ve bu durum doku hasarı ile sonuçlanabilmektedir. Bunun yanı sıra bazen de makrofaj yanıtı oluşmadan önce etkenler kan dolaşımına karışarak septik şok ve ölüm ortaya çıkabilmektedir (Şerbetcioğlu, 2021).

Patogenezde epitel hücrelerin yüzeyinde spesifik reseptörler bulunmaktadır. Hücre içerisinde etkenin yayılımı başladığında organizmanın hücre içine alınması sonucu enterosit zarı zarar görmektedir. İnvazyon hücre yapısının aldığı durumuna bağlı olmakta ve hücresel inositol fosfat ve kalsiyumun artmasına neden olmaktadır. İnvazyondan sonra mikroorganizma hücre içinde çoğalarak sistematik dolaşım ile mezenterik lenf düğümlerine ve tüm vücuda yayılmaktadır. Hücre içindeki mikroorganizmanın gelişimini sınırlayan retikülo-endotelyal hücreler tarafından fagosite edilmektedir. Bağırsaklara invaze olan *Salmonella* sitotoksin salgılayarak protein sentezini engellemekte ve ülserasyona sebep olmaktadır. Ülserasyon sonrasında dışkıda polimorfonükleer lökositler, kan ve mukus görülebilmektedir. *Salmonella* enfeksiyonlarının oluşması için serotipin önce adezyonu ve bunu takiben invazyonunun gerçekleşmesi gerekmektedir. Adezyonun gerçekleşmesi için fimbrial ve non-fimbrial adezinler kullanılmaktadır. Fagositik olmayan konak hücrelerinde invazyonun gerçekleşebilmesi için kendi fagositozunu tetiklemektedir. Ana kromozomal DNA bölgesinde konumlanan *Salmonella* patojenite Adası (SPA)’lar yayılım için gerekli olan yapıları kodlamakta ve fagositozu tetiklemektedir. Bu özellik SPA-1’de, kromozomal DNA bölgesi ve invazyonda görev alan yapıları kodlayan gen kümelerinde bulunmaktadır. Bakteri vücuda alındıktan sonra bağırsak duvarında bulunan epitel hücrelere penetre olmaktadır. SPA’lar, *Salmonella*’nın etkilerini bağırsak epitellerinin sitoplazmasına girmelerini sağlayan proteinleri, T3SS’ni kodlamaktadır. Sinyal transdüksiyon yolunun bakteriyel efektörler ile aktive edilmesi sonucu konak hücresinin aktin hücre iskeletini yeniden yapılandırması gerekmektedir. Daha sonra ise bakteriyi içine çekmek için epitel hücre membranının dışa doğru uzaması ya da fagositoza benzeyen membran kıvrılması ile sonuçlanmaktadır. Konak hücresine bağlanan *Salmonella* serotipi, vakuol adı verilen konağın hücre zarından oluşan bir zar ile çevrelenmektedir. Genel olarak yabancı cisim varlığını algılayan bakteri, hücrenin immun sistemini uyararak, lizozomların füzyonu ve hücre içi bakterilerin parçalanması amacıyla sindirim enzimlerinin salgılanmasını tetiklemektedir. Ancak *Salmonella*, T3SS’ni kullanarak bakterinin bu bölümünün yapısının değişimine sebep olacak diğer efektör proteinleri vakuole yerleştirmektedir. Vakuol ise lizozomların füzyonunu engelleyerek hücre içindeki bakterilerin canlı kalmasını ve çoğalmasını sağlamaktadır. Buna bağlı olarak bakteri makrofajlar içerisinde canlı kalmakta ve retiküloendotelyal sisteme taşınmaktadır (Küçük, 2020; Bhat ve diğerleri, 2022).

*Salmonella* enfeksiyonlarını etkileyen bir dizi virülens faktörü bulunmaktadır. Bunlar, yüzey polisakkarit O antijeni, flagellar H antijeni ve fimbria gibi ajanlar, lipopolisakkarit yapı, hücre içi çoğalma yeteneği, üretilen endotoksin, enterotoksin ve sitotoksinler, bakteriyel gelişim için gerekli olan demiri konakçıdan sağlayan demir şelatlayıcı proteinler olarak sıralanabilmektedir. Mide asit bariyerini geçen, ince ve kalın bağırsak mukozasını kaplayan *Salmonella* suşları toksin üretmeye başlamaktadır. Bu suşların endotoksin, enterotoksin ve sitotoksin olmak üzere 3 farklı toksin ürettiği bilinmektedir. Bakteri hücre duvarında bulunan endotoksin Lipid-A olarak bilinmektedir. Bu toksinin intestinal epitel hücrelerine zarar vererek patojenite sağladığı bilinmektedir. Isıya karşı dayanıksız olan enterotoksin, ishale neden olmakta ve hücre içi sinyalizasyon molekülü olarak bilinen Cyclic Adenosine Mono Phosphate (cAMP) seviyesini arttırarak elektrolit sekresyonuna neden olmaktadır. Stn geni tarafından enterotoksin ve *Salmonella* virülensini düzenleyen ana gen olarak bilinen slyA tarafından kodlanan salmolisin adı verilen iki ekzotoksin türünün bulunduğu bilinmektedir. İnsan AV-3, Vero, Hela ve CHO hücreleri üzerinde etkili olan, *Salmonella* suşlarının dış membranında bulunan, ısıya dayanıklı olan proteinler olarak bilinen sitotoksinler, protein sentezini inhibe etmekte ve konakçı hücreyi öldürmekte, böylelikle etken bağırsak epitel bariyerini geçmektedir. Gastroenteritlerde *Salmonella* sitotoksinlerine bağlı olarak bağırsak epitel hücrelerinde protein sentezi inhibisyonu gerçekleşmekte ve bağırsaktaki mukozal tabaka üzerinde hasar, diyare ve enterik tablolar görülebilmektedir. Mukozal tabaka üzerindeki bu hasar SGI-1 tarafından kodlanan T3SS tarafından gerçekleştirilmektedir. Yapısında 20’den fazla proteini bulunduran T3SS, bakteri hücre duvarının iç ve dış membranını kapsayan ve bakteri hücre yüzeyinin dışına uzanan iğne benzeri bir yapı oluşturarak çalışmaktadır. T3SS aracılığıyla serotiplerin tutunduğu bağırsak epitel hücrelerine başta *Salmonella* invazyon proteinleri (*Sip*) ve *Salmonella* dış proteinleri (*Sop*) olmak üzere efektör proteinler transfer edilmektedir. Konak hücrelerinin invazyonu bakterinin virülens faktörlerinden biri olup, *S.* Enteritidis’in özellikle faj tip 4 (PT4) suşlarının kanatlıların sistemik enfeksiyonlarında oldukça invazif olduğu bildirilmektedir. T3SS’nin çalışma şeması Şekil 4’de verilmektedir (Rahman ve diğerleri, 2018; Arkalı, 2020; Bhat ve diğerleri, 2022; Idris Badri Adam, 2022).

****

Şekil 4. T3SS Çalışma Şeması

Hücrelerarası iletişimi sağlayan bir mekanizma olarak bilinmekte olan Quorum Sensing, antibiyotik direnci kazanımında rol oynamaktadır. Bu mekanizmada mikroorganizmalar, autoinducer (otoindükleyici) adı verilen molekülleri salgılayarak iletişim kurmaktadır. Autoinducer olarak bilinen sinyal molekülleri belirli bir seviyeye ulaştığında bakterinin yüzey reseptörüne bağlanarak hücre içine alınmaktadır. Hücre içine alınan bu moleküller regülatör proteine bağlanarak DNA’da yer alan operon bölgesine yerleşmektedir. Bu sayede autoinducer ve regülatör protein üretimi artmaktadır. Bu yoğunluğun kritik eşik seviyesini aşması durumunda bakteri biyofilm oluşturabilmektedir. Kesme tahtası üzerinde oluşturduğu biyofilm bu mekanizmaya örnek olarak gösterilebilmektedir (Küçük, 2020).

Patojenitenin temel unsurlarından olan SPA’lar virülens özelliği kodlayan genleri kodlamaktadırlar. *Salmonella* türleri bu patojenite adaları sayesinde makrofajlar, dendtrik ve epitel hücrelerini enfekte edebilmektedir. Bu patojenite adalarının varlığı birçok serotipte aynı iken bazıları serotiplerde kendilerine özgü olarak bulunabilmektedir. Buna bağlı olarak her serotipin konakçı adaptasyonu, patojenite ve oluşan enfeksiyonun şiddeti değişiklik göstermektedir. Fagositoz yapamayan hücrelerin invazyonundan ve T3SS için gerekli proteinlerin (*invA, invB, invC, hilA, sipA, sipC*) kodlanmasından sorumlu olan SPA-1, 43 kb büyüklüğünde ve 31 gen içermekte olup, horizontal gen aktarımı ile patojen bir bakteriden başka bakterilere gen aktarmaktadır. Oluşan *Salmonella* enfeksiyonlarının intestinal fazında SPA-1’in önemli olduğu bildirilmektedir. SPA-2, 40 kb büyüklüğündedir ve 31 genin kodlanmasında rol oynamaktadır. Bu gen kodlanmasının büyük bir kısmı konak hücrede bakteri üremesi sırasında gerçekleşmektedir. SPA-3 ise 17 kb büyüklüğündedir ve 10 gen bölgesi bulunmaktadır. Bu patojenite adasının spesifik olarak *S.* Typhi ve *S.* Typhimurium serotiplerinde bulunduğu bilinmektedir. *Salmonella* türlerinin hem hücre içinde hem de makrofajların içerisinde canlı kalmasını sağlayan yüksek afiniteli magnezyum transport sistemi (MgtS), SPA-3 tarafından kodlanmakta ve sitoplazmik membranda yerleşim göstermektedir. Sitotoksin sekresyonunda rol oynayan SPA-4’ün hücreyi apoptoza sevk ettiği, SPA-5’in enterik enfeksiyonların patogenezinde görev aldığı, en büyük SPA olarak bilinen SPA- 7’nin tifo hastalığında yüksek ateşe neden olan Vi antijenini kodladığı ve SPA-10’un ise bakterinin konak hücre duvarına tutunmasına yardım eden sef fimbria proteinlerini kodladığı bildirilmektedir. Birçok *Salmonella* türünde tanımlanan en önemli gen kümeleri 12 SPA içinde yer almaktadır. SPA 1’den 5’e kadar olanlar çoğu serovarda mevcutken diğerlerinin daha az yayılım gösterdiği bilinmektedir. SPA’ların gen kümeleri ve fonksiyonları Tablo 10’da verilmektedir (Tekintaş ve diğerleri, 2018; Arkalı, 2020).

#### **Tablo 10.** SPA’ların Gen Kümeleri ve Fonksiyonları

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SPA’ların gen kümeleri** | **Bulunduğu tür/alt tür/serotip/serovar** | **Fonksiyonları** |
| SPA-1 | *S. enterica ve S. bongori* | Konakçı hücrelere invazyon ve makrofaj apoptozisini hızlandırmak için kullanılır |
| SPA-2 | *S. enterica* | Sistemik enfeksiyon ve makrofaj içinde replike olmak için kullanılır |
| SPA-3 | *S. enterica ve S. bongori* | Makrofaj içinde yaşayabilmesi ve düşük magnezyumlu ortamda gelişebilmesi için kullanılır |
| SPA-4 | *S. enterica ve S. bongori* | Makrofaj içi yaşam ve toksin salınımı için gerekli genlerin bulundurur ve apoptozis |
| SPA-5 | *S. enterica ve S. bongori* | Çoklu T3SS efektör proteinlerin kodlandığı gen kümelerini içerir. |
| SPA-6 | *S. enterica* spp. *enterica* serotipleri | Proteinlerin çevreye veya çevresel uyarılar neticesinde konakçı hücresine taşınmasında kullanılır. |
| SPA-7 | Typhi, Dublin, Paratyphi serotipleri | Vi antijeni kapsiler akzopolisakkarit yapısında olup, tifo sırasında ateş yükseltir. |
| SPA-8 | Typhi serotipi |  |
| SPA-9 | *S. enterica* ve *S. bongori* | TOSS ve RTX benzeri toksin kodlayan genleri içerir. |
| SPA-10 | Typhi ve Enteritis Serotipleri | Konak hücre yüzeyine tutunmayı sağlayan *sef* fimbria proteinlerini kodlar. |
| SPA-11 | *S. enterica* | Makrofajlarda sağ kalım |
| SPA-12 | *S. enterica* | T3SS, sspH2 efektör proteini, enfekte hücrelerde aktin-polimerizasyonunu etkilemektedir. |
| SPA-13 | *S. Typhimurium* ve *S. Typhi* | Sistemik enfeksiyon |
| SPA-14 | *S. Typhimurium* | Makrofajlarda sağ kalım |
| SPA-15 | *S. Typhi* | 5 hipotetik protein |
| SPA-16 | *S. Typhimurium* ve *S. Typhi* | LPS modifikasyonu |
| SPA-17 | *S. Enteritidis* ve *S. Typhi* | LPS modifikasyonu |
| SPA-18 | Typhi, Paratyphi A serotipleri | HlyE sitolizin proteini ve TaiE invazyon proteini içerir. |
| SPA-19 | Dublin, Weltevrede, Agona, Enteritidis ve Gallinarum serotipleri | T6SS ile ilişkilendirilir |
| SPA-20 | *S. enterica* spp. Arizonae | T6SS ile ilişkilendirilir |
| SPA-21 | *S. enterica* spp. Arizonae | T6SS ile ilişkilendirilir |
| SGI-1 | Typhimurium (DT104), Paratyphi ve Agona Serovarları | Çoklu antibiyotik direnç genleri taşıyan gen kümelerini içerir. |
| HPI | *S. enterica* alt tür IIIa, IIIb, IV | Demir alımı için ihtiyaç duyulan siderofor biyosentezi için gerekli genleri içerir. |
| **SPA:** *Salmonella* patojenite adası **T3SS:** Tip3 sekresyon sistemi  **TOSS:** Tip1 sekresyon sistemi **SGI:** *Salmonella* genomik adası **HPI:** Yüksek patojenite adası | | |

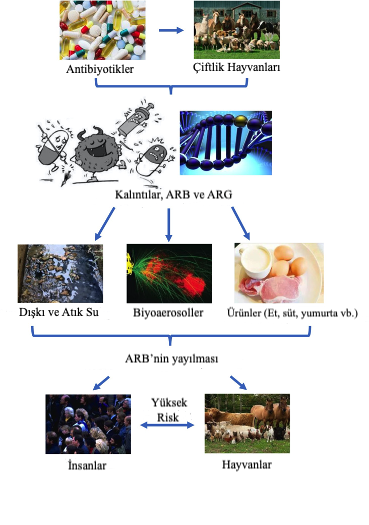
* 1. Hayvansal Gıdalarda Antibiyotikler

Penisilinin 1928’deki keşfinden sonra çeşitli antibiyotikler geliştirilmiş ve insanların yanı sıra hastalıkların tedavi edilmesi, büyümeye katkı sağlaması, yem verimliliğini arttırması amacıyla hayvanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Olumlu yanlarının yanı sıra kontrolsüz antibiyotik kullanımının hayvanların kas, karaciğer ve böbreklerinde birikim yaptığı ve et, süt, yumurta, bal gibi hayvansal ürünlere de geçtiği ve halk sağlığını tehdit ettiği bildirilmektedir. Hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntıları mikroorganizmaların direncini arttırmakta ve bu direnç insanlarda kullanılan ilaçların etkisini azaltarak enfeksiyonların tedavi edilmesinde önemli problemlere yol açmaktadır(Atabey, 2020; Yavuz ve diğerleri, 2020; Waters ve diğerleri, 2022).

Antibiyotiklerin, bakteriler üzerinde gösterdiği bakteriyostatik ya da bakteriyosidal etkilerini kaybetmesi durumu antibiyotiğe gösterilen direnç olarak tanımlanmaktadır. Bir mikroorganizma genetik yapısının değişmesi sonucunda antibiyotiklere karşı direnç göstermeye başlayabilmektedir. Proflaktik veya terapötik etkilere sahip olan antibiyotikler hayvansal üretimde yaygın olarak tercih edilmektedir. Dünya genelinde hayvansal üretimde kullanılan antibiyotik dozlarının, insanlarda kullanılan antibiyotik dozlarından birkaç kat fazla olduğu bildirilmektedir (Arkalı, 2020).

Mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı doğal direnç ve kazanılmış direnç olmak üzere iki çeşit direnç mekanizması bulunmaktadır. Doğal direnç; bir bakterinin genetiğinde bulunan mekanizmayı ifade ederken, sonradan kazanılan direnç bakterinin genetiğinin çeşitli değişikliklere uğraması sonucu geliştirdiği mekanizma olarak tanımlanmaktadır. Kazanılmış direnç mekanizmasında, antibiyotiklerin etki etmek için birleşmek zorunda olduğu uygun hedef bölgelerinin değişime uğraması direnç mekanizmasını oluşturan en önemli etken olarak bilinmektedir (Atabey, 2020). Bilinçsiz ve gereğinden fazla antibiyotik kullanımı, kalıntı arınma süresi dolmadan hayvanların kesilerek tüketilmesi, antibiyotik verilen hayvanların sütünün sağlıklı hayvanların sütleri ile karıştırılması, sağım işleminin aynı yerde yapılması, tedavi sürecinde olan hayvanların satılması gibi durumlar hayvansal gıdalarda antibiyotik kalıntılarına neden olmaktadır. Antibiyotik kalıntısı bulunan gıdaların tüketilmesi insanlarda çeşitli alerjik reaksiyonlara neden olabiliyorken patojen bakterilerin antibiyotik direncinin (ARB) artmasına ve antibiyotik dirençli genlerin (ARG) oluşmasına da neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra hayvan kaynaklı antibiyotikli gıdaların tüketilmesi insanlarda teratojenik ve karsinojenik etkiler de ortaya çıkarabilmektedir (Küçükbüğrü ve Acaröz, 2020; Xu ve diğerleri, 2022).

*Salmonella, Staphylococcus* ve *Escherichia coli* gibi bazı ARB’ler ve ARG’ler kontamine hayvansal gıdalar (kanatlı eti, yumurta, süt), hayvan dışkısıyla ya da hayvanlar ile doğrudan temas ve atık suya maruz kalma ile insanlara geçebilmektedir. Hayvan çiftliklerinde şekillenen antibiyotik direncinin ana hatları ve riskleri şekil 5’de şematize edilmiştir (Xu ve diğerleri, 2022).



Şekil 5. Hayvan Çiftliklerinde Antibiyotik Direncinin Ana Hatları ve Riskleri

* 1. *Salmonella*’nın Antibiyotik Dirençliliği

Kanatlı etlerinin tüketimi ile ortaya çıkan en yaygın zoonoz enfeksiyonların *Salmonella* enfeksiyonları olduğu bilinmektedir. Kanatlılarda tifo, paratifo ve pullorum başta olmak üzere hastalıkların tedavisi için çeşitli antibiyotikler kullanılmaktadır. Antibiyotik kullanımı ise *Salmonella* serotiplerinde zamanla antibiyotik dirençliliğine sebep olmaktadır. Bazı serotiplerde çoklu antibiyotik dirençliliği olduğu bilinmekte ve bu durum *Salmonella* enfeksiyonlarının insan sağlığı için önemini arttırmaktadır. *Salmonella*’nın antibiyotiklere gösterdiği ilk direncin 1960’lı yıllarda kloramfenikole karşı olduğu bildirilmektedir. Daha sonrasında beta-laktamlara (Penisilinler, Sefalosporinler, Karbapenemler, Monobaktamlar), kinolonlara (Nortfloksasin, Otloksasin, Petloksasin, Siprotloksasin, Enoksasin, Difloksasin, Danofloksasin, Fleroksasin) ve azitromisine (Makrolid) karşı direnç geliştirdiği bilinmektedir (Küçük, 2020; Sepin, 2020; Zahli ve diğerleri, 2022). Daha sonraki yıllarda antibiyotiklerin yanlış ve gereksiz kullanımı gibi çeşitli nedenlerden dolayı antibiyotiklere karşı dirençli *Salmonella* serotiplerinin sayısının arttırdığı belirtilmektedir. Tifoidal olmayan *Salmonella* serotiplerinin 2000’li yıllarda ilk ve ikinci basamakta kullanılan antibiyotiklere karşı çoklu direnç göstermeye başladığı bilinmektedir. Bu direnç gelişiminden sonra kinolonların, üçüncü kuşak sefalosporinlerin ve aztreonamların kullanılmaya başlandığı bildirilmektedir. Çoklu ilaç dirençli (MDR) *Salmonella* serotiplerinin zoonoz olarak gıda, atık su ve dışkı gibi yollar ile insanlara kolayca geçebilmesi enfeksiyon riskini ve tedavinin zorluğunu arttırmaktadır (Asal Ulus, 2019; Babacan ve Karadeniz, 2019; Küçük, 2020; Inbaraj ve diğerleri, 2022).

Antibiyotik dirençli *Salmonella* serotipleri gıda endüstrisi açısından ciddi problemlere neden olmaktadır. Antibiyotiğe yüksek miktarlarda maruz kalan bakterilerin direnç mekanizması gelişmekte ve konjugasyon, transdüksiyon ve transformasyon ile dirençli genler oluşmaktadır. Antibiyotik direnci oluşturan genlerin horizontal aktarımı serotiplerin antibiyotik direncinin yayılmasında en önemli rolü oynamaktadır. Plazmidlerde ya da bakteri kromozomunda bulunan direnç genleri, horizontal aktarım ile aynı anda farklı direnç genleri olmak üzere en etkili şekilde aktarılmaktadır. Elde edilen bu dirençli genler başka türlere integronlar ya da transpozonlar ile aktarılabilmektedir (Keskinoğlu, 2019; Arkalı, 2020). Kanatlılarda bulunan *Salmonella* serotiplerinde plazmidler ile aktarılabilen Geniş Spektrumlu Beta Laktamaz (GSBL)’ları kodlayan genler bulunmaktadır. GSBL’lar oksiiminobeta-laktamlara ve aztreonama direnç kazandıran enzimler olarak bilinmekte ve GSBL üreten bakterilerin antibiyotiklere karşı çoklu direnç kazanmalarını sağlamaktadır (Babacan ve Karadeniz, 2019). MDR’li *Salmonella* serotiplerinin hibrit plazmit türleri üretme yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Üretilen bu plazmitlerin gen kasetleri antibiyotiklere karşı direnç gösteren genleri içermektedir. *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde genellikle siprofloksasin ya da üçüncü nesil sefalosporinler kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda artan direnç sebebiyle enfeksiyonların tedavisinde azitromisin kullanımı yaygınlaşmış bulunmaktadır (Küçük, 2020; Yang ve diğerleri, 2022).

*Salmonella* patogenizini etkileyen Quorum sensing mekanizmasının, LuxS/AI-2 sistemini içerdiği ve en önemli hücre iletişim sistemlerinden olan asil-homoserin laktonu (AHL)’na sahip olduğu bilinmektedir. LuxR’nin homoloğu ve düzenleyici protein olan *Sdi*A’yı içermektedir. İnsan komplementlerine karşı direnç gösteren bazı genleri düzenleyen *Sdi*A ve *Salmonella* patojenite adası-1 (SPA-1) genleri aktivasyonu ile antibiyotik dirençliliğinde rol oynamaktadır. SGI-1’de en az 5 antibiyotiğe direnç gösteren genler bulunmaktadır. *Salmonella* serotiplerinin antibiyotik direnç etkenlerinin yayılması ve aktarılmasında rol oynayan DNA ögeleri antimikrobiyal direnç genlerini taşımakta ve konjugasyon yolu ile yayılmasını sağlamaktadır (Atabey, 2020; Küçük, 2020).

*Salmonella* türleri, tetrasiklinler, aminoglikozitler, ß-laktamlar, kloramfenikol, kinolonlar, sülfonamidler ve trimetoprim gibi antibiyotiklere karşı direnç göstermektedirler. *Salmonella* türlerinin tetrasiklinlere karşı direnç kazanmasını sağlayan tetrasiklin geni (tet) bulunmaktadır. Tet geni A, B, C, D ve G sınıflarından oluşmakta olup, tetA ve tetB genleri transfer edilebilir plazmidler üzerinde yerleşmiş bulunmaktadır. TetB, tetC ve tetD genleri çoğu *S. enterica* serotipinde (*S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium, *S.* Choleraesuis) kromozomların üzerinde tanımlanmaktadır. Kinolonların kullanılmasında dışarı eflüks sistemi ile hücre içi antibiyotik konsantrasyonu azalmakta ve kinolon antibiyotik direnci oluşmaktadır (Keskinoğlu, 2019; Arkalı, 2020; Ge ve diğerleri, 2022).

*Salmonella* serotiplerinin sülfonamide karşı olan direnci *sul* geninin varlığına bağlı olarak ortaya çıkan bir durum olarak bilinmektedir. *Sul geni,* *Sul1, sul2 ve sul3* olmak üzere 3 ana genden oluşmaktadır. *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium başta olmak üzere *S.* Hadar, *S.* Heidelberg, *S.* Orion, *S.* Rissen, *S.* Agona, *S.* Derby *sul1* genini içermektedir. *Sul2* genini *S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium ve *S.* Agona serotipleri taşımaktadır. *S.* Typhimurium, *S.* Bradenburg, *S.* Heidelberg, *S.* Rissen ve *S.* Agona serotipleri *Sul3* genini bulundurmaktadır. Aynı zamanda *S.* Typhimirium, *S.* Agona, *S.* Djugu, *S.* Hadar, *S.* Neport ve *S.* Derby trimetoprim direnç genlerini de bulundurmaktadır (Keskinoğlu, 2019; Arkalı, 2020).

*Salmonella blaTEM, blaOXA, blaPER, blaPSE, blaSHV, blaCTX-M* gibi 340’tan fazlabeta-laktamaz direnç geni bulundurmaktadır. Aminoasit dizilerine göre A, B, C, D olmak üzere 4 sınıfa ayrılan beta-laktamazlardan A sınıfı *Salmonella* türlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Bu sınıftaki enzimleri kodlayan birçok gen bölgesi bulunmaktadır ve bunlardan TEM, *Salmonella* türlerinde en yaygın olarak bulunmaktadır. *BlaTEM-1* ve *blaTEM-52* genleri *S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium, *S.* Dublin ve *S.* Muenchen başta olmak üzere birçok *Salmonella* serotipinde bulunmaktadır (Arkalı, 2020).

Büyük çoğunluğu bakterisit etki gösteren aminoglikozitlere karşı *Salmonella* türlerinin 3 çeşit direnç mekanizması geliştirdiği belirtilmektedir. Antibiyotiğin hücre içine alımında azalma, ribozomal bağlanma yerlerinde değişiklik ve antibiyotik modifikasyonları olarak bilinen bu 3 mekanizmadan oluşmaktadır. Hücre içine alımında azalma, dışarı akış pompa (efflux) mekanizmasının, enzimatik hidroliz mekanizmasının ve ilaç hedef bölgesi mutasyon mekanizmasının değişmesi ile mikroorganizmalar antibiyotiklere karşı direnç kazanmaktadır. Antibiyotiklerin mikroorganizmalar üzerinde etki göstermesi en temel ve ilk basamağı hücre zarını aşmaktır. Hücre zarının kalınlığının artması ve geçirgenliğinin azalması antibiyotiklerin hücre içine girerek etki göstermesini engellemektedir. Patojen bakterinin kendini korumasının bir yolu olan eflüks sistemi, membrandaki antibiyotik seviyesi belirli bir seviyeye ulaştığında membrandaki ilgili mRNA’nın ekspresyonuna neden olarak antibiyotiğin membrandan uzaklaşmasını sağlamaktadır. Bu şekilde antibiyotiğin etkisi azalmakta ve bakteri direnç kazanmaktadır. Ribozomal bağlanma yerlerinde değişiklikler *Salmonella*’ların aminoglikozitlere karşı direnç geliştirmesinin temel nedeni olarak bilinmektedir. Bu grup antibiyotiğe karşı plazmid aracılı aminoglikozit modifiye edici enzimlerin ekspresyon mekanizması kullanılmaktadır. Kloramfenikol, peptid bağlarının oluşumunu önleyen ve kan-beyin bariyerini geçerek enfeksiyonların tedavisinde kullanımı tercih edilen antibiyotik grubu olarak bilinmektedir. Kloramfenikol asetiltransferaz enziminin varlığında kloramfenikole karşı bir direnç oluşumu gözlenmektedir. Bu direncin oluşması sonucunda kloramfenikol, ribozomlara bağlanamadığından bakterinin protein sentezini engelleyememektedir (Arkalı, 2020; Ge ve diğerleri, 2022).

* 1. *Salmonella* Enfeksiyonlarında Koruma ve Kontrol

*Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesi için ilk basamakta genel sanitasyon önlemlerinin alınması, aşılama yapılması ve biyogüvenlik önlemlerini alınması gerekmektedir. Kesimhanelerde çapraz kontaminasyon riskini ortadan kaldıracak uygulamalar *Salmonella* riskini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Hayvanların kesimhaneye gelmeden önce canlı haldeyken %3-4 oranında *Salmonella* etkeni içermekteyken kesimden sonra son üründe bu oranın %20-35’lere kadar çıkabildiği bildirilmektedir. Kesim öncesinde hayvanların aç bırakılması, kesim tekniği, kesimhanede haşlama tanklarının hijyeni ve işleme alınan karkasın hızlı bir şekilde soğutulması etkenin çoğalmasını önlemektedir (Üre, 2018; Idris Badri Adam, 2022).

Türkiye’de 2018 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından başlatılan Ulusal *Salmonella* Koruma Programı (USKP) ile halk sağlığı açısından tehdit oluşturan *Salmonella* serotiplerinin belirlenmesi, sıklığının taranması ve karşılaşılma oranının düşürülmesi amaçlanmaktadır. “*Salmonella* ve Belirlenmiş Diğer Gıda Kaynaklı Zoonotik Etkenlerin Kontrol Altına Alınması Yönetmeliği”ne göre halk sağlığı açısından tehdit oluşturan *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium’un görülme sıklığının %1’in altına düşürülmesi hedeflenmektedir. USKP kapsamında çiftliklerde hijyen programlarının uygulanması, hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulması, rutin kontrollerin etkin bir şekilde uygulanması ve hayvan nakillerinin kontrollü bir şekilde yapılması *Salmonella*’nın görülme sıklığını oldukça düşürmektedir. Dezenfektan olarak sodyum hipoklorit ve dörtlü amonyum bileşikleri kullanılabildiği gibi yüksek etki gösteren potasyum permanganat, etanol, klorheksidin diglukonat da tercih edilebilmektedir. *Salmonella* etkenlerinin tatlı su sistemlerinde 56 gün, broyler kümeslerinde ise 1 yıl kadar varlıklarını sürdürebildikleri düşünüldüğünde aşılamanın ve hijyen programlarının gerekliliği ve önemi daha iyi anlaşılmaktadır. İşletmelerde bulunan kemirgenler, sinekler ve böceklerin etkeni taşımakta oldukça önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu sebeple haşere ile mücadele kapsamında işletmede gerekli ilaçlamanın yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda işletmede çalışan personelin hijyeni ve gelen ziyaretçiler için hijyen kurallarının belirlenmesi de etkenin yayılmasını önleme de etkili olmaktadır. Buna ek olarak hayvan yemleri de çeşitli riskler oluşturabilmektedir. Kümeslere/çiftliklere giren kontamine hayvan yemi hayvanlara, oradan da gıda yolu ile insanlara geçebilmektedir. *Salmonella* enfeksiyonları için bir araç görevi gören hayvan yemlerinin denetiminin yapılması ve hiçbir serotipi içermemesi gerekmektedir. Bunun yanında kümes ve işletmelerdeki içme ve kullanma sularının da *Salmonella*’dan ari olması hayati önem taşımaktadır. Bu önlemlere ek olarak gıdaların herhangi bir serotipi bulundurma ihtimaline karşı işleme ve pişirme işlemlerin kontrollü ve iyi derecede yapılması önerilmektedir. Bununla birlikte bazı ülkelerde gıda kontaminasyon riskini azaltması amacıyla gıdaların hazırlanmasında ışınlanma tekniğinin kullanılması teşvik edilmektedir. Ancak radyoaktivite riski nedeniyle bu tekniğin kullanımı hala tartışılmaktadır (Aydemir Atasever, 2011; Küçük, 2020).

Biyogüvenlik kapsamında altlıklar ve suyun kontrol altında tutulması, mikrobiyal hastalıkların yayılmasının önlenmesi ve biyolojik ajanların varlığının minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır. Altlıklar; tahta parçaları, fıstık ya da pirinç kabuğu gibi malzemeler ile kümeslerin alt yüzeyini kaplamakta, bu sayede risk oluşturabilecek çevresel faktörler ve kümes patojenlerinin düzeyi düşürülmekte ya da elemine edilmektedir. Kümeslerde kullanılan su genellikle doğal su kaynaklarından elde edilmekte, bu sebeple kimyasallar ile muamele edilmesi, filtrasyon ile *Salmonella*’lardan arındırılması gerekmektedir. Buna ek olarak içme suyu sistemlerinin potansiyel biyofilm oluşum kaynağı olduğu göz önüne alınarak gerekli hijyen ve sanitasyon koşullarının sağlanması gerekmektedir. Beslenme ile kontrolde önemli bir yere sahip olan propiyonik, formik, asetik ve bütirik asit gibi organik asitlerin gıdalarda bulunan *Salmonella*’ların canlı kalma olasılığını azaltmakta, yapılan asit uygulamaları koruyucu olmaktadır. Ayrıca çeşitli prebiyotiklerin kullanımı ile de *Salmonella* düzeylerinde azalma görülmektedir. Örneğin; oligosakkaritler mikrobiotayı zengileştirmekte, laktik asit bakterileri gibi probiyotik türlerin gelişimini arttırmakta ve *Salmonella* kolonizasyonunu azaltmaktadır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin sayısındaki artış, *Salmonella* gelişimindeki azalma ile doğru orantılı ilerlemektedir (Yardımcı ve Aksoy, 2014).

Sağlık ile kontrol de ise; antimikrobiyallerin kullanımı, immunoterapi ve bakteriyofaj terapi yer almaktadır. Kullanılan antimikrobiyaller sindirim sisteminde bulunan *Salmonella* dahil mikroflora bakterilerinin dışarı atılmasını sağlamaktadır. *Salmonella* türlerinde aminoglikozidlerden streptomisin ve gentamisin kullanılması önerilmektedir. İmmunoterapide spesifik antikorların kullanımı ile hedef mikroorganizmanın kontrol altına alınması sağlanmaktadır. Kanatlılara antikorlar uygulanırken bir veya birden fazla *Salmonella* serotipi kabul edilmekte ve pasif immünite saplanarak kolonizasyon sınırlandırılmaktadır. Tüketiciler tarafından doğal koruyucular ile koruma altına alınan gıdalara talebin artması ile biyokoruyucuların kullanımına olan ilgi artmıştır. Biyokorumada probiyotik, parabiyotik ve postbiyotiklerin, bakteriyofajların ve bunların ürettikleri antimikrobiyal bileşiklerin koruyucu olarak kullanılması ile gıdaların mikrobiyolojik kalitesi ve güvenliğinde artış sağlanabilmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların en önemli grubu laktik asit bakterileridir ve bu grubun en önemli türlerini *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri oluşturmaktadır. Parabiyotiklerin kullanımı bozulmamış hücrelerdeki bütünlüğün değerlendirilmesi için kullanılan tekniklerin ve analitik araçların seçimi, mikrobiyal komplekslerin özelliklerine ve incelenen moleküllere bağlı iken, postbiyotiklerin kullanımı metabolitelerin tanımlanmasına bağlı olmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda fajların insan ve hayvan sağlığında olumsuz bir etki yaratmaması, aynı zamanda gıdaların da fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinde bir değişime neden olmaması biyokoruyucu olarak kullanımlarında tercih edilmelerine neden olmuştur. Bakteriyofajlar bakterileri enfekte eden ve onların içinde yaşayan virüsler olarak tanımlanmaktadır. Virulen (litik) ve ılımlı (temperate) fajlar olmak üzere iki tip bakteriyofaj bulunmaktadır. Ilımlı fajlar kendilerini bakteriyel konağın DNA ile birleştirmektedir. Bu fajların konak DNA’sından ayrılması sırasında konak DNA’sının bir kısmı da bu fajlarla ile birlikte ayrılmakta ve başka bir konağa transfer edilmektedir. Litik fajlar ise konağı bakteriyel hücrelere spesifik bağlanma ile bağlanarak ve içine girerek enfekte etmekte, hücrenin sistemini ele geçirmekte, çoğalmakta ve daha sonra bakteriyel hücreyi parçalamaktadır. Çoğaldıktan ve bakteriyel hücreden ayrıldıktan sonra ise hayat döngülerini yenilemektedirler (Yardımcı ve Aksoy, 2014; Demiraslan Aydın, 2018; Uğur ve diğerleri, 2021).

Gıda hijyeni, gıdanın üretimden tüketime kadar olan sürecinde güvenli gıda üretimini kapsamaktadır. Gıda işleme sırasında maruz kalınan kötü hijyen şartları gıda kaynaklı enfeksiyonları tetiklemektedir. Bu noktada çeşitli koruma programlarının uygulanması güvenli gıdanın üretilmesine katkı sağlamaktadır. Güvenli bir ürün elde edilmesi açısından ekipmanların temizliği, personel hijyeni, su kaynağının uygunluğu, atık politikası ve kanalizasyon sistemlerinin kontrolü temel önlemlerin alınması yararlı olmaktadır. Bununla birlikte etkin HACCP (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları-Hazard Analysis and Critical Control Points) uygulamalarının oluşacak bir bulaşmanın önüne geçmek için önemli bir uygulama olduğu bildirilmektedir. Bu sistem uygulanacak olan çiftlikler ve işleme tesislerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler tanımlanması ve kritik kontrol noktalarının (CCP) belirlenmesi temelinde çalışmaktadır. HACCP sistemi çiftlikten sofraya her aşamayı kapsamakta olup, gerekli önlemlerin alınmasıyla risklerin en aza indirilmesi hedeflenmektedir (Kutu, 2017; Maharjan ve diğerleri, 2019; Ehuwa ve diğerleri, 2021).

# GEREÇ VE YÖNTEM

* 1. Gereç

Bu çalışmada materyal olarak Aydın ilinde satışa sunulan paketlenmiş-paketlenmemiş 160 adet kanatlı eti örneği (53 kanat, 53 derisiz göğüs ve 54 but) kullanılmıştır. Laboratuvara steril poşetler ve soğuk zincirle getirilen örnekler getirildikleri gün mikrobiyolojik analize alınmıştır.

* 1. Yöntem

***Salmonella* spp.:**

*Salmonella* spp. izolasyonu için 25 gram örnek alınarak 225 ml Buffered Peptone Water (Oxoid CM0509) ile birlikte 2 dakika homojenizasyonu yapılarak 37˚C’de 18 saat inkubasyona bırakılmıştır. Bu ön zenginleştirme işleminin takibinde homojenizattan Rappaport Vassiliadis Enrichment Broth (Oxoid CM0669) ve Muller-Kauffmann tetrathionate-novobiocin Broth’a (Oxoid CM0343) 0,1 ml geçilerek 41,5˚C ve 37 ˚C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda öze yardımıyla Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar (Oxoid CM0469) ve Brillant Green Agar (Oxoid CM0263) besiyerine öze yardımıyla geçiş yapılmış ve 37˚C’de 24 saat inkübasyon sonunda değerlendirme yapılmıştır. Şüpheli *Salmonella* kolonileri siyah renkte ya da merkezi siyah olan kırmızı renkte üreme görülmüştür. İleri identifikasyon amacıyla, bu şüpheli koloni öze yardımıyla Üre Broth’a (Oxoid CM0071B), Triple Sugar Iron Agar (Oxoid CM0077B) ve Lysine Iron Agar’a (Oxoid CM0381) öze yardımıyla geçişler yapılmış 37˚C’de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve sonrasında sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye paralel olarak şüpheli koloniler *Salmonella* Latex Test kiti (Himedia K141) kullanılarak da değerlendirmeye alınmıştır (ISO, 2017).

Standart konvansiyonel yöntemler ile *Salmonella* spp. olarak identifiye edilmiş izolatlardan PCR’da kullanılmak üzere total DNA ekstraksiyonu, ekstraksiyon kiti (Qiagen 67563 MagAttract HMW DNA Kit, Almanya) kullanılarak üretici firmanın önerdiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında izole edilen *Salmonella* izolatlarının, *S.* *enterica* 16S rRNA genini taşımaları cins spesifik PCR işlemleri Lin ve Tsen (1996) tarafından bildirilen yöntem ile belirlendikten sonra izolatların *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium serotiplerine spesifik PCR işlemleri ise Alvarez ve diğerleri (2004) tarafından bildirilen protokole göre işleme alınmıştır. Bu amaçla 16S rRNA hedef gen uygulaması için kullanılacak olan primerler Tablo 11’de verilmiştir.

#### **Tablo 11.** 16S rRNA Hedef Gen Uygulaması İçin Kullanılacak Olan Primerler

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hedef Gen** | **Primer sekansları (5'-3')** | **Amplikon Boyutu** | **Referans** |
| *16S rRNA* | F: 5'-TGT TGT GGT TAA TAA CCG CA-3'  R: 5'-CAC AAA TCC ATC TCT GGA-3' | 574 bp | Mir ve diğerleri, 2015 |
| *S.* Enteritidis | F: 5'-TGT GTT TTA TCT GAT GCA AGA GG-3'  R: 5'-TGA ACT ACG TTC GTT CTT CTG G-3' | 304 bp |
| *S.* Typhimurium | F: 5'-TTG TTC ACT TTT TAC CCC TGA A-3'  R: 5'-CCC TGA CAG CCG TTA GAT ATT-3' | 401 bp |

16S rRNA primerine spesifik ürünlerin aranması amacıyla yapılan PCR reaksiyonlarında bir örnek için toplam 20 µl hacimde mastermiks hazırlanarak PCR amplifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Mastermiks hazırlanmasında kullanılan malzemeler ve hacimleri Tablo 12 de belirtilmiştir.

#### **Tablo 12.** 16S rRNA İçin Mastermiks Hazırlama Oranları

|  |  |
| --- | --- |
| **Malzeme (Ticari)** | **Kullanılan Hacim** |
| Master Mix  (GeNetBio ExPrime Taq Premix (2X), G-5000) | 10 µl |
| Forward Primer (40 pmol) | 1 µl |
| Reverse Primer (40 pmol) | 1 µl |
| Kalıp DNA | 2 µl |
| ddH2O | 6 µl |
| **Toplam** | 20 µl |

Elde edilen PCR karışımı termal döngüleme cihazına yüklenmiştir. Amplifikasyon 94˚C’de 2 dk ön denatürasyon, 94˚C’de 30 sn denatürasyon, 54˚C’de 30 sn primer bağlanması ve 72˚C’de 30 sn primer uzaması aşamalarını kapsayan 35 siklus ve 72˚C’de 2 dk son uzama işlemlerinden oluşmuştur. Elde edilen amplikonlar agaroz jel elektroforez aşamasına kadar 4˚C’de muhafaza edilmiştir.

16S rRNAgeni tespit edilen izolatlarda *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium serotiplerine spesifik ürünlerin aranması için yapılan PCR reaksiyonlarında bir örnek için PCR karışımı 20 µl toplam hacimde, 10 µl Master Mix (GeNetBio ExPrime Taq Premix (2X), G-5000), 0,25 µl MgCl2 (50 mM), *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium spesifik primerlerin (10 pmol) her biri için 1 µl, 4,75 µl ddH2O ve 1 µl kalıp DNA olacak şekilde oluşturulmuştur. Elde edilen PCR karışımı termal döngüleme cihazına yüklenmiştir. Amplifikasyon 94˚C’de 2 dk ön denatürasyon, 94˚C’de 1 dk denatürasyon, 57˚C’de 1 dk bağlanma ve 72˚C’de 2 dk uzama aşamalarını kapsayan 30 siklus ve 72˚C’de 5 dk son uzama işlemlerinden oluşmuştur. Amplikonlar agaroz jel elektroforez aşamasına kadar 4˚C’de muhafaza edilmiştir.

Elde edilen amplikonların elektroforez işlemini takiben incelenen genlerin varlığı UV ışığı altında görüntülenmiştir.

**Antibiyotik dirençliliği**

İzolatların antibiyotik direnç profilleri Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. EUCAST (The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing-2020) tarafından bildirilen Enterobacteriaceae familyası spesifik antibiyotiklerin listesine göre ilgili yöntem esas alınmış ve Ampisilin (10 µg), Sefotaksim (5 µg), Seftazidim (10 µg), Meropenem (10 µg), Aztreonam (30 µg), Pefloksasin (5 μg), Gentamisin (10 μg), Kloramfenikol (30 μg), Tetrasiklin (30 μg) ve Trimetoprim-sulfametoksazol (1,25/23,75 μg) antibiyotik diskleri kullanılmıştır. İzolatlar Brain Heart Infusion Broth (Oxoid CM1135B) içerisine inokule edilerek 37°C’de, türbiditesi 0,5 McFarland standardına gelinceye kadar inkübe edilmiştir. McFarland densitometre (Biosan BS101040) kullanılarak türbidite ayarlandıktan sonra steril svap yardımıyla alınan kültür Muller Hinton Agar (HIMEDIA HI-M1084) yüzeyine yayılmıştır. Agar yüzeyi kuruduktan sonra antibiyotik diskleri yerleştirilerek, petriler 15 dakika oda ısısında bekletilip, 35°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası disklerin çevresindeki inhibisyon zonları ölçülerek EUCAST (2020) standartlarına göre değerlendirilmiştir.

# BULGULAR

Aydın piyasasında *S*. Enteritidis ve *S.* Typhimurium varlığını ve antibiyotik dirençliliğini belirlemek amacıyla paketlenmiş-paketlenmemiş olarak satışa sunulan 53 kanat, 53 derisiz göğüs ve 54 but olmak üzere 2021 yılı kasım-mayıs ayları arasında toplam 160 adet çiğ kanatlı eti örneği toplanmış, analize alınmış ve izole edilen etkenlerin antibiyotik dirençleri belirlenmiştir. 160 adet numunenin 60 tanesi pazardan, 72 tanesi marketten ve 28 tanesi şarküteriden toplanmıştır.

Yapılan konvansiyonel analizler sonucunda incelenen 160 adet numunenin 43 tanesinden *Salmonella* spp. izole edilmiştir. İzole edilen bu 43 adet izolatın 23 tanesinin kanat eti, 12 tanesinin derisiz göğüs eti ve 8 tanesinin but eti olduğu belirlenmiştir. Oransal olarak ise 160 adet toplam kanatlı eti numunesinden %26,87, 53 adet kanat eti numunesinden %43,39, 53 adet derisiz göğüs eti numunesinden %22,64 ve 54 adet but eti numunesinden %14,81 oranında *Salmonella* spp. izole edilmiştir. İzole edilen *Salmonella* spp. verileri Tablo 13’de verilmiştir.

#### **Tablo 13.** İzole Edilen*Salmonella* spp. Verileri

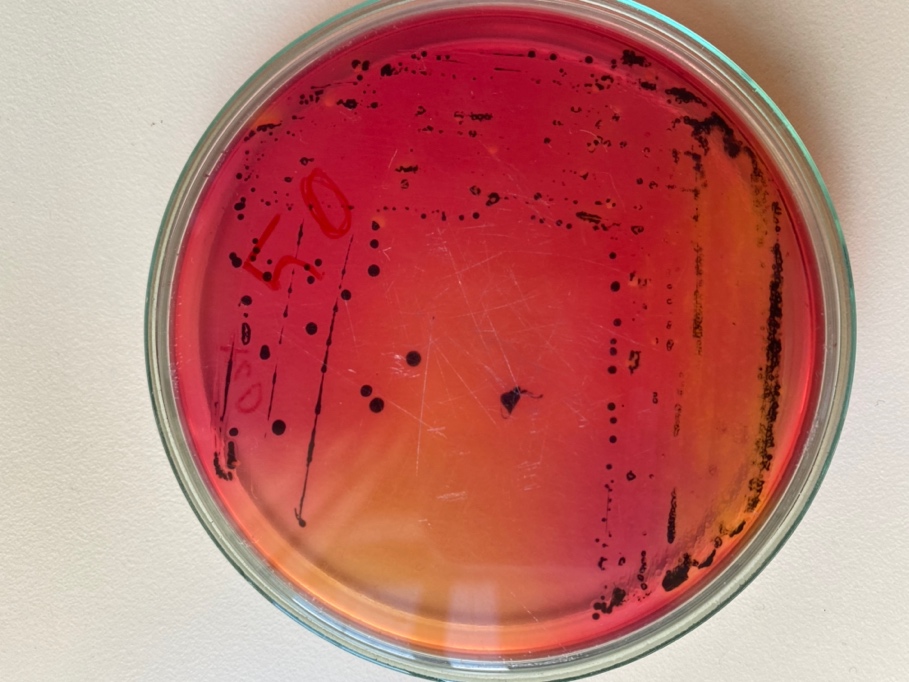
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Numune Alınan Karkas Bölümü** | **Numune Sayısı (Adet)** | **Pozitif Numune Sayısı (Adet)** | **Pozitif Numune Oranı (%)** |
| **Kanat** | 53 | 23 | %43,4 |
| **Göğüs** | 53 | 12 | %22,6 |
| **But** | 54 | 8 | %14,8 |
| **Toplam** | 160 | 43 | %26,9 |

Bölgesel olarak kategorize edildiğinde ise pazarlardan 20 adet kanat, 20 adet göğüs, 20 adet but, marketlerden 24 adet kanat, 24 adet göğüs, 24 adet but, şarküterilerden ise, 9 adet kanat, 9 adet göğüs ve 10 adet but toplanmıştır. Pazarlardan toplanan kanat etlerinden 8 (%40), göğüs etinden 2 (%10), but etlerinden 4 (%20) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Marketlerden toplanan kanat etlerinden 12 (%50), göğüs etlerinden 9 (%37,5), but etlerinden 2 (%8,3) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Şarküterilerden toplanan kanat etlerinden 3 (%33,3), göğüs etlerinden 1 (%11,1) ve but etlerinden 2 (%20) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Pazar, market ve şarküterilerden izole edilen *Salmonella* spp. sayıları Tablo 14’te verilmiştir.

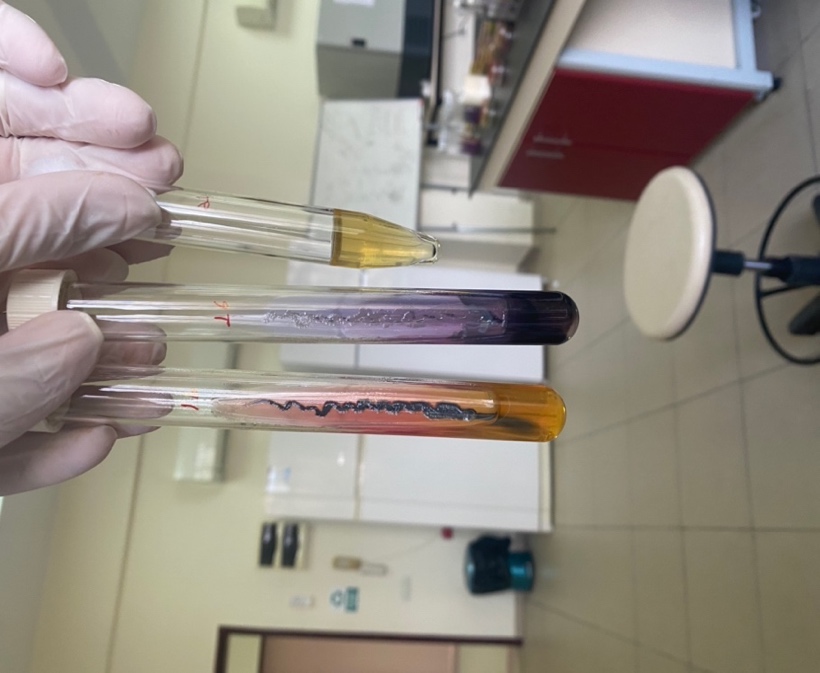
#### **Tablo 14.** Pazar, Market ve Şarküterilerden İzole Edilen *Salmonella* spp. Sayıları

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Numune alınan yer** | **Kanat (%)** | **Göğüs (%)** | **But (%)** |
| **Pazar** | 8 (%40) | 2 (%10) | 4 (%20) |
| **Market** | 12 (%50) | 9 (%37,5) | 2 (%8,3) |
| **Şarküteri** | 3 (%33,3) | 1 (%11,1) | 2 (%20) |

Konvansiyonel yöntemler ile elde edilen bazı analiz sonuçları Resim 1, 2 ve 3’de verilmektedir.



## **Resim 1.** XLD Agar’da *Salmonella* spp. Koloni Görüntüsü



## **Resim 2.** TSI, LIA ve Üre Test Sonuçları

daire, elektronik donanım, iç mekan içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

## **Resim 3.** *Salmonella*Latex Test Kit Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda 43 adet *Salmonella* spp. izolatı elde edilmiş ve moleküler analizlerde kullanılmak üzere %20 gliserol içeren Brain Heart Infusion Broth’ta -20°C de muhafaza edilmiştir. İzolatlar moleküler analizlerde ve antibiyotik duyarlılık testlerinde kullanılmak üzere Tryptic Soy Agar’a (TSA) pasajlanmıştır.

Konvansiyonel yöntemlerle *Salmonella* spp. ile kontamine olduğu belirlenen 43 numunenin her birinden birer izolat alınarak *S. enterica* 16S rRNA genini taşımaları cins spesifik PCR işlemleri ile belirlendikten sonra izolatların *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium serotiplerine spesifik PCR işlemleri yapılmıştır. İncelenen 43 izolattan 41 tanesinin PCR ile doğrulaması yapılmıştır. 16S rRNA geni ile tespit edilen *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium İzolatlarının Elektroforez Görüntüsü Resim 4’de, İzole Edilen Örneklerin Elektroforez Görüntüsü ise Resim 5’de verilmektedir.

metin, ekran görüntüsü, siyah, yazı tipi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

## **Resim 4.** 16S rRNA Geni İle Tespit Edilen Örneklerin Elektroforez Görüntüsü

M: 100 bp’lik Marker, P: Pozitif Kontrol, N: Negatif Kontrol, 1-12: 16S rRNA geni ile Pozitif Örnekler

ekran görüntüsü, siyah, siyah beyaz, monokrom, tek renkli içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

## **Resim 5.** İzole Edilen Örneklerin Elektroforez Görüntüsü

Yapılan serotiplendirme sonucunda PCR tekniği ile doğrulanan 41 izolattan 36 tanesinin (87,8) *S.* Typhimurium, 3 tanesinin (%7,3) *S.* Enteritidis ve 2 tanesinin (%4,9) ise *S.* Enteritidis+*S.* Typhimurium olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen pozitif izolat sayıları ve *Salmonella* serotip dağılımı tablo 15’te verilmektedir.

#### **Tablo 15.** Pozitif İzolat Sayıları ve *Salmonella* Serotip Dağılımı

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Numune** | *Salmonella*Latex Test Kiti Pozitif İzolat Sayısı | PCR Tekniği ile Doğrulanan Pozitif İzolat Sayısı | *Salmonella* Serotip Dağılımı | | |
| *S.* Typhimurium | *S.* Enteritidis | *S.* Enteritidis+*S.* Typhimurium |
| Kanat | 23 | 21 | 16 | 3 | 2 |
| Göğüs | 12 | 12 | 12 | - | - |
| But | 8 | 8 | 8 | - | - |
| **Toplam** | **43** | **41** | **36** | **3** | **2** |

Çalışma kapsamında elde edilen izolatlardan üç tanesi hariç diğer izolatların tamamının en az 1 antibiyotiğe dirençli olduğu tespit edilmiştir. Meropenem’e izolatların hepsinin duyarlı olduğu belirlenmiştir. Antibiyotik direnç profili değerlendirildiğinde izolatların en çok %90,2 oranda Pefloksasin’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu düzeyi %78 ile Tetrasiklin, %51,2 ile Trimetoprim-sulfametoksazol, %48,8 ile Ampisilin ve Kloramfenikol, %21,9 ile Gentamisin dirençliliği izlemiştir. İzolatların en düşük düzeyde ise; %12,2 ile Aztreonam, %7,3 ile Seftazidim ve Sefotaksime’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak irdelendiğinde izole edilen 41 izolatın 38 tanesinin antibiyotik dirençliliği belirlenmiştir. İzole edilen *S.* Enteritidis izolatlarının %66,6’sı antibiyotik direnç profili sergilerken, bu oran *S.* Typhimurium izolatlarında %94 olarak belirlenmiştir. Bu 38 izolattan ise 28(%73,7) tanesinin MDR’li olduğu tespit edilmiştir. İzolatların genel antibiyotik dirençlilik verileri Şekil 6’da ve izolatların antibiyotik dirençlilikleri Tablo 16’da verilmektedir.

Şekil 6. İzolatların Antibiyotik Dirençlilikleri

#### **Tablo 16.** *Salmonella* İzolatlarının Genel Antibiyotik Dirençliliği

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Antibiyotik** | ***Salmonella* Serotip (İzolat Sayısı=41)** | | |
| *S.* Typhimurium  (%) | *S.* Enteritidis  (%) | *S.* Enteritidis+*S.* Typhimurium (%) |
| Ampisilin (AMP) | 17(41,4) | 2(4,8) | 1(2,4) |
| Aztreonam (ATM) | 5(12,1) | - | - |
| Gentamisin (CN) | 8(19,5) | 1(2,4) | - |
| Kloramfenikol (C) | 19(46,3) | - | 1(2,4) |
| Meropenem (MRP) | - | - | - |
| Pefloksasin (PEF) | 33(80,4) | 2(4,8) | 2(4,8) |
| Sefotaksim (CTX) | 3(7,3) | - | - |
| Seftazidim (CAZ) | 3(7,3) | - | - |
| Tetrasiklin (T) | 29(70,7) | 1(2,4) | 2(4,8) |
| Trimetoprim-sulfametoksazol (COT) | 19(46,3) | 1(2,4) | 1(2,4) |

# TARTIŞMA

Son yıllarda artan kronik hastalıkların ve halk sağlığı kavramının kültürel bir kavram olarak benimsenmesinin bir sonucu olarak yeterli ve dengeli beslenmenin öneminin daha iyi anlaşıldığı bilinmektedir. Yeterli ve dengeli beslenmede kanatlı eti; ekonomik, lezzetli ve sindirimi kolay, içerdiği yüksek protein ve doymamış yağ asidi miktarı ile önemli bir yere sahip olan hayvansal bir gıda olarak kabul görmektedir. Kanatlı eti sektöründe olduğu gibi üretimi birden fazla basamaktan oluşan gıdalarda, sağlıklı ve güvenli bir ürün üretmek zorlu bir süreç olarak bilinmektedir. Üretimden tüketime kadar geçen süreçte ürünün raf ömrü açısından oluşan riskler; bozulma bakterilerinin gelişmesi, başlangıç mikrobiyal yükü, depolama süresi, sıcaklık, etin özellikleri (pH, etin bileşimi vb.) ve işleme süreci gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Barbut, 2015).

Kontamine kanatlı eti tüketimi ile insan ve hayvanlarda çeşitli enfeksiyonlar oluşturan, ekonomik ve sosyolojik açıdan büyük kayıplara yol açan *Salmonella* spp.’lere kanatlı eti sektöründe yaygın olarak rastlanmaktadır. Genel olarak kanatlı etleri, insanlardaki *S.* Typhimurium ve *S.* Enteritidis enfeksiyonlarının temel kaynağı olarak bilinmektedir. AB’de 2021 yılında toplamda 60.050 salmonellosis vakası görüldüğü, bunlardan 11.785 tanesinde hastaneye başvurulduğu ve 71 kişinin öldüğü bildirilmektedir (Al-Shattrawi, 2018; EFSA, 2022).

Diğer taraftan antibiyotiklere dirençli suşların artması küresel bir sorun olarak kabul edilmekte ve direnç geliştiren suşların oluşturduğu enfeksiyonların tedavisi zorlaşmaktadır. Özellikle son yıllarda çoklu direnç geliştiren MDR’li suş vakalarının klinik tablosu daha uzun ve şiddetli seyretmektedir. Bu nedenle antimikrobiyal direncin *Salmonella* spp.’lerde takip edilmesi halk sağlığı açısından büyük bir önem taşımaktadır (Sarıçam İnce, 2022).

Bu amaçla burada belirtilen çalışma Aydın ilinde satışa sunulan kanatlı etlerinde *Salmonella* spp. varlığının araştırılması, serotiplendirilmesi ve antibiyotik dirençliliğin belirlenmesi şeklinde kurgulanmıştır. Market, şarküteri, kasap ve pazar koşullarında paketlenmiş/paketlenmemiş olarak satışa sunulan ürünlerden alınan numuneler laboratuvar ortamında analiz edilerek araştırılmaların yapılması hedeflenmiştir.

Toplanan numunelerde (160) 43 adet (%26,9) *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Bölgesel olarak bakıldığında bu izolatların 23 tanesinin kanat (%43,4), 12 tanesinin göğüs (22,6), 8 tanesinin (14,8), ise but bölgesinden olduğu belirlenmiştir. Pazarlardan toplanan kanat etlerinden 8 (%40), göğüs etinden 2 (%10), but etlerinden 4 (%20) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Marketlerden toplanan kanat etlerinden 12 (%50), göğüs etlerinden 9 (%37,5), but etlerinden 2 (%8,3) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Şarküterilerden toplanan kanat etlerinden 3 (%33,3), göğüs etlerinden 1 (%11,1) ve but etlerinden 2 (%20) adet *Salmonella* spp. izole edilmiştir.

Asal Ulus (2019), Samsun ilinde paketlenmiş olarak satışa sunulan 50 kanat, 50 but ve 50 derisiz göğüs olmak üzere toplam 150 adet organik tavuk parça etinde 42 numuneden (%28) *Salmonella* spp. izole ettiğini bildirmiştir. Analizler klasik kültür yöntemi ve klasik kültür temelli İmmünomanyetik seperasyon (IMS) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İzole edilen 42 numunenin 15 tanesinin but, 20 tanesinin kanat, 7 tanesinin ise göğüs etine ait olduğu bildirilmiştir. Genel olarak bakılacak olduğunda numunelerden but ve kanat etinin benzer düzeyde *Salmonella* spp. ile kontamine olduğu, göğüs etinin ise bunlara göre daha düşük oranda kontamine olduğu rapor edilmiştir.

Atabey (2020), Tekirdağ ilinde toplanan 480 adet sığır eti, kanatlı eti, beyaz peyniri ve kaşar peyniri numunelerinden 120 adet kanatlı etinde *Salmonella* spp. varlığını araştırmıştır. Toplam 9 adet kanatlı eti numunesinde *Salmonella* spp. varlığına rastlanıldığı bildirilmiştir.

Çelik (2021), Gaziantep ilinde satışa sunulan tavuk eti numunelerinden toplam 96 örnekleme ile *Salmonella* spp. varlığını araştırmıştır. Toplam 96 örnekte analizler sonucunda 10 adet (%10,4) *Salmonella* spp. tespit etmiştir.

Bozkurt (2018), İzmir ve Balıkesir piyasasında satışa sunulan 22’si çiğ tavuk eti olmak üzere toplamda 60 adet çiğ ve yarı pişmiş tavuk eti numunesinin analizini yapmıştır. 22 adet çiğ tavuk eti örneğinin 6 tanesinden *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Pişmiş örneklerde ise izole edilememiştir.

Babacan ve Karadeniz (2019), paketli olarak satışa sunulan 14 pirzola, 4 piliç sucuk, 9 kanat, 10 baget, 7 fileto, 34 bütün piliç, 8 but, 6 bonfile, 1 piliç kuşbaşı, 2 piliç sosis, 3 tavuk ciğeri, 1 piliç burger ve 1 nuget olmak üzere toplam 100 adet kanatlı eti örneğinden antibiyotik duyarlılıklarını belirlemek için yaptıkları çalışmada toplam 35 adet (%35) *Salmonella* spp. izole etmiştir.

Zahli ve diğerleri (2022), Fas’ın Tetouan bölgesinde farklı noktalardan 425 tavuk eti, 191 hindi eti ve 4 dağıtım suyu olmak üzere toplam 620 adet numunede *Salmonella* spp. varlığını araştırmışlardır. Toplanan 620 numuneden kanatlı etlerinde toplam 61 (%9,8) numuneden *Salmonella* spp. izole edilmiştir.

Wardhana ve diğerleri (2021), Endonezya’da Surabaya bölgesinde 10 farklı yerden topladıkları toplam 60 adet tavuk eti numunesinin bakteriyolojik kalitesi için analizler yapmışlardır. Topladıkları 60 adet tavuk eti örneğinin 29 adetinden (%48,3) *Salmonella* spp. izole etmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen kanatlı eti numunelerinden %28 oranında *Salmonella* spp. izole edilmiştir ve benzer çalışmaların sonuçları incelendiğinde, Asal Ulus (2019), Çelik (2021) ve Bozkurt (2018) ile elde edilen sonuçların benzer olmasına karşın, Atabey (2020), Babacan ve Karadeniz (2019), Zahli ve diğerleri (2022) ve Wardhana ve diğerlerinin (2021) yaptığı çalışmalar sonucu elde edilen verilerle kıyaslanınca çeşitli farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu farklılıkların çalışmanın yapıldığı bölge, mevsimsel değişimler, kullanılan analiz yöntem farkları, muhafaza koşulları, numune alma yöntemleri, raf ömrü ve numune çeşitliliği gibi faktörler ile açıklanabilir.

Çalışmada izole edilen 43 *Salmonella* spp. izolatından 41 tanesinin PCR ile doğrulaması yapılmıştır. İzolatların serotiplendirilmesi sonucunda PCR tekniği ile doğrulanan 41 izolattan 36 tanesinin (87,8) *S.* Typhimurium, 3 tanesinin (%7,3) *S.* Enteritidis ve 2 tanesinin (%4,9) ise *S.* Enteritidis+*S.* Typhimurium olduğu belirlenmiştir.

Atabey (2020), Tekirdağ ilinde yaptığı çalışmada 480 adet numunenin, 120 adedinin kanatlı eti olduğunu ve 120 adet kanatlı eti numunesinden 9 adet numunede *Salmonella* spp. varlığına rastladığını bildirmiştir. Çalışmada 9 adet numunenin serotiplendirmesi yapılmış olup, 9 adet *Salmonella* spp. izolatın 4 (%44,4) tanesinin *S.* Enteritidis, 3 (%33,3) tanesinin *S.* Typhimurium, 1 (%11,1) tanesinin *S.* Infantis ve 1 tanesinin de *S.* Dublin olduğu tespit edilmiştir.

Zahli ve diğerleri (2022), kanatlı etlerinden izole ettikleri 61 tane *Salmonella* spp. izolatının serotiplendirmesinde birincil olarak *S.* Hadar’a rastlamıştır. Onu takiben en sık izole edilen ikinci serotipin *S.* Typhimurium ve *S.* Chester’a ait olduğu tespit edilmiştir.

Sin ve diğerleri (2020), Kore’de tavuk etleri üzerinde yaptıkları çalışmada 2017-2018 yılları arasında izole ettikleri 57 adet *Salmonella* izolatını kullanmışlardır. İzolatların *S.* Albany (n=25), *S.* Virchow (n=10), *S.* Panama (n=8), *S.* Montevideo (n=6), *S.* Enteritidis (n=3), *S.* Senftenberg (n=3) ve *S.* Infantis (n=2) olmak üzere toplam 7 farklı serotipten oluştuğu rapor etmişlerdir.

Afshari ve diğerleri (2018), 10 adet etlik piliç sürüsünden kümeleme yöntemi ile 100 adet örnek toplamışlardır. Kültür yöntemi kullanılarak 14 *Salmonella* spp. (%14) izole edilmiş ve PCR ile doğrulamaları yapılmıştır. Serotiplendirme aşamasında ise izole edilen 14 izolatın 6 tanesinin *S.* Enteritidis ve 5 tanesinin ise *S.* Typhimurium olduğu belirlenmiştir. Kalan 3 izolatın ise tür bazında *S.* Enteritidis ya da *S.* Typhimurium olarak tanımlaması yapılamamıştır.

Günaydın ve diğerleri (2017), Veteriner Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Bakteriyolojik Teşhis Laboratuvarı’nda 2009-2011 yılları arasında izole edilen 907 adet *Salmonella* spp. izolatı ile çalışmışlardır. Multiplex-PCR ile serotiplendirme sonucunda 907 adet izolattan 132 adet *S*. Enteritidis, 60 adet *S.* Virchow, 27 adet *S.* Braenderup, 15 adet *S*. Richmond, 14 adet *S*. Anatum, 10 adet *S.* Typhimurium,7 adet *S.* Breedeney, 3 adet *S.* Abony, 2 adet *S*. Sandiego, 1 adet *S*. Heidelberg*,*1 adet *S.* Bsilla, 1 adet *S*. Israel, 1 adet *S*. Otmarschen, 1 adet *S*. Potsdam ve 1 adet *S*. Kapemba olmak üzere 15 farklı serotipten oluşan 276 izolat serotiplendirilmiştir.

Bu çalışmada %44,4 ve %33,3 oranlarında izole edilen *S*. Enteritidis ve *S.* Typhimurium suşlarının incelenen çalışmalardan Afshari ve diğerleri (2018) yaptığı çalışmayla benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalar ile bu çalışma arasında oluşan farkların ise numune sayısı, izole edilen suş çeşitliliği, kullanılan serotiplendirme tekniklerinin farklılığı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen izolatlardan üç tanesi hariç diğer izolatların tamamının en az 1 antibiyotiğe dirençli olduğu tespit edilmiştir. Meropenem’e izolatların hepsinin duyarlı olduğu belirlenmiştir. Antibiyotik direnç profili değerlendirildiğinde izolatların en çok %90,2 oranda Pefloksasin’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu düzeyi %78 ile Tetrasiklin, %51,2 ile Trimetoprim-sulfametoksazol, %48,8 ile Ampisilin ve Kloramfenikol, %21,9 ile Gentamisin dirençliliği izlemiştir. İzolatların en düşük düzeyde ise; %12,2 ile Aztreonam, %7,3 ile Seftazidim ve Sefotaksime’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bakılacak olduğunda 41 izolatın 38 tanesinin antibiyotik dirençliliği belirlenmiştir. İzole edilen *S.* Enteritidis izolatlarının %66,6’sı antibiyotik direnç profili sergilerken, bu oran *S.* Typhimurium izolatlarında %94 olarak belirlenmiştir. Bu 38 izolattan ise 28(%73,7) tanesinin MDR’li olduğu tespit edilmiştir.

Atabey (2020), tarafından Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada *S.* Enteritidis izolatlarının Ampisilin, Gentamisin, Trimetoprim-sulfametoksazol, Seftazidim ve Meropenem’in aralarında olduğu toplam 11 antibiyotiğe direnç gösterirken, Kloramfenikol, Tetrasiklin ve Sefotaksim’e direnç geliştirmedikleri bildirilmiştir. *S.* Typhimurium izolatlarının ise Ampisilin, Trimetoprim-sulfametoksazol ve Meropenem’in aralarında olduğu toplam 8 antibiyotiğe karşı direnç gösterirken, Gentamisin, Kloramfenikol, Tetrasiklin, Sefotaksim ve Seftazidim’e karşı direnç geliştirmedikleri rapor edilmiştir.

Sarıçam ve İnce (2022), tavuk orijinli 200 adet *S.* Enteritidis izolatının antibiyotik direnç profilini incelemek için bir çalışma yapmıştır. İzolatların %57’sinin Gentamisin, Sefoksitin, Seftazidim, Sefotaksim, Seftriakson, Meropenem, Ampisilin, Kloramfenikol, Nalidiksik asit, Siprofloksasin, Sülfonamidler, Trimetoprim, Trimetoprim-sülfametoksazol ve Tetrasiklin’e duyarlı, %39’unun ise en az bir antibiyotiğe dirençli olduğunu rapor etmişlerdir.

Bozkurt (2018), 22 adet çiğ tavuk etinden izole edilen 6 *Salmonella* spp. izolatının Kloramfenikol’e %83,3 oranında duyarlı, Tetrasiklin’e %100 oranında duyarlı, Ampisilin’e %66,7 oranında dirençli, Sulfametoksazol’e %83,3 oranında dirençli olduğunu rapor etmiştir.

Babacan ve Karadeniz (2019), paketli olarak satışa sunulan 100 adet kanatlı eti örneğinden izole ettikleri 35 adet (%35) *Salmonella* spp. izolatının tamamının Gentamisin’e, 29 tanesinin (%82,8) Tetrasiklin’e, 20 tanesinin (%57,1) Ampisilin’e, 6 tanesinin (%17,1) Kloramfenikol’e, 3 tanesinin (%8,5) ise Trimetoprim-sulfametoksazol’e dirençli olduğunu rapor etmişlerdir.

Inbaraj ve diğerleri (2022), Hindistan’nın farklı bölgelerinden 1994-2017 yılları arasında izole edilen ve Ulusal Salmonella Merkezi Bakteriyoloji ve Mikrobiyoloji Bölümü Hint Veteriner Araştırma Enstitüsü’nde muhafaza edilen 271 adet *S. enterica* izolatlarının antibiyotik dirençliliklerini araştırmışlardır. Genel olarak 271 izolatın 133 tanesinin (%49,0) antibiyotiklere direnç gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada antibiyotik dirençliliği araştırılan serotiplerin baskın olarak *S.* Typhimurium (n=87), *S.* Kentucky (n=40) ve *S.* Enteritidis (n=12) olduğu bildirilmiştir. Kanatlı izolatlarının genel olarak Nalidiksik Asit (%50,6), Tetrasiklin (36,3), Ampisilin (%30,8) ve Streptomisin’e (%29,4) karşı direnç gösterdiği belirtilmiştir. Elde edilen *S.* Typhimurium’un tüm izolatlarının tamamının Kloramfenikol’e duyarlı olduğu rapor edilmiştir. MDR’li suşların ise *S.* Kentucky izolatlarında çok daha yüksek (%92,5), diğer serotiplerde %26,3 ve *S.* Typhimurium izolatlarında %12,6 olduğu belirtilmiştir.

Zahli ve diğerleri (2022), Fas’ın Tetouan bölgesinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri 61 adet *Salmonella* spp. izolatını 30 farklı antibiyotik açısından değerlendirmişlerdir. İzolatlardan 4 tanesi haricinde diğer bütün izolatların en az bir antibiyotiğe direnç gösterdikleri rapor edilmiştir. İzolatların %71,4 oranında iki veya daha fazla antibiyotiğe direnç gösterdiği, 16 izolatın ise çoklu ilaç direnci profili sergilediği belirtilmiştir. İzole edilen suşların özellikle kinolonlara onu takiben Ampisilin ve ise Trimetoprim-sulfametoksazol’e direnç gösterdiği bildirilmiştir.

Sin ve diğerleri (2020), izole ettikleri 57 izolatın toplam 20 adet antibiyotiğe olan dirençlilik profillerini araştırmışlardır. İzolatların 43 tanesinin (%75,4), en az bir antibiyotiğe dirençli olduğu belirlenmiştir. Ampisilin (n=29; %50,9), Tetrasiklin (n=24; %42,1), Trimetoprim-sulfametoksazol (n=19; %33,3) ve Kloramfenikol (n=19; %33,3) en yüksek direnç oranlarına sahip antibiyotikler olarak belirlenmiştir. *S.* Albany’ın 20 izolatı, *S.* Virchow‘un 7 izolatı, *S.* Enteritidis’in 1 izolatı, *S.* Infantis’in ise 1 izolatı MDR’li suş profili sergilemişlerdir.

USKP (2018), raporuna göre ise *Salmonella* suşlarının Sulfametoksazol ve Nalidiksik Asit’e karşı en çok direnç gösterdiği rapor edilmiştir. Onu takiben Trimetoprim, Tetrasiklin ve Ampisilinin en yüksek dirençlilik gösterilen antibiyotikler olarak bildirilmiştir. Bunun yanı sıra en düşük oranda direnç tespit edilen antibiyotiğin ise Sefotaksim olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bütün çalışmalar incelendiğinde genel olarak antibiyotik dirençliliğinin Dünya çapında önemli bir problem olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır. Çalışmalarda bazı farklılıklar bulunsa da suşların genel olarak yüksek oranda Ampisilin, Tetrasiklin, Trimetoprim-sulfametoksazol ve Kloramfenikol’e karşı direnç geliştirdiği söylenebilmektedir. Artan antibiyotik dirençliliğinin yanı sıra etkenin dirençli olduğu antibiyotik çeşitliliğinin de arttığı gözlemlenmiştir. Antibiyotiklerin yanlış ve kontrolsüz kullanımının devam etmesi sonucu bu durumun daha tehlikeli bir hal alacağı öngörülmekte ve halk sağlığı açısından gerekli önlemlerin alınması gerektiği düşünülmektedir. İlaçların daha bilinçli kullanımı, antibiyogram kullanılarak antibiyotiklerin kullanılmasının direnç oluşumunun önüne geçmesinin yanı sıra genel olarak üretim hattında alınacak önlemlerin, gıda güvenlik sistemlerinin kullanımının, üretimde özellikle HACCP programına uyulmasının patojen mikroorganizmaların oluşmasını engellemesinde ne kadar önemli olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır.

# SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yapılan konvansiyonel analizler sonucunda incelenen 160 adet numunenin 43 (%26,87) tanesinden *Salmonella* spp. izole edilmiştir. İzole edilen bu 43 adet izolatın 23 (%43,39) tanesinin kanat eti, 12 (%22,64) tanesinin derisiz göğüs eti ve 8 (%14,81) tanesinin but eti olduğu belirlenmiştir. Elde edilen izolatların *S.* Enteritidis ve *S.* Typhimurium serotiplerine spesifik PCR işlemleri yapılmıştır. İncelenen 43 izolattan 41 tanesinin PCR ile doğrulaması yapılmıştır. PCR tekniği ile doğrulanan 41 izolattan 36 tanesinin (87,80) *S.* Typhimurium, 3 tanesinin (%7,31) *S.* Enteritidis ve 2 tanesinin (%4,87) ise *S.* Enteritidis+*S.* Typhimurium olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen izolatlardan üç tanesi hariç diğer izolatların tamamının en az 1 antibiyotiğe dirençli olduğu tespit edilmiştir. Meropenem’e izolatların hepsinin duyarlı olduğu belirlenmiştir. Antibiyotik direnç profili değerlendirildiğinde izolatların en çok %90,24 oranda Pefloksasin’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu düzeyi %78 ile Tetrasiklin, %51,21 ile Trimetoprim-sulfametoksazol, %48,78 ile Ampisilin ve Kloramfenikol, %21,95 ile Gentamisin dirençliliği izlemiştir. İzolatların en düşük düzeyde ise; %12,19 ile Aztreonam, %7,31 ile Seftazidim ve Sefotaksime’e dirençli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak irdelendiğinde izole edilen 41 izolatın 38 tanesinin antibiyotik dirençliliği belirlenmiştir. İzole edilen *S.* Enteritidis izolatlarının %66,6’sı antibiyotik direnç profili sergilerken, bu oran *S.* Typhimurium izolatlarında %94 olarak belirlenmiştir. Bu 38 izolattan ise 28(%73,68) tanesinin MDR’li olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak gıdalarda bulunmaması gereken *Salmonella* spp.’lerin yukarıdaki oranlarda izole edilmiş olması halk sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. *Salmonella* pozitifliğinin azaltılması ve bu amaçla bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir. *Salmonella* serotiplerinin konak bariyerlerini geçip enfeksiyon başlatma ve hastalık oluşturma kabiliyetinin anlaşılması, enfeksiyon oluşumunu önlemede büyük önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra koruma ve kontrol adı altında biyogüvenlik önlemleri, mevzuatlar, tedavi, aşılama, yem ve su hijyeni, yem katkıları, yarışmacı dışlama ve genetik seleksiyon gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması faydalı olabilmektedir (Günaydın ve Şen, 2012).

Gıda işletmelerinde genel olarak yapılan temizlik işleminden sonra ortamda kalmaya devam eden mikroorganizmalar çoğalmaya devam etmekte ve sonraki üretimde kontaminasyona sebep olabilmektedir. Bu nedenle temizlik işleminden sonra mutlaka dekontaminasyon işlemi uygulanmalıdır. Uygulanan dekontaminasyon ile *Salmonella* etkenlerinin yıkımlanması ya da etki edemeyecek düzeye indirgenmesi sağlanmalıdır. Bununla birlikte personele uygun eğitimin verilmesi, alet ekipmanın kontrolünün yapılması ve etkili bir işletme hijyen programının oluşturulması gerekmektedir. Bunlara ek olarak işletmede HACCP programı uygulaması yapılması, sorun teşkil eden noktaların belirlenmesi önem arz etmektedir (Çetinkaya, 2017; Ağırdemir, 2019).

Serotiplerin çoğunluğunun antibiyotik dirençli profil sergilemiş olması ve MDR’li serotipler izole edilmesi dünyada önemli bir sorun olarak kabul edilen antibiyotik dirençliliğini bir kez daha vurgulamaktadır. Bu problemin önüne geçme amacıyla antibiyotik kullanımının kontrollü olması, uygunsuz antibiyotik kullanımından kaçınılması, gıdaların üretim ve tüketime hazırlanma aşamalarında gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntılarının belirlenmesi ve kalıntı izleme programlarının oluşturulması halk sağlığına katkı sağlayacaktır. Buna ek olarak Türkiye’de bölgelere göre serotiplerin direnç profillerinin belirlenmesi tedavi aşamalarını belirlemek açısından önem arz etmektedir.

# KAYNAKLAR

Afshari A., Baratpour A., Khanzade S., Jamshidi A. (2018). *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium Identification in Poultry Carcasses. *Iranian Journal of Microbiology*, *10*(1): 45-50.

Ağırdemir O. (2019).*Ozon, Sodyum Hı̇poklorı̇t, Levulı̇nı̇k Ası̇t ve Laktı̇k Ası̇t ile Broı̇ler Karkaslarında Salmonella Typhimurium’un Dekontamı̇nasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

Aksoy A., Gülmez M., Güven A. (2013). Kanatlı Kesimhanelerinde Karkas Dekontaminasyonu. *Veteriner Tavukçuluk Derneği Mektup Ankara*, *11*(1), 3-10.

Al-Shattrawi HJ. (2018). *İnsan ve Hayvanlardan İzole Edilen Salmonella’ların Antibiyotik Duyarlılıkları, Serotipleri ve PZR ile Tiplendirilmeleri*. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, 2018, Konya.

Alvarez J., Sota M., Vivanco A. B., Perales I., Cisterna R., Rementeria A., Garaizar J. (2004). Development of a Multiplex PCR Technique for Detection and Epidemiological Typing of *Salmonella* in Human Clinical Samples. *Journal of Clinical Microbiology,* *42*: 1734-1738.

Arkalı A. (2020). *Elazığ ve Civarındaki Tavuklardan İzole Edilen Salmonella Etkenlerinin Moleküler Karakterizasyonu ve Antibiyotik Direnci*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Arslan A. (2013). *Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi.* (2. Baskı). Malatya:Medipres.

Asal Ulus C. (2019). *Organı̇k Tavuk Parça Etlerı̇nde Salmonella Serotı̇plerı̇ İle İzolatlarda Antı̇bı̇yotı̇k Dı̇renç Profı̇lı̇nı̇n Belı̇rlenmesı̇.* Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Asal Ulus C. (2021). *Salmonella* Bakterisinin Gıdalarda Varlığı. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi, 6*(1):28-34. doi: 10.47115/jshs.695685

Atabey C. (2020). *Tekı̇rdağ’da Satışa Sunulan Bazı Hayvansal Ürünlerde Salmonella spp., Escherichia coli ve Listeria monocytogenes Prevalansının Belı̇rlenmesı̇ Ve Suşların Antı̇bı̇yotı̇k Duyarlılıkların Saptanması.* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Aydemir Atasever M. (2011).*Kıymalarda Bazı Patojenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Babacan O., Karadeniz H. (2019). Çiğ Tavuk Etlerinden İzole Edilen *Salmonella* spp. Suşlarının Antibiyotik Duyarlılıklarının Araştırılması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 90*(2): 105-114. doi:10.33188/vetheder.497569

Baeza E., Guillier L., Petracci M. (2022). Review: Production Factors Affecting Poultry Carcass and Meat Quality Attributes. *Animal*, 16.

Barbut S. (2015). *The Science of Poultry and Meat Processing*. Guelph, Ontario, Canada.

Barış A. (2011). *Kanatli Etleri̇nden Farklı Yöntemler Kullanılarak Campylobacter Spp.’nin İzolasyonu ve İzolatların mPCR (Multi̇plex Poli̇merase Chai̇n Reacti̇on)’la İdenti̇fikasyonu.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Barker D., Lankhaar J., Stals P. (2004). Primary Processing of Poultry. Mead G. C. (Ed.), *Poultry Meat Processing and Quality*, (PP. 90-107), Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge.

Bhat KA., Manzoor T., Dar MA., Farooq A., Allie KA., Wani SM., Dar TA., Shah AA. (2022). *Salmonella* Infection and Pathogenesis. S. B. Bhardwaj (Ed.), *Enterobacteria* (PP. 1-15). doi:http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102061

Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Derneği [BESD-BİR]. (2023). <http://www.besd-bir.org/istatistikler> adresinden erişildi.

Bordoni A., Danesi F. (2017). Poultry Meat Nutritive Value and Human Health. Berri C (Ed.), *Poultry Quality Evaluation*, (PP. 386), Woodhead Publishing.

Bozkurt B. (2018). *Çiğ ve Yarı-Pişmiş Bazı Et Ürünlerinde Salmonella Spp. Ve Staphylococcus Aureus’un Belirlenmesi Ve Antibiyotik Dirençliliklerinin Araştırılması.* Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.

Centres for Disease Control and Prevention [CDC]. (2023). <https://wwwn.cdc.gov/foodnetfast/>, adresinden erişildi.

Ceyhun Sezgin A. (2020). Gıda Güvenliği Açısından Tehlike Oluşturan Bazı Bakteriler ve Sağlık Üzerinde Etkileri. *Journal of Global Food Research*, *1*(1): 9. doi:10.29226/TR1001.2020.227

Chattaway MA., Langridge GC., Wain J. (2021). *Salmonella* Nomenclature in The Genomic Era: A Time for Change. *Scientific Reports, 11*:7494. doi:http://doi.org/10.1038/s41598-021-86243-w

Chlebicz A., Slizewska K. (2018). Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Rewiew. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*, 863. doi:10.3390/ijerph15050863

Çakmak Ö. (2009). *Hi̇ndi̇ Etleri̇nde Campylobacter jejuni’ni̇n Kültür Tekni̇ği ve PCR ile Saptanması*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çelik SN. (2021). *Tı̇carı̇ Olarak Satılan Paket Tavuklarda Salmonella Spp. Ve Camyplobacter Spp. Varlığının Araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Çevik Telekoğlu M. (2019). *Piyasada Satılan Etlerde Salmonella spp. ve E. Coli O157:H7 Varlığının Araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Çetinkaya N. (2017). *Kanatlı Kesim Hattında Kullanılan Bazı Alet ve Ekipmanların Sanitasyon İşleminin Kontrolü*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Demiraslan Aydın Ö. (2018). *Tavuk Etı̇nde Salmonella Enteritidis’ı̇n Gelı̇şı̇mı̇ Üzerı̇ne Salmonella Enteritidis Bakterı̇yofajlarının Etkı̇sı̇*. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Dümen E., Aydın A., Issa G. (2015). Prevalence, Serological Typing and PCR Sensitivitiy Comparision of *Salmonella* Typhimirium, *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* spp. Isolated from Raw Chicken Carcasses. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 21*(5): 653-658. doi:10.9775/kvfd.2015.12972

Ehuwa O., Jaiswal AK., Jaiswal S. (2021). *Salmonella* Food Safety and Food Handling Practices. *Foods, 10,* 907. doi:https://doi.org/10.3390/foods10050907

Erkmen O. (2010). Gıda Kaynaklı Tehlikeler ve Güvenli Gıda Üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 53,* 220-235.

European Comittee on Antimicrobial Susceptibility Testing [EUCAST]. (2023). *Antimicrobial Susceptibility Testing EUCAST Disk Diffusion Method,* 2020, <https://www.eucast.org/ast_of_bacteria/disk_diffusion_methodology> adresinden erişildi.

European Centrefor Disease Prevention and Control [ECDC]. (2022). *Salmonellosis Annual Epidemiological Report for 2021.*

European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control [EFSA]. (2019). *The European Union One Health 2018 Zoonoses Report.* EFSA Journal, 17(12), e05926.

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control [EFSA]. (2022). *The European Union One Health 2021 Zoonoses Report*. EFSA Journal, 20(12):7666.

Faruque O., Mahmud S., Munayem A., Sultana R., Molla T., Ali F., Wasim M., Sarker S., Evamoni FZ. (2019). Bacteriological Analysis and Public Health Impact of Broiler Meat: A Study on Nalitabari Paurosova, Sherpur, Bangladesh. *Advances of Microbiology, 9,* 581-601. doi:10.4236/aim.2019.97036

Ge H., Wang Y., Zhao X. (2022). Research on The Drug Resistance Mechanism of Foodborne Pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 162. doi:https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105306

Grant A, Hashem F, Parveen S. (2016). *Salmonella* and *Campylobacter*: Antimicrobial Resistance and Bacteriophage Control in Poultry. *Food Microbiology, 53*, 104-109.

Günaydın E., Şen S., Diker KS., Karataş Yani D., Kardoğan Ö., Müştak HK., Şahan Ö. (2017). Yaygın *Salmonella* Serovarlarının Moleküler Tekniklerle Tiplendirilmesi*. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 28*(2): 85-95.

Gürel Z., Aslan D. (2019).Halk Sağlığı Bakış Açısıyla Gıda Kaynaklı Krizler ve Önleme Yaklaşımları. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 76*(3), 361-376. doi:10.5505/TurkHijyen.2019.34711

Hariharan H., Murphy G.A., Kempf I. (2004). *Campylobacter jejuni*: Public Health Hazards and Potential Control Methods in Poultry: A Review. *Veterinary Medicine – Czech, 11*, 441-446.

Inbaraj S., Agrawal RK., Thomas P., Mohan C., Agarwal S., Verma MR., Chaudhuri P. (2022).Antimicrobial Resistance in Indian Isolates of NonTyphoidal *Salmonella* of Livestock, Poultry and Environmental Origin From 1990 to 2017. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases,* 80. doi:https://doi.org/10.1016/j.cimid.2021.101719

International Standardization Organization [ISO]. (2017). *Microbiology of the food chain — Horizontal Method For The Detection, Enumeration and Serotyping of Salmonella*. 6579-I, Switzerland.

Idris Badri Adam T. (2022). *Kanatlı Hayvanlarda Aşı Potansiyeli Olan Salmonella Enteritidis AroA ve ClpP Mutantlarının Geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

İkikat Tümer E., Akbay C., Koşum T., Ünal SA. (2016). Kahramanmaraş İli Kent Merkezinde Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketimi Etkileyen Faktörler. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 19*(4), 433-437.

İşleyici Ö., Sancak YC., Şireli UT. (2019). Kanatlı Etinin Besin Değeri ve Halk Sağlığı Açısından Önemi. *Mektup Ankara, 17*(4).

Kaur P., Rao R., Joshi R., Sain M. (2021). Quality Assesment of Microbial Load in Raw Poultry Meat from Retail Meat Outlets of Bikaner*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 10*(02): 510-514. doi:https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.059

Keskinoğlu H. (2019). *Yumurta ve Ürünlerinde Salmonella spp. Varlığı ve Antibiyotik Dirençliliğinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 81.

Klaharn K., Pichpol D., Meeyam T., Harintharanon T., Lohaanukul P., Punyapornwithaya V. (2022). Bacterial Contamination of Chicken Meat in Slaughterhouses and The Associated Risk Factors: A Nationwide Study in Thailand. *Plos One, 17*(6). doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269416

Koçak Kızanlık P. (2019). *Çeşitli Kaynaklardan İzole Edilen Staphylococcus aureus’un Bazı Virülens Özelliklerinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Kurul A. (2014). *Bursa Yöresinde Satışa Sunulan Kanatlı Etlerinde Salmonella spp. ve Esherichia coli O:157 H:7 Varlığının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Kutu A. (2017). *Kanatlılarda Salmonella Türlerinin İzolasyonu, Serotiplendirilmesi ve Antibiyotik Duyarlılıklarının Araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Küçük B. (2020). *Tavuk Orijinli Salmonella Enteritidis Suşlarında Siprofloksasin Direncinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Küçükbüğrü N., Acaröz U. (2020). Gıdalarda Antibiyotik Kalıntıları ve Halk Sağlığına Etkileri. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni, 11*(3):161-167. doi:10.38137/vetfarmatoksbulten.822713

Lin C. K., Tsen H. Y. (1996). Use of Two 16S DNA Targeted Oligonucleotides as PCR Primers for The Specific Detection of *Salmonella* in Foods. *Journal of Applied Bacteriology 80*: 659-666.

Maharjan S., Rayamajhee B., Chhetri VS., Sherchan SP., Panta OP., Karki TB. (2019).Microbial Quality of Poultry Meat in An ISO 22000:2005 Certified Poultry Processing Plant of Kathmandu Valley. *International Journal of Food Contamination, 6*:8. doi:https://doi.org/10.1186/s40550-019-0078-5

Mir IA., Kashyap SA., Maherchandani S. (2015). Isolation, Serotype Diversity and Antibiogram of Salmonella Enterica Isolated from Different Species of Poultry in India. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine, 5*(7): 561-567.

Müştak İB, Müştak HK. (2022). Detection and Differentiation of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium by Multiplex Quantitative PCR From Different Poultry Matrices. *British Poultry Science, 63*(2), 171-178. doi:https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1966751

O’Bryan CA, Ricke SC, Marcy JA. (2022). Public Health Impact of *Salmonella* spp. on Raw Poultry: Current Consepts and Future Prospects in The United States. *Food Control*, 132. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108539

Obe T., Nannapaneni R., Schilling W., Zhang L., McDaniel C., Kiess A. (2020). Prevalence of *Salmonella* Enterica on Poultry Processing Equipment After Completion of Sanitization Procedures. *Poultry Science, 99*:4539-4548. doi:https://doi.org/10.1016/j.cimid.2021.101719

Oludairo OO., Kwaga JKP., Kabir J., Abdu PA., Gitanjali A., Perrets A., Cibin V., Lettini AA., Aiyedun JO. (2022). A Review on *Salmonella* Characteristics, Taxonomy, Nomenclature with Special Reference to Non-Typhoidal and Typhoidal Salmonellosis. *Zagazig Veterinary Journal, 50*(2), 161-176. doi:10.21608/zvjz.2022.137946.1179

Onbüyük MA. (2019). *Yabani Kanatlılarda Salmonella spp. İzolasyonu ve Serotiplendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 23.

Özkan Ö. (2012). *Tavuk Orjinli̇ Termofi̇li̇k Campylobacter Türleri̇ni̇n Bi̇yofi̇lm Özelli̇kleri̇ ve Anti̇bi̇yoti̇k Duyarlılıkları.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Rahman HS., Mahmoud BM., Othman HH., Amin K. (2018). A Review of History, Definiton, Classification, Source, Transmission and Pathogenesis of *Salmonella*: A Model for Human Infection. *Journal of Zankoy Sulaimani 20*, 3-4.

Rouger A., Tresse O., Zagorec M. (2017). Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. *Microorganisms, 5*, 50. doi:10.3390/microorganisms5030050

Sağlam D., Şeker E. (2016). Gıda Kaynaklı Bakteriyel Patojenler. *Kocatepe Veterinary Journal, 9*(2): 105-113. doi:10.5578/kvj.23164

Sarıçam İnce S. (2022). *Türkiye’deki Tavuk Orijinli Salmonella Enteritidis Suşlarının MLVA ve PFGE ile Genotiplendirilmesi ve Antimikrobiyal Direncin Saptanması*. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Sepin Ö. (2020). *Afyonkarahı̇sar’da Satışa Sunulan Tavuk İç Organlarından Salmonella Spp. ve Lı̇sterı̇a monocytogenes’in İmmonomagnetı̇k Seperasyon Yöntemı̇yle İzolasyonu ve İzolatların Antı̇bı̇yotı̇k Dı̇rençlı̇lı̇ğı̇nı̇n Belı̇rlenmesı̇*. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Shaltout FA. (2020). Microbiological Quality of Chicken Carcasses at Modern Poultry Plant. *Journal of Nutrition and Food Processing, 3*(1), 1-6. doi:10.31579/2637-8914/018

Sher AA., Mustafa BE., Grady SC., Gardiner JC., Saeed AM. (2021). Outbreaks of Foodborne *Salmonella* Enteritidis in The United States between 1990 and 2015: An Analysis of Epidemiological and Spatial-Temporal Trends. *International Journal of Infectious Diseases, ,105*:54-61. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.022

Sin M., Yoon S., Kim YB., Noh EB., Seo KW., Lee YJ. (2020). Molecular Characteristics of Antimicrobial Resistance Determinants and Integrons in *Salmonella* Isolated from Chicken Meat in Korea. *Journal of Applied Poultry Research, 29*: 502-514. doi:https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.12.010

Skarp C. P. A., Hänninen M.-L., Rautelin H. I. K. (2016). Campylobacteriosis: The Role of Poultry Meat. *Clinical Microbiology and Infection, 22*(2), 103-109.

Şerbetçioğlu T. (2021). *Kasaplık Koyun Karkas, Yenilebilir İç Organ ve Fekal Örneklerinde Salmonella Prevalansının ISO 6579 ile Belirlenmesi ve Antimikrobiyal Direnç Profillerinin Saptanması.* Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

T.C. Resmi Gazete. (2022). *Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. 2018, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/10/20181009-2.htm> adresinden erişildi.

Tek B. (2020). *Klinik Örneklerden İzole Edilen Salmonella Suşlarının Serogrupları ve Antimikrobiyallere Direnç Durumları.* Uzmanlık Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Tekintaş Y., Yılmaz FF., Aydemir SŞ, Tünger A., Hoşgör Limoncu M. (2018).Investigation of the Antimicrobial Susceptibility Profile, Virulence Genes and Epidemiologic Relationship of Clinical *Salmonella* Isolates. *Turk J Pharm Sci, 15*(2): 207-211. doi:10.4274/tjps.32559

Tonbak F, Atasever M, Çalıcıoğlu M. (2017). Kanatlı Etlerinde *Salmonella* Riski. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi, 12*(1), 90-98. doi:10.17094/ataunivbd.309781

Türk Gıda Kodeksi [TGK]. (2022). *Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği.* 2006, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/07/20060707-11.htm> adresinden erişildi.

Uğur E., Bektaş A., Ulusoy M., Öner Z. (2021). Parabiyotikler, Postbiyotikler ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda, 46*(2):428-442. doi:10.15237/gida.GD20141

Uysal İA. (2013). *Poşet İçi Karkas Dekontaminasyon Metodunun Taze Poşet Piliçlerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Üre MA. (2018). *Kars Yöresinde Kazlarda Salmonella Enteritidis Antikorlarının Elisa ile Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.

Wardhana DK., Haskito AEP., Purnama MTE., Safitri DA., Annisa S. (2021). Detection of Microbial Contamination in Chicken Meat from Local Markets in Surabaya, East Java, Indonesia. *Veterinary World, 14*: 3138-3143. doi:https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.3138-3143

Waters WF., Baza M., Graham JP., Butzin-Dozier Z., Vinueza L. (2022). Antibiotic Use by Backyard Food Animal Producers in Ecuador: A Qualitative Study. *BMC Public Health, 22*:685. doi:https://doi.org/10.1186/s12889-022-13073-4

Wessels K., Rip D., Gouws P. (2021). *Salmonella* in Chicken Meat: Consumption, Outbreaks, Characteristics, Current Control Methods and the Potential of Bacteriophage Use. *Foods, 10*, 1742. doi:https://doi.org/10.3390/foods10081742

Xu C., Kong L., Gao H., Cheng X., Wang X. (2022). A Review of Current Bacterial Resistance to Antibiotics in Food Animals. *Frontiers in Microbiology, 13*:1-16. doi:10.3389/fmicb.2022.822689

Yang X., Huang J., Wu Q., Zhang J., Yang S., Wang J., Ding Y., Chen M., Xue L., Wu S., Gu Q., Zhang Y., Wei X. (2022). Occurrence Serovars and Antibiotic Resistance of *Salmonella* spp. in Retail Ready-To-Eat Food Products in Some Chinese Province. *Food Science and Technology*, 154. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112699

Yardımcı H., Aksoy A. (2014). Tavuklarda *Salmonella* İnfeksiyonlarının Kontrolü. *Etlik Vet Mikrobiyol Dergisi, 25*(2), 63-72.

Yavuz A., Azar İ., Özcan A., Çetin V. (2020). Hayvansal Gıdalarda Antibiyotik Kalıntıları. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi, 24*:8-15.

Yavuz M., Korukluoğlu M. (2010). *Listeria monocytogenes’*in Gıdalardaki Önemi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24*(1): 1-10.

Yıldırım Z., Ceylan Ş., Öncül N. (2015). Tokat Piyasasında Satışa Sunulan Tavuk Etlerinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda, 13*(4):304-316.

Yıldız A. (2018). *Etlik Piliç Yetiştiriciliğinin Geliştirilmesi Açısından Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıklarının İncelenmesi: Uşak İli Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.

Zahli R., Scheu AK., Abrini J., Copa-Patino JL., Naida A., Naida SS., Soliveri J. (2022).*Salmonella* Spp: Prevalence, Antimicrobial Resistance and Molecular Typing of Strains İsolated From Poultry in Tetouan-Morocco. *Food Science and Technology*, 153. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112359