

BAĞIRSAĞIMIZDAKİ

**DÜŞMAN: SALMONELLA VE
MİKROBİYOTA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**



Yazar
BAŞAK BAYKARA



BİDGE Yayınları

**BAĞIRSAĞIMIZDAKİ DÜŞMAN: SALMONELLA VE
MİKROBİYOTA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Yazar: BAŞAK BAYKARA

ISBN: 978-625-372-626-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 14.03.2025

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	5
B. BAYKARA.....	5
2. <i>SALMONELLA</i> NEDİR?.....	7
B. BAYKARA ¹	7
2.1. Tanım ve Türler	7
2.2. Tarihçe	9
2.3. <i>Salmonella</i> 'nın Genetik Yapısı	9
2.3.1. Genom Analizi.....	9
2.4. Virulans Faktörleri.....	10
2.5. Antibiyotik Direnci.....	13
2.6. Epidemiyoloji	13
3. BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI	16
B. BAYKARA ¹	16
3.1. Mikrobiyota Nedir?	16
3.2. Mikrobiyota ve Sağlık	17
4. <i>SALMONELLA</i> ENFEKSİYONLARI	24
B. BAYKARA ¹	24
4.1. Belirtiler ve Tanı.....	24
4.2. Tedavi Yöntemleri	37
4.3. <i>Salmonella</i> 'nın Mikrobiyota Üzerindeki Etkileri.....	44
5. <i>SALMONELLA</i> ve GIDA GÜVENLİĞİ	51
B. BAYKARA ¹	51

5.1. Gıda Kaynakları.....	51
5.2. Gıda Güvenliği Önlemleri	52
6. ÖNLEME VE KONTROL STRATEJİLERİ	55
B. BAYKARA ¹	55
6.1. Politika ve Yönetim	55
6.2. Halk Sağlığı Yönetimi	56
6.3. Uluslararası İşbirliği	58
7. GELECEK ARAŞTIRMALAR	59
B. BAYKARA ¹	59
7.1. <i>Salmonella</i> ve Mikrobiyota Etkileşimi	59
7.2. Antibiyotik Direnci Mekanizmaları.....	59
7.3. Gıda Güvenliği ve <i>Salmonella</i> Kontrolü	60
7.4. Toplum Sağlığı ve Eğitim Programları.....	60
7.5. Mikrobiyota Modülasyonu	60
8. SONUÇ.....	63
B. BAYKARA ¹	63
8.1. Önemli Bulgular	63
8.2. Vaka Çalışmaları	64
8.3. Son Düşünceler	67

1. GİRİŞ ve AMAÇ

B. BAYKARA¹

Bağırsaklarımız, yalnızca sindirim sistemimizin bir parçası değil, aynı zamanda bağışıklık sistemimizin önemli bir savunma hattıdır. İçerisinde barındırdığı trilyonlarca mikroorganizma ile bağırsak mikrobiyotası, sağlığımız üzerinde derin etkiler yaratan karmaşık bir ekosistem oluşturur (Clemente, Ursell, Parfrey & Knight, 2012).

Ancak, bu hassas denge, çeşitli patojenlerin varlığıyla tehdit altına girebilmektedir. Bu noktada, cinsel yolla bulaşan hastalıklar (CYBH) ve diğer enfeksiyonlar arasında önemli bir yer tutan *Salmonella*, insan sağlığına yönelik ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Popa & Salceanu, 2021).

Salmonella, genellikle gıda kaynaklı enfeksiyonlar ile ilişkilendirilen bir bakteri türüdür. İnsanlarda gastroenterit, sepsis ve diğer ciddi sağlık sorunlarına yol açabilen *Salmonella* enfeksiyonları, dünya genelinde yaygın bir sağlık sorunu haline gelmiştir (World Health Organization, 2015).

Özellikle gelişmekte olan bölgelerde, bu bakterinin sebep olduğu enfeksiyonlar, hem bireylerin sağlık durumunu hem de

¹ Dr. Öğr. Üyesi ; Hakkari Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. basakbaykara@hakkari.edu.tr ORCID No: 0000-0003-2207-6631

toplumların genel sağlık sistemlerini olumsuz etkileyebilmektedir (Koyande, Gangopadhyay, Thatikonda & Rengan, 2022).

Salmonella' nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri, bu enfeksiyonların cinsiyet, yaş ve sosyoekonomik durum gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Deng & Wang, 2024).

Bu alışma, *Salmonella'* nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini ve bu etkileşimlerin sağlık üzerindeki sonuçlarını anlamaya yönelik bir yolculuğa çıkmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, *Salmonella* enfeksiyonlarının yaygınlığını, risk faktörlerini ve bu enfeksiyonların önlenmesine yönelik stratejileri ele alarak, okuyuculara enfeksiyon kontrolü hakkında farkındalık kazandırmayı hedeflemektedir (Billah & Rahman, 2024).

Bağırsak mikrobiyotasının sağlığı korumadaki rolü ve *Salmonella'* nın bu dengeyi nasıl bozabileceği üzerine yapılan araştırmalar, bu konunun önemini daha da artırmaktadır (Galán-Relaño, Valero Díaz, Huerta Lorenzo, Gómez-Gascón, Mena Rodríguez, Carrasco Jiménez, Pérez Rodríguez ve Astorga Márquez (2023).

Bu bağlamda, bu kitap, hem akademik bir kaynak hem de pratik bilgiler sunarak, bağırsak sağlığı konusundaki anlayışımızı derinleştirmeyi amaçlamaktadır.

2. *SALMONELLA* NEDİR?

B. BAYKARA¹

2.1. Tanım ve Türler

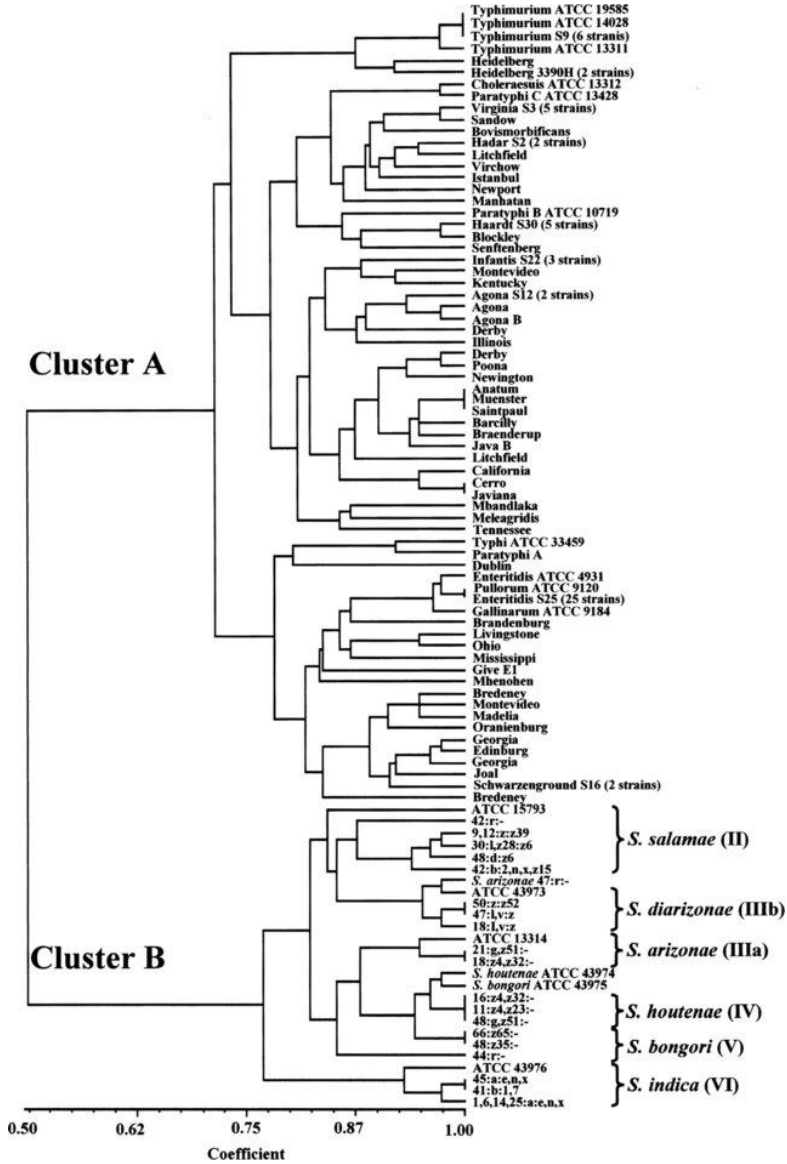
Salmonella, gıda kaynaklı enfeksiyonlarda en yaygın bakteri etkenlerindendir. *Salmonella*'nın insan sağlığı üzerindeki etkileri, özellikle gıda güvenliği açısından büyük bir endişe kaynağıdır (Lamichhane, Mawad, Saleh, Kelley, Harrington II, Lovestad, Amezcua, Sarhan, El Zowalaty, Ramadan, Morgan & Helmy, 2024).

Genellikle hayvanların bağırsaklarında yaşayan bu gram-negatif bakteriler, insanlara kontamine gıdalar veya su ile bulaşır (Brown et al., 2021).

İnsanlarda enfeksiyonlara sebep olan başlıca tür *Salmonella enterica*'dır ve bu türün birçok alt grubu (serotip) bulunmaktadır (O'Neill, 2016). En sık karşılaşılan serotipler arasında *Salmonella typhimurium* ve *Salmonella enteritidis* yer almaktadır. Bu serotipler, sıklıkla özellikle çiğ veya az pişirilmiş yumurta, et ve süt ürünleri gibi gıdalardan kaynaklanan salgınlarla ilişkilidir (Smith & Brown, 2020).

Şekil 1.' de NTSYS-pc programı tarafından 38 primer çiftinden elde edilen PCR sonuçları kullanılarak oluşturulmuş olan *S. enterica subsp. I-VI* dâhil çeşitli *Salmonella* suşlarının filogenetik ağacı verilmiştir (Hyun-Joong, Kim, & Hong, 2006).

Şekil 1. *S. enterica* Subsp. I-VI ve Çeşitli *Salmonella* Suşlarının
Filogenetik Ağacı



2.2. Tarihçe

Salmonella'nın keşfi 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. 1885 yılında Amerikalı veteriner hekim Theobald Smith, *Salmonella choleraesuis*'i tanımlamıştır (Smith, 1885).

Ancak, *Salmonella*'nın insan sağlığı üzerindeki etkileri, 1900'lerin başında daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır (Gowen & Calhoun, 1943).

Salmonella ismi, bakteriyi ilk inceleyen bilim insanlarından biri olan Daniel Elmer Salmon'dan gelmektedir (Barrow & Freeman, 1990).

Zamanla, *Salmonella*'nın farklı türleri ve bu türlerin insanlarda sebep olduğu hastalıklar hakkında daha fazla bilgi edinilmiştir (Galán-Relaño et al., 2023).

2.3. *Salmonella*'nın Genetik Yapısı

Salmonella, genetik olarak oldukça çeşitlilik gösteren bir bakteri grubudur. Bu genetik yapı, bakterinin virulansını (hastalık yapma yeteneği) antibiyotik direncini ve çevresel koşullara adaptasyon yeteneğini etkileyen birçok faktör içerir (Hetzer, 1937).

Salmonella'nın genomu, farklı özelliklere sahip birçok gen ve genetik elementten oluşur. Bu çeşitlilik, *Salmonella*'nın farklı suşlarının değişik hastalık yapma potansiyeline sahip olmasına yol açar (Gilchrist, MacLennan & Hill, 2015).

2.3.1. Genom Analizi

Son yıllarda yapılan genom analizleri, *Salmonella*'nın genetik yapısını daha iyi anlamamıza yardımcı olmuştur (Gilchrist et al., 2015). Yüksek verimli dizileme teknolojileri sayesinde, *Salmonella*'nın genetik haritası çıkarılmış ve bu bakterinin hangi genlerle enfeksiyon oluşturduğuna dair önemli bilgiler elde edilmiştir (Wang et al., 2020).

Bu alışmalar, *Salmonella*' nın genomunda bulunan virölans genlerinin ve antibiyotik direnci ile ilişkili genlerin belirlenmesine olanak tanımıştır (Mueller-Doblies, Carrique-Mas, & Davies, 2014).

Özellikle, *Salmonella*' nın virulansını artıran genler arasında invazyon, toksin üretimi ve bağışıklık sisteminden kaçış ile ilgili genler bulunmaktadır (Guerrant et al., 2013). *Salmonella*' nın invazyon yeteneğini artıran *invA* geni, bakterinin bağırsak hücrelerine girmesini kolaylaştırır. Bunun yanı sıra, *spv* gen seti, *Salmonella*' nın makrofajlar içinde hayatta kalmasına yardımcı olur ve bu da enfeksiyonun yayılmasını destekler (Hannemann & Galán, 2017).

Genom analizi, ayrıca *Salmonella*' nın antibiyotik direnci ile ilgili genlerin izlenmesini de sağlamaktadır. Direnç genleri, bakterinin tedaviye karşı direnç göstermesine neden olan genetik elementlerdir (Rosso et al., 2023). Bu durum, özellikle halk sağığı açısından endişe verici bir durumdur, çünkü dirençli suşların yayılması, tedavi seçeneklerini sınırlayabilir ve enfeksiyonların kontrolünü zorlaştırabilir. (Antunes et al., 2011).

2.4. Virulans Faktörleri

Salmonella' nın hastalık yapma yeteneğini artıran çeşitli virulans faktörleri (eşitli genler ve proteinler) bulunmaktadır (Barrow & Freeman, 1990). Bu faktörler bakterinin vücutta nasıl enfeksiyon oluşturduğunu ve bağışıklık sisteminden nasıl kaçtığını anlamamızda önemli bir rol oynar (Blatchley et al., 2007).

İnvazyon yeteneğı (*invA* geni) ile bağırsak duvarına tutunarak hücre içine girebilir. Bu, bakterinin enfeksiyon oluşturma yeteneğini artırır (Brown et al., 2021). Özel proteinler, bakterinin bağırsak hücrelerine sızmasına yardımcı olur ve bu sayede vücutta yayılma şansı elde eder (Koyande et al., 2022).

Bağışıklık sisteminin tepkilerinden kaçmak için çeşitli stratejiler geliştirir. Örneğın, bakterinin yüzeyinde bulunan bazı proteinler, bağışıklık hücrelerinin bu bakteriyi tanımasını zorlaştırır (Hyun-Joong et al., 2006). Bu sayede *Salmonella*, vücutta daha uzun

süre kalabilir ve enfeksiyonu sürdürme şansı bulur (Sender et al., 2016).

Salmonella, vücutta hasara yol açabilen toksinler üretir. Bu toksinler, bağırsak hücrelerini etkileyerek iltihaplanmaya neden olabilir ve bu da sindirim sisteminin bozulmasına yol açar. Toksinler, bakterinin vücutta daha fazla yayılmasına yardımcı olur (Popa & Salceanu, 2021).

Salmonella'nın bağırsak hücrelerine invazyonunu artıran bir protein olan SipA, hücrelerin içyapısına müdahale ederek bakterinin hücre içine girmesine yardımcı olur (Galan & Curtiss, 2007). Stn *Salmonella*'nın bağırsaklarda su ve elektrolit dengesini etkileyen bir enterotoksindir. Bu toksin, bağırsak hücrelerini etkileyerek ishal ve diğer gastrointestinal belirtilere yol açabilir (Mueller-Doblies et al., 2014).

SptP bağışıklık tepkisini baskılayarak, bakterinin bağışıklık sisteminden kaçmasına yardımcı olur (Turnbaugh, Ley, Hamady, Fraser-Liggett, Knight & Gordon, 2007). *Salmonella*'nın virulansında önemli bir rol oynayan AvrA, konak hücrelerinde iltihaplanma sürecini modüle ederek bakterinin hayatta kalmasını artırır (Pagani et al., 2023).

Tablo 1. ‘ de günümüze kadar birçok virulan *Salmonella* tipinde tanımlanan ve 12 SPA içinde yer almakta olan en önemli gen kümeleri verilmiştir (Siriken, 2013).

Tablo 1. *Salmonella* Patojenite Adaları

Patojenite adası	Bulunduğu tür/alt tür/serotip/serovar	Büyükölük (kb)	G + C içeriği (%)	Fonksiyon
SPA-1	<i>Salmonella enterica</i> ve <i>Salmonella bongori</i>	43	47	TTSS, invazyon, demir alımı
SPA-2	<i>S. enterica</i>	40	44.6	TTSS, invazyon, sistemik enfeksiyon
SPA-3	<i>S. enterica</i> ve <i>S. bongori</i>	17	39.8-49.3	Magnezyum alımı, makrofaj içinde sağkalım
SPA-4	<i>S. enterica</i> ve <i>S. bongori</i>	27	37-54	Makrofaj içinde sağkalım
SPA-5	<i>S. enterica</i> ve <i>S. bongori</i>	7.6	43.6	Enteropatojenisite
SPA-6	<i>S. enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serotipleri	59	51.5	Fimbriya
SPA-7	Typhi, Dublin, Paratyphi serovarları	133	49.7	Vi antijeni
SPA-8	Typhi serotipi	6.8	38.1	?
SPA-9	<i>S. enterica</i> ve <i>S. bongori</i>	16.3	56.7	TOSS ve RTX- benzeri toksin
SPA-10	Typhi ve Enteritis serotipleri	32.8	46.6	<i>S. enteritidis</i> fimbriya (<i>Sef</i>)
SGI-1	Typhimurium (DT104), Paratyphi ve Agona serovarları	43	48.4	Antibiyotik direnci
HPI	<i>S. enterica</i> alt tür IIIa, IIIb, IV	?	?	Demir alımına yüksek afinite, sepsisemi

SPA: *Salmonella* patojenite adası; TTSS: Tip III sekresyon sistemi; TOSS: Tip I sekresyon sistemi; SGI: *Salmonella* genomic island; HPI: High pathogenity island.

CdtB (Cytolethal Distending Toxin) hücre döngüsünü etkileyerek, konak hücrelerinin apoptoz (programlı hücre ölümü) sürecini başlatabilir. Bu, *Salmonella* 'nın bağışıklık sisteminden kaçmasına ve enfeksiyon oluşturmaya yardımcı olur (Eng et al., 2015).

Salmonella, yüzeylerde biyofilm adı verilen ince koruyucu bir tabaka oluşturabilir (Ackermann et al., 2008). Bu biyofilm, bakterilerin birbirine yapışarak oluşturduğu bir koruma kalkanıdır ve bu nedenle antibiyotiklerin bakterilere ulaşmasını zorlaştırır (Galán-Relaño et al., 2023). Bakterinin bağışıklık sisteminden korunmasına, zorlu koşullarda hayatta kalmasına ve antibiyotiklerin etkisini azaltmasına yardımcı olur (O'Neill, 2016).

Bu virulans faktörleri, *Salmonella* 'nın enfeksiyon oluşturma yeteneğini artırırken, aynı zamanda bu bakterinin vücutta ne kadar tehlikeli olabileceğini de gösterir (Smith & Brown, 2020). Bu sebeple, *Salmonella* ile mücadelede bu faktörlerin anlaşılması, etkili tedavi ve önleme stratejileri geliştirmek için kritik öneme sahiptir.

2.5. Antibiyotik Direnci

Salmonella' nın genetik yapısı, antibiyotik direncinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Mechesso et al., 2020).

Direnç genlerinin bir bakteriden diğerine geçebilmesi, *Salmonella'* nın tedaviye karşı direnç kazanmasına sebep olabilmektedir (Guerrant et al., 2013). Bu durum, halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturur ve *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisini zorlaştırır (Galán-Relaño et al., 2023).

Salmonella' nın antibiyotik direnci kazanma yolları oldukça çeşitlidir (Billah & Rahman, 2024). Öncelikle, horizontal gen transferi sayesinde, direnç genleri diğer bakterilerden alınabilir. Bu, bakterilerin direnç kazanmasını hızlandırır ve enfeksiyonların yayılmasına katkıda bulunur (Deng & Wang, 2024).

Bir diğer mekanizma, antibiyotik hedef değişikliğidir. *Salmonella*, antibiyotiklerin etkisini azaltmak için kendi hücre yapısını değiştirerek, bu ilaçlara karşı daha az duyarlı hale gelebilir (Popa & Salceanu, 2021).

Ayrıca, *Salmonella'* nın aktif çıkarma sistemleri geliştirmesi de önemli bir direnç mekanizmasıdır. Bu sistemler, antibiyotikleri hücre dışına atarak, bakterinin bu tedavilere karşı direnç göstermesini sağlar (Clemente et al., 2012).

2.6. Epidemiyoloji

Salmonella enfeksiyonları, dünya genelinde yaygın bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü' ne (WHO) göre, gıda kaynaklı hastalık etkenleri arasında önemli bir yer tutan *Salmonella* ile her yıl milyonlarca insan enfekte olmaktadır (World Health Organization, 2015).

Tablo 2. ' de *Salmonella* kaynaklı önemli salgınlar, etken besinleri enfekte kişi sayısı ve ölüm oranları verilmiştir (United Press International, 1985)

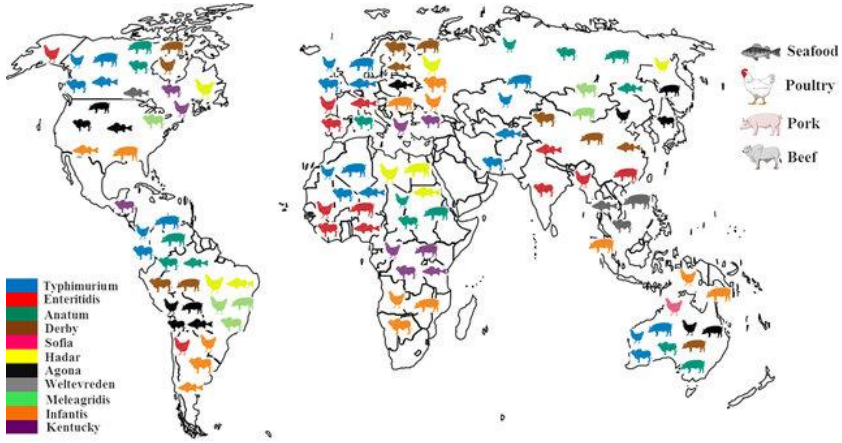
Tablo 2. Salmonella Kaynaklı Önemli Salgınlar

Yıl	Olay	Etken	Besin	Şirket	Enfekte	Ölüm	Not
2024	Kuzey Amerika kavunlarında Salmonelloz	<i>Salmonella</i>	Kavun	Malchita	597	15	Dünya tarihinin en ölümcül <i>Salmonella</i> salgını
2008	ABD’de fıstıklarda Salmonelloz	<i>Salmonella</i>	Fıstık	Amerika Fıstık Şirketi	>200	9	Fıstık ezmesinde gıda kaynaklı en büyük <i>Salmonella</i> salgını. Amerika Birleşik Devletleri tarihindeki en büyük gıda geri çağırımlarından
1994	Dondurmada <i>Salmonella</i>	<i>Salmonella enteritidis</i> <i>gastroenterit</i>	Dondurma	Schwan’ın Satış İşletmeleri	224.000	0	Pastörize edilmemiş çiğ yumurtalardan Schwan’s tesisine taşınan dondurmalara bulaş
1985	ABD’ de sütte Salmonelloz	<i>Salmonella</i>	Süt	Hillfarm Süt Ürünleri	5.295	9	Süt kaynaklı en büyük gıda salgını

Türkiye' deki araştırmalar, *Salmonella* enfeksiyonlarının özellikle çiğ et ve süt ürünleri tüketimi ile ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır (Mueller-Doblies et al., 2014).

Ayrıca, yoğun bakım ünitelerinde *Salmonella* enfeksiyonlarının etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu enfeksiyonların ciddi sorunlar doğurabileceğini göstermektedir (Pagani, Parenti, Franzetti, Pezzati, Bassani, Osnaghi, Vismara, Pavia, Mirri ve Rusconi (2023).

Şekil 2.’ deki haritada *Salmonella* serovarlarının matriske göre dünya genelinde dağılımı verilmiştir (Ferrari, Alves Do Rosario, Cunha Neto, & Conte Junior, 2019).



Şekil 2. Dünya Geneline Salmonella Serovalarının Dağılımı

Salmonella enfeksiyonları, genellikle sindirim sorunları, sepsis ve diğer ciddi sağlık problemlerine sebep olmaktadır (Pagani et al., 2023). Bu enfeksiyonların önlenmesi için gıda güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesi, hijyen standartlarının artırılması ve toplumda genel sağlık bilincinin yükseltilmesi büyük önem taşımaktadır (Billah & Rahman, 2024).

3. BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

B. BAYKARA¹

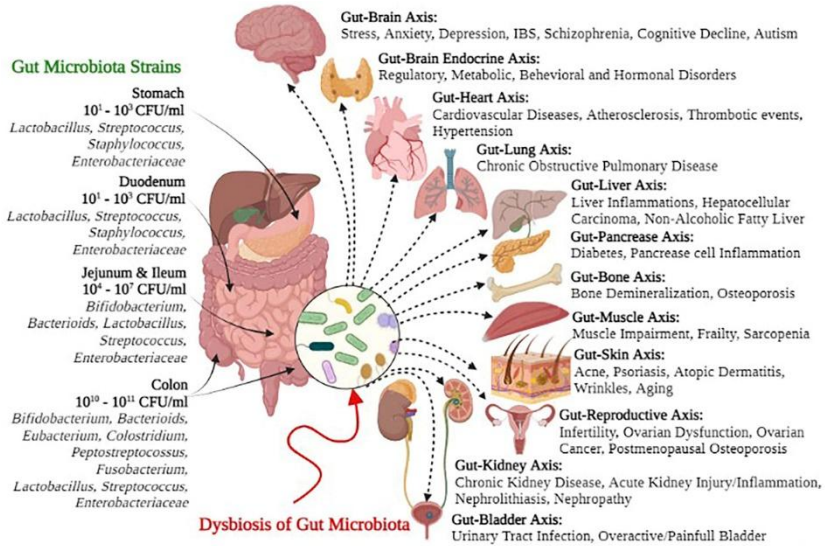
3.1. Mikrobiyota Nedir?

Mikrobiyota, vücudumuzda, özellikle bağırsaklarda bulunan trilyonlarca mikroorganizmanın (bakteri, virus, mantar ve protozoa) toplamını ifade etmektedir (Rogers et al., 2024).

Bağırsak mikrobiyotası, insan vücudundaki en yoğun mikroorganizma topluluğunu oluşturur ve bireylerin genetik yapısı, diyet, çevresel faktörler ve yaşam tarzı gibi etmenlere bağlı olarak değişkenlik gösterir (Sender, Fuchs & Milo, 2016).

Sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotası, sindirim sisteminin işlevini desteklerken, bağışıklık sistemini güçlendirir ve metabolizmayı düzenler (Deng & Wang, 2024).

Şekil 3.' de Bağırsak-organ eksenindeki disbiyozun olası olumsuz sağlık sonuçları ile birlikte birkaç simbiyotik bağırsak mikrobiyal suşunu tasvir edilmiştir (Afzaal et al., 2022).



Şekil 3. Bağırsak Mikrobiyal Suşları ve Bağırsak Mikrobiyal Disbiyozunun Olumsuz Etkileri

Bağırsak mikrobiyotasının bileşimi, lif açısından zengin bir diyetle daha fazla çeşitlilikte ve sağlıklı mikroorganizmaların varlığını teşvik ederken, işlenmiş gıdalar ve yüksek şekerli diyetler, zararlı bakterilerin çoğalmasına zemin hazırlayabilir (Turnbaugh et al., 2007).

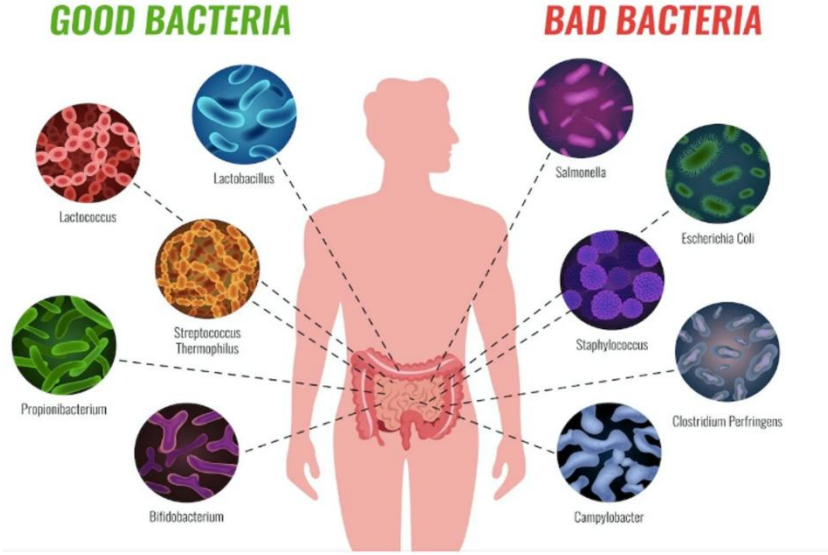
3.2. Mikrobiyota ve Sağlık

Bağırsak mikrobiyotası, insan sağlığını çeşitli şekillerde etkileyen karmaşık bir yapıdır (Rogers, Tsolis, & Bäuml, 2020).

Mikrobiyota, sindirim sürecinde besinlerin parçalanmasına yardımcı olurken bazı vitaminlerin (örneğin, B vitaminleri ve K vitamini) sentezine de katkıda bulunur (Wu & Esteve, 2016).

Şekil 4.' te sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotasındaki farklı bakteri türleri (*Lactobacillus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Propionibacterium spp.*) ve disbiyoz durumunda görülebilecek bakteri türleri (*Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens*) verilmiştir (Gut Basket, 2020).

Şekil 4. İyi ve Kötü Bağırsak Florası

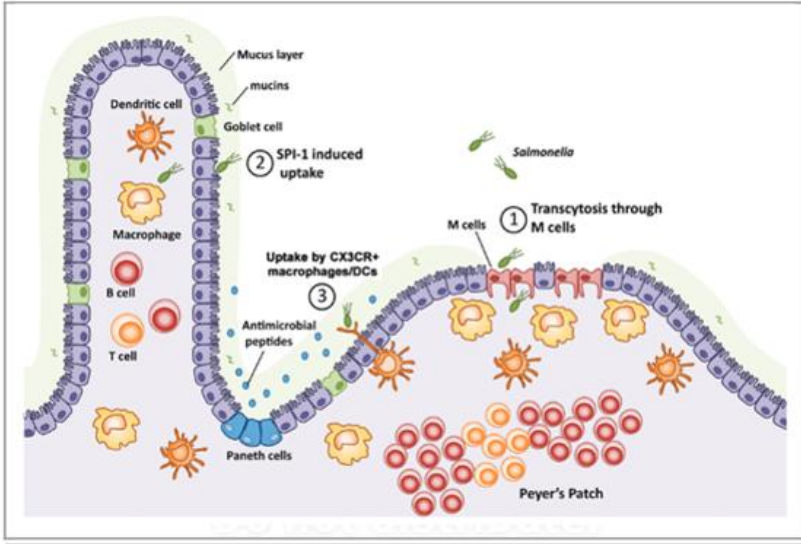


Ayrıca, bağırsak mikrobiyotası, bağışıklık sisteminin düzgün çalışmasını destekler. Bağırsakta bulunan mikroorganizmalar, bağışıklık hücrelerini geliştirerek, patojenlere karşı koruma sağlar (Round & Mazmanian, 2009).

Doğal bağışıklık sistemi, *Salmonella* 'ya karşı ilk savunma hattını oluşturur (Khan, 2014). Bu sistem, vücudumuzda bulunan fiziksel ve kimyasal bariyerler, beyaz kan hücreleri ve çeşitli sitokinler aracılığıyla çalışarak, makrofajlar ve nötrofiller gibi hücrelerin *Salmonella*' yı tanıyarak yok etmesini sağlar (Afzaal et al., 2022).

Şekil 5.' te doğuştan gelen bağışıklık sisteminin gastrointestinal bariyerden komensal ve patojenlerin girişini önlediği gösterilmektedir (Broz et al., 2011).

Şekil 5. *Salmonella'* nın Bağırsak Mukozasından Geçiş için İzleyebileceği Farklı Yollar



Epitel hücreleri, sıkı bağlantılarla birbirine bağlıdır ve mukus ile antimikrobiyal peptitler salgılayarak bu bariyeri korur (Koyande et al., 2022). Epitel tabakasının altında yer alan lamina propria, bağırsakla ilişkili lenfoid doku (GALT) içerir ve T hücreleri, B hücreleri, dendritik hücreler, makrofajlar ve nötrofiller gibi çeşitli lenfositlerle doludur (Pham & McSorley, 2015). Bu hücreler, bakterilere ve antijenlere karşı iltihaplı yanıtları düzenler ve mukozayı korurken yabancı kalıntıları temizler (Hannemann & Galán, 2017)

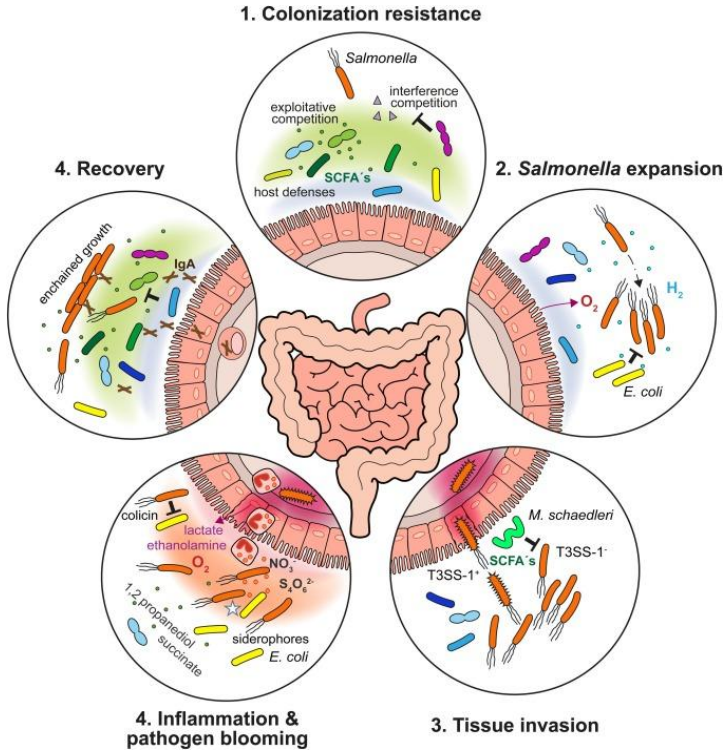
Peyer plakları (PP), GALT ile lümenal mikroçevre arasında etkileşim sağlayarak bağırsak lümeninin immün gözetiminde önemli bir rol oynar (Pérez-Sánchez & Borrero, 2020). Ayrıca, folikül ile ilişkili epitel (FAE), lümenal antijenleri ve bakterileri bazolateral tarafa taşıyan M hücrelerini içerir (Koyande et al., 2022).

Bu adaptif yanıt, vücudun *Salmonella'* ya karşı daha önceki maruziyetlerde hatırlayıcı hücreler oluşturmasını sağlayarak gelecekteki enfeksiyonlara karşı daha hızlı ve etkili bir yanıt

geliştirilmesine olanak tanır (Pham & McSorley, 2015). Böylece, doğal ve sonradan kazanılmış bağışıklık sistemleri birlikte çalışarak *Salmonella*'nın vücutta sebep olduğu enfeksiyonları kontrol altına alır ve sağlığımızı korur (Mueller-Doblies et al., 2014).

Şekil 6. 'da enterik *S. typhimurium* enfeksiyonunun beş farklı aşaması ardışık olarak sıralanmıştır (Stecher, 2021).

Şekil 6. Enterik *S. typhimurium* Enfeksiyonunun Aşamaları



1. Kolonizasyon direnci: Karmaşık bir mikrobiyal topluluk, *S. typhimurium* enfeksiyonunu, patojenle etkileşim ve sömürücü rekabet yoluyla engelleyerek, ayrıca konak immün savunmalarını ve metabolit profillerini modüle ederek bloke eder (Ackermann, Stecher, Freed, Songhet, Hardt ve Doebeli (2008).

2. *Salmonella* Çoğalması: Antibiyotik veya diyetle ilişkili mikrobiyota bozulmaları gibi belirli koşullar altında veya aerobik ve

anaerobik solunum sırasında H_2 ' yi elektron vericisi olarak kullanarak. *S. typhimurium* yüksek seviyelerde çoğalabilir (Arrieta, Walter, & Finlay, 2016).

3. Doku invazyonu: Flagella aracılığıyla kimotaksis kullanarak, *S. typhimurium* mukus tabakasını aşarak, epitel üzerine yerleşir ve invazyon araçlarını kullanarak mukozayı istila eder (Biggs et al., 2017).

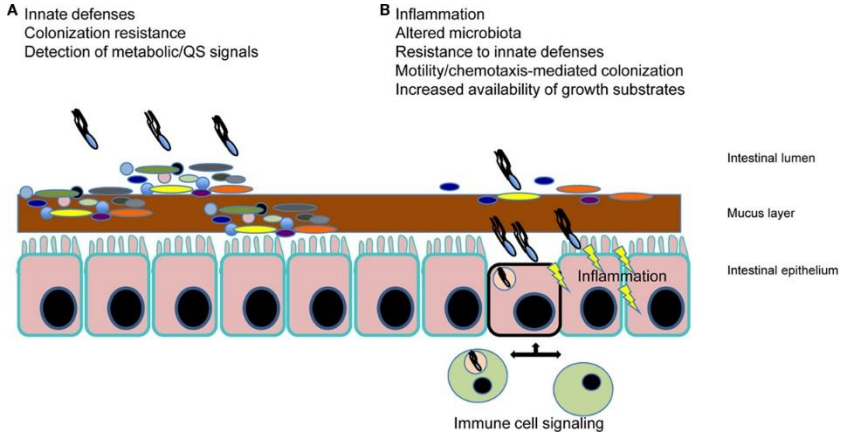
4. İnflamasyon/Patojen çoğalması: *S. typhimurium*' un invazyonu, hücre içi çoğalması ve belirli virulans faktörleri, akut mukozal inflamasyona sebep olur; bağırsak lümen ortamı değişir ve anaerobik mikrobiyota pahasına patojenin çoğalmasını teşvik eder (Ferrari et al., 2019).

5. İyileşme: Konak tarafından sağlanan immün yanıtlar, patojen spesifik IgA' nın indüksiyonuna, inflamasyonun çözülmesine, mikrobiyotanın yeniden toparlanmasına ve patojenin bağırsaklardan atılmasını sağlar (Stecher, 2021).

Mikrobiyotanın dengesizliği, obezite, tip 2 diyabet, inflamatuvar bağırsak hastalıkları (IBD) ve hatta bazı psikiyatrik durumlar gibi çeşitli sağlık sorunları ile ilişkilendirilmiştir (Ley et al., 2006).

Obezite ile ilişkili çalışmalar, belirli mikrobiyota profillerinin enerji metabolizmasını etkileyerek kilo alımını tetikleyici olabileceğini kanıtlamaktadır (Cani, 2017). Ayrıca, bağırsak mikrobiyotası, bağırsak bariyerinin bütünlüğünü koruyarak, sistemik inflamasyonu azaltmaya yardımcı olur (Ridaura et al., 2013).

Şekil 7. *Salmonella* Türlerinin Bağırsak Mikrobiyotasıyla Etkileşimi



Şekil 7. ' de (A) bağırsak mikrobiyotası (birçok renkteki bakteri ile gösterilmiştir), *Salmonella* gibi istilacı patojenlerle rekabet ederek "kolonizasyon direnci" sağlar (Abreu, 2010). Ayrıca, antimikrobiyal moleküller, mukus, IgA gibi doğuştan gelen bağışıklık savunmaları da patojen kolonizasyonu önlemeye yardımcı olur (Crump & Mintz, 2010).

Salmonella'nın mikrobiyota ile bu ilk etkileşimi sırasında, ev sahibi ve bağırsak mikroorganizmaları tarafından üretilen sinyaller *Salmonella* tarafından algılanarak patojenik sonucu etkiler (Backhed et al., 2005).

(B) *Salmonella* spp., kolonizasyon direncini aşarak hastalığın ortaya çıkması için anahtar olan yerel inflamasyonu başlatabilir. Bu inflamasyon, hareketli *Salmonella*'nın Peyer plaklarındaki M-hücrelerine ve enterositlere SPI-1 aracılığıyla invazyonu ile ayrıca PAMP sinyalizasyonu ile gerçekleşir (Antunes et al., 2011).

Fagositik hücrelerin alımı ve sonrasındaki konak hücre sinyalleri mikrobiyotanın değişmesine ve konağın doğuştan gelen bağışıklık mekanizmalarının daha fazla indüklenmesine yol açar (Turnbaugh et al., 2007).

Bu süreçte bakteriler, kendi indüklenmiş dirençleri ile yanıt verirken, bazı büyüme alt yapıları da *Salmonella*'nın mikrobiyota ile rekabet etmesini sağlamak için özel olarak çoğalır (Wu & Esteve, 2016).

Antibiyotik/probiyotik kullanımı gibi mikrofloresan perturbasyon ayrıca *Salmonella* spp. kolonizasyonunu etkileyebilecek değişmiş bir bağırsak ortamı yaratır (Ahmer & Gunn, 2011).

Sonuç olarak, bağırsak mikrobiyotası, sindirim, bağışıklık ve metabolizma üzerinde önemli etkilere sahip bir ekosistemdir (Hannemann & Galán, 2017). Sağlıklı bir mikrobiyota dengesinin korunması, genel sağlık ve hastalıkların önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Billah & Rahman, 2024).

Bu sebeple, bağırsak sağlığının korunması için dengeli bir diyet, düzenli fiziksel aktivite ve stres yönetimi gibi yaşam tarzı faktörlerine dikkat edilmesi önerilmektedir (Smith & Brown, 2020).

4. *SALMONELLA* ENFEKSİYONLARI

B. BAYKARA¹

4.1. Belirtiler ve Tanı

4.1.1. *Salmonella* Enfeksiyonunun Klinik Belirtileri

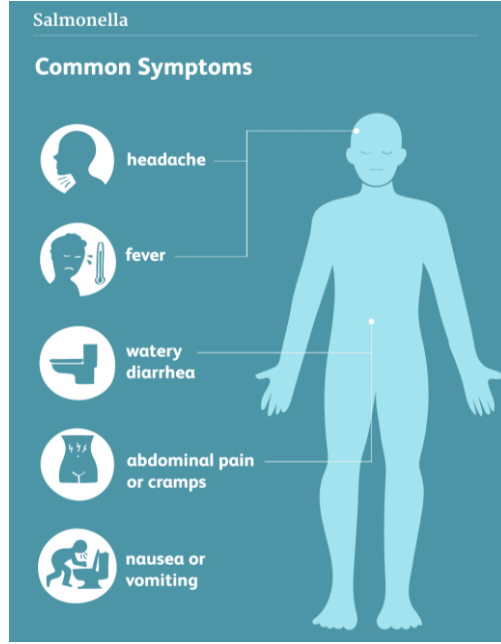
Salmonella enfeksiyonları, hafif semptomlardan ağır sistemik enfeksiyonlara kadar geniş bir klinik spektrumda görülebilir (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2024).

Genellikle gıda kaynaklı bulaşan bu enfeksiyonların belirtileri ve ciddiyeti bireylerin bağışıklık durumuna bağlı olarak farklılık gösterir (Billah & Rahman, 2024).

En yaygın komplikasyon dehidrasyondur; daha az sıklıkta görülen komplikasyonlar arasında kan enfeksiyonu ve invaziv *Salmonella* enfeksiyonu yer alır (O'Neill, 2016).

Şekil 8. ‘ de *Salmonella* enfeksiyonlarında görülen belirtiler verilmiştir (Iannelli, 2021).

Şekil 8. *Salmonella* Enfeksiyonlarında Görülen Yaygın Belirtiler



Yaygın olarak sulu ishal, ateş ve karın krampları ile kendini gösteren belirtiler genellikle 4-7 gün sürer ve sağlık kuruluşuna gitmeyi gerektirmez; bununla birlikte, bebeklerde komplikasyon gelişirse doktora başvurulması önerilir (Rogers et al., 2024).

4.1.1.1. Gastrointestinal Belirtiler

4.1.1.1.1. Akut İshal

Salmonella enfeksiyonunun en yaygın belirtilerinden biridir. İshal, genellikle sulu veya kanlı olabilir ve hastaların çoğunda görülür. Bu durum, vücudun enfeksiyonla başa çıkma mekanizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar (World Health Organization, 2015).

4.1.1.1.2. Bulantı ve Kusma

Erken enfeksiyon döneminde sıklıkla görülen bulantı ve kusma hastaların günlük yaşamını olumsuz etkileyerek yaşam kalitelerini ciddi şekilde düşürebilir (Koyande et al., 2022).

4.1.1.1.3. Karın Ağrısı ve Kramplar

Bağırsak mukozasının hasar görmesine bağlı olarak gelişen karın ağrısı ve kramplar hastaları rahatsız eden önemli bir belirtidir (Arrieta et al., 2016). Bu tür rahatsızlıklar, hastaların yeme alışkanlıklarını da olumsuz etkileyebilmektedir (Wu & Esteve, 2016).

4.1.1.1.4. Ateş ve titreme

Bağıışıklık sisteminin enfeksiyona karşı verdiği inflamatuvar yanıtın bir sonucu olarak hastalarda ateş ve titreme ortaya çıkar (Mueller-Doblies et al., 2014).

Yüksek ateş, vücudun enfeksiyonla savaştığını gösterir ve bu durum hastanın genel sağlığını tehdit edebilir (Galán-Relaño et al., 2023).

4.1.1.2. Ekstraintestinal Belirtiler

4.1.1.2.1. Bakteriyemi

Salmonella bakterileri kan dolaşımına geçtiğinde, ciddi sistemik enfeksiyonlara yol açabilir (Hannemann & Galán, 2017). Bu durum, özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan bireylerde daha tehlikeli olabilir (Rosso et al., 2023).

4.1.1.2.2. Sepsis

Özellikle yaşlılar, HIV hastaları gibi bağışıklık sistemi baskılanmış kişiler hayati tehlikesi bulunan yüksek risk grupları altındadır (Round & Mazmanian, 2009).

Sepsis, vücudun enfeksiyona verdiği aşırı yanıt olarak tanımlanır ve acil müdahale gerektirebilir (Turnbaugh et al., 2007).

Salmonella enfeksiyonları, bu tür aşırı yanıtların tetiklenmesine ve sepsis gelişimine yol açabilen ciddi bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır (Rogers et al., 2024).

4.1.1.2.3. Reaktif artrit:

Salmonella enfeksiyonu geçiren bazı bireylerde, enfeksiyon sonrası eklem iltihabı görülebilir (Sender et al., 2016). Bu durum,

enfeksiyonun uzun vadeli etkilerinden biridir ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir (Cani, 2017).

4.1.2. *Salmonella* Enfeksiyonlarında Tanı Yöntemleri

Salmonella enfeksiyonlarının tanısı, belirtilerin değerlendirilmesi ve çeşitli laboratuvar testleri ile yapılır (CDC, 2024).

Tanı yöntemleri, enfeksiyonun türünü ve ciddiyetini belirlemek için kritik öneme sahiptir (Smith & Brown, 2020).

4.1.2.1. Mikrobiyolojik Tanı Yöntemleri

4.1.2.1.1. Dışkı Kültürü

Salmonella enfeksiyonlarının tanısında dışkı kültürü, en yaygın ve temel olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntem, hastaların dışkı örneklerinin özel selektif besiyerlerinde inkübasyonu ile gerçekleştirilir (Ackermann et al., 2008).

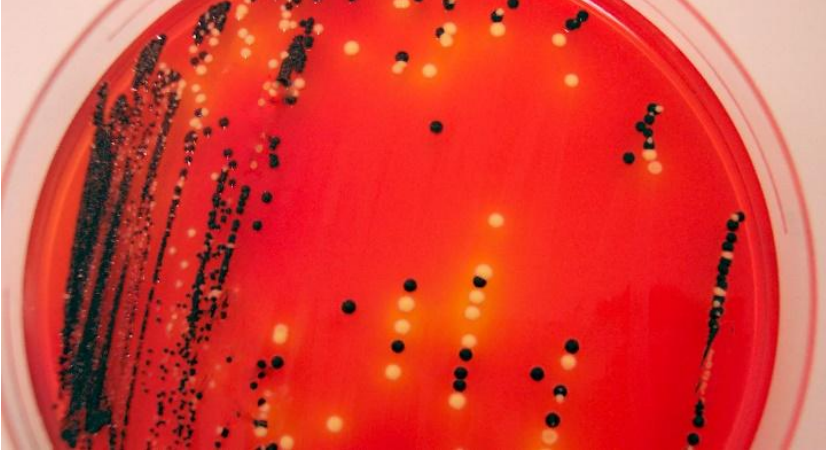
Dışkı kültürü, *Salmonella* varlığını tespit etmek için kullanılır ve genellikle XLD (Xylose Lysine Deoxycholate) veya SS (*Salmonella-Shigella*) agar gibi besiyerleri tercih edilir (Cani, 2017).

Bu besiyerleri, *Salmonella*'nın üremesini teşvik ederken, diğer bakterilerin üremesini engelleyerek patojeni izole etmeyi kolaylaştırır (Popa & Salceanu, 2021).

Şekil 9.'da XLD (Xylose Lysine Deoxycholate) Agarda *Salmonella* ve *Escherichia coli* profilleri verilmiştir. XLD Agar *Salmonella*'nın özel besin gereksinimlerini karşılayarak, belirgin koloniler oluşturmaya yardımcı olur (Clemente et. al., 2012).

Sodyum tiyosülfat, *Salmonella* tarafından indirgenerek H₂S oluşturur, bu H₂S demir tuzları ile reaksiyona girerek besiyerinde siyah koloniler sayesinde ayırt edilmesine olanak tanır (Jay et al., 2005).

Şekil 9. XLD Agar’ da *Salmonella* (Siyah Koloni) ve *E.coli* Üremesi



Dışkı kültürü sonucunda *Salmonella* varlığı tespit edilirse, bu durum enfeksiyonun tanısına katkıda bulunur ve tedavi sürecinin yönlendirilmesine yardımcı olur (Rogers et al., 2024). Dışkı kültürü, sadece *Salmonella*'nın varlığını tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda enfeksiyona sebep olan suşların karakterizasyonu için de önemlidir (Popa & Salceanu, 2021). Dolayısıyla, dışkı kültürü, *Salmonella* enfeksiyonlarının tanısında güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. (Ley et al., 2006).

Bu yöntem, antibiyotik duyarlılık testleri için de kullanılabilir, böylece uygun tedavi yöntemlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Sonuç olarak, dışkı kültürü, *Salmonella* enfeksiyonlarının tanısında kritik bir rol oynamakta ve halk sağlığı açısından önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (Deng & Wang, 2024).

4.1.2.1.2. Kan Kültürü

Genellikle *Salmonella typhi* ve *Salmonella paratyphi* gibi invaziv türlerin tanısında kan dolaşımında varlığını belirlemek için kan kültürü kullanılır (Billah & Rahman, 2024). Özellikle sistemik enfeksiyon şüphesi olan hastalarda *Salmonella* tanısında kan kültürü, kritik bir rol oynamaktadır (Galán-Relaño et al., 2023).

Hastanın kan örneklerinden besiyerinde üreme tespit edilir ve *Salmonella* olduğu identifiye edilirse durum hastanın tedavi sürecinin yönlendirilmesinde önemli bilgi sağlar (World Health Organization, 2015).

Bu sebeple, *Salmonella* enfeksiyonlarının tanısında kan kültürü, güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Iannelli, 2021).

4.1.2.2. Moleküler ve Serolojik Tanı Yöntemleri

4.1.2.2.1. qPCR (Kuantitatif PCR)

Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu (qPCR), *Salmonella* gibi patojenlerin hızlı ve hassas tespitinde kullanılan moleküler bir yöntemdir (Ridaura et al., 2013).

Et, süt, yumurta gibi gıdalarda *Salmonella* kontaminasyonunun hızlı tespiti; Kan, dışkı veya diğer biyolojik örneklerden enfeksiyonun doğrulanması; Su, toprak ve tarımsal numunelerde patojen taraması uygulama alanları arasında yer alır (Malorny et al., 2003).

DNA' nın belirli gen bölgelerini hedef alarak amplifikasyonunu sağlar ve floresan işaretli proplar kullanılarak gerçek zamanlı olarak ölçüm yapılır (Alvarez et al., 2004; Park et al., 2014).

Belirli gen bölgelerini hedef alarak yanlış pozitif veya negatif sonuçları minimize eden oldukça duyarlı ve özgül bir tanı sağlayan bu yöntemle özellikle *Salmonella*' nın düşük miktarlarda bulunduğu durumlarda bile etkili tespit yapılabilir (Smith & Brown, 2020).

qPCR ile *Salmonella* tespitinde *invA* türe özgü en yaygın kullanılan gen bölgesidir. *ttrRSBCA* Tiyosülfat redüktaz gen kompleksi de spesifik olarak *Salmonella* tespiti için önemlidir (O'Neill, 2016).

H serotiplendirme için *fliC* ve *fljB*: genleri kullanılır (Rahn et al., 1992). Diğer patojenlerle karşılaştırıldığında daha hızlı sonuçlar sunan bu yöntem sağlık profesyonellerinin karar verme süreçlerini doğru tedaviye zamanında başlanarak tedavi süresinin

kısalmasını ve sağlık maliyetlerinin azalmasını sağlar (Round & Mazmanian, 2009).

4.1.2.2.2. PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemiyle *Salmonella*'nın genetik materyali hızlı ve hassas bir şekilde tespit edilebilir. Düşük DNA konsantrasyonlarında çoğaltılan genetik materyal *Salmonella*'nın tespit edilmesine olanak sağlar (Ridaura et al., 2013).

PCR *Salmonella* enfeksiyonlarının yayılmasını önlemede sadece bireysel sağlık için değil, aynı zamanda toplum sağlığı için de büyük önem taşır. (Cani, 2017).

Sonuç olarak, PCR, *Salmonella* tanısında etkili bir araç olarak öne çıkarak, daha sağlıklı bir toplum için atılan önemli adımlardan biridir (Rogers et al., 2024).

4.1.2.2.3. Serolojik Tanı Yöntemleri

Salmonella tanısında serolojik testler önemli bir yer tutar. Bu testler, hastanın serumunda *Salmonella*'ya karşı antikorların varlığını tespit eder ve enfeksiyonun tanısında yardımcı olur (Barrow & Freeman, 1990).

Serolojik testler, bağışıklık sisteminin *Salmonella*'ya karşı geliştirdiği yanıtı değerlendirmeye olanak tanır (Clemente et. al., 2012). Enfekte olmuş bir bireyde, *Salmonella* vücuda girdiğinde, bağışıklık sistemi bu patojeni tanımak için antikor üretmeye başlar. Bu antikorlar, enfeksiyonun varlığını gösteren biyomarkerler olarak işlev görür (Pagani et al., 2023).

Serolojik testlerin avantajlarından biri, genellikle hızlı sonuçlar vermesidir. Bu, klinik pratiğe önemli bir katkı sağlar çünkü doktorlar, hastanın durumunu daha çabuk değerlendirebilir ve uygun tedavi yöntemlerini belirleyebilir (Rogers et al., 2024).

Ayrıca, serolojik testler, *Salmonella*'nın farklı serotiplerini ayırt etmek için de kullanılabilir, bu da halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir (Turnbaugh et al., 2007).

Ancak, serolojik testlerin bazı sınırlamaları da vardır. Örneğin, antikorların oluşumu zaman alabilir, bu sebeple enfeksiyonun erken evrelerinde yanlış negatif sonuçlar elde edilebilir (Pham & McSorley, 2015).

Ayrıca, geçmiş enfeksiyonlar sebebiyle antikor seviyeleri yüksek olabilir, bu da mevcut bir enfeksiyonun tanısını zorlaştırabilir (Hannemann & Galán, 2017).

Sonuç olarak, serolojik testler, *Salmonella* enfeksiyonlarının tanısında önemli bir araçtır ve diğer tanı yöntemleriyle birlikte kullanıldığında, daha kesin ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir (Antunes et al., 2011).

4.1.2.2.3.1. Gruber-Widal Testi

Salmonella typhi ve *paratyphi* gibi türlerin varlığını belirlemek için kullanılan klasik bir serolojik testtir (World Health Organization, 2015). Özellikle tifo ateşi gibi sistemik enfeksiyonların tanısında kritik bir rol oynar (Mueller-Doblies et al., 2014).

Test, hastanın serumunda *Salmonella*' ya karşı antikorların varlığını tespit eder (Ridaura et al., 2013). Ancak, antikorların oluşumu zaman alabilir ve bu sebeple enfeksiyonun erken aşamalarında güvenilir sonuçlar vermeyebilir (Billah & Rahman, 2024).

Gruber- Widal Testi hasta serumundaki O (somatik) ve H (flagellar) antijenlerine karşı oluşan antikorları tespit etmeye dayanır (Cheesbrough, 2006). Hızlı Widal (Slayt) testinde hastadan alınan kan santrifüj edilerek serumu ayrılır, bir cam lam üzerine birer damla O ve H antijen solüsyonları damlatılır (Rosso et al., 2023).

O ve H antijenlerine ayrı ayrı birer damla hasta serumu eklenir, bir pipet ucu veya ince uçlu çubuk yardımıyla serum ve antijen karıştırılır, gözle görülebilir partiküllerin kümelenmesi (aglutinasyon) sonuç pozitif, hiçbir değişiklik gözlenmezse sonuç negatif olarak yorumlanır (Olopoenia & King, 2000).

Kantitatif Widal (Tüp Aglütinasyon) testinde seri dilüsyonlar yapılır. Hasta serumu, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640 gibi oranlarda fizyolojik serum ile dilüe edilir (Pang & Puthuchear, 1983; WHO, 2003).

Her tüpe O veya H antijenlerinden belirli bir miktar eklenir. Tüpler 37°C’de 18-24 saat boyunca inkübe edilir (Sender et al., 2016). Pozitif sonuç, en yüksek serum dilüsyonunda aglütinasyon görülen tüp titre olarak alınır. 1:160 ve üzeri titreler, genellikle aktif enfeksiyon lehine yorumlanır (Parry et al., 2002, s. 1775).

Tablo 3.’ De Tüp Aglütinasyon test sonuçlarının yorumlanması verilmiştir (Ackermann et al., 2008).

Tablo 3. Widal Testi Sonuçlarının Yorumlanması

Titre	Yorum
<1:80	Negatif veya şüpheli
1:80 - 1:160	Şüpheli, klinik ve diğer testlerle desteklenmeli
>1:160	Pozitif, aktif enfeksiyon göstergesi

Tek başına Widal testi, yanlış pozitif sonuçlar verebilir. Kesin tanı için kültür yöntemleri ve moleküler testlerle desteklenmelidir (Galán-Relaño et al., 2023).

4.1.2.2.3.2. ELISA ve Lateral Flow Testleri

Serolojik taramalar sayesinde, *Salmonella*'nın vücutta var olup olmadığı veya serokonversiyon olup olmadığı izlenebilir (Mueller-Doblies et al., 2014). ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), özellikle *Salmonella* tespitinde yaygın olarak kullanılan bir serolojik testtir (Billah & Rahman, 2024).

Bu yöntem, belirli antikorların kullanılmasıyla çalışır ve *Salmonella*'nın varlığını, enfeksiyonun erken safhalarında bile tespit edebilir (Olopoenia & King, 2000).

Yüksek duyarlılık ve özgüllük ELISA testinde *Salmonella*'nın yüzey antijenlerine karşı geliştirilmiş spesifik antikorlar kullanılarak yanlış pozitiflik veya negatiflik minimuma indirilir. Bu da özellikle gıda güvenliği ve klinik tanılarda kritik bir avantaj sağlar (CDC, 2024).

Antikor bazlı yöntemde *Salmonella*'ya özgü antikorlar ile test edilen örneklerin reaksiyonları ölçülerek bakteri varlığı belirlenir (Wu & Esteve, 2016). Örneğin bir gıda örneği veya kan plazmasındaki antikorlarla belirli *Salmonella* antijenleri bağlanır ve bu bağlanma ölçülür (Olopoenia & King, 2000).

ELISA, antijen-antikor reaksiyonları üzerine kurulu bir tekniktir ve genellikle doğrudan (direkt) ve dolaylı (indirekt) ELISA olmak üzere iki farklı türde uygulanabilir: (Rogers et. al., 2020).

Doğrudan ELISA yöntemi, test edilen örnekte doğrudan *Salmonella* antijenini tespit eder. Antikorlarla kaplanmış bir yüzey, *Salmonella* antijenini bağlar ve sonrasında uygun bir enzim substratı kullanılarak, reaksiyon sonucu belirli bir renk değişikliği gözlemlenir (Alvarez et al., 2004; Park et al., 2014).

Dolaylı ELISA yönteminde önce *Salmonella*'ya özgü antikorlar, örnek ile etkileşime girer ve sonra bağlanan anti-antikorlar ile gelişen renk değişikliği ölçülerek sonuçlar elde edilir (Olopoenia & King, 2000).

İşletmelerin hijyen koşullarını denetlerken veya hastalar üzerinde enfeksiyon tanısı konulurken bu testler yaygın olarak tercih edilir (Sender et al., 2016). Özellikle gıda güvenliği denetimlerindeki örneklerde *Salmonella*'nın hızlı tespiti için klinik uygulamalarda ELISA testi kullanılır (Koyande et al., 2022).

ELISA, laboratuvar ortamında hızlı bir şekilde uygulanabilir ve kısa süre içinde sonuç verir (Olopoenia & King, 2000). *Salmonella* gibi düşük düzeydeki patojenler bile tespit edilebildiği için yüksek duyarlılık gösterir (Mueller-Doblies et al., 2014).

Kan, dışkı, gıda örnekleri gibi farklı örneklerden analiz yapılabilirdiğinden çeşitli örnekler üzerinde çalışma fırsatı verir (González & Romero, 2010).

ELISA test kitlerinin fiyatları, bazı gelişmekte olan bölgelerde maliyet engeli oluşturabilir (Galán-Relaño et al., 2023). Diğer bakterilerin benzer antijen profilleri oluşturması durumunda yanlış pozitif sonuçlar alınabilir olması yöntemin dezavantajları arasındadır (Khan, 2014).

Sonuçlar genellikle optik yoğunluk ölçümü ile elde edilir ve bu, *Salmonella* varlığı ile ilgili net bilgiler sağlar. Yüksek titre değerleri, aktif enfeksiyonu veya serokonversiyonu gösterebilir (Bae & Wuertz, 2009).

Ayrıca, gıda güvenliği denetimlerinde, pozitif sonuçlar, potansiyel olarak *Salmonella* bulaşan ürünlerin işlem dışı bırakılmasına ve gerektiğinde halk sağlığı önlemlerinin alınmasına yol açar (Eng et al., 2015).

Lateral flow testleri, özellikle gıda endüstrisinde restoranlarda, laboratuvarlarda ve ithalat/ihracat kontrollerinde, ürünlerin *Salmonella* kontaminasyonunu hızlı bir şekilde tespit etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Blatchley et al., 2007). *Salmonella* varlığını tespit etmek için belirli serotiplerine özgü monoklonal veya poliklonal antikorlarla çalışılır (Wang et al., 2020). (Zhao et al., 2021).

Kültür bazlı yöntemler günler sürebilirken, lateral flow testleri genellikle 15-30 dakika içinde sonuç verebilir (Park et al., 2014). Testler, özel eğitim gerektirmeden uygulanabilir ve görsel olarak okunabilen net bir pozitif/negatif sonuç verir (Wang et al., 2020).

Küçük ve hafif olmaları sayesinde, laboratuvar dışında saha ortamlarında da rahatlıkla kullanılabilir (Zhao et al., 2021). Kültür ve PCR gibi yöntemlere kıyasla daha düşük maliyetlidir ve geniş ölekte test yapmaya uygundur (Rogers et al., 2024).

Lateral flow testleri, yanlış negatif veya yanlış pozitif sonuçlara sebep olabilen sınırlı bir duyarlılığa sahiptir. Bu sebeple, pozitif çıkan örnekler genellikle kültür veya PCR ile doğrulanır (Alvarez et al., 2004).

Numunede düşük seviyede patojen bulunması durumunda, testin hassasiyeti düşebilir ve bu da yanlış negatif sonuçlara yol açabilir (Lamichhane et al., 2024). Genellikle yalnızca *Salmonella*'nın varlığını tespit eder ancak spesifik serotip ayrımı yapamadığı için detaylı serotipleme için ek analizler gereklidir (Chen et al., 2011).

Gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından, *Salmonella* tespitinde lateral flow testlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yeni nesil lateral flow testleri, nanoteknoloji ve biyosensör teknolojileri ile geliştirilerek hassasiyet ve özgüllüğü artırılmış test kitleri sunmaktadır (Wang et al., 2020).

Bununla birlikte, PCR tabanlı testler veya ELISA gibi diğer moleküler yöntemlerle kombine edilerek, doğruluk oranlarının artırılması hedeflenmektedir (Popa & Salceanu, 2021).

Bu gelişmeler, gıda endüstrisinde, halk sağlığı çalışmalarında ve salgın yönetiminde daha etkili ve hızlı müdahaleler için önemli bir potansiyel taşımaktadır. Gelecekte, daha hassas ve taşınabilir sistemlerin geliştirilmesiyle lateral flow testlerinin kullanım alanlarının genişlemesi beklenmektedir (Zhao et al., 2021).

4.1.2.3. Diğer Tanı Yöntemleri

4.1.2.3.1 Biyokimyasal Testler

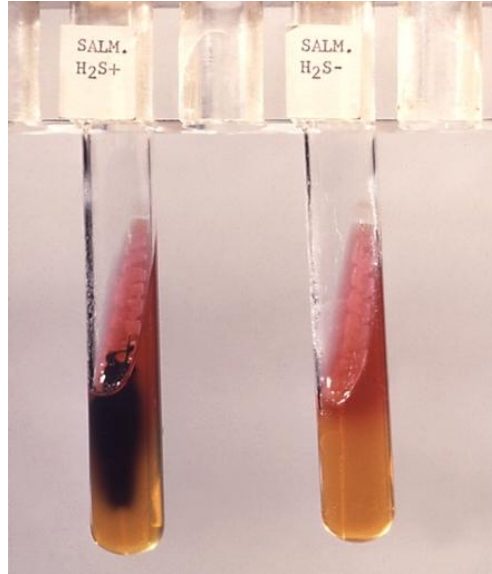
Salmonella türlerini doğrulamak için laboratuvar ortamında çeşitli biyokimyasal testler de kullanılmaktadır. Bu testler, bakterilerin belirli metabolik özelliklerini ve enzim aktivitelerini değerlendirerek identifikasyona yardımcı olur (Galán-Relaño et al., 2023).

Triple Sugar Iron (TSI) agar *Salmonella*'nın glukoz, laktoz ve sakkaroz gibi şekerleri fermente etme yeteneğini ölçer (Lamichhane et al., 2024). Bu testte, *Salmonella*'nın glukozu

fermente etmesi sonucunda asidik bir ortam oluşturması ve gaz üretmesi beklenir (Lombardo et al., 2007). Asidik ortamda besiyerinin dip kısmı kırmızıdan sarıya döner.

şekil 10.' da TSI Agar' da H₂S oluşturan ve oluşturmeyan *Salmonella* türlerine ait profil verilmiştir (Microbiology in Pictures, 2015).

şekil 10. TSI Agar' da *Salmonella* Profili



Üreaz testi *Salmonella*'nın üreyi parçalama yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. *Salmonella* türleri genellikle üre negatiftir (*S. cubana* hariç). Biyokimyasal testler, *Salmonella* tanısında önemli bir rol oynar ve doğru türün belirlenmesinde, uygun tedavi yöntemlerinin seçilmesinde kritik rol oynar (Zhao et al., 2021).

4.1.2.3.2. Mikroskopik İnceleme

Genellikle kültür mikroskopik inceleme yapılır (Godinez et al., 2009). Mikroskopik inceleme bakterilerin morfolojik özelliklerini gözlemleyerek, gram-negatif, çubuk şeklinde ve hareketli *Salmonella* tanısında yardımcı olur (Hazlett & Wu, 2011).

Mikroskop altında incelemeler örnek tipine göre *Salmonella* olduğundan şüphelenilen bakterinin sayısını ve görünümünü değerlendirmek için oldukça faydalıdır (Ho, Jarva, & Meri, 2010). Ancak genellikle tek başına yeterli olmayabilir; bu sebeple, diğer tanı yöntemleri ile birlikte kullanılmalıdır (Billah & Rahman, 2024).

4.2. Tedavi Yöntemleri

4.2.1. Hafif Vakaların Tedavisi

4.2.1. Hafif Vakaların Tedavisi

Hafif seyreden *Salmonella* enfeksiyonlarında, enfeksiyon süresini önemli ölçüde kısaltamaması ve bazı durumlarda bağırsak mikrobiyotasını olumsuz etkileyerek taşıyıcılığı uzatabilmesi sebebiyle antibiyotik kullanımı genellikle önerilmez (Ahmer & Gunn, 2011).

Sağlıklı bireylerin bağışıklık sistemi, çoğu zaman bu patojenleri kendiliğinden ortadan kaldırabilir, bu sebeple tedavide sıklıkla destekleyici yöntemler ön plandadır (Ley et al., 2006).

4.2.1.1. Destekleyici Tedaviler

4.2.1.1.1. Oral Rehidrasyon Solüsyonları (ORS)

Salmonella enfeksiyonlarında ishal yaygın olarak görülen bir semptomdur ve ciddi sıvı kayıplarına sebep olabilir. Oral rehidrasyon solüsyonları (ORS), kaybedilen sıvı ve elektrolitlerin yerine konmasını sağlayarak dehidratasyonun önlenmesinde kritik bir rol oynar (Ley et al., 2006).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen rehidrasyon solüsyonları, vücudun su ve elektrolit dengesini koruyarak hastaların iyileşme sürecini destekler (Guerrant, DeBoer, Moore, Scharf & Lima, 2013).

4.2.1.1.2. Probiyotikler

Probiyotikler, özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri, bağırsak sağlığını destekleyerek *Salmonella*'nın bağırsak epiteline tutunmasını engelleyebilir (Rosso et al., 2023).

Bazı alışmalar, probiyotiklerin bağışıklık sistemini modüle ettiğini ve enfeksiyon süresini kısaltabileceğini göstermektedir (Guarner & Malagelada, 2003).

Ancak, probiyotiklerin etkinliği konak faktörlerine ve enfeksiyonun şiddetine bağlı olarak değişebilir (Hemarajata & Versalovic, 2013).

4.2.2. Ağır Vakaların Tedavisi ve Antibiyotik Kullanımı

Bağışıklık sistemi baskılanmış hastalar, yaşlılar, çocuklar ve kronik hastalıkları olan bireyler *Salmonella* enfeksiyonlarına karşı daha duyarlıdır. Bu gruptaki hastalarda genellikle daha ağır semptomlar geliştirebilir (Lawley et al., 2006).

Özellikle bakteriyemi, sepsis ve menenjit gibi komplikasyonlar geliştiğinde antibiyotik tedavisi zorunlu hale gelir (Parry et al., 2002).

4.2.2.1. Antibiyotik Kullanımı

Antibiyotik tedavisi, *Salmonella* enfeksiyonlarının yönetiminde kritik bir rol oynar, ancak bu tedavi her hastada aynı şekilde uygulanmaz (Guerrant et al., 2013).

Her bireyin durumu farklıdır; enfeksiyonun klinik tablosu, hastanın yaşı, bağışıklık durumu ve enfeksiyonun ne kadar yayıldığı gibi faktörler, tedavi planını belirlemede önemli etkilere sahiptir (Sender et al., 2016).

Salmonella' nın sebep olduğu enfeksiyonlar genellikle gıda kaynaklıdır ve çoğu insan için hafif veya orta şiddette seyreder (Kim, Park, & Kim, 2006).

Bu tür durumlarda, antibiyotik kullanımı her zaman gerekli olmayabilir; birçok hasta, yeterli sıvı alımı ve dinlenme ile kendi kendine iyileşir (CDC, 2024).

Ancak, bağışıklık sistemi zayıf olan, yaşlı bireyler veya küçük çocuklar gibi risk grubundaki kişilerde *Salmonella* enfeksiyonları daha ciddileşebilir (Biggs et al., 2017).

Bu gibi durumlarda, antibiyotik tedavisi enfeksiyonun seyrini olumlu yönde etkileyebilir ve hastanın iyileşmesine yardımcı olabilir (Pham & McSorley, 2015).

Öte yandan, *Salmonella*'nın bazı suşları antibiyotiklere karşı direnç geliştirmiştir. Bu durum, tedavi seçeneklerini sınırlayabilir ve doktorların daha dikkatli bir yaklaşım benimsemesini gerektirir (Turnbaugh et al., 2007).

Antibiyotik tedavisi planlanırken, hastanın genel sağlık durumu, enfeksiyonun ciddiyeti ve olası yan etkiler göz önünde bulundurulmalıdır (Khan, 2014).

Sonuç olarak, *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde antibiyotik kullanımı, bireylerin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış bir yaklaşım gerektirir. Her hastanın durumu farklı olduğu için, tedavi süreci dikkatlice değerlendirilmelidir (Guerrant et al., 2013).

Bu, hastaların daha hızlı ve etkili bir şekilde iyileşmelerine yardımcı olurken, sağlık profesyonellerinin de en iyi kararları almasını sağlar (Parry et al., 2002)..

4.2.2.1.1. Seçilen Antibiyotikler ve Direnç Durumu

Salmonella enfeksiyonlarının tedavisinde Fluorokinolonlar (Örneğin: Ciprofloxacin), sıklıkla kullanılan birinci basamak antibiyotiklerdendir.

Ancak, son yıllarda *Salmonella* suşlarında Fluorokinolon direncinin artması sebebiyle etkinliği giderek azalmaktadır (Crump et al., 2015).

Fluorokinolon direncinin yaygınlaşmasıyla birlikte, alternatif tedavi seçenekleri önem kazanmıştır. Üçüncü nesil Sefalosporinler (Örneğin: Ceftriaxone ve Cefotaxime), özellikle sistemik *Salmonella* enfeksiyonlarında etkili bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Üçüncü kuşak sefalosporinler (Örneğin: Ceftriaxone, Cefotaxime), çocuklarda ve hamilelerde güvenle kullanılabilen geniş spektrumlu antibiyotiklerdir. Özellikle invaziv *Salmonella* enfeksiyonlarında tercih edilir (Parry et al., 2002).

Azitromisin (Makrolid grubu), Fluorokinolon direncinin yaygın olduğu bölgelerde alternatif tedavi seçeneğidir (Threlfall, 2002). Makrolidler özellikle hafif ve orta şiddetteki enfeksiyonlarda oral tedavi seçeneği olarak tercih edilebilmektedir (Clemente ve ark., 2012).

Bu alternatif antibiyotiklerin seçimi, hastanın klinik durumu, enfeksiyonun ciddiyeti ve izole edilen suşun duyarlılık profiline göre belirlenmektedir (Turnbaugh et al., 2007).

Bunun yanı sıra, Aztreonam ve Karbapenemler (Örneğin: Meropenem ve Imipenem), multidirençli suşların sebep olduğu ağır enfeksiyonlarda kullanılmaktadır.

Karbapenemler (ör. Meropenem, Imipenem) ise multidrug dirençli (MDR) *Salmonella* suşlarına karşı kullanılan güçlü antibiyotiklerdir, ancak yalnızca komplike ve ciddi enfeksiyonlarda tercih edilir (Crump & Mintz, 2010).

4.2.2.1.1.1. Fluorokinolonlar

Ciprofloxacin, genellikle *Salmonella* enfeksiyonları için ilk tercih edilen antibiyotiktir. Bu grup, bakterilerin DNA replikasyonunu engelleyerek etkili bir şekilde çalışır (Wu & Esteve, 2016).

Özellikle ciddi enfeksiyonlarda hızlı ve etkili sonuçlar sağladığı için tercih edilir. Ancak, aşırı kullanımı, zamanla direnç gelişmesine yol açabilir (Grimont & Weill, 2007).

Bu sebeple ilacın kullanımı gerektiğinde alternatif tedavi yöntemleriyle değerlendirilerek dikkat edilmelidir (O'Neill, 2016).

4.2.2.1.1.2. Sefalosporinler

Üçüncü nesil Sefalosporinler, özellikle Ceftriaxone ve Cefotaxime, sistemik *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde özellikle sepsis şüphesi olan hastalarda önemli bir rol oynamaktadır (Crump & Luby, 2018).

Bu antibiyotikler, *Salmonella* türlerinin sebep olduğu bakteriyel enfeksiyonların kontrol altına alınmasında etkili bir seçenek sunar (Biggs et al., 2017).

Ceftriaxone etkinliği özellikle *Salmonella enterica serovar typhi* ve *Salmonella enterica serovar paratyphi* gibi patojenlerin sebep olduğu tifo ve paratifo ateşi gibi ciddi enfeksiyonlarda belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Billah & Rahman, 2024).

İntravenöz yolla uygulandığında hızlı bir şekilde plazma seviyelerine ulaşarak enfekte dokulara penetrasyon sağlar ve bakteriyel hücre duvarı sentezini inhibe ederek bakteriyel çoğalmayı durdurur (Guerrant et al., 2013).

Cefotaxime ise, özellikle menenjit gibi ciddi enfeksiyonlarda tercih edilen bir diğer seçenek olarak öne çıkar. Bu antibiyotik, özellikle immün sistemi zayıf olan bireylerde *Salmonella*'nın sebep olduğu enfeksiyonların tedavisinde kritik öneme sahiptir (Galán-Relaño et al., 2023).

Salmonella enfeksiyonlarının tedavisinde bu Sefalosporinlerin kullanımı, hastaların iyileşme sürecini hızlandırmakta ve komplikasyon riskini azaltmaktadır.

Ancak, antibiyotik direncinin artışı göz önünde bulundurularak, bu ilaçların kullanımında dikkatli olunmalı ve gerektiğinde duyarlılık testleri yapılmalıdır (Threlfall, 2018).

Ceftriaxone ve Cefotaxime gibi üçüncü nesil Sefalosporinler, *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde etkili ve güvenilir bir seçenek sunmaktadır (Männe et al., 2019).

Ancak, antibiyotik direncinin artışı ve uygun tedavi protokollerinin belirlenmesi, bu ilaçların etkinliğini sürdürülebilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Billah & Rahman, 2024).

4.2.2.1.1.3. Makrolidler

Makrolidler, özellikle Azitromisin, hafif ve orta şiddette *Salmonella* vakalarının tedavisinde yaygın olarak tercih edilen önemli bir antibiyotik grubudur (Round & Mazmanian, 2009).

Bakterilerin protein sentezini inhibe ederek etki eder. Bu mekanizma, bakteriyel üreme ve çoğalmayı durdurarak enfeksiyonun kontrol altına alınmasına yardımcı olur (Cani, 2017).

Azitromisin, özellikle alerjisi olan veya diğer antibiyotiklere dirençli hastalar için iyi bir alternatif sunmaktadır. Bu durum, özellikle beta-laktam antibiyotiklerine karşı alerjisi bulunan bireylerde önemli bir avantaj sağlar (Galán-Relaño et al., 2023).

Azitromisinin oral yoldan uygulanabilmesi, hastaların tedaviye uyumunu artırmakta ve hastaneye yatış gereksinimini azaltmaktadır (Crump & Mintz, 2010).

Ancak, Azitromisinin kullanımında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, belirli *Salmonella* suşlarına karşı direnç gelişiminin artma potansiyelidir (Brown et al., 2021).

Son yıllarda, Azitromisine karşı dirençli *Salmonella* suşlarının rapor edilmesi, bu antibiyotiğin etkinliğini tehdit eden bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Cani, 2017). Bu sebeple, Azitromisinin kullanımı sırasında dikkatli olunmalı ve gerektiğinde antibiyotik duyarlılık testleri yapılmalıdır.

4.2.2.1.1.4. Aztreonam ve Karbapenemler

Aztreonam ve Karbapenemler, özellikle Meropenem ve İmipenem, *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır (Liang et al., 2011).

Aztreonam, Monobaktam sınıfına ait bir antibiyotiktir ve özellikle gram-negatif bakterilere karşı etkinliği ile bilinir (Majowicz et al., 2010).

Bununla birlikte, Aztreonamın etkili olabilmesi için *Salmonella* suşlarının duyarlılık testlerinin yapılması önemlidir (Minami et al., 2010).

Karbapenemler, geniş spektrumlu antibiyotikler olarak, ciddi ve komplike *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde sıklıkla tercih edilmektedir (Parry et al., 2002).

Bakteriyel hücre duvarı sentezini inhibe ederek, özellikle antibiyotik direncinin yaygın olduğu durumlarda güçlü bir alternatif tedavi seçeneği sunar (Ackermann et al., 2008).

Meropenem, özellikle ağır sepsis ve bakteriyemi gibi durumlarda hızlı bir iyileşme sağlarken, İmipenem de ciddi enfeksiyonlarda etkili bir seçenek olarak öne çıkar. Ancak, bu ilaçların kullanımı sırasında dikkatli olunmalı ve potansiyel yan etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (Nocker et al., 2006).

Sonuç olarak, Aztreonam ve Karbapenemler, *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde etkili seçenekler sunmakta, ancak direnç gelişimini önlemek için dikkatli bir şekilde kullanılmaları gerekmektedir (Mueller-Doblies et al., 2014).

Bu sebeple, tedavi planları oluşturulurken, bakteriyel duyarlılık testlerinin yapılması ve antibiyotiklerin akılcı kullanımı büyük önem taşımaktadır.

4.2.2.1.2. Antibiyotik Direnci ve Klinik Etkileri

Son yıllarda, *Salmonella* türlerinde çoklu ilaç direnci (MDR, Multidrug Resistance) önemli bir halk sağlığı sorunu hâline gelmiştir (CDC, 2016).

Bu durum, klasik antibiyotik tedavilerinin etkinliğini azaltmakta ve tedavi seçeneklerini kısıtlayarak hastanede yatış sürelerini uzatmaktadır (Crump & Mintz, 2010; Threlfall, 2002).

MDR suşlarının yaygınlaşması, sadece bireysel hastaları değil, aynı zamanda toplum sağlığını tehdit eden kritik bir faktördür (Galán-Relaño et al., 2023).

Salmonella' nın direnç mekanizmaları arasında effluks pompaları (efflux pump), beta-laktamaz enzimleri ve genetik transfer mekanizmaları yer almaktadır (Liang et al., 2011).

Bu mekanizmalar, *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde antibiyotik seçimini daha da zorlaştırmakta ve duyarlılık testlerine dayalı yaklaşımın önemini artırmaktadır (Crump et al., 2015).

Bu bağlamda, antibiyotik direnci, tedavi süreçlerini karmaşık hale getirirken, sağlık sistemleri üzerinde de baskı oluşturmaktadır (Rosso et al., 2023). Bu sorunla başa çıkmak için alternatif tedavi yöntemleri üzerine yapılan araştırmalar giderek önem kazanmaktadır (Kim et al., 2006).

Bakteriyofaj terapisi, özellikle antibiyotiklere dirençli *Salmonella* suşlarına karşı umut verici bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Olopoenia & King, 2000). Bu yöntem, antibiyotik direnci ile mücadelede etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Deng & Wang, 2024).

Salmonella enfeksiyonlarının yönetiminde hafif vakalar için destekleyici tedaviler tercih edilirken, yüksek riskli gruplarda antibiyotik tedavisi hayati önem taşımaktadır (Mueller-Doblies et al., 2014).

Antibiyotik direncinin yayılması, tedavi süreçlerini zorlaştırmakta ve yeni nesil antibiyotiklere olan ihtiyacı artırmaktadır (Liang et al., 2011).

Gelecekte, aşı çalışmaları, probiyotik destekli terapiler ve yeni antibiyotiklerin geliştirilmesi, *Salmonella* enfeksiyonlarının kontrol altına alınmasında önemli bir rol oynayacaktır (Mortimer et al., 2004).

Bunun yanı sıra, sağlık profesyonellerinin ve bireylerin bilinçli antibiyotik kullanımı konusunda eğitilmesi, direnç gelişiminin önlenmesinde kritik bir adımdır (Deng & Wang, 2024).

Sağlık topluluğu olarak, bu soruna karşı birlikte hareket etmek ve etkili stratejiler geliştirmek, gelecekteki enfeksiyonların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Galán-Relaño et al., 2023).

4.3. *Salmonella*'nın Mikrobiyota Üzerindeki Etkileri

Bağırsak mikrobiyotası, *Salmonella*'nın bağırsakta çoğalmasını önlemede kritik bir rol oynar (Bäckhed et al., 2005). Sağlıklı bir mikrobiyota, vücudumuzun savunma mekanizmasının

önemli bir parçasıdır ve zararlı patojenlerin yerleşmesini engelleyerek bağışıklık sistemimizi destekler. Ancak *Salmonella*, çeşitli yollarla bu dengeli yapıyı bozabilir ve kendi lehine manipüle edebilir (Crump et al., 2015).

4.3.1. Mikrobiyota Değişimleri

Salmonella enfeksiyonu sırasında bağırsak mikrobiyotasında önemli değişiklikler meydana gelir (Minami et al., 2010). Özellikle, bağırsaklarımızda bulunan yararlı bakteri grupları olan *Firmicutes* ve *Bacteroidetes*' in sayısında belirgin bir azalma gözlemlenirken, *Salmonella*' nın ait olduğu *Proteobacteria* grubunun sayısında bir artış yaşanır. Bu değişiklikler, mikrobiyota dengesinin bozulmasına ve disbiyozis (mikrobiyota dengesizliği) gelişmesine yol açar (Deng & Wang, 2024).

Düşünün ki, bağırsaklarımızda dost bakterilerimiz olan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi türler, *Salmonella* enfeksiyonu sırasında zayıflar (Grimont & Weill, 2007). Bu durum, bağırsak sağlığımızı tehdit eden bir ortam yaratır ve bağışıklık sistemimizi zayıflatabilir (Rosso et al., 2023).

Disbiyozis, sindirim sorunları, iltihaplanmalar ve hatta genel sağlık durumunda bozulmalara sebep olabilecek bir dizi sorunu beraberinde getirebilir (Afzaal et. al., 2022).

Salmonella' nın mikrobiyota üzerindeki etkileri, enfeksiyon sürecinin sona ermesinin ardından bile devam edebilir (Bhatta et al., 2007). Yani, *Salmonella* enfeksiyonu geçiren bireylerin bağırsak mikrobiyotası, enfeksiyondan sonra bile eski dengesine dönmekte zorluk çekebilir. Bu, uzun vadede sağlık sorunlarına yol açabilir ve kişinin genel yaşam kalitesini etkileyebilir (Hannemann & Galán, 2017).

Salmonella enfeksiyonları, bağırsak mikrobiyotasında önemli değişikliklere sebep olarak, sağlığımız üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Koyande et al., 2022). Bu sebeple *Salmonella* enfeksiyonlarının tedavisinde mikrobiyota dengesinin korunması ve iyileştirilmesi, tedavi sürecinin önemli bir parçası haline

gelmektedir. Sağlıklı bir mikrobiyota, sağlıklı bir yaşam için vazgeçilmezdir (Brown et al., 2021).

4.3.1.1. *Salmonella*' nın Mikrobiyotaya Etki Mekanizmaları

Salmonella, bağırsaklara girdiği andan itibaren mevcut mikroorganizmalarla besin rekabetine girerek onların çoğalmasını engeller. Bu rekabet, *Salmonella*' nın bağırsak mikrobiyotasının dengesi üzerinde önemli bir etki yaratır. (Shaji, Selvaraj, & Shanmugasundaram, 2023).

Salmonella' nın varlığı, sağlıklı bağırsak florasında bulunan yararlı bakterilerin sayısını azaltabilir, bu da bağırsak sağlığını olumsuz etkiler (Penha Filho, Moura, de Almeida, Montassier, Barrow, & Junior, 2012).

Bağırsakta inflamasyonu artırarak diğer bakterilerin ortamdaki uzaklaştırılmasına yol açar. İltihap, *Salmonella*' nın kendisine uygun bir yaşam alanı yaratmasına yardımcı olurken, aynı zamanda bağışıklık sisteminin tepkisini de tetikler (Okamura, Lillehoj, Raybourne, Babu, & Heckert, 2004).

Bu süreç, bağırsaklardaki zararlı bakterilerin yok edilmesine yönelik bir savunma mekanizması olarak işlev görse de, aşırı inflamasyon, bağırsak dokusuna zarar verebilir ve bağırsak geçirgenliğini artırarak daha fazla enfeksiyona yol açabilir (Restif, Goh, Palayret, Grant, McKinley, Clark, & Mastroeni, 2013).

Sağlıklı bağırsaklarda bulunan mukus tabakası, patojenleri engelleme işlevi görür. Ancak *Salmonella*, bu bariyeri aşarak bağırsağa tutunabilir (Pineiro et al., 2008). Mukus tabakasını aşabilmesi, *Salmonella*' nın virulans faktörleri ve invaziv özellikleri ile ilişkilidir (Männe, Takaya, Yamasaki, Mursell, Hojyo, Wu, Sarkander, McGrath, Cornelis, & Hahne, 2019). Bu özellikler, *Salmonella*' nın bağırsağın epitel hücrelerine tutunmasını ve bu hücrelerin içine girmesini sağlar. Bu süreç, *Salmonella*' nın bağırsağın iç ortamında daha fazla çoğalmasına ve hastalık yapıcı etkilerini artırmasına olanak tanır (Xu & Cao, 2010).

Salmonella' nın mikrobiyotaya etkisinde patojenin varlığı, hem mevcut mikroorganizmaların rekabetini olumsuz etkileyerek hem de inflamatuvar yanıtları artırarak bağırsak dengesini bozabilir (Karon, Archer, Sotir, Monson, & Kazmierczak, 2007). Bu sebeple, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesi ve tedavisi, bağırsak mikrobiyotasının korunması açısından kritik öneme sahiptir (Gibson et al., 2017).

4.3.2. Mikrobiyotanın *Salmonella'* ya Karşı Koruyucu Rolü

Mikrobiyota, vücudumuzda yaşayan yararlı mikroorganizmaların toplamını ifade eder ve bu yapılar, *Salmonella* gibi zararlı bakterilere karşı önemli bir savunma mekanizması sunar (Palamidi et al., 2016).

Sağlıklı bir mikrobiyota, bağırsaklarımızda dengeli bir ekosistem oluşturarak, patojenlerin yerleşmesini ve çoğalmasını engeller. Bu koruma, birkaç farklı mekanizma aracılığıyla gerçekleşir (Gibson et al., 2017).

Öncelikle, mikrobiyota, *Salmonella'* nın bağırsak duvarına yapışmasını engelleyerek fiziksel bir bariyer oluşturur (Clemente et al., 2012). Yararlı bakteriler, bağırsak yüzeyine tutunarak, zararlı mikroorganizmaların bu alana yerleşmesini zorlaştırır. Ayrıca, bu yararlı mikroorganizmalar, *Salmonella'* nın büyümesini inhibe eden antimikrobiyal bileşikler üretir (Billah & Rahman, 2024). Bu bileşikler, patojenlerin çoğalmasını engelleyerek, bağırsaklık sistemimizin daha etkili bir şekilde çalışmasına yardımcı olur (Lamichhane et al., 2024).

Mikrobiyota, aynı zamanda bağırsaklık sistemimizi de destekler. Bağırsaklardaki yararlı bakteriler, bağırsaklık hücrelerinin aktivasyonunu teşvik eder ve bu sayede vücudumuzun *Salmonella* gibi zararlı bakterilere karşı daha hızlı ve etkili bir yanıt vermesini sağlar (Mueller-Doblies et al., 2014). Ayrıca, mikrobiyotanın sağlıklı bir dengede kalması, iltihaplanma süreçlerini düzenleyerek, aşırı bağırsaklık tepkilerinin önüne geçer (Round & Mazmanian, 2009).

Son olarak, mikrobiyota, besin maddelerinin sindirilmesine ve emilmesine yardımcı olarak, genel sağlık durumumuzu iyileştirir

(Ackermann et al., 2008). Sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotası, vücudun besinleri daha verimli bir şekilde kullanmasını sağlar, bu da bağışıklık sistemimizin güçlenmesine katkıda bulunur (Antunes et al., 2011).

Sonuç olarak, mikrobiyota, *Salmonella*' ya karşı koruyucu bir rol üstlenerek, sağlığımızı destekleyen önemli bir bileşendir (Sender et al., 2016). Bu sebeple, bağırsak mikrobiyotasının sağlığını korumak ve desteklemek, *Salmonella* enfeksiyonlarına karşı korunmada kritik bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Guerrant et al., 2013).

4.3.2.1. Rekabetçi Eksklüzyon

Yararlı bakteriler, *Salmonella* ile besin ve yer kapma konusunda rekabet eder. Bu rekabet, *Salmonella*' nın bağırsaklarda tutunmasını ve çoğalmasını zorlaştırır (Ricke, Lee, Kim, Park & Shi, 2020).

Sağlıklı bir mikrobiyota, patojenlerin yerleşim alanlarını işgal ederek ve besin kaynaklarını tüketerek *Salmonella*' nın etkisini azaltır (Pourabedin, Guan & Zhao, 2015).

Bu süreçte, yararlı bakteriler, bağırsak duvarına yapışarak *Salmonella*' nın bu alana tutunmasını engeller (Grimont & Weill, 2007). Ayrıca, bağırsaklardaki yararlı mikroorganizmalar, *Salmonella*' nın yerleşmesini engelleyen kimyasal bileşikler üreterek, patojenlerin çoğalmasını inhibe eder (Bhatta et al., 2007). Örneğin, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi probiyotik bakteriler, *Salmonella*' nın bağırsaklardaki yer kaplama yeteneğini azaltarak, sağlıklı bir mikrobiyota dengesinin korunmasına yardımcı olur (Minami et al., 2010).

Rekabetçi eksklüzyon, sadece *Salmonella* ile değil, diğer zararlı patojenlerle de etkili bir şekilde savaşı (Ackermann et al., 2008). Bu mekanizma, genel olarak bağırsak sağlığını desteklerken, bağışıklık sisteminin güçlenmesine de katkıda bulunur (Pham & McSorley, 2015).

Sonuç olarak, yararlı bakterilerin varlığı, *Salmonella* gibi zararlı mikroorganizmaların etkilerini azaltmak ve bağırsak sağlığını korumak için kritik bir öneme sahiptir (Rogers et al., 2020).

4.3.2.2. Metabolik Engeller

Yararlı bakteriler, *Salmonella*'nın ihtiyaç duyduğu besin maddelerini tüketerek onun büyümesini durdurabilir. Bu metabolik engeller, *Salmonella*'nın gelişimini sınırlayarak bağırsak sağlığını korur (Markazi, Perez, Sifri, Shanmugasundaram, & Selvaraj, 2017). Örneğin, bazı probiyotik bakteriler, *Salmonella*'nın büyümesi için gerekli olan besinleri kullanarak bu patojenin çoğalmasını engelleyebilir (Karon et al., 2007).

Yararlı bakterilerin metabolik faaliyetleri, *Salmonella*'nın gelişimini olumsuz etkileyen çeşitli bileşiklerin üretimine de yol açar (Round & Mazmanian, 2009). Bu bileşikler, *Salmonella*'nın büyümesi için gerekli olan besin maddelerini tüketmenin yanı sıra, zararlı metabolitlerin oluşumunu da engelleyebilir (Clemente et al., 2012). Örneğin, bazı probiyotikler, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üreterek bağırsak ortamını asidik hale getirir. Asidik bir ortam, *Salmonella* gibi patojenlerin büyümesini zorlaştırır (O'Neill, 2016).

Ayrıca, yararlı bakteriler, *Salmonella*'nın enfeksiyon oluşturma yeteneğini azaltan antimikrobiyal bileşikler de üretebilir (Lamichhane et al., 2024). Bu durum, bağırsak sağlığını desteklerken, genel bağışıklık tepkilerini güçlendirir. Sonuç olarak, yararlı bakterilerin metabolik engeller oluşturmaları, *Salmonella*'nın bağırsaklardaki etkisini azaltmak ve sağlıklı bir mikrobiyota dengesini korumak için hayati bir stratejidir (Pagani et al., 2023).

4.3.2.3. Probiyotikler ve Prebiyotikler ile Mikrobiyota Destekleme

Probiyotikler: *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi yararlı bakteriler, bağırsak sağlığını destekler. Bu bakterilerin düzenli alımı, *Salmonella*'nın etkilerini azaltabilir (Fathima, Shanmugasundaram, Sifri, & Selvaraj, 2023).

Probiyotikler, bağışıklık sistemini güçlendirir ve bağırsak florasının dengesini koruyarak *Salmonella'* nın sebep olduğu enfeksiyon riskini azaltır (Lüderitz, Westphal, Staub, & Nikaido, 2016).

Prebiyotikler: Lif açısından zengin gıdalar, bağırsak sağlığını destekleyerek mikrobiyotanın dengesini korur (Dworkin, Falkow, Rosenberg, Stackebrandt, & Schleifer, 2006).

Prebiyotikler, yararlı bakterilerin büyümesini teşvik eder ve bu bakterilerin *Salmonella* gibi patojenlere karşı daha etkili bir savunma mekanizması geliştirmesine yardımcı olur (Grimont & Weill, 2007).

Lifli gıdaların düzenli tüketimi, bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini artırarak *Salmonella'* nın enfeksiyon oluşturma potansiyelini azaltır (Carter, Adams, Woodward, & La Ragione, 2009).

Sonuç olarak, mikrobiyota, *Salmonella'* ya karşı koruyucu bir rol oynar ve bağırsak sağlığının korunmasında kritik bir öneme sahiptir (Khan, Foley, & Stefanova, 2019).

Bu sebeple, probiyotik ve prebiyotik açısından zengin bir diyet, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesi ve bağırsak sağlığının desteklenmesi açısından büyük fayda sağlayabilir (Mortimer, Peters, Gharbia, Logan, & Arnold, 2004).

Sağlıklı bir yaşam tarzı ve dengeli beslenme ile mikrobiyota desteğini güçlendirmek, genel sağlık için son derece önemlidir (Mechesso et al., 2020).

5. *SALMONELLA* ve GIDA GÜVENLİĞİ

B. BAYKARA¹

Salmonella, dünya genelinde gıda kaynaklı enfeksiyonların en yaygın etkenlerinden biridir ve bu durum, küresel sağlık açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Markazi et al., 2017). Her yıl milyonlarca insan, *Salmonella* enfeksiyonları nedeniyle hastalanmakta ve bu enfeksiyonlar, özellikle çocuklar, yaşlılar ve bağışıklık sistemi zayıf bireyler için hayati riskler taşımaktadır. (Karon et al., 2007).

5.1. Gıda Kaynakları

Salmonella, gıda kaynaklı enfeksiyonların en yaygın etkenlerinden biridir ve çeşitli gıdalarda bulunma riski taşır (Finlay, Furnell, & Ridley, 2015). Özellikle çiğ veya az pişirilmiş etler, yumurtalar, süt ve süt ürünleri, sebzeler ve meyveler *Salmonella* ile kontamine olma potansiyeline sahiptir (Rogers et al., 2024).

Kırmızı etler, özellikle sığır ve domuz eti, *Salmonella*'nın en yaygın bulunduğu gıda kaynaklarıdır. Çiğ veya az pişirilmiş etlerin tüketimi, enfeksiyon riskini artırır (Jay et al., 2005).

Salmonella, yumurtaların kabuğunda veya iç kısmında bulunabilir (Bjelland, Sandvik, Skarstein, Svendal, & Debenham, 2020). Çiğ yumurta veya yeterince pişirilmemiş yumurta ürünleri, *Salmonella* enfeksiyonu için önemli bir kaynaktır (World Health Organization, 2015).

Pastörize edilmemiş süt ve süt ürünleri, *Salmonella*'nın bulaşma riski taşıyan gıda maddeleridir (Fathima et al., 2023).

Pastörizasyon işlemi bakterilerin büyük bir kısmını öldürür bu sebeple pastörizasyon yapılmamış ürünler enfeksiyon riski taşımaktadır (Food Safety and Inspection Service, 2017).

Salmonella, kontamine su veya gübre kullanımı sonucu sebze ve meyvelere de bulaşabilir (CFSPH, 2013). Özellikle salatalık, domates ve marul gibi taze sebzeler, *Salmonella* için potansiyel taşıyıcılar arasında yer almaktadır (U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

5.2. Gıda Güvenliği Önlemleri

Salmonella enfeksiyonlarının önlenmesi için gıda güvenliği önlemleri son derece önemlidir (Food Safety and Inspection Service, 2017).

Gıda hazırlama ve saklama sırasında dikkat edilmesi gereken bazı temel adımlar, *Salmonella*'nın yayılmasını önleme ve sağlığımızı korumada en etkili yollarından biridir (Finlay et. al., 2015). Özellikle et ve yumurta ürünlerinin, iç sıcaklıklarının en az 75°C'ye ulaşması sağlanmalıdır (Food Safety and Inspection Service, 2017).

Çiğ gıdalar ile pişirilmiş gıdaların ayrı kesme tahtalarında hazırlanması, çapraz bulaşmayı önlemek için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, gıda hazırlama sırasında kullanılan aletlerin ve yüzeylerin düzenli olarak temizlenmesi, enfeksiyon riskini azaltır (Billah & Rahman, 2024).

5.2.1. Pişirme

Et ve yumurta ürünleri, sağlığımız için güvenli bir şekilde pişirilmelidir (Mortimer et al., 2004). Yeterince yüksek bir iç sıcaklık, *Salmonella* gibi zararlı bakterilerin yok edilmesine yardımcı olur. Örneğin, tavuk etinin iç sıcaklığının en az 75°C olması gerektiğini unutmamak önemlidir (USDA Food Safety and Inspection Service, 2020).

Bir mutfak termometresi kullanmak, pişirme sürecinin doğru yapıldığından emin olmanın en iyi yoludur. Bu basit önlem, ailenizin

sağlığını korumak için atılacak önemli bir adımdır (Mortimer et al., 2004).

5.2.2. Hijyen

Gıda hazırlarken el hijyenine dikkat etmek, sağlığımızı korumada hayati önem taşır (U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

Temiz ellerle çalışmak, gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesinde ilk adımdır. Yemek hazırlamadan önce ve sonra ellerin sabunla yıkanması gerekmektedir (Centers for Disease Control and Prevention, 2016).

Ayrıca, mutfak yüzeylerinin ve aletlerinin düzenli olarak temizlenmesi de enfeksiyon riskini azaltır (Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

Basit bir el yıkama alışkanlığı, sağlığımızı korumada büyük bir fark yaratabilir (Food Safety and Inspection Service, 2017).

5.2.3. Saklama

Gıda ürünlerini uygun sıcaklıkta saklamak, bozulma riskini azaltmak için kritik bir adımdır (Crabb et al., 2019). Bozulma riski olan ürünler mümkün olan en kısa sürede tüketilmelidir (Khan, Foley, & Stefanova, 2019).

Soğuk zincirin korunması, *Salmonella* gibi patojenlerin çoğalmasını engellemek için gereklidir (Food and Drug Administration, 2019).

Özellikle et ve süt ürünlerinin soğuk zincir içinde saklanması, *Salmonella*'nın çoğalmasını önlemek için hayati öneme sahiptir (U.S. Department of Agriculture, 2019).

Buzdolabınızda gıdaları 4°C ve altında saklamak, sağlığınızı korumanıza yardımcı olur. Ayrıca, son kullanma tarihlerine dikkat etmek ve bozulmuş gıdaları tüketmemek, sağlıklı bir yaşam sürdürmek için önemlidir (Alvarez et al., 2004).

5.2.4. Güvenilir Kaynaklar

Gıda alımında güvenilir ve sertifikalı kaynaklardan ürün temin edilmesi, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Carter et al., 2009).

Yerel pazarlarda ve marketlerde gıda güvenliği standartlarına dikkat etmek, sağlığını korumanızda büyük bir rol oynar (Thomas & Hurst, 2019).

Gıda etiketlerini okumak, içerik ve üretim tarihleri hakkında bilgi edinmek, sağlıklı seçimler yapmanıza yardımcı olur. Yerel üreticilerden alacağınız ürünlerin güvenilirliğine dikkat etmek, sağlığınıza katkıda bulunur (Rosso et al., 2023). Güvendiğimiz yerlerden alışveriş yapmak, sağlıklı bir yaşam sürdürmenin önemli bir parçasıdır (Finlay, Furnell, & Ridley, 2015).

Bu önlemler, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Bhatta et al., 2007). Gıda güvenliği uygulamalarını güçlendirmek, sadece bireylerin sağlığını korumakla kalmaz, aynı zamanda toplum sağlığı açısından da büyük bir önem taşır (Centers for Disease Control and Prevention, 2016).

Bu sebeple, gıda güvenliği konusunda bilinçli olmak ve gerekli önlemleri almak, sağlıklı bir yaşam sürdürmek için hepimizin sorumluluğudur.

6. ÖNLEME VE KONTROL STRATEJİLERİ

B. BAYKARA¹

6.1. Politika ve Yönetim

Salmonella enfeksiyonlarının önlenmesi ve kontrolü, etkili sağlık politikalarının ve yönetim stratejilerinin oluşturulmasıyla doğrudan ilişkilidir (Ferrari et al., 2019).

Bu bağlamda, sağlık otoriteleri, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar, toplum sağlığını korumak için gerekli adımları atmalıdır (Food and Drug Administration, 2019).

6.1.1. Gıda Güvenliği Politikaları

Gıda güvenliği, *Salmonella* gibi patojenlerin yayılmasını önlemek için temel bir unsurdur. Hükümetler, gıda üretiminden tüketimine kadar olan süreçte güvenlik standartlarını belirlemeli ve bu standartların uygulanmasını sağlamalıdır (Ferrato et. al., 2017).

Gıda denetimleri, üretim tesisleri ve restoranlar gibi yerlerde düzenli olarak yapılmalı, hijyen kurallarına uyulup uyulmadığı denetlenmelidir. Ayrıca, gıda güvenliği eğitim programları, üreticiler ve tüketiciler için düzenlenmeli ve bu konudaki farkındalık artırılmalıdır (Wang et al., 2020).

6.1.2. Antibiyotik Kullanım Politikaları

Antibiyotik direnci, *Salmonella*'nın tedavisini zorlaştıran önemli bir sorundur. Bu sebeple, antibiyotiklerin dikkatli bir şekilde kullanılması için politikalar geliştirilmelidir (Food and Drug Administration, 2019).

Sağlık profesyonellerine yönelik eğitimler, antibiyotiklerin doğru kullanımına dair bilgi vermeli ve gereksiz antibiyotik reçetelerinin önüne geçilmelidir. Ayrıca, antibiyotik kullanımını izlemek ve direnç mekanizmalarını araştırmak için veri toplama sistemleri oluşturulmalıdır (CDC, 2024).

6.2. Halk Sağlığı Yönetimi

Halk sağlığı yönetimi, *Salmonella* enfeksiyonlarının kontrolü için kritik bir rol oynamaktadır. Sağlık kurumları, enfeksiyonların izlenmesi, erken teşhis ve tedavi süreçlerinin yönetimi için etkili sistemler kurmalıdır (Gilchrist et al., 2015).

Ayrıca, toplum sağlığı etkinlikleri düzenleyerek, bireyleri bilgilendirmek ve sağlıklı yaşam alışkanlıklarını teşvik etmek önemlidir (Ahmer & Gunn, 2011).

6.2.1. Toplum Katılımı ve Toplum Sağlığı Etkinlikleri

Salmonella enfeksiyonlarının önlenmesinde toplum katılımı, önemli bir faktördür (Ha et al., 2021). Bireyler, gıda güvenliği uygulamalarına ve hijyen standartlarına dikkat ederek, kendi sağlıklarını korumada aktif bir rol oynamalıdır (Pham & McSorley, 2015).

Toplumun bilinçlendirilmesi, sağlıklı yaşam alışkanlıklarının benimsenmesi ve gıda güvenliği konularında farkındalık yaratılması, enfeksiyonların yayılmasını azaltmada etkili olabilir (Turnbaugh et al., 2007).

Yerel sağlık kurumları ve üniversiteler, toplum sağlığını desteklemek amacıyla birlikte çalışarak etkinlikler düzenleyebilir (Bhatta et al., 2007).

Bu etkinliklerde gıda güvenliği ve mikrobiyota gibi konular hakkında bilgi verilebilir ve bireylerin soruları yanıtlanabilir (Zimlichman et al., 2013).

Ayrıca, bu tür etkinlikler, insanları bir araya getirerek toplumsal dayanışmayı artırır ve sağlıklı yaşam tarzlarının

benimsenmesini teşvik eder (Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

6.2.2 Eğitim ve Farkındalık

Toplumda *Salmonella* ve bağırsak mikrobiyotası hakkında farkındalık yaratmak, enfeksiyonların önlenmesinde etkili bir stratejidir (Kim et al., 2006). Bilgi sahibi olmak, sadece bireylerin değil, tüm toplumun sağlığını korumak için kritik bir adımdır. Eğitim ve farkındalık artırma yolları, insanların bu konularda bilinçlenmesini ve daha sağlıklı seçimler yapmasını sağlar (Mortimer et al., 2004).

6.2.3. Farkındalık Kampanyaları

Gıda güvenliği konularında toplumda farkındalık yaratmak için çeşitli kampanyalar düzenlenebilir. Bu kampanyalar, halkın *Salmonella* ve diğer sağlık riskleri hakkında bilgi edinmelerini sağlamak için etkili bir yol olabilir (Ricke et al., 2020).

Örneğin, yerel sağlık kuruluşları ve topluluk merkezleri, bilgilendirici broşürler ve etkinlikler aracılığıyla insanları bilinçlendirebilir. Bu tür kampanyalar, insanların sağlıklı yaşam alışkanlıklarını benimsemelerine yardımcı olabilir (Pagani et al., 2023).

6.2.4. Eğitim Programları

Okullarda ve üniversitelerde gıda güvenliği konularında eğitim programları düzenlemek, genç neslin bilgi düzeyini artırabilir (Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

Sağlık profesyonelleri tarafından verilen bu programlar, interaktif materyallerle desteklenerek daha etkili hale getirilebilir. Eğitici oyunlar, grup tartışmaları ve atölye çalışmaları, öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olur ve bilgilerini pekiştirir (Rogers et al., 2024).

6.2.5. Medya ve Sosyal Medya Kullanımı

Toplumda farkındalığı artırmak için medya ve sosyal medya platformları da etkili bir şekilde kullanılabilir (Mechesso et al., 2020).

Bilgilendirici makaleler, videolar ve sosyal medya paylaşımları, geniş kitlelere ulaşarak insanların cinsel sağlık ve gıda güvenliği konularında bilgi sahibi olmalarını sağlar (Ventola, 2015). Eğlenceli ve dikkat çekici içerikler, özellikle gençler arasında farkındalık yaratmak için büyük bir potansiyele sahiptir (Rogers et al., 2020).

Sonuç olarak, bu önleme ve kontrol stratejileri, *Salmonella* enfeksiyonlarını azaltmak ve toplumda sağlık bilincini artırmak için kritik öneme sahiptir (Mortimer et al., 2004).

Sağlık kurumları, bu stratejileri etkili bir şekilde uygulayarak enfeksiyon oranlarını minimize edebilir ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir (Round & Mazmanian, 2009).

Unutulmamalıdır ki, sağlıklı bireyler ve toplumlar oluşturmak için bilgi paylaşımı ve eğitim kritik öneme sahiptir (Centers for Disease Control and Prevention, 2016).

Bilinçli bir toplum, sağlıklı bir toplum demektir; bu nedenle, herkesin bu konuda üzerine düşeni yapması gerekmektedir.

6.3. Uluslararası İşbirliği

Salmonella' nın küresel bir sorun olduğu göz önüne alındığında, uluslararası işbirliği büyük bir önem taşır (Ferrato et al., 2017). Ülkeler, *Salmonella* ile ilgili bilgi ve deneyimlerini paylaşmalı, ortak araştırmalar yapmalı ve gıda güvenliği standartlarını yükseltme konusunda işbirliği etmelidir (CDC, 2024).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi uluslararası kuruluşlar, bu süreçte rehberlik ederek ülkelerin *Salmonella* enfeksiyonlarıyla mücadele etmelerine yardımcı olabilir (WHO, 2015).

7. GELECEK ARAŞTIRMALAR

B. BAYKARA¹

Gelecek araştırmalar, *Salmonella* ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki etkileşimleri daha iyi anlamak için çeşitli alanlara odaklanmalıdır (Galán-Relaño et al., 2023).

Bu araştırmalar, hem bilim dünyasına hem de toplum sağlığına önemli katkılarda bulunabilir (Billah & Rahman, 2024).

7.1. *Salmonella* ve Mikrobiyota Etkileşimi

Salmonella'nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerinin daha derinlemesine incelenmesi, bu bakterinin mikrobiyota dengesini nasıl etkilediğini anlamak için önemlidir (Wu & Esteve, 2016).

Özellikle, *Salmonella*'nın mikrobiyota bileşimini nasıl değiştirdiği ve bu değişikliklerin sağlık üzerindeki sonuçları araştırılmalıdır (Jay et al., 2005).

Bu alanda yapılacak çalışmalar, *Salmonella*'nın patojenik özelliklerini anlamak ve bunlara karşı geliştirilecek stratejileri belirlemek açısından kritik öneme sahiptir (Ridaura et al., 2013).

7.2. Antibiyotik Direnci Mekanizmaları

Son yıllarda, *Salmonella*'nın antibiyotik direnci kazanma mekanizmaları üzerine daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Grimont & Weill, 2007).

Dirençli suşların yayılma yolları ve bu direncin nasıl önlenebileceği konularında yeni stratejiler geliştirilmelidir (Crabb et al., 2019).

Antibiyotik direncinin mikrobiyota üzerindeki etkileri de incelenmesi hem tedavi süreçlerini hem de enfeksiyonların seyrini olumlu yönde etkileyebilecektir (Ventola, 2015).

7.3. Gıda Güvenliği ve *Salmonella* Kontrolü

Gıda güvenliği uygulamalarının etkinliğini artırmak için yeni yöntemlerin geliştirilmesi önemlidir. *Salmonella*'nın gıda kaynaklı enfeksiyonlardaki rolü ve bu enfeksiyonların önlenmesi için etkili stratejiler üzerine araştırmalar yapılmalıdır (Lüderitz et al., 2016).

Bu alanda elde edilecek bulgular, gıda güvenliği standartlarının iyileştirilmesine katkıda bulunabilir (Rogers et al., 2024).

7.4. Toplum Sağlığı ve Eğitim Programları

Gıda güvenliği konularında toplumda farkındalık yaratmaya yönelik eğitim programlarının etkinliği üzerine çalışmalar yapılmalıdır (Dworkin et al., 2006).

Bu tür programların, *Salmonella* enfeksiyonlarının yayılmasını nasıl etkilediği araştırılmalıdır. Eğitim ve farkındalık, toplumda sağlıklı yaşam alışkanlıklarının benimsenmesine yardımcı olabilir (O'Neill, 2016).

7.5. Mikrobiyota Modülasyonu

Mikrobiyota modülasyonu, bağırsaklarımızda yaşayan yararlı mikroorganizmaların dengesini sağlamak ve korumak için yapılan çalışmalardır (Bae & Wuertz, 2009). Sağlıklı bir mikrobiyota, sindirim sistemimizin düzgün çalışmasını destekler, bağışıklık sistemimizi güçlendirir ve genel sağlığımız üzerinde olumlu etkiler yaratır (Fathima et al., 2023).

Bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek *Salmonella* enfeksiyonlarının etkilerini azaltma potansiyeli üzerine araştırmalar yapılmalıdır (Mechesso et al., 2020).

Probiyotikler ve prebiyotikler gibi yöntemlerin, *Salmonella* enfeksiyonları üzerindeki etkileri incelenmelidir. Bu tür araştırmalar, gelecekte daha sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotasının korunmasına yardımcı olabilir (Cani, 2017).

Probiyotikler, bağırsak sağlığını destekleyen canlı mikroorganizmalardır. Yoğurt, kefir ve fermente sebzelerde bolca bulunurlar (Gilchrist et al., 2015). Bu dost bakteriler, bağırsaklarımızda zararlı mikropların yerleşmesini engelleyerek, bağışıklık sistemimizi destekler. Araştırmalar, probiyotiklerin *Salmonella* gibi zararlı bakterilerin etkilerini azaltabileceğini göstermektedir (Antunes et al., 2011).

Prebiyotikler, bağırsaktaki yararlı bakterilerin beslenmesine yardımcı olan liflerdir. Soğan, sarımsak, muz ve yulaf gibi gıdalarda bulunurlar (Afzaal et al., 2022). Prebiyotikler, bu dost bakterileri besleyerek, sağlıklı bir denge oluşturulmasına katkıda bulunur. Bu sayede, zararlı mikroorganizmaların etkisi azalır ve sindirim sağlığımız iyileşir (Gibson et al., 2017).

Yediklerimiz, mikrobiyota üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Lif açısından zengin gıdalar, sebzeler, meyveler ve tam tahıllar tüketmek, bağırsaklarımızı destekler (Sender et al., 2016). İşlenmiş gıdalardan, fazla şekerden ve doymuş yağlardan kaçınmak, mikrobiyota sağlığımızı olumlu yönde etkileyebilir. Yani, sağlıklı bir beslenme alışkanlığı geliştirmek, mikrobiyota dengesini korumak için önemli bir adımdır (Antunes et al., 2011).

Stres yönetimi, yeterli uyku ve düzenli fiziksel aktivite de mikrobiyota modülasyonunda önemli rol oynar. Stres, bağırsak sağlığını olumsuz etkileyebilir ve mikrobiyota dengesizliğine yol açabilir (Deng & Wang, 2024) Düzenli egzersiz yapmak, bağırsak sağlığını desteklerken, genel yaşam kalitemizi de artırır. Kendimize zaman ayırmak ve rahatlamak, sağlığımız için büyük bir katkı sağlar (Liang et al., 2011).

Antibiyotikler, zararlı bakterileri öldürmek için kullanılırken, yararlı bakterileri de etkileyebilir (CDC, 2024). Antibiyotik tedavisinden sonra probiyotik ve prebiyotik takviyeleri kullanmak, mikrobiyota dengesinin yeniden sağlanmasına yardımcı olabilir (Lamichhane et al., 2024). Bu sebeple, antibiyotik kullanırken dikkatli olmak ve gerektiğinde doktor tavsiyesi almak önemlidir (World Health Organization, 2015).

Sonuç olarak, mikrobiyota modülasyonu, sağlıklı bir yaşam sürdürmek için kritik bir stratejidir (Palamidi et al., 2016). Probiyotikler, prebiyotikler, diyet değişiklikleri ve yaşam tarzı iyileştirmeleri, bağırsak sağlığını destekleyerek genel sağlığımıza olumlu katkılar sağlar (Clemente et al., 2012). *Salmonella* gibi patojenlerle mücadelede, sağlıklı bir mikrobiyota dengesinin korunması enfeksiyon riskini azaltmak için önemlidir (Gibson et al., 2017).

Gelecek çalışmalar, bu konuda daha fazla veri ve anlayış sağlayarak, enfeksiyonların önlenmesi ve tedavi süreçlerinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Kurtz, Goggins, & McLachlan, 2017).

Bu araştırma alanları, *Salmonella* ve bağırsak mikrobiyotası ile ilgili bilgi birikimini artıracak ve sağlık politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunacaktır (Turgeon, Ng, Murray, & Nesbitt, 2018).

8. SONUÇ

B. BAYKARA¹

8.1. Önemli Bulgular

Bu kitapta, *Salmonella'* nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini ve bu etkileşimlerin sağlık üzerindeki sonuçlarını kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Elde edilen bulgular, *Salmonella'* nın gıda kaynaklı enfeksiyonların önemli bir etkeni olduğunu ve bu enfeksiyonların dünya genelinde yaygın bir sağlık sorunu teşkil ettiğini göstermektedir.

Özellikle, hastane yatışı olan bireylerde (YBÜ) *Salmonella* enfeksiyonlarının insidansı artmakta; bu durum, hastaların bağışıklık sistemlerinin zayıf olması ve invaziv cihazların kullanımı sebebiyle tedavi süreçlerini karmaşık hale getirmektedir (Billah & Rahman, 2024).

Salmonella' nın en sık görülen serotipleri arasında *Salmonella typhimurium* ve *Salmonella enteritidis* yer almakta ve bu serotiplerin genellikle çiğ veya az pişirilmiş gıda tüketimi ile ilişkilendirildiği ortaya konulmuştur (Kurtz et al., 2017).

Ayrıca, *Salmonella* enfeksiyonlarının, özellikle gelişmekte olan bölgelerde, hijyen eksiklikleri ve yetersiz gıda güvenliği uygulamaları sebebiyle daha yaygın olduğu vurgulanmıştır (World Health Organization, 2015).

Antibiyotik direnci, *Salmonella'* nın tedavisini zorlaştırarak, sağlık hizmetleri üzerinde ek bir yük oluşturmaktadır. Çalışmalar, Türkiye' deki ve uluslararası düzeyde *Salmonella* enfeksiyonlarına

bağlı antibiyotik direncinin yüksek seviyelerde olduğunu göstermektedir.

8.2. Vaka Çalışmaları

Bu bölümde, *Salmonella* enfeksiyonlarının gerçek hayatta nasıl ortaya çıktığını ve bu enfeksiyonların yönetimindeki zorlukları gösteren üç vaka çalışması sunulmaktadır.

8.2.1. Vaka Çalışması: *Salmonella enteritidis* Enfeksiyonu

Durum: 28 yaşında bir kadın hasta, son birkaç gündür süren yüksek ateş, karın ağrısı ve ishal şikayetleri ile acil servise başvurmuştur. Hastanın öyküsünde, son haftalarda çiğ yumurta ve az pişirilmiş tavuk tüketimi olduğu belirtilmiştir. İlk başta hafif karın ağrısı ile başlayan belirtiler, zamanla şiddetlenmiş ve ateşi 38.5 °C'ye kadar çıkmıştır. İshal, başlangıçta sulu iken, birkaç gün içinde kanlı hale gelmiştir. Hasta, acil servise başvurduğunda genel durumu kötü ve dehidrate görünmektedir.

Acil serviste yapılan fizik muayenede, karın bölgesinde yaygın hassasiyet ve bağırsak hareketlerinde artış gözlemlenmiştir. Kan testlerinde lökositoz ve hafif anemi bulguları saptanmıştır. Dışkı kültürü alınmış ve *Salmonella Enteritidis* varlığı tespit edilmiştir.

Tedavi Süreci: Hastaya, acil serviste intravenöz sıvı tedavisi başlanmış ve destekleyici tedavi uygulanmıştır. Antibiyotik tedavisi olarak, hastanın durumuna göre siprofloksasin başlanmıştır. Bu süreçte, hastanın bağırsak mikrobiyotasındaki değişimlerin izlenmesi amacıyla düzenli takip yapılmıştır.

Sonuç: Tedavi sürecinin ardından, hastanın durumu hızla iyileşmiştir. Üç gün içerisinde ateşi düşmüş ve bağırsak hareketleri normale dönmüştür. Dışkı kültürü kontrolü, tedavi sonrası *Salmonella*'nın tamamen yok olduğunu göstermiştir. Taburcu edilmeden önce, hastaya sağlıklı beslenme önerileri verilmiş ve gıda güvenliği konusunda bilgilendirilmiştir.

Bu vaka, *Salmonella enteritidis* enfeksiyonunun, özellikle çiğ yumurta ve az pişirilmiş gıda tüketimi ile nasıl bir risk

oluşturduğunu ve uygun tedavi ile hızlı bir iyileşmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gıda güvenliği ve hijyenin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. (Cani et al., 2013)

8.2.2. Vaka Çalışması: *Salmonella typhimurium* Enfeksiyonu

Durum: 32 yaşında kadın hasta, sağlıklı, herhangi bir kronik hastalığı yok. 3 gün boyunca devam eden yüksek ateş, karın ağrısı, ishal (günde 5-6 kez), bulantı ve kusma. Hasta, birkaç gün önce bir aile pikniğine katılmış ve çiğ sebzeler ile yeterince pişmemiş et tüketmiştir. İlk gün ateşi 38.5 °C'ye kadar yükselmiş, ardından karın ağrısı ve ishal gelişmiştir. Hasta, acil servise başvurduğunda genel durumu orta derecede bozuk görünmektedir.

Değerlendirme: Acil serviste yapılan fizik muayenede, karın bölgelerinde hassasiyet ve hafif distansiyon gözlemlenmiştir. Dışkı örneği alınarak kültür yapılmış ve *Salmonella typhimurium* saptanmıştır. Kan testlerinde hafif lökositoz ve dehidratasyon bulguları görülmüştür.

Tedavi Süreci: İlk birkaç gün boyunca hastanın durumu izlenmiş ve belirtilerinin şiddeti değerlendirilmeye devam edilmiştir. Hastaya intravenöz sıvı tedavisi başlanmış ve elektrolit dengesi sağlanmıştır. Antibiyotik tedavisinde Ciprofloksacin, hastanın genel durumuna ve enfeksiyonun seyrine bağlı olarak başlamıştır. Bununla birlikte, antibiyotik kullanımı sırasında hastaya beslenme önerileri verilmiş ve bağırsak florasında *Salmonella'* nın etkilerinin gözlemlenmesi amacıyla probiyotik takviyeleri de önerilmiştir.

Sonuç: Hastanın durumu tedaviye yanıt vermiş 48 saat içerisinde ateşi düşmüş ve bağırsak hareketleri normale dönmeye başlamıştır. Dışkı kültürü kontrolü, tedavi sonrası *Salmonella'* nın eradike olduğunu göstermiştir. Hastanın genel durumu düzelmiş ve taburcu edilmiştir.

Tedavi sürecinin ardından, hastanın bağırsak florasında belirgin bir değişim gözlemlenmiştir. Probiyotiklerin kullanımı, bağırsak mikrobiyotasının dengesini yeniden sağlamaya yardımcı olmuş ve hastanın iyileşme sürecini hızlandırmıştır. Hastanın

taburcu edilmeden önce bağırsak florasının yeniden dengelenmesi için diyet önerileri yapılmıştır.

Bu vaka, *Salmonella* enfeksiyonlarının gıda kaynaklı olabileceğini, doğru tedavi ile hızlı bir iyileşmenin mümkün olduğunu ve tedavide multidisipliner bir yaklaşımın önemini göstermektedir. Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasının korunmasının önemi vurgulanmıştır (Friedman & Levin, 2016).

8.2.3. Vaka Çalışması: *Salmonella typhi* Enfeksiyonu

Durum: 45 yaşında bir erkek hasta, hipertansiyon geçmişi ile birlikte düzenli ilaç kullanmaktadır. Hasta, son 10 gün boyunca yüksek ateş, baş ağrısı, karın ağrısı ve günde 3-4 kez ishal şikayetleri yaşamıştır. Ayrıca, genel bir halsizlik hissi de bulunmaktadır.

Hastanın son iki ay içinde Hindistan' a seyahat ettiği ve burada sokak yemekleri tükettiği öğrenilmiştir. Seyahat sonrası ilk günlerde hafif bir ateş ve karın ağrısı başlamış, zamanla ateşi 39 °C'ye kadar yükselmiştir. İshal, başlangıçta sulu iken zamanla kanlı hale gelmiştir. Hasta, acil servise başvurduğunda genel durumu kötü ve dehidrate görünmektedir.

Acil serviste yapılan fizik muayenede, karın bölgelerinde yaygın hassasiyet ve dalak büyümesi (splenomegali) gözlemlenmiştir. Kan testlerinde lökositoz (beyaz kan hücrelerinin artışı) ve anemi bulguları saptanmıştır. Dışkı kültürü ve kan kültürü alınmış ve *Salmonella Typhi* varlığı tespit edilmiştir.

Tedavi Süreci: Hasta, acil serviste intravenöz sıvı tedavisi ve antibiyotik tedavisi olarak azitromisin ile tedavi edilmeye başlanmıştır. Ayrıca, hastaya beslenme önerileri verilmiş ve elektrolit dengesi sağlanmıştır. Antibiyotik tedavisi süresince hastanın durumu yakından izlenmiştir.

Sonuç: Hastanın durumu tedaviye yanıt vermiştir. Yedi gün içerisinde ateşi düşmüş ve bağırsak hareketleri normale dönmüştür. Dışkı kültürü kontrolü, tedavi sonrası *Salmonella'* nın eradike olduğunu göstermiştir. Hastanın taburcu edilmeden önce sağlıklı beslenme ve hijyen önerileri yapılmıştır.

Bu vaka, *Salmonella typhi* enfeksiyonunun özellikle seyahat eden bireylerde nasıl bir risk oluşturduğunu ve uygun tedavi ile hızlı bir iyileşmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gıda güvenliği ve hijyenin önemini vurgulamaktadır (Crump & Luby, 2004).

8.3. Son Düşünceler

Salmonella ve mikrobiyota arasındaki etkileşimler, hem bireylerin sağlığı hem de toplum sağlığı açısından oldukça önemlidir (Crabb et al., 2019). *Salmonella*'nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri, enfeksiyonların nasıl seyrettiğini ve sonuçlarını doğrudan etkileyebilir (Küçük & Yıldız, 2020). Bu sebeple, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesi ve tedavi edilmesi için birden fazla disiplini bir araya getiren bir yaklaşım benimsemek büyük bir gereklilik haline gelmektedir (Ha et al., 2021).

Toplumda gıda güvenliği ve hijyen konularında farkındalık yaratmak, bu enfeksiyonların yayılmasını azaltmada kritik bir rol oynamaktadır (Lüderitz et al., 2016). Eğitim programları ve halk sağlığı kampanyaları, bireylerin bilgi düzeylerini artırarak sağlıklı yaşam alışkanlıklarının benimsenmesine yardımcı olabilir (Cani, 2017). Bu tür kampanyalar, toplumun genel sağlığını korumak için atılacak önemli adımlardır.

Gelecek araştırmalar, *Salmonella*'nın mikrobiyota ile etkileşimlerini daha iyi anlamak ve antibiyotik direncinin önlenmesine yönelik yeni stratejiler geliştirmek için yeni yollar keşfetmelidir. Bu çalışmalar, hem bireylerin sağlıklarını korumak hem de toplum sağlığını iyileştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir (Ahmer & Gunn, 2011).

Salmonella ve bağırsak mikrobiyotası konusundaki bu derleme, enfeksiyonların yayılmasını önlemek ve toplum sağlığını korumak için önemli bilgiler sunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası, sağlıklı bir sindirim sistemi ve güçlü bir bağışıklık fonksiyonu için kritik öneme sahiptir. *Salmonella*'nın bu dengeyi bozması, yalnızca bireylerin sağlığını değil, aynı zamanda toplum sağlığını da olumsuz etkileyebilir.

Bu bağlamda, *Salmonella* enfeksiyonlarının önlenmesi için etkili stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Gıda güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesi, hijyen standartlarının artırılması ve toplumda gıda güvenliği bilincinin yükseltilmesi, bu enfeksiyonların yayılmasını azaltmada önemli adımlardır. Ayrıca, antibiyotik direncinin önlenmesi için sağlık profesyonellerinin bilinçli antibiyotik kullanımı konusunda eğitilmesi de kritik bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, bu derleme, *Salmonella* ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki etkileşimlerin sağlık üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir kaynak sağlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, bu konudaki bilgi birikimini artırarak, enfeksiyonların önlenmesi ve tedavi süreçlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır. Sağlık politikalarının geliştirilmesi ve toplum sağlığının korunması adına bu alandaki çalışmaların devam etmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abreu, M. T. (2010). Toll-like receptor signalling in the intestinal epithelium: How bacterial recognition shapes intestinal function. *Nature Reviews Immunology*, 10(2), 131–144. <https://doi.org/10.1038/nri2712>

Ackermann, M., Stecher, B., Freed, N. E., Songhet, P., Hardt, W.-D., & Doebeli, M. (2008). Self-destructive cooperation mediated by phenotypic noise. *Nature*, 454, 987–990. <https://doi.org/10.1038/nature07113>.

Afzaal, M., Saeed, F., Shah, Y. A., Hussain, M., Rabail, R., Socol, C. T., Hassoun, A., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Rusu, A. V., & Aadil, R. M. (2022). Human gut microbiota in health and disease: Unveiling the relationship. *Frontiers in Microbiology*, 13, Article 999001. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.999001>

Ahmer, B. M. M., & Gunn, J. S. (2011). Interaction of *Salmonella spp.* with the intestinal microbiota. *Frontiers in Microbiology*, 2, Article 101.

Alvarez, J., Sota, M., Vivanco, A. B., Perales, I., Cisterna, R., Rementeria, A., & Garaizar, J. (2004). Development of a multiplex real-time PCR technique for detection and quantification of foodborne *Salmonella*. *International Journal of Food Microbiology*, 89(2–3), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.11.010>

Antunes, L. C., Arena, E. T., Menendez, A., Han, J., Ferreira, R. B., Buckner, M. M., Lolic, P., Madilao, L. L., Bohlmann, J., Borchers, C. H., & Finlay, B. B. (2011). The impact of *Salmonella* infection on host hormone metabolism revealed by

metabolomics. *Infection and Immunity*, 79(4), 1759–1769. <https://doi.org/10.1128/IAI.01039-10>.

Arrieta, M.-C., Walter, J., & Finlay, B. B. (2016). Human microbiota-associated mice: A model with challenges. *Cell Host & Microbe*, 19(5), 575–578. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2016.04.014>.

Backhed, F., Ley, R. E., Sonnenburg, J. L., Peterson, D. A., & Gordon, J. I. (2005). Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*, 307(5717), 1915–1920. <https://doi.org/10.1126/science.1104816>.

Bäckhed, F., et al. (2012). "Dynamics and Stabilization of the Gut Microbiota during the First Year of Life." *Cell Host & Microbe*, 12(5), 639-647.

Bae, S. & Wuertz, S. (2009). Rapid decay of host-specific fecal Bacteroidales cells in seawater as measured by quantitative PCR with propidium monoazide. *Water Research*, 43(19), 4850–4859. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.06.053>

Barrow, P. A., & Freeman, B. A. (1990). *Salmonella* and the gastrointestinal tract. *Veterinary Microbiology*, 23(1-2), 1-26.

Bhatta, D. R., Bangtrakulnonth, A., Tishyadhigama, P., Saroj, S. D., Bandekar, J. R., Hendriksen, R. S., & Kapadnis, B. P. (2007). Serotyping, PCR, phage-typing and antibiotic sensitivity testing of *Salmonella* serovars isolated from urban drinking water supply systems of Nepal. *Letters in Applied Microbiology*, 44, 588–594. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02151.x>.

Biggs, M. B., Medlock, G. L., Moutinho, T. J., Lees, H. J., Swann, J. R., Kolling, G. L., & Papin, J. A. (2017). Systems-level

metabolism of the altered Schaedler flora, a complete gut microbiota. *The ISME Journal*, 11(2), 426–438. <https://doi.org/10.1038/ismej.2016.130>.

Billah, M. M., & Rahman, M. S. (2024). *Salmonella* in the environment: A review on ecology, antimicrobial resistance, seafood contaminations, and human health implications. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 13,100407.<https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100407>

Bjelland, A. M., Sandvik, L. M., Skarstein, M. M., Svendal, L., & Debenham, J. J. (2020). Prevalence of *Salmonella* serovars isolated from reptiles in Norwegian zoos. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00516-8>

Blatchley, E. R., Gong, W. L., Alleman, J. E., Rose, J. B., Huffman, D. E., Otaki, M., & Lisle, J. T. (2007). Effects of wastewater disinfection on waterborne bacteria and viruses. *Water Environment Research*, 79(1), 81–92. <https://doi.org/10.2175/106143006X102024>.

Brown, E. W., Bell, R., Zhang, G., Timme, R., Zheng, J., Hammack, T. S., & Allard, M. W. (2021). *Salmonella* genomics in public health and food safety. *EcoSal Plus*, 9(1). <https://doi.org/10.1128/ecosalplus.ESP-0008-2020>.

Broz, P., Ohlson, M. B., & Monack, D. M. (2011). Innate immune response to *Salmonella typhimurium*, a model enteric pathogen. *Gut Microbes*, 3(2), 62–70. <https://doi.org/10.4161/gmic.19141>

Cani, P. D. (2017). Gut microbiota and obesity: Lessons learned from the microbiome. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(1), 1-2.

Carter, A. J., Adams, M. R., Woodward, M. J., & La Ragione, R. M. (2009). Control strategies for *Salmonella* colonization of poultry: The probiotic perspective. *Food Science and Technology*, 5, 103–115.

Center for Food Security and Public Health (CFSPH). (2013). Reptile-associated *salmonellosis*. Retrieved from http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/reptile_associated_salmonellosis.pdf.

Centers for Disease Control and Prevention. (2016). Food Safety: Cross-Contamination.

Centers for Disease Control and Prevention. (2024, October 4). *Salmonella infection (Salmonellosis): Symptoms of Salmonella infection*. U.S. Department of Health & Human Services. <https://www.cdc.gov/salmonella/signs-symptoms/index.html>.

Chen, S. Y., Wang, F., Beaulieu, J. C., Stein, R. E., & Ge, B. L. (2011). Rapid detection of viable *Salmonellae* in produce by coupling propidium monoazide with loop-mediated isothermal amplification. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(12), 4008–4016. <https://doi.org/10.1128/aem.00354-11>

Clemente, J. C., Ursell, L. K., Parfrey, L. W., & Knight, R. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: An integrative view. *Cell*, 148(6), 1258-1270. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.01.035>.

Crabb, H. K., Allen, J. L., Devlin, J. M., Firestone, S. M., Stevenson, M., Wilks, C. R., & Gilkerson, J. R. (2019). Traditional *Salmonella typhimurium* typing tools (phage typing and MLVA) are sufficient to resolve well-defined outbreak events only. *Food Microbiology*, 84, 103237. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103237>.

Crump, J. A., & Luby, S. P. (2004). The global burden of typhoid fever. *Bulletin of the World Health Organization*, 82(5), 346-353. <https://doi.org/10.1590/S0042-96862004000500012>

Crump, J. A., & Mintz, E. D. (2010). Global trends in typhoid and paratyphoid fever. *Clinical Infectious Diseases*, 50(2), 241–246. <https://doi.org/10.1086/649541>

Deng, L., & Wang, S. (2024). Colonization resistance: The role of gut microbiota in preventing *Salmonella* invasion and infection. *Gut Microbes*, 16(1), 2424914. <https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2424914>.

Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Stackebrandt, E., & Schleifer, K. (2006). *The prokaryotes: A handbook on the biology of bacteria* (Vol. 7). Springer, New York, NY, USA.

Fathima, S., Shanmugasundaram, R., Sifri, M., & Selvaraj, R. (2023). Yeasts and yeast-based products in poultry nutrition. *Journal of Applied Poultry Research*, 32, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2023.100345>

Ferrato, C., Chui, L., King, R., & Louie, M. (2017). Utilization of a molecular serotyping method for *Salmonella enterica* in a routine laboratory in Alberta, Canada. *Journal of*

Microbiological Methods, 135, 14–19.
<https://doi.org/10.1016/j.mimet.2017.01.005>

Ferrari, R. G., Alves Do Rosario, D. K., Cunha Neto, A., & Conte Junior, C. A. (2019). Worldwide epidemiology of *Salmonella* serovars in animal-based foods: A meta-analysis. *Food Microbiology*, 85(14), e00591-19.

Finlay, F., Furnell, C., & Ridley, P. (2015). *Salmonella* in pets: The risk to children. *Community Practitioner*, 88, 27–29.

Food Safety and Inspection Service. (2017). Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems.

Food and Drug Administration. (2019). Food Safety: Refrigeration and Food Safety.

Galán-Relaño, Á., Valero Díaz, A., Huerta Lorenzo, B., Gómez-Gascón, L., Mena Rodríguez, M. Á., Carrasco Jiménez, E., Pérez Rodríguez, F., & Astorga Márquez, R. J. (2023). *Salmonella* and salmonellosis: An update on public health implications and control strategies. *Animals*, 13(23), 3666.
<https://doi.org/10.3390/ani13233666>.

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., & Cani, P. D. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14, 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

Gilchrist, J. J., MacLennan, C. A., & Hill, A. V. (2015). Genetic susceptibility to invasive *Salmonella* disease. *Nature Reviews Immunology*, 15(7), 452–463. <https://doi.org/10.1038/nri3858>.

Grimont, P. A., & Weill, F. (2007). Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars. WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*.

Godinez, I., Raffatellu, M., Chu, H., Paixao, T. A., Haneda, T., Santos, R. L., Bevins, C. L., Tsolis, R. M., & Baumler, A. J. (2009). Interleukin-23 orchestrates mucosal responses to *Salmonella enterica* serotype typhimurium in the intestine. *Infection and Immunity*, 77(1), 387–398. <https://doi.org/10.1128/IAI.00757-08>

Gowen, J. W., & Calhoun, M. L. (1943). On the physical basis for genetic resistance to mouse typhoid, *Salmonella typhimurium*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 29(5), 144–149. <https://doi.org/10.1073/pnas.29.5.144>.

Guerrant, R. L., DeBoer, M. D., Moore, S. R., Scharf, R. J., & Lima, A. A. M. (2013). The impoverished gut—a triple burden of diarrhoea, stunting and chronic disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(4), 220–229. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.239>.

Gut Basket (2020, November 28). *Our microbiome: Explained everything you need to know*. <https://gutbasket.com/blogs/microbiome/our-microbiome?srsId=AfmBOorAV-BnAayKbdnioYVrcmN3zCVtPN8iSbDvsS1l5o7Ij1KxIsTB>.

Ha, A. J., Perez, L. G. S., Kim, T., Mizan, M. F. R., Nahar, S., Park, S., Chun, H., & Ha, S. (2021). Research Note: Identification and characterization of *Salmonella* spp. in mechanically deboned chickens using pulsed-field gel electrophoresis. *Poultry Science*, 100, 100961. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.100961>.

Hannemann, S., & Galán, J. E. (2017). Salmonella enterica serovar-specific transcriptional reprogramming of infected cells. *PLoS Pathogens*, 13(7), e1006532. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006532>.

Hazlett, L., and Wu, M. (2011). Defensins in innate immunity. *Cell Tissue Res*. 343, 175–188.

Hetzer, H. O. (1937). The genetic basis for resistance and susceptibility to *Salmonella aertrycke* in mice. *Genetics*, 22(2), 264–283. <https://doi.org/10.1093/genetics/22.2.264>.

Ho, D. K., Jarva, H., & Meri, S. (2010). Human complement factor H binds to outer membrane protein Rck of *Salmonella*. *The Journal of Immunology*, 185(3), 1763–1769. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1000590>

Hyun-Joong, K., Si Hong, P., Hae-Yeong, Kim. (2006). Comparison of *Salmonella enterica* serovar typhimurium LT2 and Non-LT2 *Salmonella* Genomic Sequences, and Genotyping of *Salmonellae* by Using PCR. *Applied And Environmental Microbiology*, 72 (9), 6142–6151.

Iannelli, V. (2021). Symptoms of *Salmonella*. In *Infectious Diseases: Foodborne Infections: Salmonella Guide*. Medically reviewed by Lubelchek, R. <https://www.example.com>.

Jay, J. M., et al. (2005). *Modern Food Microbiology*. Springer Science & Business Media.

Karon, A. E., Archer, J. R., Sotir, M. J., Monson, T. A., & Kazmierczak, J. J. (2007). Human multidrug-resistant *Salmonella* Newport infections, Wisconsin, 2003–2005. *Emerging Infectious Diseases*, 13, 1777. <https://doi.org/10.3201/eid1311.070274>

Khan, S. A., Foley, S., & Stefanova, R. (2019). Subtyping of *Salmonella enterica* Serovar typhimurium from clinical samples by multiple-locus variable-number tandem repeat analysis and pulsed-field gel electrophoresis. *Microbiology and Infectious Diseases*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.mid.2019.03.001>

Koyande, N., Gangopadhyay, M., Thatikonda, S., & Rengan, A. K. (2022). The role of gut microbiota in the development of colorectal cancer: A review. *International Journal of Colorectal Disease*, 37(7), 1509-1523. <https://doi.org/10.1007/s00384-022-04192-w>.

Kurtz, J. R., Goggins, J. A., & McLachlan, J. B. (2017). *Salmonella* infection: Interplay between the bacteria and host immune system. *Immunology Letters*, 190, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2017.07.006>.

Küçük, Ö., & Yıldız, L. (2020). "*Salmonella enteritidis* Enfeksiyonu ve Bağırsak Mikrobiyotasının Rolü." *Mikrobiyoloji Dergisi*, 45(2), 123-130.

Lamichhane, B., Mawad, A. M. M., Saleh, M., Kelley, W. G., Harrington II, P. J., Lovestad, C. W., Amezcua, J., Sarhan, M. M., El Zowalaty, M. E., Ramadan, H., Morgan, M., & Helmy, Y. A. (2024). Salmonellosis: An overview of epidemiology, pathogenesis,

and innovative approaches to mitigate the antimicrobial resistant infections. *Antibiotics*, 13(1), 76.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics13010076>.

Lawley, T. D., Chan, K., Thompson, L. J., Kim, C. C., Govoni, G. R., & Monack, D. M. (2006). Genome-wide screen for *Salmonella* genes required for long-term systemic infection of the mouse. *PLoS Pathogens*, 2(1), e11.
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0020011>

Ley, R. E., et al. (2006). Obesity alters gut microbial ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(31), 11070-11075.

Liang, N. J., Dong, J., Luo, L. X., & Li, Y. (2011). Detection of viable *Salmonella* in lettuce by propidium monoazide real-time PCR. *Journal of Food Science*, 76(4), M234–M237.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02123.x>

Lombardo, M. J., Michalski, J., Martinez-Wilson, H., Morin, C., Hilton, T., Osorio, C. G. et al. (2007). An in vivo expression technology screen for *Vibrio cholerae* genes expressed in human volunteers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(46), 18229–18234.

Lüderitz, O., Westphal, O., Staub, A. M., & Nikaido, H. (2016). Isolation and chemical and immunological characterization of bacterial lipopolysaccharides. *Microbial Toxins*, 4, 145–233.

Majowicz, S. E., Musto, J., Scallan, E., Angulo, F. J., Kirk, M., O'Brien, S. J., Jones, T. F., Fazil, A., Hoekstra, R. M., & B Int Collaboration Enteric Dis. (2010). The global burden of

nontyphoidal *Salmonella gastroenteritis*. *Clinical Infectious Diseases*, 50(6), 882-889. <https://doi.org/10.1086/650733>.

Malorny, B., Hoorfar, J., Bunge, C., & Helmuth, R. (2003). Multicenter validation of the analytical accuracy of Salmonella PCR: towards an international standard. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(1), 290–296. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.1.290-296.2003>

Männe, C., Takaya, A., Yamasaki, Y., Mursell, M., Hojyo, S., Wu, T., Sarkander, J., McGrath, M. A., Cornelis, R., & Hahne, S. (2019). Salmonella SiiE prevents an efficient humoral immune memory by interfering with IgG plasma cell persistence in the bone marrow. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116, 7425–7430. <https://doi.org/10.1073/pnas.1814188116>

Markazi, A. D., Perez, V., Sifri, M., Shanmugasundaram, R., & Selvaraj, R. K. (2017). Effect of whole yeast cell product supplementation (CitriStim®) on immune responses and cecal microflora species in pullet and layer chickens during an experimental coccidial challenge. *Poultry Science*, 96, 2049–2056. <https://doi.org/10.3382/ps/pex014>

Mechesso, A. F., Moon, D. C., Kim, S., Song, H., Kang, H. Y., Na, S. H., Choi, J., Kim, H., Yoon, S., & Lim, S. (2020). Nationwide surveillance on serotype distribution and antimicrobial resistance profiles of non-typhoidal *Salmonella* serovars isolated from food-producing animals in South Korea. *International Journal of Food Microbiology*, 335, 108893. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108893>.

Microbiology in Pictures. (2015). Medically important gram-negative bacteria. Retrieved [2025], from <https://www.microbiologyinpictures.com>.

Minami, J., Yoshida, K., Soejima, T., Yaeshima, T., & Iwatsuki, K. (2010). New approach to use ethidium bromide monoazide as an analytical tool. *Journal of Applied Microbiology*, 109(3), 900–909. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04716.x>

Mortimer, C. K., Peters, T. M., Gharbia, S. E., Logan, J. M., & Arnold, C. (2004). Towards the development of a DNA-sequence-based approach to serotyping of *Salmonella enterica*. *BMC Microbiology*, 4, 31. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-4-31>.

Mueller-Doblies, D., Carrique-Mas, J. J., & Davies, R. H. (2014). A study of the dynamics of *Salmonella* infection in turkey breeding, rearing and finishing houses with special reference to elimination, persistence and introduction of *Salmonella*. *Avian Pathology*, 43(2), 146-154. <https://doi.org/10.1080/03079457.2014.892569>.

Nocker, A., Cheung, C. Y., & Camper, A. K. (2006). Comparison of propidium monoazide with ethidium monoazide for differentiation of live vs. dead bacteria by selective removal of DNA from dead cells. *Journal of Microbiological Methods*, 67(2), 310–320. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2006.04.015>

Okamura, M., Lillehoj, H. S., Raybourne, R. B., Babu, U. S., & Heckert, R. A. (2004). Cell-mediated immune responses to a killed *Salmonella enteritidis* vaccine: Lymphocyte proliferation, T-cell changes and interleukin-6 (IL-6), IL-1, IL-2, and IFN- γ production. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 27, 255–272. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2003.11.008>

Olopoenia, L. A., & King, A. L. (2000). Widal agglutination test—100 years later: Still plagued by controversy. *Postgraduate Medical Journal*, 76(892), 80–84. <https://doi.org/10.1136/pmj.76.892.80>

O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. *Government of the United Kingdom*.

Palamidi, I., Fegeros, K., Mohnl, M., Abdelrahman, W., Schatzmayr, G., Theodoropoulos, G., & Mountzouris, K. C. (2016). Probiotic form effects on growth performance, digestive function, and immune-related biomarkers in broilers. *Poultry Science*, 95, 1598–1608. <https://doi.org/10.3382/ps/pew086>.

Pagani, G., Parenti, M., Franzetti, M., Pezzati, L., Bassani, F., Osnaghi, B., Vismara, L., Pavia, C., Mirri, P., & Rusconi, S. (2023). Invasive and non-invasive human salmonellosis cases admitted between 2015 and 2021 in four suburban hospitals in the metropolitan area of Milan (Italy): A multi-center retrospective study. *Pathogens*, 12(11), 1298. <https://doi.org/10.3390/pathogens12111298>.

Pang, T., & Puthuchear, S. D. (1983). Significance and value of the Widal test in the diagnosis of typhoid fever in an endemic area. *Journal of Clinical Pathology*, 36(4), 471–475. <https://doi.org/10.1136/jcp.36.4.471>

Parry, C. M., Hien, T. T., Dougan, G., White, N. J., & Farrar, J. J. (2002). Typhoid fever. *The New England Journal of Medicine*, 347(22), 1770–1782. <https://doi.org/10.1056/NEJMra020201>.

Pham, O. H., & McSorley, S. J. (2015). Protective host immune responses to *Salmonella* infection. *Future Microbiology*, 10, 101–110. <https://doi.org/10.2217/fmb.14.98>.

Popa, M. I., & Salceanu, B. (2021). *Salmonella* spp. infection - a continuous threat worldwide. *GERMS*, 11(1), 88-96. <https://doi.org/10.18683/germs.2021.1245>.

Pourabedin, M., Guan, L., & Zhao, X. (2015). Xylo-oligosaccharides and virginiamycin differentially modulate gut microbial composition in chickens. *Microbiome*, 3, 15. <https://doi.org/10.1186/s40168-015-0077-3>

Penha Filho, R. A. C., Moura, B. S., de Almeida, A. M., Montassier, H. J., Barrow, P. A., & Junior, A. B. (2012). Humoral and cellular immune response generated by different vaccine programs before and after *Salmonella enteritidis* challenge in chickens. *Vaccine*, 30, 7637–7643. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.10.024>

Pineiro, M., Asp, N., Reid, G., Macfarlane, S., Morelli, L., Brunser, O., & Tuohy, K. (2008). FAO Technical meeting on prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 42(3),156–159. <https://doi.org/10.1097/MCG.0b013e31817f184e>

Rahn, K., De Grandis, S. A., Clarke, R. C., McEwen, S. A., Galán, J. E., Ginocchio, C., ... & Gyles, C. L. (1992). Amplification of an invA gene sequence of *Salmonella typhimurium* by polymerase chain reaction as a specific method of detection of *Salmonella*. *Molecular and Cellular Probes*, 6(4), 271–279. [https://doi.org/10.1016/0890-8508\(92\)90002-F](https://doi.org/10.1016/0890-8508(92)90002-F)

Restif, O., Goh, Y. S., Palayret, M., Grant, A. J., McKinley, T. J., Clark, M. R., & Mastroeni, P. (2013). Quantification of the effects of antibodies on the extra-and intracellular dynamics of *Salmonella enterica*. *Journal of the Royal Society Interface*, 10, 20120866. <https://doi.org/10.1098/rsif.2012.0866>.

Ricke, S. C., Lee, S. I., Kim, S. A., Park, S. H., & Shi, Z. (2020). Prebiotics and the poultry gastrointestinal tract microbiome. *Poultry Science*, 99, 670–677. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.031>

Ridaura, V. K., et al. (2013). Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science*, 341(6150), 1241214.

Rogers, A. W. L., Tsolis, R. M., & Bäumler, A. J. (2020). *Salmonella* versus the microbiome. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 85(1), e00027-19. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00027-19>.

Rogers, A. W. L., Radlinski, L. C., Nguyen, H., Tiffany, C. R., Parente Carvalho, T., Masson, H. L. P., Goodson, M. L., Bechtold, L., Yamazaki, K., Liou, M. J., Miller, B. M., Mahan, S. P., Young, B. M., Demars, A. M., Gretler, S. R., Larabi, A. B., Lee, J.-Y., Bays, D. J., Tsolis, R. M., & Bäumler, A. J. (2024). *Salmonella* re-engineers the intestinal environment to break colonization resistance in the presence of a compositionally intact microbiota. *Cell Host & Microbe*, 32(10), 1774-1786.e9. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2024.07.025>.

Rosso, F., Rebellón-Sánchez, D. E., Llanos-Torres, J., Hurtado-Bermudez, L. J., Ayerbe, L., Suárez, J. H., Orozco-Echeverri, N., Rojas-Perdomo, C. C., Zapata-Vasquez, I. L., Patiño-

Niño, J., & Parra-Lara, L. G. (2023). Clinical and microbiological characterization of *Salmonella* spp. isolates from patients treated in a university hospital in South America between 2012–2021: A cohort study. *BMC Infectious Diseases*, 23, 625. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08589-y>.

Round, J. L., & Mazmanian, S. K. (2009). The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease. *Nature Reviews Immunology*, 9(5), 313-323.

Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Are we really vastly outnumbered? Revisiting the ratio of bacterial to host cells in humans. *Cell*, 164(3), 337–340. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.01.013>.

Shaji, S., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella infection in poultry: A review on the pathogen and control strategies. *Microorganisms*, 11(2814). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>

Siriken, B. (2013). *Salmonella* pathogenicity islands. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 47(1), 181-188.

Smith, T. H. (1885). The discovery of *Salmonella choleraesuis*. *Journal of Medical Microbiology*, 20(1), 1-5.

Smith, K. I., & Brown, A. (2020). The history of *Salmonella*: A review. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(3), e00010-20.

Stecher, B. (2021). Establishing causality in *Salmonella*-microbiota-host interaction: The use of gnotobiotic mouse models and synthetic microbial communities. *International Journal of Medical Microbiology*, 311(3), 151484.

Thomas, J. E., & Hurst, A. M. (2019). Food Safety and Quality: A Global Perspective. *Food Quality and Safety*, 3(1), 1-10.

Turgeon, P., Ng, V., Murray, R., & Nesbitt, A. (2018). Forecasting the incidence of *Salmonellosis* in seniors in Canada: A trend analysis and the potential impact of the demographic shift. *PLoS ONE*, 13, e0208124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208124>.

Turnbaugh, P. J., Ley, R. E., Hamady, M., Fraser-Liggett, C. M., Knight, R., & Gordon, J. I. (2007). The human microbiome project. *Nature*, 449(7164), 804-810. <https://doi.org/10.1038/nature06244>.

United Press International. (1985). *Salmonella* outbreak is traced. *The New York Times*. Archived from the original on December 12, 2012. Retrieved September 29, 2011.

U.S. Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *Salmonella and Food Safety*.

USDA Food Safety and Inspection Service. (2020). *Cooking Temperatures*.

Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277-283.

Wang, M., Qazi, I. H., Wang, L., Zhou, G., & Han, H. (2020). *Salmonella* virulence and immune escape. *Microorganisms*, 8(3), 407. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030407>.

Wang, Y., Ye, Z., & Si, C. (2020). Advances in rapid detection methods for *Salmonella* in food. *Journal of*

Microbiological Methods, 174, 105932.
<https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105932>.

World Health Organization. (2015). *Global health sector strategy on sexually transmitted infections 2016-2021: Towards ending STIs*. Geneva: World Health Organization.

Wu, H., & Esteve, E. (2016). Microbiota and metabolism. *Nature Reviews Endocrinology*, 12(3), 157-168.

Xu, S., & Cao, X. (2010). Interleukin-17 and its expanding biological functions. *Cellular & Molecular Immunology*, 7, 164–174. <https://doi.org/10.1038/cmi.2010.2>.

Zhao, X., Lin, C. W., Wang, J., & Oh, D. H. (2021). Advances in rapid detection methods for foodborne pathogens. *Journal of Microbiology*, 59(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1007/s12275-021-0687-2>.

