

Gıda Kaynaklı *Salmonella* Etkenleri ve Antimikrobiyel Direnç

Kardelen Banu Sarı¹

H. Yeşim Can²

Özet

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, *Salmonella*'lar, diyare ile seyreden hastalıkların önemli küresel nedenlerinden birisi olarak bildirilmiştir. Kontamine kanatlı eti ve ürünleri başta olmak üzere, diğer hayvansal gıdalar ile bitkisel gıdalar gıda kaynaklı salmonelloza neden olmaktadır. Gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarından sorumlu tutulan serotiplerin çoklu antibiyotik direnci özelliği göstermesi, *Salmonella*'nın halk sağlığı ve gıda güvenliği yönünden önemini artırmaktadır.

1. Giriş

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, *Salmonella*'lar, diyare ile seyreden hastalıkların önemli küresel nedenlerinden birisi olarak bildirilmiştir (WHO, 2018). Kontamine kanatlı eti ve ürünleri başta olmak üzere, diğer hayvansal gıdalar ile bitkisel gıdalar gıda kaynaklı salmonelloza neden olmaktadır (Abd-Elghany ve ark., 2015; Zishiri ve ark., 2016; Romero-Barrios ve ark., 2020). Gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarındaki artış ile izole edilen etkenlerin çoklu antibiyotik direnç özelliği göstermesi, *Salmonella*'nın halk sağlığı ve gıda güvenliği yönünden önemini artırmaktadır (Aarestrup ve ark., 2003; Akan, 2008; Chuanchuen ve Padungtod, 2009; Abd-Elghany ve ark., 2015).

Salmonella'dan kaynaklanan gıda enfeksiyonlarının oluşmasında çiftlik hayvanları, yabani hayvanlar, yem maddeleri, hijyenik şartlar altında

1 Seher Entegre Tavukçuluk, 44210, Malatya; kardelenbanu@icloud.com, Orcid: 0000-0003-1621-5105

2 Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı; yesimcan@mku.edu.tr, Orcid: 0000-0002-5191-6268

üretilmeyen hayvansal gıdalar ve insanlar arasındaki etkileşim kritik öneme sahiptir. Salmonellozun dünya çapında yaygın bir gıda enfeksiyonu olmasının nedenleri arasında etkenin bugüne kadar 2500'ün üzerinde doğrulanmış serotipinin bulunması ile her gün yeni serotiplerin tanımlanması, etkenin ubiquiter özelliği ile çevresel koşullara karşı dirençli olması yer almaktadır (Ren ve ark., 2016; WHO, 2018). Dünyanın birçok yerinde insan sağlığını etkileyen iki önemli serotip *Salmonella* Typhimurium ve *Salmonella* Enteritidis olup, bunların dışındaki serotipler konak spesifik özellik göstermektedir (Aarestrup ve ark., 2003; Akan, 2008; Zishiri ve ark., 2016; Kahya Demirbilek, 2016). Bu kapsamda, Avrupa Birliği standartlarına göre, kanatlı eti üretiminde *S. Typhimurium* ve *S. Enteritidis* prevalansının %1'in altında olması hedeflenmektedir. Birincil üretimden başlayarak tüketiciye ulaşıncaya kadar tüm aşamalarda uygun hijyenik önlemler alınmadığı ve etkin kontroller yapılmadığı takdirde, *Salmonella*'lar gıda zincirine farklı yollarla bulaşabilmektedir (Anon, 2018). Dolayısıyla, gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonlarından halk sağlığının korunması amacıyla çiftlikten sofraya gıda güvenliğinin başarılı ve sürekli bir şekilde uygulanması, üretici ve tüketicilerin bu konuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

2. Genel Bilgiler

2.1. Tarihçe ve *Salmonella*'ların Genel Özellikleri

Salmonella türleri, ilk olarak 19. yüzyılın başlarında Fransa'da klinik patologlar tarafından insanlarda bağırsak ülserleri ile ilişkilendirilerek, daha sonra hastalık tifo (typhoid fever) olarak tanımlanmıştır. Daha sonra, Avrupa'da yürütülen klinik ve serolojik araştırmalar sonucunda, insanlarda ciddi hastalığa neden olan tifo etkenin, paratifo etkenleri ile yakın ilişkide olduğu belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak, 1885 yılında Amerika'da Salmon ve Smith tarafından yürütülen çalışmada *Bacillus choleraesuis* vebalı domuzlardan izole edilmiş ve bu bakterinin adı daha sonraki yıllarda *Salmonella* Choleraesuis olarak değiştirilmiştir. Yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde serolojik çalışmalarda büyük gelişmelerin elde edilmesiyle, *Salmonella*'lar somatik, flagellar ve kapsüller antijenler baz alınarak serotiplendirilmiştir (D'Aoust ve Maurer, 2007).

Salmonella'lar *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan, Gram negatif, fakültatif anaerob özelliğe sahip, sporsuz, çubuk şeklinde mikroorganizmalardır. *Salmonella* Gallinarum ve *Salmonella* Pullorum dışındaki diğer serotipler hareketlidir. Bu bakteriler mezofilik özelliğe sahip olup, genellikle 5 ile 47 °C'ler arasında üreyebilmekle birlikte, optimal üreme sıcaklığı 37 °C olarak belirtilmiştir (Jay ve ark., 2005; Telli ve ark., 2018).

Salmonella'lar glikozu yıkımlayarak asit ve gaz oluştururlar, ancak laktoz ve sakkarozu kullanamazlar. Sitrata tek karbon kaynağı olarak kullanırlar ve genellikle H_2S oluştururlar. Üreyi hidrolize edemezler, ancak nitratı nitrite indirger, lizin ve ornitini dekarboksile edebilirler (Vazgeçer ve Temiz, 2005; Tonbak ve ark., 2017; Anon, 2021).

2.2. Gıdalarda ve Bazı Çevresel Koşullarda Gelişimini Etkileyen Faktörler

Salmonella'lar çevresel koşullara dirençli olup, gıdalarda uzun süre canlılığını sürdürebilir (Yücel, 2020). Birçok mikroorganizma türü için geçerli olmakla birlikte, *Salmonella*'ların gıdalarda gelişimini gıdanın türü ve muhafaza koşulları etkilemektedir. Bu kapsamda, tuz *Salmonella*'nın üremesini engellerken, etkili konsantrasyonu sıcaklığa ve gıdanın gördüğü işlemlere bağlı olarak değişmektedir. Normal şartlarda, %3-4 tuz konsantrasyonunda *Salmonella*'ların gelişimi durmaktadır. Ancak, bazı serotipler %8 tuz konsantrasyonunda canlılığını sürdürebilmektedir (Mattick ve ark., 2000).

Salmonella'ların üremesi için optimal pH değeri 6.5-7.5 arasında olmakla birlikte, pH 4.5 ile 9.5 arasında da üreme yeteneğine sahiptir. *Salmonella*'lar 0.94-0.99 su aktivite değerindeki (a_w) gıdalarda gelişebilmekte ve bazı serotipler düşük a_w değerlerinde (0.93) canlı kalabilmektedir (Çizelge 1) (Mattick ve ark., 2000; Jay ve ark., 2005; D'Aoust ve Maurer, 2007; Erol, 2007).

Çizelge 1. *Salmonella*'ların gıdalarda ve bazı çevresel koşullarda gelişebilmesine yönelik limit değerleri (D'Aoust ve Maurer, 2007).

Parametre	Limit değerler	
	Minimum	Maksimum
Sıcaklık (°C)	5.2	46.2
pH	3.9	9.5
Su aktivitesi değeri (a_w)	0.94	> 0.99

2.3. Gıda Kaynaklı *Salmonella* İnfeksiyonları ve Semptomlar

Salmonella'lar en çok hayvansal gıdalardan izole edilmekle birlikte (kontamine kanatlı hayvan etleri, yumurta ve bunlardan yapılan ürünler, kırmızı et ve ürünleri, kontamine süt ve ürünleri), sebze ve meyveler de dahil birçok gıda insanlarda salmonelloza neden olabilir (Erol, 2007; Zishiri et al., 2016; Zhu et al., 2017). Klasik bir gıda infeksiyonu olarak bilinen

salmonellozda, gıdalarda çok az düzeylerde bulunabilen *Salmonella* etkenleri bu gıdaların riskli olarak kabul edilmesine neden olmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne göre, aşağıda belirtilen ürünlerde *Salmonella* spp.'nin analize alınan 25 g örnekte bulunmaması gerekmektedir (Anon, 2011).

- ✓ Süt, süt ürünleri ve süt bazlı ürünler,
- ✓ Yumurta ürünleri,
- ✓ Et ve et ürünleri,
- ✓ Balıkçılık ürünleri, canlı çift kabuklu yumuşakçalar, canlı deniz ürünleri,
- ✓ Et suyu tablet ve tozları, kuru formdaki çorbalar, çeşniler, krem şanti, soslar gibi toz ve tablet formdaki diğer gıda karışımları,
- ✓ Hububat ve fırıncılık ürünleri,
- ✓ Meyve ve sebzeler ile bunların işlenmiş ürünleri, meyve ve sebze suları,
- ✓ Özel beslenme amaçlı gıdalar (bebek formülleri ve ek gıdaları)
- ✓ Hazır yemekler,
- ✓ Kakao ve ürünleri, çikolata ve ürünleri,
- ✓ Baharat ve bitki karışımları,
- ✓ Çay, bitki ve meyve çayları ve bunların karışımları,
- ✓ Salata ve yemek sosları.

Salmonelloz vakalarında infeksiyöz doz genellikle 10^7 - 10^9 kob/g olarak bildirilmektedir (Jay ve ark., 2005). Gıda kaynaklı salgınlarda, bazı serotiplerin çok az sayıda alınması sonucunda da infeksiyon şekillenebileceği bildirilmiştir. Bu kapsamda, özellikle tüketime hazır gıdaların etkeni içermemesine dikkat edilmelidir (Erol, 2007; Abd-Elghany ve ark., 2015; Tonbak ve ark., 2017).

Salmonella'lar primer olarak hayvansal üretim sırasında kontamine yem ve su aracılığı ile, sekonder olarak ise gıda hazırlama birimlerindeki çapraz kontaminasyonlar sonucunda gıda zincirine dahil olmaktadır (Abd-Elghany ve ark., 2015; Kahya Demirbilek, 2016). Tifoid özellikle olmayan *Salmonella*'lar vücuda genellikle kontamine hayvansal gıdalar (çiğ ya da yetersiz pişmiş yumurta, kanatlı eti, kırmızı et, süt) ile alınarak, gıda infeksiyonlarına neden olmaktadır. Ayrıca, pastacılık ürünleri, krema, soslar, mayonez, sebze ve meyveler gibi birçok üründen izole edilebilmektedirler (Jay ve ark., 2005; Zishiri ve ark., 2016; Zu ve ark., 2017; WHO, 2018).

Gıda yoluyla alınan etkenler ilk olarak gastrointestinal sisteme etki ederler. Bağırsak epiteline kolonize olarak hücre içinde çoğalırlar. Daha sonra mezenteriyal lenf sistemi ile sistemik dolaşıma katılarak tüm vücuda yayılabilirler. Enfeksiyon vücutta yaygın olarak gastroenteritis şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gastrointestinal enfeksiyonlar asemptomatik olabildiği gibi, şiddetli bir diyare de gözlenebilmektedir (Abd-Elghany ve ark., 2015; Zishiri ve ark., 2016; Zhu ve ark., 2017). İnkübasyon periyodu 12-36 saat arasında değişmekle birlikte, bu sürenin bazen 5 saate düştüğü ya da 72 saate kadar uzadığı görülmektedir. Tipik semptomlar arasında baş ağrısı, halsizlik, kusma, abdominal kramplar, diyare ve 40 °C'lere varan ateş görülmektedir. Hastalık genellikle kendi kendini sınırlamakta, ancak bazı vakalarda diyare bir hafta veya daha uzun sürebilir. Bunun yanı sıra, bakteriyemi, septik artrit, kolesistit, endokardit, menenjit gibi ekstraintestinal semptomlara yol açmaktadır (Gündoğdu ve ark., 2017; Yücel, 2020).

İnsanlarda *Salmonella* enfeksiyonlarına daha çok toplu tüketim yerlerinde (okul, hastane, yemekhane, yaşlı bakım evleri gibi) rastlanmaktadır (İşeri ve Erol, 2009; Tonbak ve ark., 2017). Ülkemizde 2012-2016 yılları arasında, *Salmonella* Enteritidis %57,3-74,1 düzeylerinde olmak üzere, insanlardaki klinik vakalardan en çok izole edilen serotip olarak bildirilmiştir. Bu serotipi yıllara göre değişiklik göstermekle birlikte sırasıyla *Salmonella* Typhimurium (%3.0-8.5), *Salmonella* Infantis (%4.0-6.7), *Salmonella* Paratyphi (%3.8-3.2) ve *Salmonella* Kentucky (%3.8-2.7) izlenmektedir (Anon, 2018). *Salmonella* enfeksiyonlarında daha öncede belirtildiği üzere, kontamine gıdanın kimyasal içeriği önemli olup, düşük enfeksiyon dozuna ilişkin olarak ise, genellikle yağ içeriği yüksek gıdaların (çikolata, peynir ve et gibi) enfeksiyondan sorumlu olduğu belirtilmektedir (Anon, 2021).

Çizelge 2. Non-tifoidal *Salmonella* enfeksiyonlarından sorumlu tutulan serotipler ile izole edildiği ürünler (Jay ve ark., 2005).

<i>Salmonella</i> serotipleri	İzole edildiği ürünler
S. Javiana, S. Montevideo, S. Baidon	Taze domates
S. Poona	Kavun
S. Muenchen	Portakal suyu (pastörize edilmemiş)
S. Newport	Çiğ/ yetersiz pişirilmiş kıyma
S. Enteritidis	Çiğ/ yetersiz pişirilmiş yumurta
S. Tennessee	Çiğ süt
S. Oranienberg	Çikolata
S. Stanley	Yer fıstığı
S. Typhimurium, S. Derby	Sığır kıyması, domuz eti
S. Typhimurium, S. Agona, S. Dumfries, S. Enteritidis	Meşrubatlar

S. Enteritidis ve S. Typhimurium kanatlı eti ve ürünleri ile yumurtadan en çok izole edilen serotipler olmakla birlikte, salgınlarda diğer *Salmonella* serotipleri ise spesifik bir gıda ya da ürünle ilişkilendirilememiştir (Jay ve ark., 2005). Son on yılda ortaya çıkan salmonelloz vakalarında taze sebze ve meyvelerin de önemli bir aracı olduğu belirtilmiştir (D'Aoust ve Maurer, 2007).

2.4. *Salmonella* İnfeksiyonlarında Bulaşma Yolları

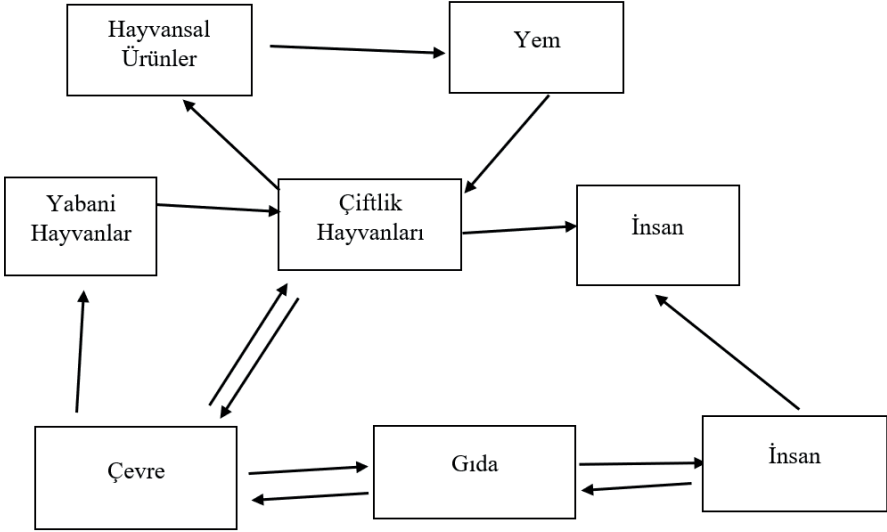
Salmonella'ların en önemli rezervuarı evcil ve yabani hayvanların gastrointestinal sistemleri olup, salmonellozis insanlarda genellikle kontamine hayvansal gıdalar başta olmak üzere, bitkisel orijinli gıdaların da tüketilmesi sonucunda ortaya çıkar. Salmonellozis'de fekal-oral bulaşma söz konusu olmakla birlikte, hastalığın genellikle asemptomatik seyrettiği infekte hayvanlarla temas ile de bulaşma olabilmektedir. Ayrıca, fekal-oral yolla insandan insana bulaşmanın da olduğu bildirilmektedir (Al-Shadefat, 2011; Kahya Demirbilek, 2016; Zishiri ve ark., 2016; WHO, 2018; Babacan ve Karadeniz, 2019).

Kanatlı eti ve ürünleri başta olmak üzere, kırmızı et ve ürünleri, taze sebze ve meyveler, su, tüketime hazır gıdalar *Salmonella* salgınlarına sebep olabilir. Hijyenik şartlarda hazırlanmayan ve yeterince pişirilmeyen (ürünün merkezindeki sıcaklığın 70 °C'ye ulaşmaması) et, tavuk ve bunların ürünlerinin tüketilmesi sonucunda *Salmonella* infeksiyonları gözlenebilir (İşeri ve Erol, 2009; Anon, 2017; WHO, 2016; WHO, 2018).

Kuluçka amacıyla enfekte kanatlı hayvan yumurtaları kullanıldığında vertikal bulaşma meydana gelir. Transovaryan bulaşma ise, ovulasyonu takiben ovumun enfekte olmasıyla oluşur. Etkenler ovulasyon esnasında yumurta içerisine girebilmekte ve yine dışkı ile bulaşık kabuk yüzeyinden de yumurta içine geçiş olabilmektedir. Dolayısıyla, kirli ve kırık yumurtaların tüketimi önlenmelidir (Jay ve ark., 2005; Kahya Demirbilek, 2016). Altlık, kontamine yem ve su, asemptomatik personel ve ekipmanlar aracılığı ile de etken kanatlılara taşınabilir. Yabani kuşlar, rodentler ve sinekler mekanik bulaşmada önemli rol oynar (Kutu, 2017; Tonbak ve ark., 2017; Anon, 2018).

Kanatlı hayvan kesiminde karkasın *Salmonella* ile kontaminasyonu fekal içerik ile kontaminasyondan, yine kesim zincirinde tüy yolma ve iç organ çıkarma aşamasındaki çapraz kontaminasyonlardan kaynaklanabilir (İşeri ve Erol, 2009; Zhu ve ark., 2017).

Salmonella'lar doğada yaygın olarak gözlemlenmekte olup, bu nedenle infeksiyon zincir halkası fazladır (Şekil 1). Özellikle hayvansal ürünlerin ve yemin uluslararası düzeydeki ticareti *Salmonella* etkenlerinin dünya çapındaki bulaşma zincirinden önemli oranda sorumludur (Jay ve ark., 2005). *Salmonella*'nın neden olduğu gıda infeksiyonlarının oluşmasında primer kontaminasyon önemli olmakla birlikte, özellikle ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, muhafazası ve transportu sırasındaki sekonder kontaminasyonlar (özellikle çapraz kontaminasyon) ve soğuk zincirin kırılması önem taşır (İşeri ve Erol, 2009; Abd-Elghany ve ark., 2015; Zhu ve ark., 2017). Dolayısıyla, gıda kaynaklı salmonellozun önlenmesinde tek bir işlem basamağı olmayıp, üretimden tüketime kadar olan bütün aşamalarda gerekli hijyenik önlemlerin alınmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 1. *Salmonella*'ların gıdalara bulaşma yolları (Al-Shadefat, 2011).

2.5. *Salmonella*'ların Antimikrobiyel Direnç Özellikleri

Patojen bakterilerde antibiyotiklere karşı çoklu direnç özelliğinin gelişmesi sonucu halk sağlığı açısından çeşitli riskler ortaya çıkabilmektedir. Basit olarak, bu bakterilerin gıdalarla alınması sonucu, insanlarda ciddi seyirli hatta ölümlü sonuçlanabilen gıda infeksiyonları ortaya çıkmaktadır. Antibiyotiklerin etki gücünün azalması ya da tümüyle etkisiz kalması söz konusu olabileceğinden, insanlarda çok sayıda hastalığın tedavi şansının giderek azalabileceği düşünülmektedir (Can ve Çelik, 2008; Chuanchuen ve Padungtod 2009; Zishiri ve ark., 2016; Zhu ve ark., 2017; Babacan

ve Karadeniz, 2019). Bunun sonucunda, günümüzde salmonelloz gibi antibiyotiklere dirençli infeksiyonlar ortaya çıkmaktadır. Kolistin, karbapeneme dirençli enterobakterilerin neden olduğu yaşamı tehdit eden enfeksiyonlar için son çare tedavi seçeneği olup, ancak kolistine dirençli bakteriler de bazı ülkelerde tespit edilmiştir (WHO, 2020).

Salmonella ve diğer gıda kaynaklı patojenlerde meydana gelen antibiyotik dirençliliği, konak hücre bölünmesi sırasında plazmidler, transpozonlar ve integronlar ile vertikal olarak geçtiği gibi, transdüksiyon, konjugasyon ve transformasyon aracılığıyla horizontal olarak da geçebilmektedir (Chen ve ark., 2004; Ren ve ark., 2017; Babacan ve Karadeniz, 2019).

Salmonella serotipleri arasında çoklu direnç gösteren fenotipler dünyada yaygın olarak bulunmaktadır (Aarestrup ve ark., 2003; Chen ve ark., 2004; Chuanchuen ve Padungtod 2009; Gündoğdu ve ark., 2017; Zhu ve ark., 2017). Amerika'da tahmini olarak her yıl tifoid olmayan *Salmonella*'lara bağlı olarak 1 milyonun üzerinde vaka görülmekte ve bu vakalarda 378 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu vakalardaki ölümlerin % 10'unun dirençli suşlardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Romero-Barrios ve ark., 2020). Daha önceki yıllarda gıda kaynaklı *Salmonella* infeksiyonlarında *S. Enteritidis* PT4 sıklıkla sorumlu tutulmakta, ancak son yıllarda Avrupa ve Amerika'da özellikle antibiyotiklere dirençli *S. Typhimurium* DT104'den meydana gelen infeksiyonların insidensinde bir artış gözlenmiştir. Çoğu DT104 izolatının ampisilin, kloramfenikol, streptomisin, sulfonamidler ve tetrasikline çoklu antibiyotik dirençliliği gösterdiği bildirilmiştir (Mattick ve ark., 2000; Chen ve ark., 2004). Ülkemizde klinik örneklerden izole edilen *Salmonella* serovarlarının %35.5'i *S. Enteritidis*, %32.8'i *S. Typhi*, %13.2'si *S. Typhimurium*, %7.9'u *S. Paratyphi* ve %1.3'ü *S. Choleraesuis* olarak tanımlanmıştır. *S. Enteritidis*'in çocuklardan, *S. Typhi*'nin ise yetişkinlerden daha fazla izole edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, izolatların %55.7'si ampisiline, %7.6'sı trimetoprim-sülfametoksazole, %7.6'sı siprofloksasine, %6.3'ü sefotaksime ve %1.3'ü kloramfenikole dirençli olarak bulunmuştur (Gündoğdu ve ark., 2017).

Antimikrobiyel direnç gösteren *Salmonella*'ların neden olduğu gıda kaynaklı infeksiyonlar genellikle kontamine hayvansal gıdalardan kaynaklanmaktadır (Abd-Elghany ve ark., 2015). Bu kapsamda yapılan çalışmaları incelediğimizde, araştırmaların genellikle kanatlı hayvanlar ile kanatlı eti ve ürünlerinde yürütüldüğü, *Salmonella*'ların antimikrobiyel direnç ve virülens özelliklerini yansıttığı görülmektedir.

Ülkemizde, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı"nın incelediğimizde, üretim tipine

göre broyler, yumurtacı ve hindi kümeslerinden izole edilen *Salmonella* suşlarında en yüksek dirençlilik sulfametaksazol ve nalidiksik aside karşı tespit edilmiştir. En düşük oranda direnç bulunan antibiyotik ise sefotaksim olarak bildirilmiştir (Anon, 2018).

Kutu (2017), *Salmonella* infeksiyonu şüphesi olan tavukların iç organlarından izole ettiği *Salmonella* Enteritidis suşlarının ampisiline ve penisiline karşı %100 oranında, sefotaksime ise %75 oranında dirençli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, *Salmonella* Typhimurium'da penisilin ve ampisiline karşı sırasıyla %100 ve %97 düzeyinde dirençlilik saptanmıştır.

Kahya ve ark. (2014), farklı yetiştirme dönemlerindeki yumurtacı tavuklardaki *Salmonella* serotipleri test edilen 24 antibiyotiğin 23'üne karşı dirençli olarak saptanmış ve en yüksek dirençlilik ise ampisilin (%100), neomisin (%100), penisilin G (%100) ve eritromisine (%95.45) karşı bulunmuştur.

Kayseri ilindeki kanatlı işletmelerinden toplanan ve salmonellozis şüpheli tavuklardan izole edilen *Salmonella* suşlarının %20'si ampsilin'e, %23'ü neomisin'e, %95'i eritromisin'e ve %100'ü penisilin'e karşı dirençli olarak bulunmuştur. En fazla duyarlılık ise, enrofloksasin, danofloksasin, gentamisin, trimetoprim-sülfametoksazol ve amoksisilin'e karşı saptanmıştır (Kılınç ve Aydın, 2006).

Tavuk, hindi ve bıldırcın dışıklarından izole edilen *Salmonella*'lar neomisin ve eritromisine %100 oranında dirençli olarak bulunurken, norfloksasin, danofloksasin ve streptomisine %100, florfenikole %97, oksitetrasikline %95, nitrofurantoin ve enrofloksasine %92, ampisilin ve amoksisiline %89, nalidiksik aside %83, gentamisin ve tetrasikline %67, trimetoprim-sülfametoksazole %51, penisilin G'ye %30 oranında duyarlı olarak tespit edilmiştir (Aksakal, 2003).

Konya ilindeki süpermarket ve kasaplarda tüketime sunulan tavukların karaciğer, taşlık, kalp, deri, baget ve kanat örneklerinde % 25.29 oranında *Salmonella* spp. tespit edilerek, izolatlarda klindamisin, oksasilin, teikoplanin, vankomisin, eritromisin, nalidiksik asit, penisilin G, sefalotin, sülfametoksazol-trimetoprim, tetrasiklin, ampisilin, kanamisin, kloramfenikol, amikasin, sefazolin, siprofloksasin ve gentamisine karşı değişik düzeylerde direnç saptanmıştır (Telli ve ark., 2018).

Yurt dışında yapılan bazı çalışmaları incelediğimizde, Aarestrup ve ark. (2003) Güneydoğu Asya ülkeleri (Malezya, Tayvan, Endonezya, Tayland, Vietnam), Avustralya, Danimarka, Yeni Zelanda ve Amerika'da değişik kaynaklardan elde edilen 503 *Salmonella* izolatu fenotipik ve genotipik olarak

antibiyotiklere dirençlilik yönünden incelenmiştir. İzolatların tümü seftiofur, siprofloksasin, kolistin ve gentamisine karşı duyarlı olarak saptanırken, ampisilin, kloramfenikol, tetrasiklin, sulfametaksazol, trimetoprim, nalidiksik asit, neomisin, streptomisine karşı dirençlilik tespit edilmiştir.

Chen ve ark. (2004) tarafından tavuk, hindi, domuz ve sığır kıyma örneklerinden toplam 133 *Salmonella* izolatu elde edilerek, bu izolatların test edilen antibiyotiklerden en az birine karşı dirençli olduğu ve 30 izolatta çoklu antibiyotik direnci tespit edilmiştir.

Chuanchuen ve Padungtod (2009) kanatlı ve domuzdan izole ettikleri 184 adet *Salmonella* izolatını, genotipik olarak antibiyotik direnç genlerinin varlığı yönünden incelediklerinde, tüm izolatların birden fazla antibiyotik direnç genini taşıdığı ve aynı zamanda fenotipik olarak, üç ya da daha fazla antibiyotiğe karşı da dirençli olduklarını bulmuşlardır. Özetle, izolatlarında hem fenotipik hem de genotipik olarak çoklu antibiyotik direncini saptamışlardır.

Abd-Elghany ve ark. (2015) yılında yaptıkları çalışmada, 200 adet tavuk ve ürünlerinde (tavuk karkas, baget ve tavuk sakatı) *Salmonella* prevalansı %34 olarak saptanmıştır. Elde edilen izolatlar PCR ile doğrulanarak, izolatların antimikrobiyel direnç özellikleri belirlenmiştir. İzolatların %92.8'inde çoklu antibiyotik direnci tespit edilmiştir. Ayrıca, izolatlar %100 düzeyinde eritromisin, penisilin ve amoksisiline karşı dirençli olarak belirlenmiştir.

Zishiri ve ark. (2016) tarafından 200 adet broyler örneğinin % 51'inde *Salmonella* PCR ile tespit edilmiştir ve izolatlarda 10 farklı antibiyotiğe karşı antibiyotik duyarlılık testi uygulandığında, tüm izolatların en az bir antibiyotiğe karşı dirençli olduğu bulunmuştur.

Ren ve ark. (2017) tarafından Çin'de marketlerdeki tavuk ve domuz eti örneklerinde *S. Typhi* (%41.6), *S. Enteritidis* (%20.8) ve *S. Typhimurium*'u (%18.7) izole etmişlerdir. *Salmonella* izolatlarının büyük çoğunluğu yani %93.7'si bir ya da daha fazla antibiyotiğe karşı dirençli olarak bulunmuştur. Çoklu antibiyotik direncine ise sadece tavuk etinden izole edilen izolatlarda rastlanılmıştır. Dirençli *Salmonella* izolatlarında antibiyotik direncinden sorumlu genlerin varlığını araştırdıklarında, izolatlarda en çok tetrasiklin direncinden sorumlu gen (*tetA* geni) tespit edilmiştir.

Yine, Çin'de Zhu ve ark. (2017) bir broyler kesimhanesinden aldıkları örneklerden (bağırsak içeriği, karkas, parçalanma aşamasından sonra alınan tavuk eti, dondurulmuş tavuk eti) toplam 189 adet *Salmonella* izolatu elde etmişlerdir. *Salmonella* prevalansı tüm örneklerde %30.14 düzeyinde

bulunmuştur. Örnekleri sırasıyla incelediğimizde, en fazla bağırsak içeriğinde % 47.9 düzeyinde, karkasta %18.7, parçalanma aşamasından sonra alınan tavuk eti örneğinde %33.1, dondurulmuş tavuk etinde ise %14 düzeyinde *Salmonella* saptanmıştır. Çalışmada konak spesifik olmayan serotipler yani *S. Typhimurium* ve *S. Enteritidis* predominant olarak bulunmuştur. Antimikrobiyel direnç profilinde, izolatların % 60.8'i çoklu antibiyotik direncine sahip olup, tetrasiklin ve sülfonamid direnç genleri sırasıyla izolatlarda %85.7 ve %97.8 düzeyinde bulunmuştur.

Kanada'da Romero-Barrios ve ark. (2020) tarafından kanatlı ve ürünlerinden izole ettikleri 1495 *Salmonella* izolatının yarısından fazlasının en az bir antibiyotiğe karşı dirençli olduğunu, en yüksek düzeyde direncin ise aminoglikozit, beta-laktam ve tetrasiklin grubundaki antibiyotiklere karşı olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, antibiyotik direncinin kanatlı kesimhane zinciri ve marketlerden aldıkları örneklerden elde ettikleri izolatlarda benzer düzeylerde olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, direnç noktasında serotipler arasında farklılıklar saptanmıştır.

2.6. *Salmonella* İnfeksiyonlarında Korunma ve Kontrol

Gıda kaynaklı *Salmonella* infeksiyonlarından korunmada etkili yöntemler kanatlı üretiminden başlayarak gıda zinciri boyunca aşağıdaki gibi sıralanmış olup, bu uygulamalara önem verilmelidir. Aksi taktirde, *Salmonella* prevalansı birincil üretimden başlayarak kesim sonuna doğru giderek artmaktadır (Akan, 2008; Anon, 2017; Tonbak ve ark., 2017; Zhu et al., 2017; Anon, 2018).

- ✓ Kanatlı üretiminde *Salmonella* kontrolü için etkili temel faktörler yem, su ve çevrenin kontrolü ile dezenfeksiyon işlemlerini kapsamaktadır.
- ✓ Öncelikle yem üretiminde olası bulaşma kaynaklarının belirlenerek bu faktörlerin elimine edilmesi gerekir. Bu amaçla, yemin mikrobiyolojik kontrollerinin yapılması yaygınlaştırılarak, damızlık kanatlı hayvanların *Salmonella* içermeyen yemlerle beslenmesi sağlanmalıdır.
- ✓ Damızlık kümeslerinde dezenfeksiyon işlemi 2-4 hafta arayla yapılmalıdır.
- ✓ Kümeslere giriş ve gübre çıkış kapıları ayrı olmalıdır.
- ✓ İşletme içerisinde ve çevresinde bulaşmada etkili olabilecek vektörlerin (fare, sinek, kuş, kedi, köpek ve diğer evcil hayvanların) kontrolünün sağlanması gerekir.

- ✓ Kümeslerde ve kuluçkahanelerde *Salmonella* tespit edildiğinde, gerekli dezenfeksiyon işlemi yapılarak, bir sonraki üretime kadar en az 4 hafta süre ile boş bırakılmalıdır.
- ✓ İşletmelerde suyun sanitasyonu sağlanmalıdır.
- ✓ Personel hareketliliği kontrol altına alınarak, personel hijyenine önem verilmelidir.
- ✓ Personeller düzenli olarak portör muayenesine tabi tutulmalıdır.
- ✓ Korunmada ve bulaşmada en önemli nokta çapraz kontaminasyonu önlemektir. Bu amaçla, kesimhanelerde Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP; Hazard Analysis and Critical Control Points) kurallarına uyulmalıdır.

Özetle, *Salmonella* dahil gıdalardaki diğer mikrobiyolojik tehlikelerden korunmak için, Dünya Sağlık Örgütü'nün gıda güvenliğini sağlamaya yönelik olarak yayınladığı beş temel hijyen kuralı (1. Temizlik ve dezenfeksiyon, 2. Çiğ ile pişirilmiş gıdanın birbiriyle temasının engellenmesi, 3. Gıdaların iyi pişirilmesi, 4. Gıdaların güvenilir derecelerde muhafaza edilmesi, 5. Güvenilir, hijyenik su ve hammaddenin kullanılması) benimsenmelidir (WHO, 2016).

3. Sonuç ve Öneriler

Kontamine gıda tüketimine bağlı olarak, bugün dünyada her yıl 550 milyon kişinin diyareden etkilendiği ve diyarel hastalıkların özellikle 5 yaşın altındaki çocuklarda daha sık görüldüğü belirtilmektedir (WHO, 2018). Dolayısıyla, gıda kaynaklı infeksiyonlar yeni doğanlarda, hasta bireylerde, çocuk ve yetişkinlerde ciddi seyirli ve ölümcül olabilmektedir.

Salmonella'lar diyarel hastalıkların en önemli küresel nedenlerinden birisi olarak görülmekte ve neden olduğu gıda kaynaklı infeksiyonlar hem halk sağlığı, hem de gıda güvenliği ve ekonomik açıdan halen güncelliğini korumaktadır. Bu kapsamda, çiftlikten sofraya kadar olan tüm aşamalarda gıdalarda *Salmonella* kontrollerinin çok dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Yine, kanatlı hayvan kümeslerinden *Salmonella*'ların elimine edilmesi için *Salmonella* kontrol programlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda, kümeslerde belirli aralıklarda ve düzenli olarak temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri yapılmalı, kesim aşamasında ise çapraz kontaminasyonları önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır. HACCP kurallarının tam olarak uygulanması halinde, *Salmonella*'dan kaynaklı risklerin en aza indirgenmesi mümkün olabilir. Gıdaların üretim proseslerindeki kritik kontrol noktalarının izlenmesi yanında, kontaminasyona neden olan hedef

mikroorganizmaların izlenmesi, antimikrobiyellere dirençli ve virülensi yüksek olan suşların belirlenmesi gerekmektedir.

Yine, gıda kaynaklı patojen bakterilerde ortaya çıkan çoklu antibiyotik direnci küresel bir halk sağlığı ve gıda güvenliği sorunudur. Plazmid kökenli aktif antibiyotik direnç mekanizmasına sahip olan patojen bir bakteri, bunu diğer patojen bakterilere de aktarabilir. Bu durumda, dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına neden olan antibiyotiğin etkinliği azalmakta ve sonuç olarak, günümüzde salmonelloz gibi antibiyotiklere dirençli infeksiyonlar ortaya çıkmaktadır. Etkili antimikrobiyeller olmadan infeksiyonların tedavi edilme şansı risk altına girmektedir. Bu durumun kontrol altına alınması ve önlenmesinde toplumun her kademesine önemli görevler düşmektedir.

4. Kaynaklar

- Aarestrup FM, Lertworapreecha M, Evans MC, Bangtrakulnonth A, Chalermaichait T, Hendriksen RS, Wegener HC.** Antimicrobial susceptibility and occurrence of resistance genes among *Salmonella* enterica serovar Weltevreden from different countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **2003**, 52(4): 715-8.
- Abd-Elghany SM, Sallam KI, Abd-Elkhalek A, Tamura T.** Occurrence, genetic characterization and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from chicken meat and giblets. *Epidemiology and Infection*, **2015**, 143(5): 997-1003.
- Akan M.** Kanatlılarda *Salmonella* İnfeksiyonları ve Kontrolünde Temel Prensipler. *Ankara Veteriner Tıbbı Derneği Dergisi*, **2008**, 6 (2): 3-4.
- Aksakal A.** Bazı Kanatlıların Dışkılarında *Salmonella* Türlerinin Varlığı ve Yaygınlığı ile Antibiyotiklere Duyarlılıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2003**, 14(1): 95-101.
- Al-Shadefat B.** Tüketim Sürecinde Döner Kebaplarda *Salmonella* spp. Varlığının Araştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, **2011**.
- Anonim.** Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, **2011**. Erişim: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-6.htm>. Erişim tarihi: 01.06.2021.
- Anonim.** *Salmonella*. Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, **2017**. Erişim: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/bulasici-hastaliklar/salmonella/salmonella-liste/salmonella.html>. Erişim Tarihi: 07.06.2021
- Anonim.** Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı, **2018**, Ankara. Erişim: <https://www.tarimorman.gov.tr>. Erişim tarihi: 01.06.2021.
- Anonim.** *Salmonella* Detection and Identification Methods for Food Processors, **2021**. Erişim: <https://www.rapidmicrobiology.com/test-method/salmonella-detection-and-identification-methods> Erişim Tarihi: 04.06.2021
- Babacan O, Karadeniz H.** Çiğ Tavuk Etlerinden İzole Edilen *Salmonella* spp. Suşlarının Antibiyotik Duyarlılıklarının Araştırılması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, **2019**, 90(2):105-114.
- Can, HY, Çelik, TH.** Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımı ve kalıntı riski. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, **2008**, 79(4): 35-40.
- Chen S, Zhao S, White DG, Schroeder CM, Lu R, Yang H, McDermott PE, Ayers S, Meng J.** Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Salmonella* serovars isolated from retail meats. *Applied and Environmental Microbiology*, **2004**, 70(1):1-7.
- Chuanchuen R, Padungtod P.** Antimicrobial Resistance Genes in *Salmonella* enterica Isolates from Poultry and Swine in Thailand. *Journal of Veterinary Medical Science*, **2009**, 71(10): 1349-1355,

- D'Aoust JY, Maurer J.** *Salmonella* species. In: Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 3rd Ed. Edited by MP Doyle and LR Beuchat, **2007**, ASM Press, Washington, D.C.
- Erol İ.** *Salmonella*. In: Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık, Ankara, **2007**, 60-70.
- Gündoğdu A, Kılıç H, Ulu-Kılıç A, Parkan ÖM, Yüce ZT.** Kayseri Bölgesinde Soyutlanan *Salmonella* Serovarlarının Dağılımı ve Antimikrobiyal Duyarlılıkları. *Klimik Dergisi*, **2017**, 30(1): 22-26.
- İşeri Ö, Erol İ.** Hindi Etinden Kaynaklanan Başlıca Bakteriye İnfeksiyon ve İntoksikasyonlar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2009**, 56(1): 47-54.
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA.** Foodborne Gastroenteritis caused by *Salmonella* and *Shigella*. Chapter 26. In: Modern Food Microbiology, Seventh edition, Edited by JM Jay, MJ Loessner, DA Golden, **2005**, Springer, USA.
- Kahya S, Tuğ Kesin B, Temelli S, Çarlı KT, Eyigör A.** Yumurtacı Tavuklarda *Salmonella* İzolatlarının Tanısı ve Tiplendirilmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2014**, 20(6): 939-944.
- Kahya Demirbilek S.** Tavuklarda *Salmonella* Enfeksiyonları ve Etkenin Türkiye ve Dünyadaki Etkilerine Genel Bir Bakış. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2016**, 1,2: 37-43.
- Kılınc Ü, Aydın F.** Kayseri Yöresindeki Tavukçuluk İşletmelerinden Toplanan Tavuklardan İzole Edilen *Salmonella* Türlerinin Antibiyotiklere Duyarlılıkları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, **2006**, 15(1):35-40.
- Kutu A.** Kanatlılarda *Salmonella* Türlerinin İzolasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, **2017**.
- Mattick KL, Jorgensen F, Legan JD, Cole MB, Porter J, Lappin-Scott HM, Humphrey TJ.** Survival and filamentation of *Salmonella* enterica Serovar Enteritidis PT4 and *Salmonella* enterica Serovar Typhimurium DT104 at low water activity. *Applied and Environmental Microbiology*, **2000**, 66(4): 1274-1279.
- Ren D, Chen P, Wang Y, Wang J, Liu H, Liu H.** Phenotypes and antimicrobial resistance genes in *Salmonella* isolated from retail chicken and pork in Changchun, China. *Journal of Food Safety*, **2017**, 37(2): e12314.
- Romero-Barrios P, Deckert A, Parmley EJ, Leclair D.** Antimicrobial Resistance Profiles of *Escherichia coli* and *Salmonella* Isolates in Canadian Broiler Chickens and Their Products. *Foodborne Pathogens and Disease*, **2020**, 17(11): 72-678.
- Telli AE, Biçer Y, Kahraman HA, Telli N, Doğruer Y.** Konya'da tüketilen tavuk eti ve iç organlarında *Salmonella* spp. varlığı ve antibiyotik direnci. *Eurasian Journal of Veterinary Science*, **2018**, 34 (3):164-170.

- Tonbak E, Atasever M, Çalıcıoğlu M.** Kanath Etlerinde *Salmonella* Riski. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi*, 2017, 12(1): 90-98.
- Vazgeçer B, Temiz A.** *Salmonella* İzolasyonu ve Tanımlaması. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 2005, 3(4):1-27.
- WHO (World Health Organization).** Five Keys to Safer Food Manual, 2016. Erişim: https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf. Erişim tarihi: 01.06.2021.
- WHO (World Health Organization).** Fact Sheets-*Salmonella* (non-typhoidal), 2018. Erişim: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)). Erişim tarihi: 01.06.2021.
- WHO (World Health Organization).** Fact Sheets-Antimicrobial Resistance, 2020. Erişim: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Erişim tarihi: 01.06.2021.
- Yücel, E.** *Salmonella* Enfeksiyonları, Tanı ve Tedavisi. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 2020, 12 (3): 133-139.
- Zhu Y, Lai H, Zou L, Yin S, Wang C, Han X, Xia X, Hu K, He L, Zhou K, Chen S, Ao X, Liu S.** Antimicrobial resistance and resistance genes in *Salmonella* strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China. *International Journal of Food Microbiology*, 2017, 259: 43-51.
- Zishiri OT, Mkhize N, Mukaratirwa S.** Prevalence of virulence and antimicrobial resistance genes in *Salmonella* spp. isolated from commercial chickens and human clinical isolates from South Africa and Brazil. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 2016, 83(1): a1067.