



Tavuklarda *Salmonella* Serovarları ve Antibiyotik Direnci

Nur Selcen SEVÜK AKKAYA^{1,a,✉}, Seyyal AK^{1,b}

¹İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE

^aORCID: 0000-0002-1593-8793; ^bORCID: 0000-0002-6687-8401

Geliş Tarihi/Received
02.01.2024

Kabul Tarihi/Accepted
11.03.2024

Yayın Tarihi/Published
30.06.2024

Öz

Hayvansal proteine yönelik talep sürekli arttığından kanatlı hayvan ürünleri (et ve yumurta), küresel gıda arzında kilit bir rol oynamaktadır. Kanatlı endüstrisinin bu talebe cevap oluşturmak amacıyla yoğun yetiştiricilik programları uygulaması ile ilişkilendirilen infeksiyöz hastalıklarda artışa sebep olmaktadır. Bu infeksiyöz hastalıklardan birisi de *Salmonella* türlerinin sebep olduğu salmonellozdur. Salmonelloz, kanatlı hayvan yetiştiriciliğinin en önemli infeksiyöz hastalıklarından biri olup aynı zamanda dünya çapında gıda kaynaklı bakteriyel zoonotik infeksiyonların önde gelen nedenlerinden biridir. Kümeslerde *Salmonella* serovarlarının neden olduğu infeksiyonların sağaltımında sıklıkla antibiyotikler kullanılmaktadır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde yapılan bilinçsiz ve yanlış uygulamalar *Salmonella* serovarlarında antimikrobiyal direnç gelişimine sebep olmaktadır. Özellikle çoklu ilaca dirençli *Salmonella* etkenleri, kanatlı hayvanlarda antimikrobiyal ilaç kullanımının bir sonucu olarak toplum sağlığı için de ciddi bir tehdit oluşturabilmektedir. Bu derlemenin amacı, güncel araştırmalar ile *Salmonella* serovarlarının yaygınlığı ve antibiyotik direnci hakkında bilgiler sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik direnci, *Salmonella* spp., tavuk

Salmonella Serovars and Antibiotic Resistance in Chickens

Abstract

Poultry products (meat and eggs) play a key role in the global food supply as the demand for animal protein is constantly increasing. The poultry industry's implementation of intensive breeding programs to respond to this demand causes an increase in infectious diseases. Salmonellosis, which caused by bacteria of the *Salmonella* species, is one of the most important infectious diseases of poultry farming and is also one of the leading causes of foodborne bacterial zoonotic infections worldwide. Antibiotics are frequently used in the treatment of infections caused by *Salmonella* serovars in poultry farms. Unconscious and incorrect practices of antibiotics in poultry farm cause the development of antimicrobial resistance in *Salmonella* serovars. Particularly multidrug resistant *Salmonella* agents can pose a serious threat to public health as a result of the use of antibiotics in poultry. This study aimed to provide information about recent studies related to the prevalence and antibiotic resistance of *Salmonella* serovars.

Key Words: Antibiotic resistance, chicken, *Salmonella* spp.

GİRİŞ

Küresel et tüketimi, yavaş yavaş hem düşük hem de yüksek gelirli ülkeler için daha sağlıklı, düşük maliyetli olan kümes hayvanlarına doğru kaymaktadır (1). Aynı zamanda bu hayvanlara ait ürünler (kanatlı eti ve yumurta) hayvansal protein ihtiyacını karşılamaktadır. Özellikle tavuk yetiştiriciliğinde, üretim sürelerinin kısa olması, birim alanda daha fazla hayvan bakılabilmesi bu sektöre talebin artmasına sebep olmaktadır. Hayvanların kalabalık ve sıkışık kümeslerde barındırılması gibi kanatlı yetiştiriciliğinde uygulanan yoğun yetiştiricilik yöntemleri infeksiyöz hastalıklarda artışa neden olmaktadır (2,3). Kanatlı endüstrisinde bakteriyel infeksiyonlar ağır ekonomik kayıplara yol açmaktadır (4). Özellikle de tavukçuluk işletmelerinde yüksek morbidite ve mortalite ile verim

kaybına sebep olan salmonelloz, en tehlikeli bakteriyel infeksiyonlar arasında yer almaktadır (5).

Salmonelloz dünya çapında yaygın zoonotik bir infeksiyondur (6). *Enterobacteriaceae* familyasında bulunan *Salmonella* cinsinin birçok serovarı salmonellozdan sorumludur (5). *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium ve *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis, geniş bir konak yelpazesine sahip *Salmonella*'nın en yaygın serotipleridir. *S. Typhimurium* tifoya benzer sistemik bir hastalığa neden olurken *S. Enteritidis* insanlarda akut gastroenteritin ana nedenidir. Bu serotiplerin dünya çapında en önemli gıda kaynaklı patojenler olduğu kabul edilmektedir (7). Kümes hayvanları ve bunların ürünleri *Salmonella* kontaminasyonunun önemli kaynaklarını oluşturur. Bu hayvanlar, insanlarda klinik hastalığa neden olabilen birçok *Salmonella* serotipinin

sağlıklı asemptomatik taşıyıcılarıdır (8,9). Salmonelloz, kam-pilobakteriyozdan sonra insanlarda en çok bildirilen gastro-intestinal infeksiyondur. Bununla beraber gıda kaynaklı sal-gınların başlıca nedeni arasında yer almaktadır (10). İnfeksi-yonun tedavisinde beşerî hekimlikte olduğu gibi veteriner hekimlikte de sıklıkla antibiyotikler kullanılmaktadır. Kümes-lerde *Salmonella* kaynaklı infeksiyonların yaygınlığı nede-niyle antibiyotiklerin tekrarlayan küçük dozlarda sıklıkla ve bilinçsizce kullanılması antibiyotik direncine yol açmaktadır (11,12). *Salmonella* türlerinde görülen antibiyotik direnci kü-resel ölçekte önemli halk sağlığı sorunlarından birini oluşturmaktadır. Özellikle çoklu ilaca dirençli *Salmonella* serovar-ları, kanatlı hayvanlarda antimikrobiyal ilaç kullanımından kaynaklı gıdalar aracılığıyla direncin aktarılabirliği sonucu beşerî hekimlik için de ciddi bir tehdit oluşturabilmektedir (13,14). Bu durum antibiyotiklerin infeksiyonların klinik teda-visinde etkisiz kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, *Salmo-nella* türlerindeki direnç, yatay gen transfer mekanizmaları yoluyla diğer patojenlere aktarılabilmektedir ve böylece çevre-sel patojenlerde de dirence sebep olmaktadır. Devam eden antibiyotik direnci, kümeslerde ve kanatlı üretim çiftlikle-rinde antimikrobiyal direnç genleri için önemli bir rezervuar görevi görmektedir (15). Bu derlemenin amacı, güncel araş-tırmalar ile *Salmonella* serovarlarının yaygınlığı ve antibiyotik direnci hakkında bilgiler sunmaktır.

ETİYOLOJİ

Salmonella cins adını 1884 yılında domuz bağırsaklarından o zamanki adıyla "*Bacillus choleraesuis*"i ilk izole eden veteri-ner hekim Daniel E. Salmon'dan almıştır (16). *Salmonella*, En-terobacteriaceae familyasına ait Gram negatif, fakültatif anaerob basil şeklinde bir bakteridir (17,18). *Salmonella* spp. katalaz pozitif, oksidaz negatif, sporsuz, kapsülsüz, 0.7-1.5 x 2.0-5.0 µm uzunluğuna sahiptir. Genellikle 6-8 peritrik kam-çıya sahip hareketli enterobakterilerdir. Ancak *S. Pullorum* ve *S. Gallinarum* karakteristik olarak hareket yeteneğine sahip değildir (17). *Salmonella* spp.'nin genel biyokimyasal özellik-leri içerisinde, katalaz, H₂S üretimi (*S. Paratyphi* A hariç), me-til red, lizin ve ornitin dekarboksilasyonu pozitif sonuç verir-ken oksidaz, laktoz, üreaz, indol, ONPG (laktozu sindirebilen beta galaktosidaz enzimleri) aktiviteleri negatif sonuç ver-mektedir. Ayrıca nitratı nitrite indirgeme yeteneğine sahip-tir. *Salmonella* etkenleri glikoz, mannitol ve mannozu fer-mente ederek asit ve gaz oluştururken laktoz, sakkaroz, sali-sin ve inositolü fermente edemezler (18-20).

Salmonella spp. bulunduğu ortam koşullarına hızla uyum sağlama yeteneğine sahip olan bir mikroorganizmadır (21). *Salmonella* spp. fakültatif anaerobtur (22). *Salmonella* etkenlerinin büyümesi için en uygun sıcaklık 37 °C'dir. Ancak 5 °C'den 45 °C aralığında da canlılığını sürdürebildikleri göz-lemlemiştir (16,19,22). Etken katı besiyerinde küçük, yuvar-lak, 2-4 mm çapında düzgün kenarlı, hafif kabarık ve parlak S tipinde koloniler oluşturmaktadır (22). *Salmonella* türleri ge-niş bir pH aralığında yaşayabilir (pH<3,8 ile pH 9,5). Optimum pH 6,5-7,5 nötre yakın olarak gerçekleşir (16,23). Gelişimi için en uygun su aktivitesi ise (aw) 0.99 olduğunda gerçekleş-mektedir (24).

SINIFLANDIRMA VE SEROTİPLENDİRME

Salmonella taksonomisi çok karmaşıktır. Yeni serotipler bu-lunmaya devam etmektedir, bu durum sınıflandırma daha da karışık hale getirmektedir. *Salmonella* türlerinde sınıflan-dırma hücre yapısında bulunan antijenlerin identifikasyo-nuna dayanan White Kauffmann-Le Minor şemasına göre ya-pılmaktadır. 1934 yılından bu zamana yeni serotiplerin de ka-tılmasıyla aktif olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ise şe-mada yaklaşık 2.700 *Salmonella* serotipi bulunmaktadır. (25,26).

Salmonella cinsi, *Enterobacteriaceae* familyasının bir üyesidir ve genetik olarak *S. enterica* ve *S. bongori* olmak üzere iki farklı türden oluşmaktadır (22). *S. enterica* türü ay-rıca altı alt türe ayrılmıştır, bunlar bazen Romen rakamlarıyla kısaltılarak kullanılmaktadır (I enterica, II salamae, IIIa arizo-nae, IIIb diarizonae, IV hountenae, VI indica). *Salmonella bongori*'nin bulunduğu günden bu yana ayrı bir tür olduğu tespit edilmesine rağmen, CDC sınıflandırmanın kolay ve pra-tik olması açısından *S. enterica* alttür (V) olarak adlandırmış-tır. *Salmonella enterica* alttür I (*S. enterica* subspecies ente-rica) içerisinde bulunan serovarlar sıcakkanlı hayvanlarda gö-rülen infeksiyonların %99'u gibi büyük bölümünü oluşturmaktadır. Aynı şekilde insanlardan izole edilen serovarların çok büyük bir kısmının (>99.5) *S. enterica* alttür I'e ait olduğu bilinmektedir (27,28). CDC tarafından *S. enterica* alttür I' deki serotipler için özel isimler kullanılırken, alt tür II, IIIa, IIIb, IV, VI ve V'de isimlendirilmeyen serotipler antijenik formüller kullanılarak belirlenmektedir. Alt tür I'deki serotiplerin adları genellikle serovarin ilk izole edildiği coğrafi bölgelerin adla-rından veya infeksiyonla ilişkili hastalıklardan oluşmaktadır. *Salmonella* isimlerinin uzun olması kullanımını zorlaştırarak karışıklık yaratması nedeni ile günümüzde uluslararası kabul görmüş kısaltmalar kullanılmaktadır. Serotipin ilk harfi genel-likle büyük yazılır ve kelime italik değildir. Örneğin *S. enterica* subsp enterica serovar London kısaca *Salmonella* London olarak da yazılabilir (29).

Salmonella spp. somatik O antijenleri, flagellar H anti-jenleri ve Vi kapsüler antijenlerine sahiptir. *Salmonella* izo-latları somatik (O) ve flagella (H) antijenlerine göre Kauff-mann White şeması kullanılarak serotiplendirilmektedir. Se-rotiplendirme, mikroorganizma türlerini antijenik bileşimle-rine göre farklı gruplara ayıran serolojik bir prosedürdür. *Sal-monella*'nın antijenik sınıflandırması geleneksel olarak yapı-sında bulunan bu 3 tip yüzey antijeniyle antikör reaksiyo-nuna dayanır. O antijeni *Salmonella* izolatının ait olduğu se-rogrubu belirlerken, H antijeni serovarı belirlemektedir. Se-rotiplendirme O ve H antijen genlerinin karakterizasyonu-la tahmin edilebilir. Kapsüler (Vi) antijeni yalnızca *S. Typhi*, *S. Paratyphi* C ve *S. Dublin*'de bulunur (16).

SALMONELLA SEROTİPLERİ VE EPİDEMİYOLOJİLERİ

Salmonella serovarları sıcakkanlı hayvanlar başta olmak üzere sürüngenler ve kaplumbağalar gibi soğukkanlı hayvan-ları da kapsayan geniş bir konakçı çeşitliliğine sahiptir (30,31). Bu serovarlar konakçı adaptasyonuna bağlı olarak; sadece insanlarda ve sadece hayvanlarda infeksiyona sebep olanlar ile konakçı spesifik olmayanlar olmak üzere 3 grupta

incelenmektedir. Grup 1 içerisinde, insanlarda tifoid ve paratifoid ateşe sebep olan *S. Typhi* ve *S. Paratyphi A* ve *B* serotipleri bulunmaktadır. Grup 2 ise, özellikle kanatlılarda Pullorum ve kanatlı tifosuna sebep olan *S. Pullorum* ve *S. Gallinarum*, atlarda *S. Abortus-equi*, sığırlarda *S. Dublin*, koyunlarda *S. Abortus-ovis* gibi sadece hayvanlarda infeksiyona yol açan *Salmonella* serotiplerini içerisine almaktadır. Grup 3 hem insanlarda hem de çeşitli hayvanlarda infeksiyona yol açabilen yani konakçı spesifik olmayan *Salmonella* serotipleridir. Örneğin tüm dünyada gıda zehirlenmelerin başlıca etkenleri olan *S. Enteritidis* ve *S. Typhimurium* bu grup içerisinde yer almaktadır. Ayrıca *S. Infantis*, *S. Hadar*, *S. Newport*, *S. Derby*, *S. Agona* gibi gastroenteritle karakterize gıda kaynaklı infeksiyonlara yol açan serotipler de bu grup içerisinde bulunmaktadır (18,32). Kanatlılarda ise infeksiyona yol açan serotipler konakçı spesifik ve konakçı spesifik olmayan serotipler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Konak spesifik olan serotipler sadece kanatlılarda infeksiyona neden olan *S. Pullorum*, *S. Gallinarum* ve *S. Arizonae* serotipleri iken, konak spesifik olmayan *Salmonella* serotipleri, geniş bir konakçı çeşitliliğine sahiptirler (22).

Kanatlı salmonellozu *S. Pullorum*, *S. Gallinarum* ve *S. Arizonae* ile paratifoid diğer etkenlerin neden olduğu birçok evcil ve yabani kanatlı türünü etkileyen, kümes hayvanlarında ağır ekonomik ve verim kayıplarına neden olan infeksiyöz bir hastalıktır (33). Kanatlılarda başlıca infeksiyon kaynağını infekte kanatlılar oluşturmaktadır. Bulaşma infekte kanatlıların sağlıklı olanlara direkt teması sonucu gerçekleşebilmektedir. Vertikal yolla bulaşma özellikle *S. Pullorum* ve *S. Gallinarum* infeksiyonlarının temelini oluşturmaktadır. Vertikal yolla bulaşmada etkenin ovuma yerleşmesiyle genital kanalın infeksiyonu sonucu yumurta kabuğu, yumurta akı ve sarısı yumurtlamadan önce kontamine olabilmektedir. Bu durum infekte kanatlı ile beraber sonraki kuşaklara da infeksiyonun aktarılmasına neden olmaktadır. Ayrıca etken ile kontamine alet ekipmanlar, kümes çalışanları, veteriner hekimler, kontamine yem ve kümes altlıkları, yabani hayvanlar infeksiyonun bulaşmasına sebep olmaktadır. Etken dışkıda ve kirliliği yüzeylerde uzun süre canlılığını koruyabilmekte bu nedenle infeksiyonun saçılmasında infekte hayvana ait dışkı büyük rol oynamaktadır (22,34,35). İnsanlarda ise özellikle çiğ veya iyi pişmemiş yumurta ve kanatlı etlerinin tüketilmesi infeksiyona yol açmaktadır. İnsan infeksiyonlarının büyük çoğunluğu etken ile kontamine tavuk ve tavuk ürünlerinden kaynaklandığı bilinmektedir. Bu durum ise bulaşmada tavukların önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium insanlarda salmonelloza sebep olan ve en sık görülen serotiplerdir. Kanatlılardan izole edilen bu serotipler insan sağlığı açısından da büyük önem taşımaktadır (34).

Salmonella enterica dünya çapında en önemli gıda kaynaklı patojenlerden biri ve bulaşıcı gastroenteritin önde gelen nedeni olmaya devam etmektedir (36). Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde, salmonelloz son on yılda kampilobakteriyozdan sonra en sık bildirilen ikinci zoonoz ve gıda kaynaklı salgınların başlıca sebebinin oluşturmaktadır (37). Nontifoid *Salmonella* dünya çapında her yıl yaklaşık 93 milyon gastroenterit vakası ve 155.000 ölüme neden olmaktadır (36). EFSA'nın 2020'de yayınladığı rapora göre insanlarda görülen

salmonelloz vakalarında izole edilen en yaygın üç serotipin *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* ve bunun monofazik varyantı olduğu rapor edilmiştir (37). 2022 yılında yayınlanan Tek Sağlık Zoonoz Raporunda ise Avrupa Birliği ülkelerindeki farklı hayvanlardan ve hayvansal gıda ürünlerinden alınan örneklerde izolatların yarısından çoğunun etçi tavuklardan izole edildiği bildirilmektedir. Bu raporda en sık karşılaşılan serovarların *S. Infantis*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, monofazik *S. Typhimurium* olduğu bildirilmektedir (38). Bu iki çalışma göz önüne alındığında insan ve tavuklarda izole edilen serotiplerin büyük bir kısmının ortak olduğu görülmektedir. Bu durum tavuklar ve bunlara ait et ve yumurta gibi ürünlerin insanlara infeksiyonun bulaşmasında rol oynayan önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir. AB ülkelerinde kümes hayvanlarında *Salmonella* serotiplerinin izlenmesi ve elde edilen bulgulara göre gerekli önlemlerin alınması amacıyla kontrol programları uygulanmaktadır. Uygulanan kontrol programları sonucunda *S. Enteritidis*'in prevalansında bir azalma olduğu görülmüştür (37). Ülkemizde de 2018 yılında halk sağlığı için önem arz eden *Salmonella* serotiplerinin sıklığının incelenmesi amacıyla Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı hazırlanmıştır. Bu kapsamda yapılan analizlerin sonucuna göre etçi tavuklarda baskın *Salmonella* serotipi *S. Infantis* iken, yumurtacı tavuklarda *S. Kentucky* olarak saptanmıştır (39).

Etken küresel bir dağılım göstermekte olup hem ülkemizde hem de Amerika, Avrupa, Asya, Avustralya gibi dünyanın farklı bölgelerindeki kanatlı hayvanlardan izole edildiği bildirilmiştir (40-44). İtalya'da 2017-2021 yılları arasında hayvanlar ve hayvansal gıdalardan alınan örneklerde toplamda 1050 *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Bu izolatların serotiplendirilmesi sonucunda 337 adet (%32.1) *S. Infantis*, 118 adet (%11.2) *S. Kentucky*, 64 adet (%6.1) *S. Typhimurium*'un monofazik varyantını içerdiği rapor edilmiştir. Hayvanlardan alınan *Salmonella* izolatlarının en yüksek oranda yumurta tavuklarından (%13.4) ve piliçlerden (%10.8) izole edildiği rapor edilmiştir. Gıdalardan alınan örneklerde ise *Salmonella* ana kaynağının yaklaşık %27 gibi bir oranla tavuk etine ait olduğu bildirilmiştir (40). Amerika Birleşik Devletleri'nin Florida eyaletinde yapılan bir çalışmada ise *Salmonella*'nın yaygınlığını ve serotiplerini belirlemek amacıyla farklı tavuk çiftliklerinde altlık örnekleri toplanmıştır. Toplanan 47 *Salmonella* izolatu içerisinde en yaygın görülen 3 serotipin *S. Typhimurium* (%27.7), *S. Kentucky* (%17.0), *S. Enteritidis* (%14.9) olduğu rapor edilmiştir (41). Çin'de yapılan bir çalışmada 2013 ile 2018 yılları arasında etlik piliçlerden alınan 923 adet dışkı ve sekum örneklerinden 280 tanesinde *Salmonella* spp. izole edilmiştir. İzolatlar arasında *S. Enteritidis*'in (n = 128, %45.7) baskın serovar olduğu bildirilmiş ve bunu sırasıyla *S. Kentucky* (42, %15.0) ve *S. Typhimurium* (27, %9.6) izlemiştir. Bu çalışmanın sonucunda *Salmonella* prevalansının yıldan yıla azalarak 2013'te %45 iken 2018'de %24'e düştüğü rapor edilmiştir (42). Mısır'da 2022 yılında yapılan bir çalışmada tavuklardan alınan 220 örnek *Salmonella* spp. yönünde analiz edilmiştir. Analizlerin sonucunda tavuk örneklerinin %11.36'sı (25/220) *Salmonella* spp. olarak tanımlanmış ve en yaygın görülen dört serovarin *S. Kentucky* (%27.77), *S. Enteritidis* (%22.22), *S. Typhimurium* (%16.66), *S. Molade* (%11.11) olduğu tespit edilmiştir (43). Avustralya'da 2020 yılında yumurta tavukçuluğu yapan yedi farklı

çiftlikten 265 adet çevresel örnek (yem, su, dışkı, toz) toplanmış ve 93 adet (%35) *Salmonella* spp. izole edilmiştir. Alınan örneklerden dokuz farklı *Salmonella* serovarı karakterize edilmiş bunların arasında *S. Typhimurium* (60, %64.5) ve *S. Infantis* (21, %22.5) en yaygın olduğu raporlanmıştır (44).

Kümeslerde *Salmonella* spp. prevalansının ve serotiplerinin belirlenmesi elde edilen bulgular çerçevesinde gerekli tedbirlerin alınması amacıyla ülkemizde de birçok araştırma yapılmıştır. Polat ve ark. (45) tarafından yapılan bir çalışmada Kırklareli, Edirne ve Tekirdağ illerindeki yumurtacı tavuklardan drag svap yöntemiyle toplamda 323 adet taze dışkı örneği alınmış ve örneklerin 56 tanesinde (%17.3) *Salmonella* pozitifliği tespit edilmiştir. Kauffmann White-Le Minor şemasına göre yapılan tiplendirmenin sonucunda 16 farklı *Salmonella* serotipi tespit edilmiştir. *S. Typhimurium* (%28.6), *S. Kentucky* (%17.9), *S. Abony* (%16.1), *S. Infantis* (%8.9), *S. Enteritidis* (%5.4) en yüksek oranda saptanan serovarlar olmuştur bununla beraber Türkiye'de ilk kez yumurtacı tavuklarda *S. Kimuenza*, *S. Escanaba* ve *S. Nagoya* serotiplerinin saptandığını bildirmişlerdir. Çokal ve ark. (46) sağlıklı görünen yumurtacı tavuklardan aldığı 362 dışkı örneğinden 45'inin (%12.4) *Salmonella* pozitif olduğu belirlemiştir. Kauffmann-White şemasına göre yapılan tiplendirme sonucuna göre ise *S. Infantis*, *S. Kentucky*, *S. Enteritidis*, *S. Mbandaka*'nın yaygın serovarlar olduğu belirlemiştir. Kahya ve ark. (47) yaptığı bir çalışmada ise farklı yetiştirme dönemlerindeki yumurtacı tavuklardan *Salmonella* spp. izolasyonu amacıyla drag svap yöntemi ile toplamda 174 örnek toplanmış ve 22 tanesi (%12.62) *Salmonella* yönünden pozitif olarak bulunmuştur. Yapılan serotiplendirme çalışmaları sonucunda *S. Enteritidis* (%40.9) ve *S. Infantis* (%31.8) yüksek oranda tespit edilen serovarlar olmuştur. Her iki çalışmanın sonucunda, ülkemizde kümeslerde aşılama programlarının uygulanmasına rağmen yumurtacı tavuk kümeslerinde hala var olan en dominant serovarin *S. Enteritidis* olduğunu göstermesi yönünden önem taşıdığını vurgulamıştır. Yapılan bir başka çalışmada 2015- 2020 yılları arasında Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki farklı konakçı türlerinden izole edilen *Salmonella* izolatlarının, serovar düzeyinde dağılımları incelenmiş ve incelenen toplam 1.047 izolattan 996 tanesinin (%95.1) kanatlı kökenli olduğu tespit edilmiştir. Serotiplendirme çalışmaları sonucunda en yaygın altı serovarin *S. Infantis* (%40.5), *S. Enteritidis* (%12.9), *S. Abony* (%4.3), *S. Kentucky* (%4.2), *S. Typhimurium* (%4) ve *S. Liverpool* olduğu belirlenmiştir (48).

ANTİBİYOTİK DİRENCİ

Antibiyotik direnci, dünya çapında ciddi bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (49). Bazı araştırmacılar antimikrobiyal dirençli patojenlerin 2050 yılına kadar dünya çapında 10 milyon ölümden sorumlu olacağını tahmin etmektedir (36). *Salmonella* türlerinde bulaşma, kontamine kümes hayvanı ürünlerinin tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle tavuk kaynaklı *Salmonella* serovarlarında antimikrobiyal direncin izlenmesi kritik önem taşımaktadır (50). Antimikrobiyal dirençli özellikle de çoklu ilaca dirençli *Salmonella* suşlarının ortaya çıkması ve yayılması, önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır (49). *Salmonella*'nın halk sağlığı üze-

rindeki etkisi, özellikle kinolonlar ve 3. ve 4. kuşak sefalosporinler gibi en yüksek öncelikli klinik açıdan önemli antimikrobiyallere karşı direncin ortaya çıkmasıyla daha da ağırlaşmaktadır (51). Tedavide kullanılan mevcut duyarlı antimikrobiyallerin sayısının azalması durumu daha da kötüleştirmektedir (49). ABD'de seftriakson ve siprofloksasine dirençli *Salmonella* izolatlarının oranı her geçen yıl arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca tavuk örneklerinden elde edilen çoklu ilaca dirençli *Salmonella*'nın, özellikle de *Salmonella* *Infantis* suşunun sayısında artış gözlenmektedir (52). Çoklu ilaca dirençli *Salmonella* suşlarında en yaygın antimikrobiyal direnç, penisilinler, tetrasiklinler, sefalosporinler ve florokinolonlar dahil olmak üzere insanlarda kullanılan önemli terapötik antimikrobiyal sınıflarla ilişkilendirilmektedir (53).

Salmonella cinsinde antimikrobiyal direnç üzerine gerek ülkemizde gerekse dünyada çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda araştırmacılar özellikle florokinolon ve tetrasiklinlere direnç bildirmişlerdir (43,50,53-57). Ince ve Akan (50) tavuklardan izole edilen *Salmonella* izolatlarının %50.4'ünde önemli ölçüde çoklu ilaç direnci bulmuş ve en yüksek direnç sırasıyla sülfonamidlere (%57.1), nalidiksik aside (%48.1) ve tetrasikline (%39.1) karşı olduğunu tespit etmiştir. Buna karşın seftriakson (%97) sefoksitin (%92.5), sefotaksim (%86.5), ve seftazidime (%78.2) gibi beta laktam antibiyotiklere karşı umut verici oranlarda duyarlılık tespit edilmiştir. Çokal ve ark. (46) yumurtacı tavuklardan izole edilen *Salmonella* izolatlarının yaklaşık %53'ünün bir veya daha fazla antibiyotiğe dirençli olduğu tespit etmiş ve test edilen antibiyotiklerden en yüksek direnç tetrasikline karşı bulunurken, en düşük direncin siprofloksasin'de görüldüğünü bildirmişlerdir. Alessiani ve ark. (43) tarafından yapılan bir çalışmada sırasıyla nalidiksik asit (%63.6), siprofloksasin ve tetrasikline (her biri %60.7), trimetoprim (%42.7), ampisiline (%41.3) karşı en yüksek oranlarda direnç bildirmiştir. Castello ve ark. (54) tarafından İtalya 'da yapılan başka bir çalışmada ise nalidiksik asit ve tetrasikline (%72.5) karşı nispeten daha yüksek direnç kaydedilmiştir. Benzer şekilde Kolombiya'da etlik piliçlerden elde edilen *Salmonella* izolatlarında nalidiksik asite karşı %80.3 direnç bildirilmiştir (36). Çin'de kümes hayvanlarında yapılan bir çalışmada ise nalidiksik asite karşı oldukça yüksek (%97.14) direnç tespit edilmiş bunu sırasıyla siprofloksasin (%91.43), ampisilin (%71.43), streptomisin (%64.77) ve tetrasiklin (%60) takip etmiştir (55). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından florokinolon dirençli *Salmonella* spp. yüksek öncelikli antimikrobiyaller listesinde yer almaktadır (51). Bu ajanların beşerî hekimlikte salmonelloz tedavisinde de kritik öneme sahip olması nedeniyle direnç gelişimi endişe yaratmaktadır.

SONUÇ

Salmonella serovarları kanatlı hayvanlarda sıklıkla izole edilmektedir. Etkenin iyi pişirilmemiş yumurta ve kanatlı etlerini tüketen insanlarda gıda kaynaklı infeksiyona yol açması halk sağlığı için de risk oluşturmaktadır. Bu nedenle hem kanatlı hem insan sağlığını korumak amacıyla *Salmonella* Kontrol Programları düzenlenmeli ve güncel verilere göre sürekli yenilenmelidir. Kontrol Programları çerçevesinde kanatlı kümeslerinde rutin olarak düzenli aralıklarla *Salmonella* izolasyonu ve identifikasyonun yapılması ve bölgelere göre farklılık

gösteren *Salmonella* serotiplerinin incelenerek epidemiyolojik verilerin değerlendirilmesi etkenin kontrolü açısından büyük önem taşımaktadır. Antibiyotik dirençli *Salmonella* serovarlarının önüne geçebilmek için kanatlı yetiştiriciliğinde kullanılan antibiyotiklerin özellikle de beşerî hekimlikle ortak olanların bilinçli ve dikkatli kullanılması, kümeslerde antibiyotik seçiminden önce duyarlılık testlerinin yapılması gibi kanatlı endüstrisinde programlı antibiyotik kullanımı gibi kontrol stratejileri belirlemek büyük önem taşımaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

KAYNAKLAR

- Tan SJ, Nordin S, Esah EM, Mahror N. (2022). Salmonella spp. in Chicken: Prevalence, Antimicrobial Resistance, and Detection Methods. *Microbiol Re.* 13(4):691-705.
- Türkoğlu S, Özlü M. (2020). Kanatlı Hayvan Sektöründe Mevcut Durum ve Gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, 153.
- Aksakal V, Karaalp M. (2021). Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Üzerine Bilimsel Araştırmalar. Iksad Yayınevi. Ankara.
- Swelum AA, Elbestawy AR, El-Saadony MT, et al. (2021). Ways to Minimize Bacterial Infections, with Special Reference to *Escherichia coli*, to Cope with the First-Week Mortality in Chicks: An Updated Overview. *Poult Sci.* 100(5): 101039.
- Hossain MJ, Attia Y, Ballah FM, et al. (2021). Zoonotic Significance and Antimicrobial Resistance in Salmonella in Poultry in Bangladesh for the Period of 2011–2021. *Zoonotic Dis.* 1(1): 3-24.
- Xing JH, Zhao W, Li QY, et al. (2021). *Bacillus subtilis* BSH has a Protective Effect on Salmonella Infection by Regulating the Intestinal Flora Structure in Chickens. *Microb Pathog.* 155: 104898.
- Wang X, Wang H, Li T, et al. (2020). Characterization of *Salmonella* spp. Isolated from Chickens in Central China. *BMC Vet Res.* 16: 1-9.
- Fall-Niang NK, Sambe-Ba B, Seck A, et al. (2019). Antimicrobial Resistance Profile of *Salmonella* Isolates in Chicken Carcasses in Dakar, Senegal. *Foodborne Pathog Dis.* 16(2):130-136.
- Dieye Y, Hull DM, Wane AA, et al. (2022). Genomics of Human and Chicken *Salmonella* Isolates in Senegal: Broilers as a Source of Antimicrobial Resistance and Potentially Invasive Nontyphoidal Salmonellosis Infections. *PLoS One*, 17(3): e0266025.
- Mellou K, Gkova M, Panagiotidou E, Tzani M, Sideroglou T, Mandilara G. (2021). Diversity and Resistance Profiles of Human Non-Typhoidal *Salmonella* spp. in Greece, 2003–2020. *Antibiotics.* 10(8): 983.
- Kasimoglu Dogru A, Ayaz ND, Gencay YE. (2010). Serotype Identification and Antimicrobial Resistance Profiles of *Salmonella* spp. Isolated from Chicken Carcasses. *Trop Anim Health Prod.* 42, 893-897.
- VT Nair D, Venkitanarayanan K, Kollanoor Johny A. (2018). Antibiotic-Resistant *Salmonella* in the Food Supply and the Potential Role of Antibiotic Alternatives for Control. *Foods.* 7(10): 167.
- Wright JG, Tengelsen LA, Smith KE, et al. (2005). Multidrug-Resistant *Salmonella* Typhimurium in Four Animal Facilities. *Emerg Infect Dis.* 11(8): 1235.
- Lai J, Wu C, Wu C, et al. (2014). Serotype Distribution and Antibiotic Resistance of *Salmonella* in Food-Producing Animals in Shandong Province of China, 2009 and 2012. *Int J Food Microbiol.* 180: 30-38.
- Khan MAS, Rahman SR. (2022). Use of Phages to Treat Antimicrobial-Resistant *Salmonella* Infections in Poultry. *Vet Sci.* 9(8): 438.
- Ryan MP, O'Dwyer J, Adley CC. (2017). Evaluation of the Complex Nomenclature of the Clinically and Veterinary Significant Pathogen *Salmonella*. *Biomed Res Int.* 3782182: 6 pages.
- Zhang N. (2013). A Comparison of *Salmonella enterica* Serovars: Are Prevalence, Virulence and Responses to Environmental Conditions Serovar or Strain Dependent, Master's Thesis. University of Tennessee.
- Erol İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara.
- Mahmoud B. (2012). *Salmonella*- A Dangerous Foodborne Pathogen. BoD-Books on Demand. Croatia.
- Atasever M. (2017). Kanatlı Etlerinde *Salmonella* Riski. *Vet Sci Pract.* 12(1): 90-98.
- Hantash T. (2022). A Quantitative Approach for Evaluating Current and Alternative Border Control of *Salmonella* Typhimurium and Enteritidis in Imported Frozen Poultry Meat in Respect to Human Risk of Salmonellosis, PhD Thesis. National Food Institute.
- Gast RK, Porter Jr R.E. (2020). *Salmonella* Infections. in *Diseases of Poultry* pp 717-753.
- Metzger N, Alvarez-Ordóñez A, Leong D, Hunt K, Jordan K. (2015). Survival of Foodborne Pathogens during Frozen Storage of Cheese Made from Artificially Inoculated Milk. *Int J Dairy Technol.* 95(5): 759–767.
- Keerthirathne TP, Ross K, Fallowfield H, Whiley H. (2016). A Review of Temperature, Ph, and Other Factors that Influence the Survival of *Salmonella* in Mayonnaise and Other Raw Egg Products. *Pathogens.* 5(4): 63.
- Grimont PA, Weill FX. (2007). Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars. WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*, 9:1-166.
- Petano-Duque JM, Rueda-García V, Rondón-Barragán IS. (2023). Virulence Genes Identification in *Salmonella enterica* Isolates from Humans, Crocodiles, and Poultry Farms from Two Regions in Colombia. *Veterinary World*, 16(10): 2096.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013). The National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases.
- Cilo BD, Karakeçili F, Güleşen R, Levent B, Özakin C, Gedikoğlu S. (2013). *Salmonella* Serotiplerinin Konvansiyonel ve Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi. *Mikrobiyol Bul.* 47: 693-701.
- Oludairo OO, Kwaga JK, Kabir J, et al. (2022). A review on *Salmonella* Characteristics, Taxonomy, Nomenclature with Special Reference to Non-Typhoidal and Typhoidal Salmonellosis. *Zagazig Vet J.* 50(2): 161-176.
- Metiner K, Boral, ÖB, Çelik B, et al. (2016). Antimicrobial Resistance Profiles of the Two Porcine *Salmonella* Typhimurium Isolates. *İstanbul Univ Vet Fak Derg.* 42(2): 156-160.
- Newell DG, Koopmans M, Verhoef L, et al. (2010). Food-Borne Diseases- the Challenges of 20 Years Ago Still Persist while New Ones Continue to Emerge. *Int J Food Microbiol.* 139(Suppl 1):3-15.
- Akan M. (2008). Kanatlılarda *Salmonella* İnfeksiyonları ve Kontrolünde Temel Prensipler. *Mektup Ankara.* 6:3-4.
- Ran X, Yang Z, Shao G, Wen X, Liu S, Ni H. (2018). Avian *Salmonella enteritidis* Serovar Enteritidis with *Clpp* Deletion is Attenuated and Highly Immunogenic in Chickens. *Turk J Vet Anim Sci.* 42(4): 269-276.

34. Ata Z. (2008). Ankara Bölgesi'ndeki Tavukçuluk İşletmelerinden *Salmonella* spp. İzolasyonu. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
35. Eng SK, Pusparajah P, Mutalib NS, Ser HL, Chan KG, Lee LH. (2015). *Salmonella*: A Review on Pathogenesis, Epidemiology and Antibiotic Resistance. *Front Life Sci.* 8(3):284–293.
36. Castro-Vargas RE, Herrera-Sánchez MP, Rodríguez-Hernández R, Rondón-Barragán IS. (2020). Antibiotic Resistance in *Salmonella* spp. Isolated from Poultry: A Global Overview. *Vet World.* 13(10): 2070.
37. Authority, E. F. S. (2019). The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. *EFSA Journal.* 17(12).
38. European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2022). The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal.* 20(12): e07666
39. Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı (USKP). (2018). Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı Sonuç Raporu. Erişim: <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Duyuru/323/Ulusal-Salmonella-Kontrol-Programi>. Erişim Tarihi: 12.01.2024.
40. Alessiani A, Goffredo E, Mancini M, et al. (2022). Evaluation of Antimicrobial Resistance in *Salmonella* Strains Isolated from Food, Animal and Human Samples between 2017 and 2021 in Southern Italy. *Microorganisms.* 10(4): 812.
41. Gutierrez A, De J, Schneider KR. (2020). Prevalence, Concentration, and Antimicrobial Resistance Profiles of *Salmonella* Isolated from Florida Poultry Litter. *J. Food Prot.* 83(12): 2179-2186.
42. Yu X, Zhu H, Bo Y, et al. (2021). Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* Enterica Subspecies Enterica Serovar Enteritidis Isolated from Broiler Chickens in Shandong Province, China, 2013–2018. *Poult Sci.* 100(2): 1016-1023.
43. El-Mohsen A, El-Sherry S. (2022). Serological and Antibacterial Characteristics of *Salmonella* Isolates From Chickens in Assiut, Egypt. *Benha Vet Med J.* 41(2): 93-99.
44. Sodagari HR, Habib I, Whiddon S, et al. (2020). Occurrence and Characterization of *Salmonella* Isolated from Table Egg Layer Farming Environments in Western Australia and Insights into Biosecurity and Egg Handling Practices. *Pathogens.* 9(1): 56.
45. Polat İ, Şen B, Onurdağ FK. (2023). *Salmonella* Enterica Serotypes Isolated for the First Time in Laying Hens, and Their Susceptibility to Antibiotics. *Poult Sci.* 103180
46. Çokal Y, Günaydın E, Goncagül G, Önat K, Gökmen TG. (2020). *Salmonella* Serovars and Antimicrobial Resistance Profiles in Commercial Layer Flocks. *Isr J Vet Med.* 75(1): 23-30.
47. Kahya Demirbilek S, Kesin Tug B, Temelli S, Carlı K, Eyigor A. (2014). Detection of *Salmonella* from Layer Flocks and Typing of the Isolates. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 20(6): 939-944
48. Şık Z, Altıntaş Ö, Atıcı EG, Elitok Y, Şen S. (2022). Distribution of *Salmonella* Serovars of Animal Origin in Türkiye between 2015 and 2020. *J Etlik Vet Microbiol.* 33(2): 7-14.
49. de Mesquita Souza Saraiva M, Lim K, do Monte DFM, et al. (2022). Antimicrobial Resistance in the Globalized Food Chain: A One Health Perspective Applied to the Poultry Industry. *Braz J Microbiol.* 53(1): 465-486.
50. Ince SS, & Akan M. (2023). Phenotypic and Genotypic Characterization of Antimicrobial Resistance in Commonly Isolated *Salmonella* Serovars from Chickens. *Turk J Vet Anim Sci.* 47(1): 19-25.
51. World Health Organization. (2019). Critically Important Antimicrobials for Human Medicine. 6th Revision. Erişim: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241515528>. Erişim Tarihi: 13.01.2024
52. FDA- Food and Drug Administration (2018). NARMS Update: Integrated Report Summary. Erişim: <https://www.fda.gov/animal-veterinary/national-antimicrobial-resistance-monitoring-system/2018-narms-update-integrated-report-summary>. Erişim Tarihi: 13.01.2024.
53. Gorbach SL. (2001). Antimicrobial Use in Animal Feed—Time to Stop. *N Engl J Med.* 345(16): 1202-1203.
54. Castello A, Piraino C, Butera G, et al. (2023). Prevalence and Antimicrobial Resistance Profiles of *Salmonella* spp. in Poultry Meat. *Ital. J. Food Saf* 12(2): 11135.
55. Li Y, Kang X, Ed-Dra A, et al. (2022). Genome-based Assessment of Antimicrobial Resistance and Virulence Potential of Isolates of Non-Pullorum/Gallinarum *Salmonella* Serovars Recovered from Dead Poultry in China. *Microbiol Spectr.* 10(4): e00965-22.
56. Sigirci BD, Celik B, Kahraman BB, Bagcigil AF, Ak, S. (2019). Tetracycline Resistance of Enterobacteriaceae Isolated from Feces of Synanthropic Birds. *J Exot Pet Med.* 28: 13-18
57. Sigirci BD, Celik B, Halac B, et al. (2020). Antimicrobial Resistance Profiles of *Escherichia Coli* Isolated from Companion Birds. *J King Saud Univ Sci.* 32(1): 1069-1073.

✉ **Sorumlu Yazar:**

Nur Selcen SEVÜK AKKAYA

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi,

Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE

E-posta: selcensevuk@gmail.com