FOOD and HEALTH

FOOD and HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Food and Health 11(1), 91-113 (2025) • https://doi.org/10.3153/FH25008

Review Article

Campylobacter ve campylobacteriosisde güncel değerlendirme

Fatma GÜRLER[1], Ahmet Gökhan COŞKUN[2], Seran TEMELLİ[3], Ayşegül EYİGÖR[3]

Cite this article as:
Gürler, F., Coşkun, A.G., Temelli, S., Eyigör, A. (2025). *Camplylobacter* ve campylobacteriosisde güncel değerlendirme. *Food and Health,* 11(1), 91-113. https://doi.org/10.3153/FH25008

[1] *Bursa Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye*

[2] *Balıkesir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şube Müdürlüğü, 10010, Karesi, Balıkesir, Türkiye*

[2] *Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye*

ORCID IDs of the authors:
F.G. 0009-0008-0215-7016
A.G.C. 0000-0002-5181-7577
S.T. 0000-0002-8869-4929
A.E. 0000-0002-2707-3117

Submitted: 10.07.2024
Revision requested: 07.08.2024
Last revision received: 15.08.2024
Accepted: 19.08.2024
Published online: 02.01.2025

Correspondence:
Ayşegül EYİGÖR
E-mail: aeyigor@uludag.edu.tr

© 2025 The Author(s)

Available online at
http://jfhs.scientificwebjournals.com

ÖZ

Dünya genelinde bakteriyel gastroenteritlerin birincil nedeni olan *Campylobacter* spp.'nin oluşturduğu gıda kaynaklı enfeksiyonların insidansı sürekli bir artış göstermektedir. Campylobacteriosisde, özellikle *Campylobacter jejuni* ve *Campylobacter coli*, en sık rastlanılan türler olarak bilinmekte ve antimikrobiyallere gösterdikleri direnç ile halk sağlığını ciddi olarak tehdit etmektedir. *Campylobacter* spp.'nin en önemli rezervuarları olan kanatlı hayvanlar ve sığırlar ile bu hayvanlardan elde edilen et, süt ve ürünlerinin mikrobiyal güvenilirliğinin sağlanması yönünden patojenin hem çiftlik düzeyinde hem de tüketime sunulan bu gıdalarda tespitinin ve/veya konsantrasyonunun belirlenmesi, yasal düzenlemelerde gerekli güncellemelerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Etkenin zoonotik potansiyeli göz önünde bulundurularak hazırlanan bu derleme makalesinde, *Campylobacter*'in etiyoloji, üreme ve patojenite özellikleri; epidemiyoloji ve prevalansı, enfeksiyonun patojenezi ve semptomları; patojenin tespitinde önem arz eden örnekleme, izolasyon/sayım, identifikasyon ve hızlı yöntemler; enfeksiyon tedavisi ve antibiyotik direnç bilgileri ile koruma kontrol gereklilikleri ve yasal yaklaşım stratejileri güncel literatür verilerine dayalı olarak sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Campylobacter*, Campylobacteriosis, Halk Sağlığı, Kanatlı hayvan, Sığır

ABSTRACT

An updated overview of *Campylobacter* and campylobacteriosis

There is a continuous rise in the incidence of foodborne infections caused by *Campylobacter* spp., the main causative agent of bacterial gastroenteritis worldwide. Campylobacteriosis, *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* are the most frequently encountered species and pose serious health threats due to their resistance to antimicrobials. Assurance of microbial safety of poultry and cattle, the most important reservoirs of *Campylobacter* spp., meat and meat products, milk and dairy obtained from these animals, and detection and/or concentration determination of the pathogen both in the farm and in food ready for consumption, mandates required regulatory updates in current legislations. By taking the zoonotic potential of the agent into consideration, in this review article, aetiology, growth and pathogenicity traits; epidemiology and prevalence; pathogenesis and symptoms of the infection; sampling, isolation/enumeration, identification and rapid methods for the detection of the pathogen; treatment of disease and antimicrobial resistance information; and prevention and control requirements and regulatory approach strategies were presented based on data from current literature.

Keywords: *Campylobacter*, Campylobacteriosis, Cattle, Public Health, Poultry

Giriş

Campylobacter, Avrupa Birliği (AB)'de 2007'den bu yana en sık bildirilen gıda kaynaklı bakteriyel gastroenterit etkeni olarak bilinmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de rapor edilen enfeksiyonlar içerisinde de en yüksek insidansa sahip olan patojen olduğu bildirilmektedir. İnsan enfeksiyonlarından en sık izole edilen *Campylobacter* türleri, *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) ve *Campylobacter coli* (*C. coli*) olarak rapor edilmektedir (WHO, 2024).

Campylobacter, hem meydana getirdiği enfeksiyonlara bağlı halk sağlığı riskleri hem de sağlık hizmetlerindeki artışa bağlı ekonomik kayıplar yönünden önem taşımaktadır. Hayvansal gıdalar içerisinde, etkenin asemptomatik taşıyıcısı olan kanatlı ve sığır kaynaklı ürünler, etkenin birincil kaynağını oluşturmaktadır (EFSA, 2023). Bu nedenle, bu ürünlerde *Campylobacter* varlığının tespit edilmesi, Tek Sağlık yaklaşımında alınacak önlemler açısından belirleyici role sahiptir. AB'deki mevzuatın aksine ülkemizde bu patojenin gıdalardaki varlığının tespitini zorunlu kılan yasal bir düzenlemenin henüz bulunmaması, tüketime sunulan bu ürünlerden kaynaklanabilecek sağlık risklerinin öngörülememesi yanında büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Bu derleme makalesinin amacı; *Campylobacter*'in etiyoloji, üreme ve patojenite özellikleri; epidemiyoloji ve prevalansı, enfeksiyonun patojenezi ve semptomları; patojenin tespitinde önem arz eden örnekleme, izolasyon/sayım, identifikasyon ve hızlı yöntemler; enfeksiyon tedavisi ve antibiyotik direnç bilgileri ile koruma kontrol gereklilikleri ve yasal yaklaşım stratejileri hakkında güncel literatür bilgileri sunmaktadır.

Etiyoloji, Üreme ve Patojenite Özellikleri

Campylobacter kelimesi, Yunanca'da kıvrık anlamına gelen 'kampylos' (eğri) ve 'bactron' (çubuk) kelimelerinden köken almaktadır (Linden, 2022). İlk olarak 1906 yılında, Veteriner hekim John McFadyean ve Stewart Stockman tarafından enfekte gebe bir koyunun uterus duvarından alınan örnekte izole edilmiş olan etken, *Vibrio* cinsi altında sınıflandırılmıştır (Brenner ve ark., 2005). İnsanlarda *Campylobacter* enfeksiyonlarının önemi, 1980'li yılların başında, etkenin fekal örneklerden izolasyonu için seçici besi yerlerinin geliştirilmesi ve yaygın olarak kullanılmasından sonra ortaya konulmuştur (Costa ve Iraola, 2019).

Campylobacter; *Campylobacteriacea* ailesinden, Gram negatif, 0.2-0.8 x 0.5-5 μm boyutlarında, genellikle spiral kıvrımlı bir şekle sahip, spor oluşturmayan bir bakteridir. Karakteristik tirbuşon hareketine sahip olup bu hareketi çoğunlukla hücrenin bir veya iki ucunda bulundurduğu polar flagellum vasıtasıyla yapmaktadır. Karbonhidratları fermente ve okside edememesi nedeniyle enerji ihtiyacını aminoasitlerden veya trikarboksilik asit döngüsü ara maddelerinden elde etmektedir. *Campylobacter* türleri, gelişimlerini mikroaerobik koşullar altında gerçekleştirmekte (Brenner ve ark., 2005) ancak bazı türler (*Campylobacter concisus, Campylobacter curvus, Campylobacter rectus, Campylobacter mucosalis, Campylobacter showae, Campylobacter gracilis, Campylobacter hyointestinalis*) elektron alıcısı olarak hidrojen ve formata ihtiyaç duyabilmektedir (Kaakoush ve ark., 2015). Bazı türleri büyüme için anaerobik koşulları tercih edebilmekte olup olumsuz koşullar altında hücreleri kokoid forma dönüşebilmektedir (Brenner ve ark., 2005). Campylobacterler, oldukça fazla biyolojik çeşitlilik gösteren bir grup olup (Sahin ve ark., 2017) taksonları ile mevcut genomlarının son yıllarda artış gösterdiği bildirilmektedir (Costa ve Iraola, 2019). Almanya Leibniz Enstitüsü Güncel Nomenklatüründeki Prokaryotik İsim Listesi (List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature-LPSN) güncel verilerine göre, *Campylobacter* cinsi içerisinde, 48 tür ve 13 alt tür bulunmaktadır (LPSN, 2024) (Tablo 1).

Campylobacter türleri, yaklaşık %5 oksijen, %10 karbondioksit ve %85 azot içeren mikroaerobik ortam koşullarına gereksinim duymaktadır (Fitzgerald ve Nachamkin, 2015). Optimum üreme sıcaklık aralığı 37-42ºC olan (Chon ve ark., 2020) *Campylobacter* türlerinden *C. jejuni*, *C. coli*, *Campylobacter lari* (*C. lari*) ve *Campylobacter upsaliensis* (*C. upsaliensis*) 42°C'de de üreyebilme özeliklerinden dolayı termofilik *Campylobacter* türleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sıcaklık değeri, patojenin düşük sıcaklık adaptasyonunda rol oynayan soğuk şok protein genlerini taşımamasından kaynaklanmaktadır (Keto-Timonen ve ark., 2016). Yüksek sıcaklık derecesindeki inkübasyon, *C. jejuni* ve *C. coli* üremesini propage etmesinin yanı sıra feçeste bulunan diğer bakteri türlerinin üremelerini de baskılamaya yardımcı olmaktadır (Kim ve ark., 2015). Tavuk gübresinde, *C. jejuni*'nin 6 güne kadar canlılığını sürdürmesi, özellikle gübre kullanımı ile etkenin çevreye bulaşma potansiyelini artırmaktadır (Coorey ve ark., 2018). *Campylobacter*, çevre veya gıda zincirinde karşılaştığı farklı stres koşullarına karşı oldukça duyarlı olmakla birlikte bu koşullara uyum sağlayacak mekanizmalar geliştirerek gıda işleme sırasında uygulanan teknolojik stres faktörlerine karşı hayatta kalabilmektedir (Heimesaat ve ark., 2023).

Nem oranı düşük selektif katı besi yerlerinde küçük, düzgün, gri bazen de kahverengi, parlak 1-2 mm çapında koloniler oluşturan campylobacterler, nem oranı yükseldikçe 10 mm

çapa ulaşabilen, basık, yayılan, düzensiz kenarlı ve grimsi koloniler meydana getirebilmektedir. Üreme sonrası bekletilen pleytlerdeki koloniler ise bazen parlak metalik görünüm alabilmektedir (Buck ve Kelly, 1981).

Campylobacterlerin uygun olmayan koşullarda saklanmaları, tekrarlı dondurma-çözdürme işlemine tabi tutulmaları, izolasyon ve identifikasyonlarında büyük problemlere neden olmaktadır (Llarena ve ark., 2017). Benzer şekilde bu patojenlerin oluşturdukları koruyucu bir kalkan olarak da nitelenebilecek biyofilm yapıları, bu etkenlerin üremeleri için optimum koşullar sağlanmadıkça üremeden canlı kalmalarına yardımcı olmaktadır. *C. jejuni*'nin biyofilm oluşturma yeteneğinin, suşuna ve bulunduğu abiyotik yüzeyin türüne bağlı olduğu bilinmektedir (Gunther ve Chen, 2009). Teh ve ark. (2010), *C. jejuni*'nin, *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Salmonella* spp. ve *E. coli* gibi diğer bakterilere kıyasla çok daha zayıf bir biyofilm oluşturma yeteneğine sahip olduğunu bildirmektedir. Ancak, kontrollü karışık mikrobiyal popülasyonlarda, örneğin belirli bir *C. jejuni* suşu (sekans tipi ST-474) ile *Enterococcus faecalis* ve/veya *Staphylococcus* spp. gibi etkenlerin birlikte üretildiği durumlarda, yoğun biyofilm oluşturduğu, bu biyofilm içerisinde *E. Faecalis* ve/veya *Staphylococcus* spp. hücrelerinin de gözlendiği rapor edilmektedir (Teh ve ark., 2010). Benzer şekilde, Ica ve ark. (2012) ile Sterniša ve ark. (2023) tarafından *C. jejuni*'nin *Pseudomonas aeruginosa* ve *Pseudomonas fragi* ile birlikte üretildiğinde biyofilm oluşturduğu ve *C. jejuni* hücrelerinin sayısında artışa neden olduğu rapor edilmektedir. Monokültür biyofilmlerine kıyasla, *C. jejuni*'nin *Pseudomonas* spp. ile karışık kültür biyofilmlerinin, önemli derecede mekanik dayanıklılığa sahip olduğu da bildirilmektedir (Ica ve ark., 2012). Ayrıca, *C. jejuni* ve *C. coli'*nin, *S. aureus* varlığında biyofilm oluşumu ile etkenin aerotolerans ve canlı kalma özelliğinde artış gözlenmektedir (Klancnik ve ark., 2020). Campylobacterler uygun olmayan çevre koşullarında fizyolojik aktivite ile virulans kapasitesinde bir azalma olmaksızın canlı fakat kültüre edilemeyen form (Viable But Not Culturable-VBNC)'a dönüşerek yanlış tanıya neden olmaktadır (Li ve ark., 2014; Ayrapetyan ve Oliver, 2016).

Campylobacterler, oksidatif strese karşı koyabilme, toksin üretimi, demir bağlama, VBNC formu oluşturma, invazyon, yapışma ve kolonizasyon, farklı protein gruplarının sekresyonu ve translokasyonu ile flagellar motilite olarak özetlenebilecek multifaktöriyel özellikteki virulans faktörleri ile fizyolojik stres koşullarına direnç gösterebilmektedir. Günümüzde etkenin hastalık oluşturması ve canlılığının korunmasında görev alan faktör/mekanizmalardan fonksiyonu tam olarak belirlenen önemli genler sırasıyla: (1) motilite (*flaC*, *flaA*) ve kemotaksis (*cheA*, *cheW*, *cheV*, *cheY*, *cheR*, *cheB*); (2) Cytolethal Distending Toxin (CDT) oluşturma (*cdtA*, *cdtB*, *cdtC*), (3) serine proteaz htrA ve epitelyal bariyer bütünlüğünün bozulması (*htrA*), (4) dış membran adezinleri ve konak hücreye bağlanma (*cadF*, *flpA*, *jlpA*), (5) Tip III sekresyon sisteminin bir parçası olarak flagellum (*flaC*), (6) konak hücre invazyonunda görev alan bakteriyel faktörler ve sinyalizasyon (*cadF*, *flpA*), (7) hücre içi canlı kalma ve taşınma (*sodB*, *spoT*) olarak özetlenmektedir (Ahmed ve ark., 2021).

Campylobacter rezervuarı olan hayvanlarda, etkenin prevalansı yanında virulans genlerinin de varlığının incelenmesi ile izolatların insanlarda hastalık oluşturma potansiyelleri hakkında bir ön bilgi oluşturmayı hedefleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Broyler (Gonzalez-Hein ve ark., 2013; Iglesias-Torrens ve ark., 2018; Younis ve ark., 2018; Farfan ve ark., 2019; Barakat ve ark., 2020; Sierra-Arguello ve ark., 2021), sığır (Gonzalez-Hein ve ark., 2013; Wysok ve Wojtacka, 2018; Farfan ve ark., 2019), insan (Gonzalez-Hein ve ark., 2013; Iglesias-Torrens ve ark., 2018; Wysok ve Wojtacka, 2018; Barakat ve ark., 2020) örneklerinin tekli ya da birden fazla örnek tipinden elde edilen izolatlarında, varlığını test eden farklı genlerin farklı oranlarda tespit edildiği rapor edilmiştir. Çalışmalardan bazılarında bazı genlerin bir *Campylobacter* türünde (*C. jejuni*'de *C. coli*'ye göre vb.), bir örnek tipinde (tavukta sığıra göre vb.) daha yüksek oranda tespit edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmalar, genlerin prevalanslarının belirlenmesi yönünden değerli olsa da esasen anlamlı olan, tespit edilen genlerin izolatlarda ifade edilebilir bütünlükte olup olmadığının test edilmesini de içeren çalışmalar ile tanımlamaların yapılmasıdır. Farklı kaynaklardan elde edilen *Campylobacter* türlerinde hem gen varlığının hem de bu genlerin çeşitli hücre kültürü tipleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ile ifadenin tanımlandığı çalışmalar (Bang ve ark., 2003; Sanad ve ark., 2011; Ghunaim ve ark., 2015; Johansson ve ark., 2019; Wysok ve ark., 2020) da bulunmaktadır. *Campylobacter* virulans genlerinin varlığı kadar ifade özelliklerinin (hangi koşullarda, hangi hücre tip(ler)inde, ne miktar ve oranda) belirlenmesinin, etkenin epidemiyolojisinde ve hastalık risklerinin öngörülmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bulaşma, Epidemiyoloji ve Prevalans

Campylobacterlerin bulaşma yolları arasında, kontamine olmuş gıda ve suyun yanı sıra enfekte hayvanlarla doğrudan temas yer almaktadır (WHO, 2024). Toprak, gübre gibi çevresel kaynaklar da bulaşta rol oynamaktadır (Soto-Beltrán ve ark., 2021). Özellikle karkas, taze/yemeye hazır etler ve pişirilmiş/fermente edilmiş et ürünleri, çiğ ve pastörize sütler ile

peynir gibi süt ürünlerinin enfeksiyon kaynağı olduğu bildirilmektedir (WHO, 2024). Günümüzde, kanatlı hayvanların *Campylobacter* spp. için birincil rezervuar olarak kabul edilmesine rağmen, son epidemiyolojik kanıtlar, patojenin insanlara bulaşmasında başlıca rezervuarın sığırlar olduğunu göstermektedir. Karkasların *Campylobacter* türleri ile kontaminasyonu, kesim işlemi sırasında özellikle iç organların çıkartılması aşamasında oluşmaktadır (Shange ve ark., 2019). İnsanlar arasında enfeksiyonun yayılımı, fekal-oral yol ile ya da kontamine gıdaların tüketimi ve kontamine yüzeyler ile temas sonucu şekillenmektedir (Teixeira ve ark., 2022). *Campylobacter* türlerinin yayılması, etkenin oksijene maruz kalma ve kurutma gibi çeşitli stres koşullarına adaptasyon mekanizmaları, biyofilm oluşturma yetenekleri ve VBNC formuna dönüşme gibi çeşitli canlı kalma mekanizmalarıyla kolaylaştırılmaktadır (Bolton, 2015).

Campylobacteriosis, direkt olarak hayvanlardan veya indirekt olarak hayvansal gıdaların tüketimi ile insanlara geçebilen zoonotik bir enfeksiyondur. Kanatlı, sığır, koyun, domuz gibi gıda üretiminde kullanılan hayvanlar, *Campylobacter* türlerini gastrointestinal sistemlerinde bulundurarak insan enfeksiyonları için rezervuar görevi yapabilmektedir (Shange ve ark., 2019). Hayvanlar ve hayvansal ürünlerin yanı sıra sebzeler de *Campylobacter* için sıkça karşılaşılan bir kaynak olup kontaminasyon doğrudan veya dolaylı olarak hayvan dışkısı ile temas sonucu oluşabilmektedir (Chlebicz ve Śliżewska, 2018).

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) verilerine göre *Campylobacter*, Dünya'da diyare ile seyreden hastalıkların 4 temel nedeninden biri olarak kabul edilmektedir. *Campylobacter* türleri arasında insan enfeksiyonlarında en sık bildirilenler; *C. jejuni* ve *C. coli* olup *C. lari* ve *C. upsaliensis* gibi diğer türler daha az rapor edilmektedir (WHO, 2024). İnsanlarda görülen *Campylobacter* enfeksiyonlarının, %90'ının *C. jejuni* (%80) ve *C. coli* (%10) kaynaklı olduğu bildirilmektedir (Andritsos ve ark., 2023). Ülkemizde Isparta'da 2009 yılında şebeke suyu kaynaklı 7.800 vakanın (43 hasta hospitalize edilmiş ve 8 vaka doğrulanmış) görüldüğü salgında da benzer şekilde etkenin *C. jejuni* ve Norovirus olduğu bildirilmektedir (Elal Muş ve ark., 2015).

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (Centers for Disease Control and Prevention-CDC), *Campylobacter* enfeksiyonlarının her yıl yaklaşık 1.5 milyon kişiyi etkilediğini tahmin etmektedir. CDC'nin 2024 raporu; bildirilen enfeksiyonlar içerisinde, *Campylobacter* enfeksiyonunun 100.000'de 17.8 vaka ile en yüksek değere sahip olduğunu göstermektedir (CDC, 2024).

Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu (European Food Safety Authority-EFSA) tarafından 2021'de yayınlanan Tek Sağlık Zoonozlar Raporu'na göre campylobacteriosis, 2007 yılından beri AB'de insanlarda en sık bildirilen gıda kaynaklı gastrointestinal enfeksiyondur. Aynı raporda, doğrulanmış insan vaka sayısı 127.840 (41.1/100.000) olup, bu sayının 2020 yılına göre %2.1 artış gösterdiği belirtilmektedir. Sürveyansın başladığı 2007'den bu yana, en düşük insan campylobacteriosis insidansının 2020'de görülmesinin nedeni, COVID-19 pandemisinin etkisi ve Birleşik Krallık'ın AB'den çekilmesi olarak bildirilmektedir (EFSA, 2022).

AB Tek Sağlık Zoonozlar Raporu'nun 2022 yılı verilerine göre ise doğrulanmış insan vaka sayısı 137.107 (43.1/100.000) olarak rapor edilmekte ve enfeksiyonun insidansının 2018-2022 yılları arasında önemli bir artış ya da azalış göstermediği belirtilmektedir. Aynı raporda, AB'de analize alınan 25.601 tüketime hazır olmayan gıda örneğinin %11.1'inin *Campylobacter* pozitif olduğu, pozitif gıdalar içerisinde en yüksek kontaminasyon oranının %11.6 ile et ve et ürünleri kaynaklı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca tüm taze et kategorilerinden *Campylobacter* izole edilirken, en yüksek izolasyon oranının %12 ile broyler etinden olduğuna, bunu %11.2 ile hindi etinin takip ettiğine de yer verilmektedir. AB ülkeleri tarafından bildirilen vakalara göre, *Campylobacter*'in primer taşıyıcıları sırasıyla hindi, broyler, kedi ve köpek ile sığırlar olarak belirlenirken, üye olmayan ülkeler tarafından bu sıralama sığır, domuz, broyler ve kedi-köpek şeklinde rapor edilmektedir (EFSA, 2023).

Campylobacter, gıda kaynaklı bakteriyel hastalıkların en yaygın nedenlerinden biri olması sebebiyle Dünya genelinde önemli sosyal ve ekonomik sonuçlar meydana getirmektedir. *Campylobacter* enfeksiyonları, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri etkileyerek her yıl artan campylobacteriosis vakaları ile bir endişe kaynağı haline gelmektedir (García-Sánchez ve ark., 2018). Bu etkene bağlı enfeksiyon oranlarının artması, sağlık hizmetleri maliyetlerini artırarak ülkelere önemli boyutlarda ekonomik yük getirmektedir (Devleesschauwer ve ark., 2017). Ayrıca, *Campylobacter* türlerinde artan antibiyotik direnci, bu patojen için yeni ve alternatif kontrol stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Oluşturduğu sağlık problemlerinin tanımlanması ve koruyucu önlemlerin alınması için 1980'li yıllardan günümüze kadar özellikle *Campylobacter* taşıyıcısı olan gıdalar ve bu gıdaların kontaminasyon kaynakları ile ilgili araştırmalar devam etmektedir (Hallaç, 2021). Campyobacterlerin kanatlı hayvanlar ve sığırlardaki prevalans bulguları ile ilgili olarak aşağıda verilen bilgiler, öncelikle çiftlik ortamında, gıdaya iş-

lenecek etin sağlandığı kesimhane ortamında ve satışa sunulduğu ortamda perakende ürünlerden örnekleme yapılarak gerçekleştirilmiş son 5 yıl içerisinde yayınlanan çalışmaların değerlendirilmesi şeklinde özetlenmiştir.

Broyler kümeslerinde gerçekleştirilen ve fekal örneklerin alındığı çalışmalar içerisinde; Hollanda'da Pacholewichz ve ark. (2024), 2017-2020 yıllarını kapsayan dönemde 25 farklı broyler çiftliğinde, 43 kümese ait 497 sürüden topladıkları fekal örneklerde *Campylobacter* spp. prevalans oranını real time PCR (rPCR) analizi ile %30 olarak belirlemiştir. Reichelt ve ark. (2022) tarafından Almanya'da ISO 10272-3:2010 metodu kullanılarak yapılan çalışmada, 3 broyler çiftliğinden 2 yıl süren örnekleme ile alınan 76 fekal örneğin, %67.1'inin *Campylobacter* spp. taşıdığı saptanmıştır. Bir diğer çalışmada, USDA-FSIS yöntemi ile *Campylobacter* varlığı yönünden analiz edilen ABD'deki 254 broyler çiftlik örneğinde (103 altlık, 74 feçes, 77 kloakal svap) pozitif örnek oranı %41.34 olarak bulunmuştur (Poudel ve ark., 2022).

Sekal içerik örneklerinde yapılan çalışmalar arasında; Lynch ve ark. (2022)'nın İrlanda'da 3 büyük broyler entegre işletmesinden 1 yıl boyunca aldıkları toplam 358 örneğin %66'sının *Campylobacter* spp. varlığı yönünden pozitif olduğu saptanmıştır. İspanya'da Nafarrate ve ark. (2021)'nca broyler sekal içerik örneklerinin %62'sinden izole edilen 31 *Campylobacter* izolatının multipleks-PCR (mPCR) analizi ile 19'unun *C. jejuni*, 12'sinin ise *C. coli* olduğu identifiye edilmiştir. Benzer şekilde, İtalya'da Iannetti ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, ISO 10272-1:2006 ve ISO 10272-2:2006 metotları ile incelenen 225 sekal içerik örneğinde, *Campylobacter* spp. prevalansı %78.8 oranında ve izolatların mPCR ile %48.9'u *C. jejuni*, %28.9'u ise *C. coli* olarak belirlenmiştir. Aynı yıl Bangladeş'de Alam ve ark. (2020) ve Yunanistan'da Natsos ve ark. (2020), ISO 10272-1:2006 metodu uygulayarak analiz ettiği sekal içerik örneklerinde, patojenin varlığını sırası ile %48.4 ve %73.94 oranında belirlemiştir. Fas'ta bulunan 35 broyler çiftliğinden alınan 105 sekal içerik, ISO 10272-3:2013 ile analiz edilmiş ve örneklerin %71.4 (75/105)'ü *Campylobacter* spp. pozitif bulunmuştur. Ayrıca, pozitif izolatların %56 (42/75)'sı *C. coli* olarak identifiye edilmiş, *C. coli* izolatlarının da %95.2'sinin ampisiline, %92.8'inin eritromisine ve tetrasikline, %85.7'sinin sefuroksime ve %7.1'inin de gentamisine karşı dirençli olduğu rapor edilmiştir (Asmai ve ark., 2020). *Campylobacter* prevalansının belirlenmesi için Lübnan'da Greige ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, ISO 10272-1:2006 ile analiz edilen broyler sekal içerik örneklerinde etken, %67 oranında izole edişmiş ve mPCR ile izolatların %39.5'i *C. jejuni*, %44.1'i ise *C. coli* şeklinde identifiye edilmiştir.

Broyler kesimhanelerinde gerçekleştirilen ve karkas (boyun derisi) örneklerinde *Campylobacter* varlığının incelendiği çalışmalar içerisinde; İrlanda'da yüksek kesim kapasitesine sahip 3 kesimhanede yapılan örnekleme ile alınan 1790 karkasın ISO 10272-2:2006 metodu gereklilikleri uygulanarak %53'ünün *Campylobacter* spp. yönünden pozitif olduğu saptanmıştır (Lynch ve ark., 2022). Rodrigues ve ark. (2021) tarafından Brezilya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, ISO 10272-2:2006 ile 816 karkas örneğinin %35.84'ünden *Campylobacter* spp. izole edilmiş ve Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization-Time of Flight (MALDI-TOF) analizi ile izolatların %78.47'sinin *C. jejuni* olduğu bildirilmiştir. Birleşik Krallık'ta yapılan bir diğer çalışmada, Royden ve ark. (2021), 405 helal kesim yapılmış karkas örneğinde, Gıda Standartları Ajansı (Food Standards Agency-FSA)'nın gerekliliklerine göre analizi sonrasında *Campylobacter* spp. prevalansını %65.4 olarak belirlemiş ve pozitif izolatların %42'sinin sefalosporine karşı direnç gösterdiğini tespit etmiştir. Natsos ve ark. (2020)'nın Yunanistan'daki çalışmasında ise karkaslarda bu patojenin %70.42 oranında bulunduğu belirlenmiştir. Greige ve ark. (2019)'nca Lübnan'da gerçekleştirilen çalışmada da analiz edilen karkas örneklerinin % 17.2'si *Campylobacter* spp. pozitif olup izolatların mPCR analizi ile %48.7'si *C. jejuni*, %43.6'sı da *C. coli* olarak identifiye edilmiştir.

Perakende tüketime sunulan broyler et ve ürünlerinde yapılan çalışmalar arasında; ABD'de Poudel ve ark. (2022), 160 et örneğinin %36.3'ünün *Campylobacter* ile kontamine olduğunu tespit etmiştir. Aynı ülkede, Thames ve ark. (2022), 420 broyler et örneğindeki *Campylobacter* prevalansını %36.9 olarak belirlemiş, PCR analizi ile de izolatların %62.3'ünün *C. jejuni*, %37.4'ünün ise *C. coli* olduğunu bildirmiştir.

Hindilerde *Campylobacter* varlığı ile ilgili literatür sayısı oldukça kısıtlı olup son yıllarda yapılan tek çalışmada; Sayed ve ark. (2023), 2014-2019 yılları arasında Mısır'daki hindi çiftliklerinden topladıkları 100 adet fekal örneği, hem geleneksel (ISO 10272-2) hem de moleküler (PCR) yöntemle analiz etmiştir. Sonuçta *Campylobacter* spp., *C. jejuni* ve *C. coli* prevalansı, ISO ile %35, %24 ve %11 iken PCR analizi ile %28, %12 ve %16 olarak belirlenmiştir.

Sığırlardaki *Campylobacter* taşıyıcılığının incelendiği sığır çiftliklerinde yürütülen ve fekal örneklerin alındığı (rektal svap ile) çalışmalar içerisinde; ABD'de bulunan 10 adet süt sığırı çiftliğinde, 2018-2020 yılları arasında toplanan 140 fekal örnek, *Campylobacter* spp. varlığı yönünden analiz edilmiştir. *Campylobacter* spp. prevalansı %49 (69/140) olarak belirlenmiş olup Whole Genome Sequencing (WGS) analizi ile 69 izolatın 56 (%81.16)'sı *C. jejuni*, 13 (%18.84)'ü ise *C.*

coli olarak identifiye edilmiştir (Deblais ve ark., 2023). Kenya'da Wanja ve ark. (2023) tarafından, entegre sığır çiftliklerinde Kasım 2020 ile Aralık 2021 tarihleri arasında etkenin mevsimsel prevalans farklılıklarının incelendiği bir çalışmada, 265 rektal svap örneğindeki *Campylobacter* spp. prevalans oranı %72.7 olarak bulunmuştur. Aynı araştırmacılar bir diğer çalışmada, 140'ı entansif, 125'i ise ekstansif besleme ile yetiştirilen sığırlardan aldıkları toplam 265 rektal svap örneğini konvansiyonel yöntemle analiz etmiştir. *Campylobacter* spp. varlığının, entansif beslenenlerde %47.1 (66/140), ekstansif beslenenlerde %26.4 (33/125) olmak üzere tüm örneklerde %30.9 (82/265) oranında pozitif olduğu bildirilmiştir. İzolatların simpleks PCR (sPCR) ile analizi sonrasında *C. jejuni* (%51.2), *C. coli* (%19.5) ve diğer termofilik campylobacterlere (%29.3) ait olduğu belirlenmiştir (Wanja ve ark., 2022). Debelo ve ark. (2022)'nca Etiyopya'daki çiftliklerden toplanan 171 rektal svap örneğinin, 22 (%12.9)'si ISO 10272-1:2017 ile *Campylobacter* varlığı bakımından pozitif bulunmuş, örneklerin %68.2 (15/22)'si *C. jejuni*, %18.2 (4/22)'si *C. coli* ve %13.6 (3/22)'sı *C. lari* şeklinde rapor edilmiştir. Aynı yıl Lewy ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada; 207 fekal örneğin 39 (%18.8)'unun patojeni içerdiği, Sasaki ve ark. (2022)'nın Japonya'nın 7 bölgesindeki 34 farklı çiftlikteki 164 sığır rektal svap örneğinde mPCR analizi ile *Campylobacter* spp. prevalans oranını %57.3 (94/164) olarak bulduğu ve 94 izolatın 68'inin *C. jejuni*, 26'sının ise *C. coli* olduğu tespit edilmiştir. Güney Afrika'da sığır fekal örneklerinde *Campylobacter* spp. prevalansını belirlemek amacı ile gerçekleştirilen 2 çalışmada, Ngobese ve ark. (2020) ile Karama ve ark. (2020) etkeni sırasıyla örneklerin %50 (25/50)'sinde ve %29.4 (158/537)'ünde pozitif olarak bulmuştur. Pozitif sonuç veren izolatların %76 (19/25)'sının *C. jejuni* %24 (6/25)'ünün *C. coli* iken (Ngobese ve ark., 2020) %61,8'inin *C. jejuni*, %25'inin *C. coli*, %10'unun *C. upsaliensis* ve %3.1'inin ise karışık tip olarak saptandığı (Karama ve ark., 2020) bildirilmiştir.

Sekal içerik örneklerinde yapılan tek çalışmada; Romanya'da EU Decision No. 652/2013 önerileri doğrultusunda toplanan 17 örnek ISO 10272-1:2017'ye göre analiz edilerek *Campylobacter* spp. prevalansı %29.4 olarak belirlenmiş ve pozitif izolatların tümünün *C. jejuni* olduğu tespit edilmiştir (Popa ve ark., 2024).

Sığır kesimhanelerinde gerçekleştirilen ve tahribatsız yöntem (sünger svap) ile alınan karkas örneklerinde patojenin varlığının araştırıldığı az sayıdaki güncel çalışmalardan ilkinde; Hong ve ark. (2024) tarafından Kore'de 20 kesimhaneden toplanan 200 karkastan ülkenin kendi örnekleme standardı (Ministry of Food and Drug Safety-MFDS) ile döş, karın ve kasık olmak üzere toplam 300 cm^2'lik bir alandan alınan örnekler yine MFDS'ye göre analiz edilmiş ve hiçbirinde *Campylobacter* bulunmadığı rapor edilmiştir. Etiyopya'da Debelo ve ark. (2022) tarafından 171 sığır karkasının karın ve döş bölgelerinden alınan örneklerin ISO 10272-1:2017 ile analizi sonrasında, *Campylobacter* spp. prevalansı %4.1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen izolatların %57.1'i *C. jejuni*, %28.6'sı *C. coli* ve %14.2'si *C. lari* olarak tespit edilmiştir. Aynı ülkede Berhanu ve ark. (2021) ise 2018-2019 yılları arasında, 177 sığır karkasının karın, kasık, döş ve göğüs bölgelerinden aldıkları örneklerde etkeni, %7.9 oranında izole etmiş, izolatların %78.6'sını *C. jejuni*, %21.4'ünü ise *C. coli* olarak identifiye etmiştir.

Etkenin perakende et örneklerinde prevalansının incelendiği çalışmalardan; Hagos ve ark. (2021) tarafından Etiyopya'da 2015-2016 yılları arasında kasap ve restoranlardan satın alınan 210 sığır eti örneğinin %11.9 (25/210)'unun *Camplobacter* spp. ile kontamine olduğu, PCR ile izolatların %76 (19/25)'sının *C. jejuni* ve %24 (6/25)'ünün de *C. coli* olarak saptandığı bildirilmiştir. Yapılan diğer çalışmada ise Giannatele ve ark. (2019), İtalya'nın 3 farklı bölgesinden rastgele seçilmiş süpermarketlerden aldıkları toplam 1203 sığır eti örneğinde (689 hamburger ve 514 parça et) ISO 10272-1:2006 ve ISO 10272-2:2006'ya göre *Campylobacter* izolasyon oranını %0.58 olarak belirlemiştir.

Campylobacter spp.'nin prevalansı ve dağılımı; örneklemenin yapıldığı mevsim, kullanılan örnekleme yöntemi, örneğin karkasın hangi bölümünden alındığı, uygulanan izolasyon yöntemi, izolasyonda seçilen zenginleştirme aşamaları ve besi ortamlarının farklılığı, *Campylobacter* türlerini belirleme yöntem ve teknikleri ile izole edilen campylobacterlerin diğer bakteri türleriyle birlikte kültüre edilmesi durumunda biyofilm oluşturma yetenekleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır (Şekil 1). Tüm bu faktörlerin, olası kontamine gıda örneklerinde *Campylobacter* varlığını belirlemek için yapılan saha araştırmaları veya izleme çalışmalarında dikkate alınması gerekmektedir. Gıdalardan *Campylobacter* spp.'nin izolasyonunu etkileyebilecek faktörlerin değişkenliği yanı sıra bu faktörlerin etkenle ve birbirleri ile etkileşimi de söz konusu olmaktadır. Türlerin izolasyonunda rol oynayan faktörlerin daha iyi anlaşılması sonrasında gerçekleştirilen stratejik çalışmalar, geçmişte broylerlerdeki *C. jejuni* prevalans üstünlüğünün olasılıkla taraflı bir sonuç olduğunu göstermektedir. Giderek artan oranlarda ve daha etkin şekilde canlandırılabilen *C. coli* sayesinde iki tür arasında prevalans farkının azaldığı rapor edilmektedir.

Patojenez

Campylobacteriosis genellikle oral enfeksiyonlar ile bağlantılı olup etken tipik olarak kanatlılarda jejunumun son üçte biri, sekum ve kloakada gelişim göstermektedir (Bolton, 2015). Enfeksiyonunun patojenezindeki ilk adım bağırsak mukozasına kolonizasyonu ve ardından hücreye yapışma olarak gerçekleşmektedir. Campylobacteriosisin patojenezi henüz tam olarak anlaşılamamış olup etkenin intestinal adezyonu (intestinal mukozaya bakteriyel invazyon ve çoğalma) ve toksin (hücresel hasar ve ölümden sorumlu CDT gibi) üretimi gibi mekanizmalardan kaynaklanabileceği öne sürülmektedir (Park, 2002; Facciolà ve ark., 2017; Asuming-Bediako ve ark., 2019).

Genel olarak *Campylobacter* ile enfekte olan bireylerde bağırsak mukozası aşılarak epitel hücreleri ile etkileşim gerçekleşmektedir. Bu durum, çeşitli interlökin türleri başta olmak üzere sitokinlerde artışa sebep olmakta, tüm bunların sonucunda da ağır bir proinflamatuar yanıt meydana gelmektedir. Şekil 2'de insan ve tavuklarda şekillenen enfeksiyonlarda, *Campylobacter*'in patojenez mekanizmasına ait görseller bulunmaktadır (Young ve ark., 2007).

Semptomlar

İnsanlarda minimum enfeksiyon dozu oldukça düşük olup, *C. jejuni* için 500-800 hücrenin enfeksiyona sebep olduğu bildirilmektedir (Nachamkin ve ark., 2008). Semptomlar, enfeksiyon dozuna bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle etkenin oral yolla alımının ardından 24-72 saat içerisinde ortaya çıkmaktadır (Kaakoush ve ark., 2015). Yaklaşık 3-6 gün süren *Campylobacter* enfeksiyonlarında, karın ağrısı, ateş, baş ağrısı, bulantı ve/veya kusma ile sıklıkla kanlı ishal en yaygın semptomlar olarak rapor edilmektedir. Klinik olarak hafif seyreden enfeksiyonun, özellikle küçük çocuklar, yaşlılar ve immun sistemi baskılanmış kişilerde ölümcül olabildiği bildirilmektedir (Fitzgerald, 2015; WHO, 2024).

Campylobacter enfeksiyonunda, genellikle gastroenterit gibi sadece bağırsakla sınırlı campylobacteriosis oluşmaktadır. Bunun yanında campylobacteriosis sırası ya da sonrasında inflamatuar bağırsak hastalıkları, özefagal hastalıklar, periodontit, gastrointestinal fonksiyon bozuklukları, çölyak hastalığı, koleosistit ve kolon kanseri gibi birtakım klinik durumlar da meydana gelebilmektedir. Bununla birlikte enfeksiyon sonrasında, Guillain-Barre sendromu, Miller Fisher sendromu, beyin apsesi ve menenjit, bakteriyemi, sepsis, endokardit, miyokardit, reaktif artrit, üreme sistemi komplikasyonları gibi ekstragastrointestinal seyreden birçok durumla da karşılaşılabilmektedir. Enfeksiyonun seyri ve semptomlar, konakçının bağışıklık durumuna, *Campylobacter*'in virulans özelliklerine ve maruz kalınan bakteri yüküne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tablo 3) (Bolton, 2015; Kaakoush ve ark., 2015). Hastalık tablosu, *Salmonella* spp. ve *Shigella* spp.'nin neden olduğu enfeksiyonlardan daha şiddetli seyretmektedir (Havelaar ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda, akut *Campylobacter* enfeksiyonu geçiren bireylerin %36'sında yaklaşık 1-2 yıl içerisinde irritabl bağırsak sendromu gelişebileceği bildirilmiştir (Marshall ve ark., 2010). Enfeksiyonun kontrol altına alınması amacıyla florokinolon ve makrolid başta olmak üzere aminoglikozit grubu antibiyotiklerin kullanılması önerilmektedir (Dai ve ark., 2020). Günümüzde insan veya hayvanlarda uygun olmayan/kontrolsüz antibiyotik kullanımının bir sonucu olarak oldukça yüksek oranda antibiyotiğe dirençli *Campylobacter* türünün artarak toplum sağlığını tehdit ettiği bilinmektedir (Tacconelli ve ark., 2018; Hlaswayo ve ark., 2021).

Örnekleme, İzolasyon/Sayım, İdentifikasyon ve Hızlı Yöntemler

Campylobacter'in izolasyon ve identifikasyonu kadar önemli olan ve ayrıca etkenin tanısında izlenecek yöntem ve kullanılacak besi yerleri ile inkübasyon sürelerini dahi değiştirebilecek bir diğer konu, alınacak olan örneğin (çiftlik ortamı, hayvanların yaşam çevresi, su, dışkı, karkas vb.) etkeni taşıma olasılığının düşük ya da göreceli olarak yüksek olmasıdır. Bunun yanında, örnekte var olan kontaminant floranın varlığı ve çeşitliliği de örnekleme sırasında alınacak miktarın belirlenmesinde özen gösterilmesi gereken unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle canlı hayvanda kanatlı ve sığırlarda bulunma olasılığının yüksek olduğu yerlerin bilinerek ve o hedef bölgelerden steril koşullarda, hızlı örnekleme yapılması, örneğin yeterli miktarda ve uygun şekilde alınması ve laboratuvara uygun koşullarda transfer edilerek ekime hazırlanması gerekmektedir. Uzun inkübasyon periyodu ve mikroaerobik ortam ve özel besi yeri gereksinimleri campylobacterlerin identifikasyonunun zorluğunda başta gelen faktörlerdir (Brandl ve ark., 2004). Günümüzde campylobacterlerin özellikle hayvansal gıdalar ile çevresel örneklerden konvansiyonel bakteriyoloji ile izolasyonunda AB'de uluslararası kabul görmüş ve Gold Standart olarak kullanılan ISO 10272-1:2017 Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi-*Campylobacter* spp. nin Sayımı ve Belirlenmesi için Yatay Metot-Bölüm 1: Tespit Yöntemi (International Organization for Standardization Microbiology of the Food Chain Horizontal Method for Detection and Enumeration of *Campylobacter* spp. Part 1: Detection Method) (ISO, 2017a) geçerliliğini korumaktadır. ABD Gıda ve İlaç Dairesi Bakteriyolojik Analitik El Kitabı (U.S. Food and Drug Administration Bacteriological and

Analytical Manual-FDA-BAM) Bölüm 7'de yer alan prosedür (USFDA-BAM, 2000) ulusal olarak kullanılırken, farklı ülkelerde bu iki izolasyon prosedürünü temel alan modifikasyonlara da rastlanılmaktadır. Yakın geçmişte, *Salmonella*'da olduğu gibi *Campylobacter*'in de taşıyıcı hayvanlar ve çevrede canlılığını koruyarak gıda ve gıda ortamına bulaşması sonrası son üründe dahi varlığını koruması nedeniyle sıfır tolerans düzeyinin üretici tarafından yakalanamaması gerçeği, yasal otoritenin campylobacterlerin varlığından çok belli bir sayının üzerinde olmayacak şekilde regülasyonlar oluşturma gereksinimine neden olmaktadır. Bu şekilde hammaddede belirli bir sayının altında var olan etkenin üretim prosesindeki engel etkenler ile elimine edilmesi ya da tüketicinin satın aldığı ürünü pişirme vb. uygulamalar ile işlemesi sonucunda halihazırda kabul edilebilir düzeydeki etkeni yok etmesi ile hastalık vb. risklerin önüne geçme amaçlanmaktadır. Bu bakış açısı ile günümüzde campylobacterlerde sayı belirlemeye yönelik olarak ISO 10272-2:2017 Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi-*Campylobacter* spp.'nin Sayımı ve Belirlenmesi için Yatay Metot - Bölüm 2: Koloni Sayım Tekniği (ISO 10272-2:2017, Microbiology of the Food Chain - Horizontal Method for Detection and Enumeration of *Campylobacter* spp. - Part 2: Colony-Count Technique) (ISO, 2017b) gereklilikleri uygulanmaktadır.

Campylobacter'in gıdalarda tespiti için kullanılan standart olan ISO 10272-1 (ISO, 2017a) protokolüne alternatif olarak, farklı zenginleştirme besi yerlerinin (Bolton veya Preston) farklı seçici ve/veya diferansiyel (kromojenik vb.) katı besi yerleri (Modified Charcoal Cefoperazone Deoycholate Agar, mCCDA, Preston Agar vb.) ile birleştirilmesi mümkün olabilmektedir (Seliwiorstow ve ark., 2016). Patojenin sayımında, ISO 10272-2 standart yöntemi (ISO, 2017b) tarafından önerilen mCCDA'dan farklı olarak seçici (Preston agar veya Karmali agar vb.) veya kromojenik (*Campylobacter* Selective Agar-CASA; Brilliance Campy Count Agar-BCCA) besi yerleri de kullanılabilmektedir. Bu agarların, *Campylobacter* spp. kolonilerini saymak için önerilen mCCDA kadar iyi performans gösterdiği hatta kromojenik agarlarda görülen *Campylobacter*'in renkli kolonilerinin, mCCDA gibi kömür bazlı agarlardaki kolonilerden daha kolay ayırt edilebildiği bildirilmektedir (Andritsos ve ark., 2020).

Broyler eti örneklerinde etkenin izolasyonunda, Preston besi yerinde 24 saat zenginleştirme ve ardından mCCDA'a ekiminin, Bolton besi yerinde 48 saat zenginleştirme sonrası mCCDA'a ekimin yapılmasından daha iyi performans gösterdiği rapor edilmektedir (Habib ve ark., 2011). Bu alternatif zenginleştirme ve ekim kombinasyonu, *Campylobacter* spp. tespiti için ISO yönteminde (ISO 10272-1 protokolündeki B prosedürü) dikkate alınmıştır (ISO, 2017b). Ayrıca, tespit ve sayım prosedürlerinin paralel kullanımının *Campylobacter* spp.'nin belirlenmesini artırdığı, CASA ve BCCA gibi kromojenik agarların, ISO tarafından önerilen mCCDA ile birlikte veya hatta onun yerine kullanılabildiği belirtilmektedir. Bahsedilen zenginleştirme ve/veya ekim alternatiflerinin gıdalardan campylobacterlerin tespit edilmesini önemli ölçüde etkileyebildiği bilinmektedir (Andritsos ve ark., 2020).

Gıda örneklerinde, *Campylobacter* spp.'nin düşük sayıda olduğu, ayrıca ortamda patojene eşlik eden kontaminant mikroorganizmaların da düşük konsantrasyon seviyelerinde ya da stres altındaki campylobacterlerle birlikte bulunduğu durumlarda (pişmiş veya dondurulmuş gıdalar vb.), patojen tespiti için Bolton besi yerinde zenginleştirme önerilmektedir. Bununla birlikte, *Campylobacter* spp. dışında yüksek sayıda kontaminant floraya sahip örneklerin (örneğin çiğ kanatlı ve kırmızı etler veya çiğ süt gibi) ise zenginleştirilme aşamasında Preston besi yerinin kullanılması önerilmektedir (ISO, 2017a).

Gıda örneğinin başlangıç dilüsyonundan doğrudan ekimi ile Bolton besi yerinde yapılan zenginleştirme aşaması karşılaştırıldığında, campylobacterlerin tespit oranının azaldığı, bunun da sıvı besi yerinde bulunan sefoperazon varlığına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Sefoperazon, Bolton zenginleştirme besi yerine eklenen ve patojen izolasyonu için kullanılan mCCDA pleytlerinde bulunan üçüncü nesil bir β-laktam antibiyotiktir. Özellikle geniş spektrumlu β-laktamaz (Extended Spectrum Beta-Lactamase, ESBL) üreten *E. coli* gibi, β-laktamlara dirençli mikrobiyotaya sahip gıdalar, Bolton besi yerinde zenginleştirme sürecinde kontaminant floranın aşırı artışına neden olabilmektedir. Bu durum, *Campylobacter* spp.'nin agarlarda alt kültür sonrası tespit edilemez hale gelmesine yol açabilmektedir. Bolton besi yerinde, ESBL üreten *E. coli* ile birlikte kültüre edilmiş *Campylobacter*'in sınırlı üremesinin, ortamda *Campylobacter*'in üremesi sırasında olası oksijen varlığı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Lanzl ve ark., 2022). Bu durumlarda, farklı seçicilik prensiplerine dayanan alternatif zenginleştirme besi yerleri ve agar kombinasyonlarının (Preston besi yeri ile Preston agar vb.) kullanımı, dirençli mikrobiyotayla mücadele etmek ve *Campylobacter* spp.'nin daha rahat üreyerek belirlenmesini sağlamak için değerlendirilmektedir (ISO, 2017a). Alternatif olarak, Bolton besi yeri ve mCCDA'nın seçiciliği, ortama β-laktamaz inhibitörleri veya diğer inhibe edici ajanlar (örneğin antibiyotikler) eklenerek de artırılabilmektedir (Chon ve ark., 2012). *Campylobacter* varlığının doğrulanmasının ardından gerektiğinde tür tanımlanmasında biyokimyasal testler kullanılmaktadır (ISO, 2017a).

Biyokimyasal tanı testlerinin zahmetli ve zaman alıcı olması, *Campylobacter* türlerinin ayırt edilmesi için klasik kültür tabanlı yaklaşımın yerine moleküler tanı yöntemleri ve tekniklerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Serolojik yöntemler (Enzyme Linked Immunosorbent Assay; ELISA gibi immun esaslı testler) (Bessède ve ark., 2018), gıda kaynaklı patojenlerin yerinde tespiti için biyosensörler (Quintela ve ark., 2022), DNA hibridizasyon teknikleri (Loop-mediated isothermal AMPlification; LAMP) (Li ve ark., 2022), DNA fingerprinting teknikleri (MultiLocus Sequence Typing; MLST) (Joseph ve ark., 2023), kütle spektrometresi, MALDI-TOF teknikleri (Singhal ve ark., 2015) ve en önemlisi mPCR, quantitative PCR (qPCR) ve rPCR gibi PCR tabanlı teknikler, *Campylobacter* türlerinin hızlı ve etkin olarak tanımlanabilmesi ve ayırt edilebilmesi için geliştirilmiştir. Ancak bazı ileri moleküler tanı teknikleri olan Pulse Field Gel Electrophoresis (PFGE), WGS ve DNA fingerprinting daha karmaşık olduğu, teknikleri yürütmek ve verileri yorumlamak için uzman eğitimli personel gerektirdiği unutulmamalıdır. Yüksek ayırt edici özelliklerinden dolayı, bu moleküler tiplendirme tekniklerinin, salgın araştırmalarında rutin patojen izleme metotları yerine tercih edildikleri bilinmektedir (Natsos ve ark., 2019). Bu nedenle, laboratuvar taramalarında, *Campylobacter* identifikasyonunda PCR teknikleri daha çok tercih edilmektedir. Tablo 2'de *Campylobacter* izolasyon ve identifikasyonunda kullanılan yöntemler ile birlikte bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları verilmektedir (Soto-Beltrán ve ark., 2021).

Tek bir analizle çok sayıda hedef gen bölgesinin varlığını belirleyebilen mPCR, gıda örneklerinde *Campylobacter* varlığı ve türlerinin tespiti için güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Konvansiyonel tespit yöntemleri ile mPCR'ın karşılaştırıldığı bir çalışmada mPCR yönteminin sensitivitesinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu yöntemin tek seferde birden fazla türü belirleyebilmesi, konvansiyonel PCR'a göre daha verimli olması, diğer PCR temelli yöntemlere göre maliyetinin daha düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak bu yöntemde, primerlerin yüksek spesifiklikte tasarlanmış olması gerekmektedir (Ricke ve ark., 2019). Gıda örneğinin zenginleştirilmesiyle mPCR kombinasyonu, standart ISO yöntemindeki izolatların biyokimyasal tanımlamasına kıyasla daha hızlı tespit yapılmasına olanak sağlamaktadır (Lanzl ve ark., 2022). Bununla birlikte, gıda örneğinin zenginleştirilmesi ve başlangıç *Campylobacte*r yükü, farklı *C. jejuni* alt türlerinin izolasyon sıklığını ve belirlenme oranını (Hetman ve ark., 2020) ayrıca birçok *Campylobacter* türünün izolasyonunu da önemli ölçüde etkilemektedir. Bu durumda, mPCR'ın önceden Brucella sıvı besi yerinde ön zenginleştirme sonrasında Preston sıvı besi yerinde selektif zenginleştirme ile kombinasyonu, tavuk eti örneklerinden izole edilen campylobacterlerin %53'ünün *C. coli* %47'sinin ise *C. jejuni* olarak tanımlanmasına neden olmuştur (Nayak ve ark., 2005). Nafarrate ve ark. (2021) tarafından Kuzey İspanya'da yapılan çalışmada, insan, broyler ve domuz dışkı örneklerinde, *Campylobacter* türlerinin prevalansı, genetik çeşitliliği araştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 139 örnekten elde edilen 89 adet *Campylobacter* izolatının mPCR yöntemi ile 55'i *C. jejuni*, 31'i *C. coli* ve 3'ü *C. fetus* olarak tanımlanmış, flaA-RFLP ve PFGE yöntemleri ile 89 izolat içersinde 68 farklı genotip tespit edilmiştir.

Kontamine gıdalardaki *Campylobacter* spp. miktarının belirlenmesi, özellikle AB'nin broyler karkasları için uyguladığı mikrobiyolojik kriterlere uyum sağlanmasında büyük önem taşımaktadır (Commission Regulation (EU) 2017/1495). Bu amaçla gerçek zamanlı bir qPCR geliştirilmiş olmasına rağmen (Dawson ve ark., 2023), günümüzde patojenin sayımı için resmi olarak onay alan tek metot kültüre dayalı ISO yöntemi olarak bilinmektedir (Hinton ve ark., 2018). PCR tabanlı yöntemlerin hedef mikroorganizmanın canlı ve ölü hücrelerini ayırt edememesi nedeniyle önerilen qPCR testleri, bir yandan farklı gıda matrislerinden elde edilen *Campylobacter* spp.'nin belirlenmesine diğer yandan canlı ve ölü *Campylobacter* arasında güvenilir bir şekilde ayırım yapmaya, böylece gıdalardaki patojen konsantrasyonunun doğru tahmin edilmesini sağlamaya olanak tanımaktadır (Beterams ve ark., 2023).

Enfeksiyonda Tedavi ve Antibiyotik Dirençliliği

Campylobacter enfeksiyonlarında, hastalık bağırsaklarla sınırlı kalarak hastalar çoğu zaman kendiliğinden ve kısa sürede iyileşebilmekte, enfeksiyonun tedavisinde sadece sıvı ve elektrolit replasmanı destekleyici tedbir olarak kullanılmaktadır (Guarino ve ark., 2014). Semptomların devam ettiği vakalarda ise sıvı ve elektrolit replasmanı yanında antibiyotik kullanımına da başlanmakta ve en etkili tedavi hastalığın özellikle ilk üç günü içerisinde başlatıldığında gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, özellikle diyareli ve yüksek ateşli vakalar ile zayıf bağışıklık sistemine sahip hastalar, AIDS, talasemi ve hipogamaglobulinemi gibi diğer ciddi hastalıkları olanlarda antibiyotik kullanımı kesinliklikle gerekmektedir (CDC, 2016). Campylobacteriosis tedavisinde tercih edilen antibiyotikler arasında florokinolonlar, aminoglikozidler, tetrasiklin, makrolidler, betalaktamlar (Bolton, 2015) ve eritromisin (Bardon ve ark., 2009) bulunmaktadır. Diğer alternatif antibiyotiklerden siprofloksasin, vankomisin (Bruzzese ve ark, 2018) ve kinolonlar (Gilber ve Moellering, 2007) kullanılmaktadır.

Tablo 1. *Campylobacter* türleri ve alttürleri (LPSN - List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature, 2024)

Table 1. *Campylobacter* species and subspecies (LPSN - List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature, 2024)

Campylobacter anatolicus	*Campylobacter estrildidarum*	*Campylobacter lari*	*Campylobacter sputorum* *Campylobacter sputorum* subsp. *bubulus* *Campylobacter sputorum* subsp. *sputorum*
Campylobacter armoricus	*Campylobacter devanensis*	*Campylobacter magnus*	*Campylobacter subantarcticus*
Campylobacter aviculae	*Campylobacter fetus* *Campylobacter fetus* subsp. *fetus* *Campylobacter fetus* subsp. *testudinum* *Campylobacter fetus* subsp. veneralis	*Campylobacter majalis*	*Campylobacter suis*
Campylobacter avium	*Campylobacter geochelonis*	*Campylobacter massiliensis*	*Campylobacter taeniopygiae*
Campylobacter bilis	*Campylobacter gracilis*	*Campylobacter mucosalis*	*Campylobacter troglodytis*
Campylobacter blaseri	*Campylobacter helveticus*	*Campylobacter novaezeelandiae*	*Campylobacter upsaliensis*
Campylobacter canadensis	*Campylobacter hepaticus*	*Campylobacter ornithocola*	*Campylobacter ureolyticus*
Campylobacter coli	*Campylobacter hominis*	*Campylobacter peloridis*	*Campylobacter vicugnae*
Campylobacter concisus	*Campylobacter hyointestinalis* *Campylobacter hyointestinalis* subsp. *hyointestinalis* *Campylobacter hyointestinalis* subsp. *lawsonii*	*Campylobacter porcelli*	*Campylobacter volucris*
Campylobacter corcagiensis	*Campylobacter iguaniorum*	*Campylobacter pinnipediorum* *Campylobacter pinnipediorum* subsp. *caledonicus* *Campylobacter pinnipediorum* subsp. *pinnipediorum*	*Campylobacter vulpis*
Campylobacter cuniculorum	*Campylobacter insulaenigrae*	*Campylobacter portucalensis*	*Campylobacter rectus*
Campylobacter curvus	*Campylobacter jejuni* *Campylobacter jejuni* subsp. *doylei* *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni*	*Campylobacter lanienae*	*Campylobacter showae*

Tablo 2. *Campylobacter*'in tespiti ve identifikasyonu için mevcut yöntemlerin avantaj ve dezavantajları (Soto-Beltrán ve ark., 2021)

Table 2. Advantages and disadvantages of current methods for *Campylobacter* detection and identification (Soto-Beltrán et al., 2021)

Kategori	Yöntem	Tekniğin tanımı	Avantajlar	Dezavantajlar
Biyokimyasal test	Enzimatik analiz	Hedef kimyasal, disk/şerit üzerindeki reaktiflerle etkileşime girerek cins ve türlerin fenotipik ayrımı	Hızlı ve ekonomik olması	Bazı *Campylobacter* türleri arasında ayrım yapılamaması ve kültür için birkaç gün gerektirmesi
İmmünoloji temelli yöntem	Serotiplendirme	Antijenleri tanımlamak için özel antiserumları kullanarak karakterizasyon	Tür sınıflandırması için standart yöntem olması	Yanlış pozitif sonuç vermesi, zaman alıcı olması ve immünolojik reaktiflerin sınırlı olabilmesi
Kütle spektrometresi temelli yöntem	Matrix-assisted laser desorption/ ionization time-of-flight mass spectrometry	Enerji emici matriks ile karıştırılan ve lazer ile iyonize edilen örnekteki peptidlerin büyüklüklerinin havada kalma süreleri ile ayırdedilmesi	Dakikalar içerisinde sonuçlanan hızlı tiplendirme ve virulans karakterizasyonu tekniği olması	Başlangıç için yüksek sermaye gerektirmesi, verilerin farklı laboratuvarlar arasında karşılaştırılabilmesi için teknik parametrelerin standartlaştırılmasını gerektirmesi
Nükleik asit temelli yöntem	PCR	İlgili virulans genlerinin ve diğer DNA dizilerinin tespiti için diziye özgü primerler kullanılarak DNA hedefinin amplifikasyonu	Basit, kolay uygulanabilir ve hızlı genotipleme yöntemi olması	Dizi bilgisinin tek bir hedef gen üzerinde bulunması, inhibitörlerin amplifikasyon reaksiyonunu etkileyebilmesi, agaroz jel üzerinde analiz gerektirmesi
	Real-Time PCR	Floresan boya kullanımı ile ürün miktarının gerçek zamanlı olarak tespiti	Geleneksel PCR'dan daha hızlı tespit süresi sağlaması ve yüksek duyarlılıkla amplifiye edilmiş hedef bölgenin miktarının belirlenmesini mümkün kılması	Termal cycler ve reaktiflerin maliyetli olması; tek bir hedef amplifikasyonu ile sınırlı deteksiyon olması
	Multiplex real time PCR (mPCR)	Aynı anda çeşitli tür-özel dizileri hedefleyen birden fazla primer kullanılarak DNA hedeflerinin amplifikasyonu	Test edilen her bakteri türü için birden fazla hedefin tespit edilmesi	Primerlerin birbirleri ile etkileşimlerini engellemek için doğru primer tasarımı, amplifi-kasyonun karmaşık matrikslerde inhibe olabilmesi ve yüksek maliyet

Multilocus sequence typing	Çoklu housekeeping genlerindeki allel farklılıklarına bağlı oluşan DNA dizi farklılıklarının dizileme ile ortaya koyulması	Doğru, ayırt edici güce sahip, kolayca erişilebilir, tekrarlanabilir ve epidemiyolojik çalışmalar için uygun olması	Tek housekeeping gen alt kümesi kullanımı nedeniyle filogenetik ilişkilerin yeterli incele-nememesi, veritabanı güncellemesi ile pahalı ekipman gerektirmesi
DNA microarrays	Katı bir yüzeye damlatılarak emdirilen kısa DNA oligonucleotid dizilerine ait dizilim	Tek bir analizde yüksek verimlilik ve aynı anda tüm genomik dizilerin analizinin yapılması	Veri analizi için pahalı tarayıcı gerekliliği ve daha önce dizide tespit edilmemiş yeni dizilerin tespit edilememesi
Digital droplet PCR	Hedef dizilerin sayısal duyarlılığının ve doğruluğunun artırılması için örneğin küçük damlacıklara bölünmesi	Sayısal olarak daha kesin sonuç ile PCR inhibitörlerinden daha az etkilenme olasılığı	Ekipmanın pahalı olması ve en iyi doğruluğu elde etmek için örnekleri uygun konsantrasyona seyreltmede dikkat edilmesi gerekliliği
Yeni nesil dizileme	Hedef organizmanın birçok gen bölgesinin dizilenmesi ve bir araya getirilmesi ile tüm genom dizisinin oluşturulması ile üstün bir tiplendirme ve karakterizasyon bilgisinin sağlanması	Tüm genomla daha yüksek çözünürlükte tür tiplemesi ve karakterizasyonunun sağlanması	Büyük ve pahalı veri tabanı yanında in silico verilerin standartlaştırılması gerekliliği nedeniyle analizin zaman alması

Tablo 3. *Campylobacter* türleri ve insanlardaki klinik bulguları (Kaakoush ve ark., 2015)

Table 3. *Campylobacter* species and their clinical manifestations in humans (Kaakoush et al., 2015)

***Campylobacter* Türleri**[a]	**Klinik Bulgular**
C. coli	Gastroenteritle ilişkili patojendir. Kanda bulunur, menenjit ve akut kolesistit etkenidir.
C. concisus	Gastroenterit ve inflamatuvar bağırsak hastalıkları (İBH) ile ortaya çıkan patojen; Barret's özefagusu, kan ve beyin apsesi ile ilişkilidir.
C. curvus	Gastroenterit, ülseratif kolit, Barret's özefagusu ile ilişkili olup kan, karaciğer ve bronşial apselerde bulunmaktadır.
C. fetus[b]	Bakteriyemi ile ilişkili olup gastroenterit, beyin apsesi, epidural apse aspiratı, srebrospinal sıvı, selülit, endokardit, abdominal aortanın mikotik anevrizması ve peritonitte bulunmaktadır.
C. gracilis	Potansiyel periodental patojen olup İBH, baş ve boyun enfeksiyonları ile beyin apselerinde bulunur.
C. hominis	Kanda ve İBH'de (bağırsağın kommensal üyesi olması muhtemeldir.) bulunur.
C. helveticus	Gastroenteritle ilişkilidir.
C. hyointestinalis	Gastroenterit ve kan ile ilişkilidir.
C. insulaenigrae	Gastroenterit ve kan ile ilişkilidir.
C. jejuni	Gastroenterit ve İBH ile ilişkili olan patojen; enfeksiyon sonrası irritable bağırsak sendromu ve çölyak hastalığında olası predispozan ajan; enfeksiyon Guillain Barre sendromu, Miller Fisher sendromu, Bell's paralizi (tek taraflı yüz felci) ve reaktif artrit formlarında sekellere neden olabilir; İBH, kan, miyokardit menenjit, akut kolesistit, idrar yolu enfeksiyonu ve lökopeni veya trombositopeni ile ilişkili akut ateşli hastalıklarla ilişkilidir.
C. lari	Gastroenteritle ve kan ile bulunur.
C. mucosalis	Gastroenteritle ilişkilidir.
C. rectus	Periodontal patojen olarak varsayılmakta olup gastroenterit, İBH, vertebral apseler, kan, nekrotizan yumuşak doku enfeksiyonları ve irin ile ilişkilidir.
C. showae	İBH, intraorbital apseler ve kan ile ilişkilidir.
C. sputorum	Gastroenterit, aksiller apseler ve kan ile ilişkilidir.
C. upsaliensis	Gastroenteritle ortaya çıkan patojen meme apseleri, kan ve plasenta ile ilişkilidir.
C. ureolyticus	Gastroenterit ve İBH ile ilişkili olup oral, perianal ve yumuşak doku apseleri ve alt ekstremitede ülserler ve gangrenöz enfeksiyonlar ile ilişkilidir.

[a] *C. avium, C. canadensis, C. corcagiensis, C. cuniculorum, C. lanienae, C. lari* subsp. *concheus, C. peloridis, C. subantarcticus, C. troglodytis, C. volucris, "Campylobacter* sp. Dolphin DP," ve "*Campylobacter* sp. Prairie Dog" türleri insan hastalıkları ile ilişkili değildir.

[b] *C. fetus* subsp. *fetus, C. fetus* subsp. *venerealis, ve C. fetus* subsp. *testudinum* türlerini içermektedir.

Hastane ve çiftliklerde antibiyotiklerin yaygın ve yanlış kullanımı, *Campylobacter* gibi antimikrobiyal dirençli gıda kaynaklı bakterilerin artmasına yol açarak antibiyotik tedavilerinin etkinliği için ciddi bir tehdit oluşturmakta ve önemli halk sağlığı sorunlarına neden olmaktadır (García-Sánchez ve ark., 2018). Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde, campylobacterlerin vankomisin, trimethoprim, rifampisin, basitrasin, florokinolon, makrolidler ve tetrasiklin dahil olmak üzere birçok antibiyotiğe direnç geliştirdiği bilinmektedir (Myintzaw ve ark., 2023).

Florokinolonlar, yıllardır campylobacteriosisin klinik tedavisinde ilk tercih edilen antibiyotikler olarak bilinmektedir. Ancak, bu ilaçların klinik ve hayvan yetiştiriciliğinde büyümeyi destekleyici olarak yaygın bir şekilde kullanılması, gıda üretiminde kullanılan hayvanlarda florokinolona dirençli campylobacterlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu dirençli ve çoklu ilaç direncine sahip patojenlerin ortaya çıkması, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki halk sağlığı çalışmaları için temel zorluklardan birini oluşturmaktadır. Dünya çapında florokinolonlara yüksek düzeyde direnç gelişmesi nedeniyle WHO tarafından yeni antibiyotiklere acil ihtiyaç duyulan bakteriler listesine, *Campylobacter* dahil edilmiş ve yüksek öncelikli bir patojen olarak sınıflandırılmıştır (Portes, 2023).

Kontamine kanatlı ürünlerinde bulunan florokinolona dirençli campylobacterler, campylobacteriosis vakaları ile ilişkilendirilmekte ve enfeksiyonun muhtemel kaynağı olarak gösterilmektedir (Nothaft ve ark., 2021). Bu nedenle, 2005 yılında ABD Gıda ve İlaç İdaresi (USFDA), kanatlı endüstrisinde florokinolonların kullanımı yasaklamış ancak, ABD'de broylerlerde ve insanlarda florokinolona dirençli *Campylobacter* sayısında henüz bir azalma meydana gelmemiştir. Fluorokinolona dirençli *C. jejuni*'nin in vivo ve in vitro çalışmalarda, ilaç alımını takiben 24 saatten az bir sürede tespit edilebilmesi, *Campylobacter*'in bu antibiyotiklere karşı direnç kazanma hızını göstermektedir (Gencay ve ark, 2018).

Florokinolonlara karşı artan direnç nedeniyle günümüzde campylobacteriosis tedavisinde birincil tercih edilen antibiyotikler sınıfında makrolidler yer almaktadır. Bu sınıf içerisinde, en yaygın olarak kullanılan eritromisin, tatmin edici terapötik sonuçlar göstermiş olup direnç seviyeleri son yıllarda artmakta ve acil aktif izleme gerektirmektedir (Portes, 2023). Çoğu makrolid dirençli *C. coli*'nin, domuz endüstrisinde büyümeyi destekleyici amaçla yaygın olarak kullanılan tilosin nedeniyle ortaya çıktığı belirtilmektedir (Natsos ve ark, 2019). Diğer hayvanlardan izole edilen campylobacterlerin ise makrolidlere karşı zayıf bir direnç gösterdiği yani nispeten daha duyarlı olduğu rapor edilmektedir (Tedersoo ve ark., 2022). Campylobacterlerde makrolid direncinin beklenenden zayıf olması, tedavi süresinin daha uzun olmasını gerektirmektedir (García-Sánchez ve ark., 2020). Bunun dışında, bir diğer önemli faktör de bu zayıf direnç fenotipini gösteren campylobacterlerin ortamdaki kalıcılıklarının daha düşük olmasıdır. Buna bağlı olarak makrolid uygulaması ile oluşan seçici baskı ortadan kalktığında tedavi sonrasında makrolid direnci ile ilgili olarak bakterinin harcayacağı enerjinin çok fazla olması nedeniyle bu dirençli fenotip ortamda daha az kalıcı olmaktadır (Vandeputte ve ark., 2020).

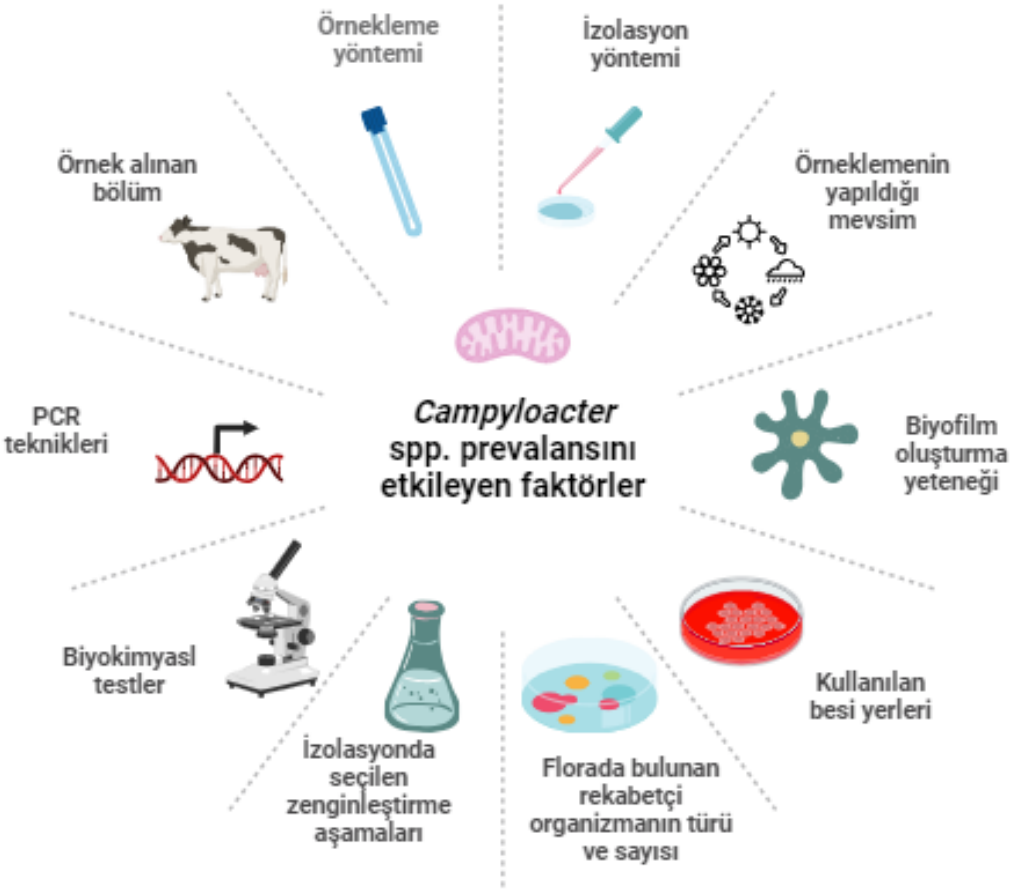
Antibiyotik dirençli *Campylobacter* türlerinin insan-hayvan-çevre döngüsündeki yayılımı ile etkene bağlı enfeksiyonların tedavi süreçlerinde yaşanacak zorluklarda artış öngörülmektedir. Çevrenin antibiyotiklerle, dirençli bakteri suşlarıyla ve antibiyotik dirençli genlerle kontamine olması, ilaca dirençli patojenlerin yayılmasını artırmaktadır. Antibiyotik direnç genleri, yatay gen transferi yoluyla zamanla diğer insan patojenlerine ve o ortamda rastlantısal olarak bulunan patojenlere potansiyel olarak entegre edilebilmektedir. Bu nedenle, insan-hayvan-çevre arayüzünde ortaya çıkan *Campylobacter*, Tek Sağlık yaklaşımı için bir zorluk oluşturmaktadır. Dolayısıyla hastalık gözetimi, kontrolü, önlenmesi ve azaltılmasının temel bir bileşeni olarak çevresel ve hayvansal sağlığın dahil edilmesini dikkate alan yaklaşımların uygulanması hayati öneme sahiptir (Chibwe ve ark., 2023).

Koruma, Kontrol ve Yasal Gereklilikler

İnsan campylobacteriosis vakalarının primer kaynağının kontamine hayvansal gıdalar olması nedeniyle hastalığın kontrolünde, öncelikle potansiyel rezervuar hayvanlar olmak üzere asemptomatik taşıyıcı bireylerde etkenin eliminasyonuna yönelik etkin önleyici tedbirlerin alınması ve sürdürülmesi gerekmektedir. Hayvanlarda *Campylobacter* enfeksiyonlarının önlenmesinde, aşılama, faj tedavisi (Borie ve ark., 2014), bakteriyosin, probiyotik, prebiyotik, organik asit, esansiyel yağ ve bitki ekstraktlarının ilavesi ve etkin biyogüvenlik uygulamaları (çiftlik düzeyinde su kalitesinin iyi olması ve hayvancılıkta antibiyotik kullanımının düzenli olarak izlenmesi vb.) kullanılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında, kesimden yaklaşık 12 saat önce yem verilmemesi gibi önleyici önlemler de bu bakterilerin seviyesini düşürmeye yardımcı olmaktadır (Hansson ve ark., 2018; El-Saadony ve ark., 2023).

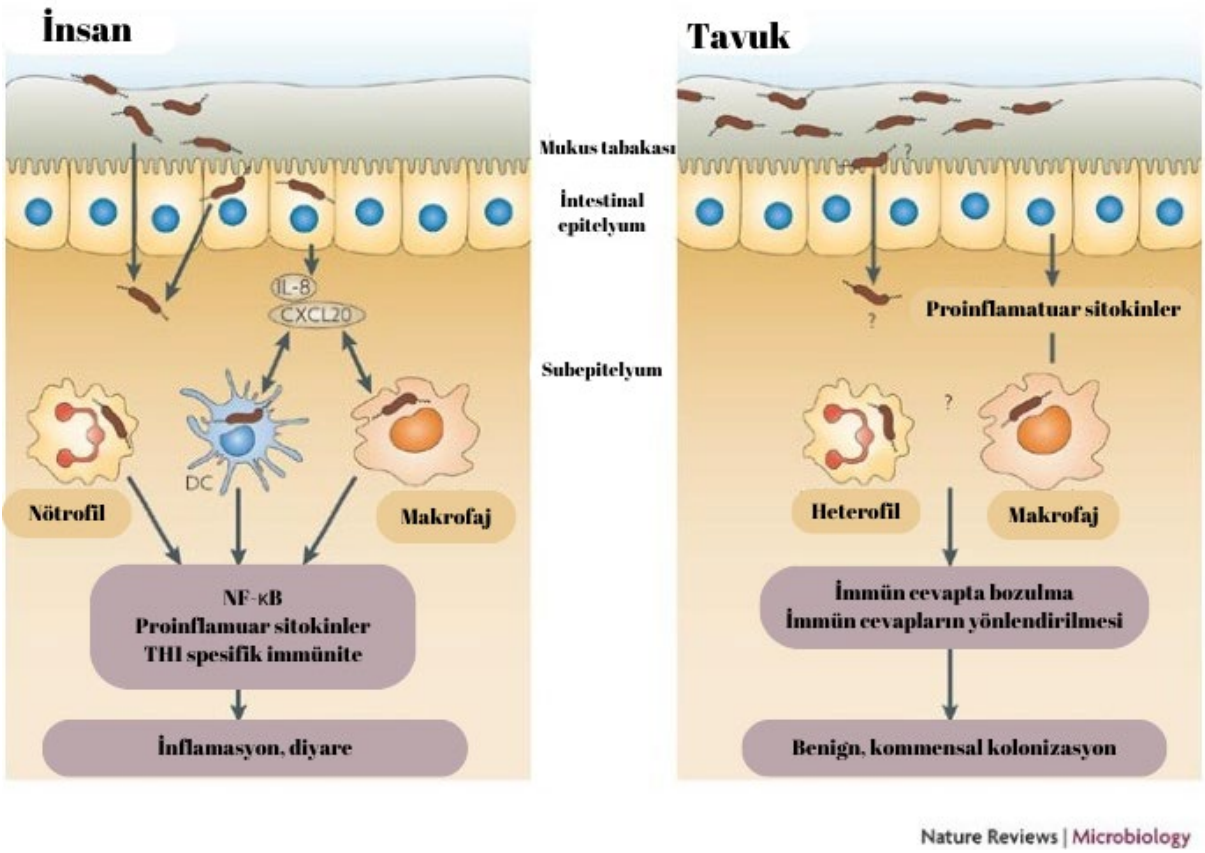
Campylobacter türlerinin, kanatlı eti ve kırmızı etlerde yüksek prevalans oranlarında bulunması, kesimhanelerde özellikle iç organların çıkartılması, yıkama, parçalama ve soğutma gibi kesim aşamalarındaki hijyen ve sanitasyon yetersizlikleri ile personele bağlı hijyen eksikliklerinden kaynaklanmaktadır (Hakeem ve Lu, 2021). *Campylobacter* kaynaklı

salgınların azaltılması için alınacak önleyici tedbirler içerisinde, özellikle kırmızı et sektöründe kesimhanelerde resmi otorite tarafından yasal olarak yapılması gereken rutin kontrollerin etkin şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kesimhanelerde HACCP sisteminin kurulması, hijyen yönetiminin izlenebilirliğinin ve sürekliliğinin sağlanması, düzenli olarak personel hijyeni, çapraz kontaminasyonlar ve gıda güvenliği konularında çalışanlara eğitimler verilmesi etken ile mücadelede önem taşımaktadır. Bunun yanında, kesimhanelerde karkasta, dolayısı ile etlerde campylobacterlerin varlığının ve/veya sayısının analiz edilmesi, patojenin prevalansının ve bulaşını artıran muhtemel risk faktörlerinin belirlenmesi ile kontrol stratejilerinin etkinliğinin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Myintzaw ve ark., 2023).



Şekil 1. *Campylobacter* spp.'nin prevalans ve dağılımını etkileyen önemli faktörler

Figure 1. Important factors affecting the prevalance and distribution of *Campylobacter* spp.



Şekil 2. *Campylobacter* patojenez mekanizmaları (Young ve ark., & 2007)

Figure 1. *Campylobacter* pathogenesis mechanisms (Young et al., 2007)

İnsan ve hayvanlarda *Camylobacter* enfeksiyonlarının önlenmesi için WHO tarafından geliştirilen bazı stratejik yaklaşımlar (WHO, 2024): (1) Önleme, Çiftlikte tarımsal üretimden itibaren gıdaların hem ticari hem de yerel olarak işlenmesi, üretilmesi ve hazırlanmasını içeren gıda zincirinin tüm aşamalarında kontrol önlemlerinin alınması, (2) Kanalizasyon sistemleri yetersiz olan ülkelerde, olası fekal kontamine maddelerin bertaraf edilmeden önce dezenfekte edilmesi, (3) Kanatlılarda *Campylobacter* prevalansının düşürülmesinde çevresel bulaşın önlenmesi amacıyla biyogüvenlik kurallarına uyulması, (4) Karkasların fekal kontaminasyonunu önleme amacıyla kesimde hijyene dikkat edilmesi, (5) Kontaminasyonu minimum düzeye indirebilmek için üretici ve mezbaha çalışanlarının hijyenik gıda işleme konusunda eğitim almalarının sağlanması, (6) *Campylobacter*'in kontamine gıdalardan uzaklaştırmanın tek etkili yöntemi olarak pişirme ve pastörizasyon vb. sıcaklık uygulamaları ile ışınlama gibi bakterisidal işlemlerinin uygulanması olarak özetlenmektedir. *Campylobacter* kontaminasyonlarının önlemesi için işlenmemiş su veya pastörize edilmemiş sütün içilmemesi, yüzerken su yutulmaması, yiyeceklerin yıkanarak tüketilmesi ve hayvanlar ile temas sonrası ellerin yıkanması önem taşımaktadır. Ayrıca, tüketicilerin *Campylobacter*'e maruziyetinin engellenmesinde farklı kaynaklar ve bulaşma yolları hakkında daha fazla epidemiyolojik çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (García-Sánchez ve ark., 2018). Bu yaklaşımların uygulanması ile *Campylobacter* enfeksiyonlarına bağlı gastroenterit vakaları, kronik hastalıklar ve komplikasyonlarının görülme sıklığının azalması ve dolayısı ile oluşabilecek sağlık giderlerinin düşürülmesi hedeflenmektedir (Dai ve ark., 2020).

Gıdalarda özellikle de hayvan kökenli olanlarda, *Campylobacter*'e yönelik yasal çerçeveyle ilgili düzenlemeler içerisinde AB, ABD ve Avustralya/Yeni Zelanda'nınkiler en gelişmiş olanlardır. AB ülkelerinde, Gıdaların Mikrobiyolojik Kriterlerine ilişkin Komisyon Tüzüğü 2073/2005 (Commission Regulation (EC) No. 2073/2005 on Microbiological Criteria for Foodstuffs) direktifleri kapsamında, soğutma sonrası broyler karkaslarında *Campylobacter* analiz edilmekte ve

bakterinin izin verilen sayısı en fazla 1.000 kob/g olarak belirtilmektedir (n=50, c=20; 2025 yılından itibaren ise n=50, c=10). USDA'nın Gıda Güvenliği ve Denetleme Servisi (Food Safety Inspection Service - FSIS) tarafından, kanatlı etlerinde tespit edilen pozitif örneklerin maksimum kabul edilebilir yüzdesi; broyler karkasları için %15.7, hindi karkasları için %5.4, broyler parçaları için %7.7 ve broyler ile hindi sıyrıntı etleri için de %1.9 olarak bildirilmektedir (Chavez-Velado ve ark., 2024).

Ülkemizde patojenin gıdalarda saptanmasını ve izlenmesini zorunlu kılan yasal bir düzenlemenin halen bulunmaması, tüketime sunulan et ve et ürünlerinden kaynaklanabilecek sağlık riskinin değerlendirilmesine engel olmaktadır. Bu nedenle, *Campylobacter* enfeksiyonlarından korunma stratejilerinin geliştirilmesi için öncelikli olarak AB mevzuatına benzer şekilde ulusal mevzuatımızda da gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda, gıdaların mikrobiyolojik güvenliğinin yasal dayanağı olan Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği içerisinde özellikle broyler ve sığırlarda *Campylobacter* ile ilgili oluşturulacak kriter ve limitlerin, halk sağlığı açısından önemli olan bu etken ile mücadele ve kontrolde gerekli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Campylobacter, Dünya genelinde gastrointestinal enfeksiyonlara neden olan başlıca bakteriyel etken olması, artrit, septisemi, endokardit, beyin apseleri, menenjit, Guillain-Barre ve Miller Fisher sendromları gibi ekstragastrointestinal semptomlar oluşturarak hastaların tedavi giderlerine ve iş gücü kayıplarına neden olması yönünden önem taşımaktadır. Bu sebeple, ülkemizde *Campylobacter* açısından risk oluşturabilecek hayvansal kökenli gıdalarda özellikle kanatlı ve kırmızı etlerde, kontrol ve izleme programlarının AB mevzuatına paralel olarak yasal zemin üzerinde gerçekleştirilmesinin hem halk sağlığı hem de yapılacak et ihracatı açısından gerekli olduğu görülmektedir. Ayrıca, ülkemizde oldukça kısıtlı sayıda olan *Campylobacter* prevalansı, antibiyotik dirençliliği ve virulans faktörlerine yönelik yapılacak çalışmaların artırılmasının, patojenin güncel durumu hakkında uluslararası literatüre veri sağlanması ve muhtemel risk faktörlerinin belirlenmesi ile kontrol önlemlerinin alınması açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: -

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Ahmed, R., Akira, S., Aktories, K., Casadevall, A., Compans, R. W., Galan, J. E., Garcia-Sastre, A. Malissen, B., Rappuoli, R. (2021). Fighting *Campylobacter* infections: Towards a one health approach. Springer International Publishing; Backert, S., Ed.; Germany, pp 1-334. ISBN 978-3-030-65481-8

Alam, B., Uddin, Md. N., Mridha, D., Akhter, A.H.M.T., Islam, S.S., Haque, A.K.M.Z., Kabir, S.M.L. (2020). Occurrence of *Campylobacter* spp. in selected small scale commercial broiler farms of Bangladesh related to good farm practices. *Microorganisms*, 8(11), 1-14. https://doi.org/10.3390/microorganisms8111778

Andritsos, N.D., Tzimotoudis, N., Mataragas, M. (2020). Estimating the performance of four culture media used for enumeration and detection of *Campylobacter* species in chicken meat. *LWT,* 118(3), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108808

Andritsos, N.D., Tzimotoudis, N., Mataragas, M. (2023). Prevalence and distribution of thermotolerant *Campylobacter* species in poultry: A comprehensive review with a focus on the factors affecting the detection and enumeration of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in chicken meat. *Applied Sciences*, 13(14), 1-16. https://doi.org/10.3390/app13148079

Asmai, R., Karraouan, B., Es-Soucratti, K., En-Nassiri, H., Bouchrif, B., Karib, H., Triqui, R. (2020). Prevalence and antibiotic resistance of *Campylobacter coli* isolated from broiler farms in the Marrakesh Safi region, Morocco. *Veterinary World*, 13(9), 1892-1897. https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1892-1897

Asuming-Bediako, N., Kunadu, A.P., Abraham, S., Habib, I. (2019). *Campylobacter* at the human–food interface: The African perspective. *Pathogens*, 8(87), 1-30. https://doi.org/10.3390/pathogens8020087

Ayrapetyan, M., Oliver, J.D. (2016). The viable but non-culturable state and its relevance in food safety. *Current Opinion in Food Science,* 8, 127–133. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.04.010

Bang, D.D., Nielsen, E.M., Scheutz, F., Pedersen, K., Handberg, K., Madsen, M. (2003). PCR detection of seven virulence and toxin genes of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from Danish pigs and cattle and cytolethal distending toxin production of the isolates. *Journal of Applied Microbiology*, 94(6), 1003-1014. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01926.x

Barakat, A.M., Abd El-Razik, K.A., Elfadaly, H.A., Rabie, N.S., Sadek, S.A., Almuzaini, A.M. (2020). Prevalence, molecular detection, and virulence gene profiles of *Campylobacter* species in humans and foods of animal origin. *Veterinary World*, 13(7), 1430-1438. https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1430-1438

Bardon, J., Kolar, M., Cekanova, L., Hejnar, P., Koukalova, D. (2009). Prevalence of *Campylobacter jejuni* and its resistance to antibiotics in poultry in the Czech Republic. *Zoonoses Public Health*, 56(3), 111–116. https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2008.01176.x

Berhanu, L., Bedru, H., Gume, B., Tolosa, T., Kassa, T., Getaneh, A., Mereta, S.T. (2021). Occurrence, risk factors, and antimicrobial susceptibility test of thermophilic *Campylobacter* species of bovine carcass at municipal abattoir and butcher shops of Jimma Town, Southwest Ethiopia. *Infection and Drug Resistance*, 14, 3753-3762. https://doi.org/10.2147/IDR.S331040

Bessède, E., Asselineau, J., Perez, P., Valdenaire, G., Richer, O., Lehours, P., Mégraud, F. (2018). Evaluation of the diagnostic accuracy of two immunochromatographic tests detecting *Campylobacter* in stools and their role in *Campylobacter* infection diagnosis. *Journal of Clicical Microbiology,* 56(4), 1-7. https://doi.org/10.1128/JCM.01567-17

Beterams, A., Tolksdorf, T., Martin, A., Stingl, K., Bandick, N., Reich, F. (2023). Change of *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* counts in packaged broiler breast meat stored under modified atmosphere and vacuum conditions at 4 and 10 ˚C based on cultural and molecular biological quantification. *Food Control,* 145(3), 1-10. http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109337

Bolton, D.J. (2015). *Campylobacter* virulence and survival factors. *Food Microbiology*, 48, 99-108. https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.11.017

Borie, C., Robeson, J., Galarce, N. (2014). Lytic bacteriophages in Veterinary Medicine: a therapeutic option against bacterial pathogens? *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(2), 167-179. https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000200002

Brandl, M.T., Haxo, A.F., Bates, A.H., Mandrell, R.E. (2004). Comparison of survival of *Campylobacter jejuni* in the phyllosphere with that in the rhizosphere of spinach and radish plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(2), 1182-1189. https://doi.org/10.1128/AEM.70.2.1182-1189.2004

Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T. (2005). Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology Second Edition, USA, pp. 1-1414. ISBN-10: 0-387-24145-0

Bruzzese, E., Giannattasio, A., Guarino, A. (2018). Antibiotic treatment of acute gastroenteritis in children. *F1000 Research*, 7(193), 1-10. https://doi.org/10.12688/f1000research.12328.1

Buck, G.E., Kelly, M.T. (1981). Effect of moisture content of the medium on colony morphology of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*. *Journal of Clinical Microbiology*, 14(5), 585-586. https://doi.org/10.1128/jcm.14.5.585-586.1981

Center for Disease Control and Prevention (CDC). (2016). Infectious Disease *Campylobacter* Clinical Foodborne Illnesses. www.cdc.gov (Erişim tarihi 23.05.2024).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). *Campylobacter* (Campylobacteriosis). https://www.cdc.gov/campylobacter/faq.html#print (Erişim tarihi 14.02.2024).

Chavez-Velado, D.R., Vargas, D.A., Sanchez-Plata, M.X. (2024). Bio-Mapping *Salmonella* and *Campylobacter* loads in three commercial broiler processing facilities in the United

States to identify strategic intervention points. *Foods*, 13(2), 1-12.
https://doi.org/10.3390/foods13020180

Chibwe, M. Odume, O.N., Nnadozie, C.F. (2023). A review of antibiotic resistance among *Campylobacter* species in human, animal, and water sources in South Africa: a One Health Approach. *Journal of Water & Health*, 21(1), 1-18.
https://doi.org/10.2166/wh.2022.146

Chlebicz, A., Śliżewska, K. (2018). Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as zoonotic foodborne diseases: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 1-29.
https://doi.org/10.3390/ijerph15050863

Chon, J.W., Hyeon, J.Y., Yim, J.H., Kim, J.H., Song, K.Y., Seo, K.H. (2012). Improvement of modified charcoal-cefoperazone- deoxycholate agar by supplementation with a high concentration of polymyxin B for detection of *Campylobacter jejuni* and *C. coli* in chicken carcass rinses. *Applied Environmental Microbiology*, 78(5), 1624–1626.
https://doi.org/10.22424/jdsb.2020.38.3.121

Chon, J.W., Seo, K.H., Kim,B., Jeong, D., Song, K.Y. (2020). Advanced methods for isolating from and confirming *Campylobacter* spp. in milk and dairy products. *Journal of Dairy Science and Biotechnology*, 38(3), 121-133.
http://doi.org/10.22424/jdsb.2020.38.3.121

Commission Regulation (EU) 2017/1495. Amending Regulation (EC) No 2073/2005 as regards *Campylobacter* in broiler carcasses. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1495 (Erişim tarihi 18.06.2024).

Coorey, R., Ng, D.S., Jayamanne, V.S., Buys, E.M, Munyard, S., Mousley, C.J., Njage, P.M., Dykes, G.A. (2018). The impact of cooling rate on the safety of food products as affected by food containers. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 827-840.
https://doi.org/10.1111/1541-4337.12357

Costa, D., Iraola, G. (2019). Pathogenomics of emerging *Campylobacter* species. *American Society for Microbiology*, 32(4), 1-24.
https://doi.org/10.1128/CMR.00072-18

Dai, L., Sahin, O., Grover, M., Zhang, Q. (2020). New and alternative strategies for the prevention, control, and treatment of antibiotic-resistant *Campylobacter*. *Translational Research*, 223, 76-88.
https://doi.org/10.1016/j.trsl.2020.04.009

Dawson, P., Buyukyavuz, A., Ionita, C., Northcutt, J. (2023). Effects of DNA extraction methods on the real time PCR quantification of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lari* in chicken feces and ceca contents. *Poultry Science,* 102(2), 1-9.
https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102369

Debelo, M., Mohammed, N., Tiruneh, A., Tolosa, T. (2022). Isolation, identification and antibiotic resistance profile of thermophilic *Campylobacter* species from bovine, knives and personnel at Jimma Town Abattoir, Ethiopia. *PLoS One*, 17(10), 1-14.
https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276625

Deblais, L., Jang, H., Kauffman, M., Gangiredla, J., Sawyer, M., Basa, S., Poelstra, J.W., Babu, U.S., Harrison, L. M., Hiett, K.L., Balan, K.V., Rajashekara, G. (2023). Whole genome characterization of thermophilic *Campylobacter* species isolated from dairy manure in small specialty crop farms of Northeast Ohio. *Frontiers in Microbiology*, 21(14), 1-16.
https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1074548

Devleesschauwer, B., Bouwknegt, M., Mangen, M.J., Havelaar, A.H. (2017). Health and economic burden of *Campylobacter*. https://publications.cbra.be/Devleesschauwer2017_Campylobacter.pdf (Erişim tarihi 11.05. 2024).
https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803623-5.00002-2

Elal Muş, T., Çetinkaya, F., Çıbık, R. (2015). Kamfilobakterozis. Türkiye Klinikleri *Journal of Food Hygiene Technology Special Topics*, 1(3), 38-41.

El-Saadony, M.T., Saad, A.M., Yang, T., Salem, H.M., Korma, S.A., Ahmed, A.E., Mosa, W.F.A., Abd El-Mageed, T.A., Selim, S., Al Jaouni, S.K., Zaghloul, R.A., Abd El-Hack, M.E., El-Tarabily, K.A., Ibrahim, S.A. (2023). Avian campylobacteriosis, prevalence, sources, hazards, antibiotic resistance, poultry meat contamination, and control measures: a comprehensive review. *Poultry Science*, 102(9), 1-30.
https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102786

European Food Safety Authority (EFSA). (2023). The European Union One Health 2022 Zoonoses Report. European Food Safety Authority European Centre for Disease Prevention and Control. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8442

European Food Safety Authority. (2022). The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. European Food Safety Authority European Centre for Disease Prevention and Control. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666

Facciola, A., Riso, R., Avventuroso, E., Visalli, G., Delia, S.A., Lagana, P. (2017). *Campylobacter*: from microbiology to prevention. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 58(2), 79-82.

Farfán, M., Lártiga, N., Benavides, M.B., Alegría-Morán, R., Sáenz, L., Salcedo, C., Lapierre, L. (2019). Capacity to adhere to and invade human epithelial cells, as related to the presence of virulence genes in, motility of, and biofilm formation of *Campylobacter jejuni* strains isolated from chicken and cattle. *Canadian Journal of Microbiology*, 65(2), 126-134.
https://doi.org/10.1139/cjm-2018-0503

Fitzgerald, C. (2015). *Campylobacter*. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(2), 289-298.
https://doi.org/10.1016/j.cll.2015.03.001

Fitzgerald, C., Nachamkin, I. (2015). *Campylobacter* and *Arcobacter*. *Manual of Clinical Microbiology*, 998-1012.
https://doi.org/10.1128/9781555817381.ch56

García-Sánchez, L., Melero, B., Rovira, J. (2018). *Campylobacter* in the food chain. *Advances in Food and Nutrition Research*, 86, 215-252.
https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.04.005

García-Sanchez, L., B. Melero, A.M. Diez, I. Jaime, A. Canepa, J. Rovira. (2020). Genotyping, virulence genes and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. isolated during two seasonal peri- ods in Spanish poultry farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 176, 1-8.
https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104935

Gencay, Y.E., M.C.H. Sørensen, C.Q. Wenzel, C. M. Szymanski, L. Brøndsted. (2018). Phase variable expression of a single phage receptor in *Campylobacter jejuni* NCTC12662 influences sensitivity toward several diverse CPS-dependent phages. *Frontiers Microbiology*, 9(82), 1-13.
https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00082

Ghunaim, H., Behnke, J.M., Aigha, I., Sharma, A., Doiphode, S.H., Deshmukh, A., Abu-Madi, M.M. (2015). Analysis of resistance to antimicrobials and presence of virulence/stress response genes in *Campylobacter* isolates from patients with severe diarrhoea. *PloS One*, 10(3), 1-16.
https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119268

Giannatale, E.D., Calistri, P., DonatoI, G.D., Decastelli, L., GoffredoI, E., Adriano, D., Mancini, M.E., Galleggiante, A., Neri, D., Antoci, S., Marfoglia, C., Marotta, F., Nuvoloni, R., Migliorati, G. (2019). Thermotolerant *Campylobacter* spp. in chicken and bovine meat in Italy: Prevalence, level of contamination and molecular characterization of isolates. *PLoS ONE*, 14(12), 1-15.
https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225957

Gilbert, M.D., David, N., Moellering, R.C., Ellopoulos, M.D., George, M., Sande, M.A. (2007). The Sanford Guide to Antimicrobial Therapy. 1-202. ISBN-10: 1930808380

Gonzalez-Hein, G., Huaracán, B., García, P., Figueroa, G. (2013). Prevalence of virulence genes in strains of *Campylobacter jejuni* isolated from human, bovine and broiler. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(4), 1223-1229.
https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000400028

Greige, S., Rivoal, K., Osman, M., Safadi, D.E., Dabboussi, F., Hage, R.E., Viscogliosi, E., Hamze, M., Chemaly, M. (2019). Prevalence and genetic diversity of *Campylobacter* spp. In the production chain of broiler chickens in Lebanon and its association with the intestinal protozoan Blastocystis sp. *Poultry Science,* 98(11), 5883-5891.
https://doi.org/10.3382/ps/pez286

Guarino, A., Ashkenazi, S., Gendrel, D., Vecchio, A.L., Shamir, R., Szajewska, H., (2014). European society for pediatric gastroenterology, hepatology, and nutrition/European society for pediatric infectious diseases evidence-based guidelines for the management of acute gastroenteritis in children in Europe. *Journal of Pediatric Gastroenterology Nutrition*, 59(1), 132–152.
https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000000375

Gunther, N.W., Chen, C.Y. (2009). The biofilm forming potential of bacterial species in the genus *Campylobacter*. *Food Microbiology*, 26(1), 44–51.
https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.07.012

Habib, I., Uyttendaele, M., De Zutter, L. (2011). Evaluation of ISO 10272:2006 standard versus alternative enrichment and plating combinations for enumeration and detection of *Campylobacter* in chicken meat. *Food Microbiology,* 28(6), 1117–1123. https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.03.001

Hagos, Y., Gugsa, G., Awol, N., Ahmed, M., Tsegaye, Y., Abebe, N., Bsrat, A. (2021). Isolation, identification, and antimicrobial susceptibility pattern of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from cattle, goat, and chicken meats in Mekelle, Ethiopia. *PLoS ONE*, 16(2), 1-13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246755

Hakeem, M.J., Lu, X. (2021). Survival and control of *Campylobacter* in poultry production environment. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 1-18. https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.615049

Hallaç, B. (2021). Doğal kaynaklarımızın geleceği: Sürdürülebilirlik ve inovasyon. *Campylobacter* türlerinin gıda güvenliği ve halk sağlığı yönünden önemi. İKSAD Yayınevi; Okant, M., Ed.; Türkiye, pp 213-244. ISBN 978-625-7636-68-1

Hansson, I., Sandberg, M., Habib, I., Lowman, R., Olsson, E.E. (2018). Knowledge gaps in control of *Campylobacter* for prevention of campylobacteriosis. *Transboundary and Emerging Disease*, 65, 30-48. https://doi.org/10.1111/tbed.12870

Havelaar, A.H., Haagsma, J.A., Mangen, M.J.J., Kemmeren, J.M., Verhoef, L.P., Vijgen, S.M., Wilson, M., Friesema, I.H.M., Kortbeek, L.M., van Duynhoven, Y.T. H. P., van Pelt, W. (2012). Disease burden of foodborne pathogens in the Netherlands, 2009. *International Journal of Food Microbiology*, 156(3), 231-238. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.029

Heimesaat, M.M., Backert, S., Alter, T., Bereswill, S. (2023). Molecular Targets in *Campylobacter* infections. *Biomolecules*, 13(3), 1-17. https://doi.org/10.3390/biom13030409

Hetman, B.M., Mutschall, S.K., Carrillo, C.D., Thomas, J.E., Gannon, V.P.J., Inglis, G.D., Taboada, E.N. (2020). "These aren't the strains you're looking for": Recovery bias of common *Campylobacter jejuni* subtypes in mixed cultures. *Frontiers Microbiology,* 11, 1-12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00541

Hinton, A., Cox, N.A. (2018). Selective medium for aerobic incubation of *Campylobacter*. *Journal of Food Microbiology Safety Hygiene,* 3(1), 1-6. https://doi.org/10.4172/2476-2059.1000131

Hlashwayo, D.F., Sigaúque, B., Noormahomed, E.V., Afonso, S.M., Mandomando, I. M., Bila, C.G. (2021). A systematic review and meta-analysis reveal that *Campylobacter* spp. and antibiotic resistance are widespread in humans in sub-Saharan Africa. *PloS One*, 16(1), 1-21. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245951

Hong, S., Moon, J., Yoon, S., Kim, H., Lee, Y.J. (2024). Levels of indicator bacteria and characteristics of foodborne pathogens from carcasses of cattle slaughterhouses in Korea. *Journal of Food Protection*, 87(3), 1-7. https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100220

Iannetti, S., Calistri, P., Di Serafino, G., Marotta, F., Alessiani, A., Antoci, S., Neri, D., Perilli, M., Iannitto, G., Iannetti, L., Migliorati, G., Di Giannatale, E. (2020). *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*: Prevalence, contamination levels, genetic diversity and antibiotic resistance in Italy. *Veterinaria Italiana*, 56(1), 23-34. https://doi.org/10.12834/VetIt.1819.9596.2

Ica, T., Caner, V., Istanbullu, O., Nguyen, H.D., Ahmed, B., Call, D.R., Beyenal, H. (2012). Characterization of mono- and mixed-culture *Campylobacter* jejuni biofilms. *Applied and Environmental Microbiology,* 78(4), 1033–1038. https://doi.org/10.1128/AEM.07364-11

Iglesias-Torrens, Y., Miró, E., Guirado, P., Llovet, T., Muñoz, C., Cerdà-Cuéllar, M., Navarro, F. (2018). Population structure, antimicrobial resistance, and virulence-associated genes in *Campylobacter jejuni* isolated from three ecological niches: Gastroenteritis patients, broilers, and wild birds. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-13. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01676

ISO (International Organization for Standardization). (2017a). ISO 10272-1:2017 Microbiology of the Food Chain - Horizontal Method for Detection and Enumeration of *Campylobacter* spp. - Part 1: Detection Method. Geneva, Switzerland.

ISO (International Organization for Standardization). (2017b). ISO 10272-2:2017, Microbiology of the Food Chain - Horizontal Method for Detection and Enumeration of

Campylobacter spp. - Part 2: Colony-Count Technique. Geneva, Switzerland.

Johansson, C., Nilsson, A., Kaden, R., Rautelin, H. (2019). Differences in virulence gene expression between human blood and stool *Campylobacter coli* clade 1 ST828CC isolates. *Gut Pathogens*, 11(1), 1-9. https://doi.org/10.1186/s13099-019-0322-9

Joseph, L.A., Griswold, T., Vidyaprakash, E., Im, S.B., Williams, G.M., Pouseele, H.A., Hise, K.B., Carleton, H.A. (2023). Evaluation of core genome and whole genome multilocus sequence typing schemes for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* outbreak detection in the USA. *Microbial Genomics,* 9(5), 1-16. https://doi.org/10.1099/mgen.0.001012

Kaakoush, N.O., Rodríguez, N.C., Mitchell, H.M., Man, S.M. (2015). Global epidemiology of *Campylobacter* infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 687-720. https://doi.org/10.1128/CMR.00006-15

Karama, M., Kambuyi, K., Cenci-Goya, B.T., Malahlela, M., Jonker, A., He, C., Ombui, J., Tshuma, T., Etter, E., Kalake, A. (2020). Occurrence and antimicrobial resistance profiles of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter upsaliensis* in beef cattle on cow–calf operations in South Africa. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(7), 440-446. https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2703

Keto-Timonen, R., Hietala, N., Palonen, E., Hakakorpi, A., Lindström, M., Korkeala, H. (2016). Cold shock proteins: A minireview with special emphasis on Csp-family of enteropathogenic *Yersinia*. *Frontiers in Microbiology*, 22(7), 1-7. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01151

Kim, J. C., Oh, E., Kim, J., Jeon, B. (2015). Regulation of oxidative stress resistance in *Campylobacter jejuni*, a microaerophilic foodborne pathogen. *Frontiers in Microbiology*, 6(751), 1-12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00751

Klancnik, A., Gobin, I., Jeršek, B., Možina, S.S., Vuckovic, D., Žnidari M.T., Abram, M. (2020). Adhesion of *Campylobacter jejuni* is increased in association with foodborne bacteria. *Microorganisms*, 8(201), 1-14. https://doi.org/10.3390/microorganisms8020201

Lanzl, M.I., Zwietering, M.H., Abee, T., denBesten, H.M.W. (2022). Combining enrichment with multiplex realtimePCR lead stofaster detection and identification of *Campylobacter* spp. in food compared to ISO 10272-1:2017. *Food Microbiology*, 108, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104117

Lewy, K., Cernicchiaro, N., Dixon, A.L., Beyene, T.J., Shane, D., George, L.A., Nagaraja, T.G., White, B.J., Sanderson, M.W. (2022). Association between tulathromycin treatment for bovine respiratory disease and antimicrobial resistance profiles among gut commensals and foodborne bacterial pathogens ısolated from feces of beef steers. *Journal of Food Protection*, 85(8), 1221-1231. https://doi.org/10.4315/JFP-22-078

Li, L., Mendis, N., Trigui, H., Oliver, J.D., Faucher, S.P. (2014). The importance of the viable but non-culturable state in human bacterial pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 5, 1-20. https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00258

Li, C., Chen, X., Wen, R., Ma, P., Gu, K., Li, C., Zhou, C., Lei, C., Tang, Y., Wang, H. (2022). Immunocapture magnetic beads enhanced the LAMP-CRISP/Cas12a method for the sensitive, specific, and visual detection of *Campylobacter jejuni*. *Biosensors,* 12(3), 1-14. https://doi.org/10.3390/bios12030154

Linden, J. (2022). Challenges in reducing *Campylobacter* contamination of poultry explored at convention the issues facing producers and meat processors in reducing or even eliminating *Campylobacter* from poultry carcasses were explored at the Poultry Sessions at the American Veterinary Medical Association, (AVMA). 150th Annual Convention in Chicago in July 2013. *Health*, 11, 5. https://www.campylobacter-contamination-of-poultry (Erişim tarihi 01.08. 2024).

Llarena, A.K, Rossi, M. (2017). Use of whole-genome sequencing in the epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections: state-of- knowledge. *BioRxiv*, 1-19. https://doi.org/10.1101/078550

LPSN - List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature. *Campylobacter*. https://lpsn.dsmz.de/search?word=campylobacter (Erişim tarihi 15.01.2024).

Lynch, H., Franklin-Hayes, P., Koolman, L., Egan, J., Gutierrez, M., Byrne, W., Golden, O., Bolton, D., Reid, P.,

Coffey, A., Lucey, B., O'Connor, L., Unger, K., Whyte, P. (2022). Prevalence and levels of *Campylobacter* in broiler chicken batches and carcasses in Ireland in 2017–2018. *International Journal of Food Microbiology*, 372, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109693

Marshall, J.K., Thabane, M., Garg, A.X., Clark, W.F., Moayyedi, P., Collins, S. M., Walkerton Health Study Investigators. (2010). Eight year prognosis of postinfectious irritable bowel syndrome following waterborne bacterial dysentery. *Gut*, 59(5), 605-611. https://doi.org/10.1136/gut.2009.202234

Myintzaw, P., Jaiswal, A.K., Jaiswal, S. (2023). A review on campylobacteriosis associated with poultry meat consumption. *Food Reviews International*, 39(4), 2107-2121. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1942487

Nachamkin, I., Szymanski, M.C., Blaser, J.M. (2008). *Campylobacter*. American Society for Microbiology (ASM) Press; 3rd Ed.; Washington DC, USA, pp 1-732. ISBN: 978-1-55581-437-3. https://doi.org/10.1128/9781555815554

Nafarrate, I., Lasagabaster, A., Sevillano, E., Mateo, E. (2021). Prevalence, molecular typing and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* spp. isolates in northern Spain. *Journal of Applied Microbiology*, 130(4), 1368-1379. https://doi.org/10.1111/jam.14842

Natsos, G., Mouttotou, N.K., Ahmad, S., Kamran, Z., Ioannidis, A., Koutoulis, K.C. (2019). The genus *Campylobacter*: Detection and isolation methods, species identification & typing techniques. *Journal of Helenic Veterinary Medical Society*, 70(1), 1327–1338. https://doi.org/10.12681/jhvms.20337

Natsos, G., Mouttotou, N.K., Magiorkinis, E., Ioannidis, A., Rodi-Burriel, A., Chatzipanagiotou, S., Koutoulis, K.C. (2020). Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. colonization of broiler chicken flocks in Greece. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(11), 679-686. https://doi.org/10.1089/fpd.2020.2795

Nayak, R., Stewart, T.M., Nawaz, M.S. (2005). PCR identification of *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* by partial sequencing of virulence genes. *Molecular and Cellular Probes,* 19(3), 187–193. https://doi.org/10.1016/j.mcp.2004.11.005

Ngobese, B., Zıshırı, O.T., EL Zowalaty, M.E. (2020). Molecular detection of virulence genes in *Campylobacter* species isolated from livestock production systems in South Africa. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(6), 1656–1670. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62844-3

Nothaft, H., M.E. Perez-Munoz, T.F. Yang, A.V.M. Murugan, M. Miller, D. Kolarich, G.S. Plastow, J. Walter, C.M. Szymanski. (2021). Improving chicken responses to glycocon-jugate vaccination against *Campylobacter jejuni*. *Frontiers Microbiology*, 16(12), 1-22. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.734526

Pacholewicz, E., Dame-Korevaar, A., Van Der Most, M., Ellen, H., Bokma, M. H., Koene, M.G.J. (2024). *Campylobacter* presence on Dutch broiler farms and associated risk factors. *Poultry Science*, 103(5), 1-13. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103568

Park, S.F. (2002). The physiology of *Campylobacter* species and its relevance to their role as foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 74(3), 177-188. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00678-X

Popa, S. A., Morar, A., Ban-Cucerzan, A. Tîrziu, E., Herman, V., Imre, M., Florea, T., Morar, D., Pătrînjan, R., Imre, K. (2024). First study in the frequency of isolation and phenotypic antimicrobial resistance profiles of pig and cattle origin *Campylobacter* strains in Romania. *Veterinary Research Communications*, 48, 1-7. https://doi.org/10.1007/s11259-024-10360-w

Portes, A.B., Panzenhagen, P., Pereira, Dos Santos A.M., Junior, C.A.C. (2023). Antibiotic Resistance in *Campylobacter*: A Systematic Review of South American Isolates. *Antibiotics (Basel)*, 12(3), 1-18. https://doi.org/10.3390/antibiotics12030548

Poudel, S., Li, T., Chen, S., Zhang, X., Cheng, W.-H., Sukumaran, A. T., Kiess, A. S., Zhang, L. (2022). Prevalence, antimicrobial resistance, and molecular characterization of *Campylobacter* isolated from broilers and broiler meat raised without antibiotics. *Microbiology Spectrum*, 10(3), 1-13. https://doi.org/10.1128/spectrum.00251-22

Quintela, I.A., Vasse, T., Lin, C.S., Wu, V.C.H. (2022). Advances, applications, and limitations of portable and rapid detection Technologies for routinely encountered foodborne pathogens. *Frontiers Microbiology,* 13, 1-22. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1054782

Reichelt, B., Szott, V., Epping, L., Semmler, T., Merle, R., Roesler, U., Friese, A. (2022). Transmission pathways of *Campylobacter* spp. At broiler farms and their environment in Brandenburg, Germany. *Frontiers in Microbiology*, 6(13), 1-17.
https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.982693

Ricke, S.C., Feye, K.M., Chaney, W.E., Shi, Z., Pavlidis, H., Yang, Y. (2019). Developments in rapid detection methods for the detection of foodborne *Campylobacter* in the United States. *Frontiers in Microbiology*, 23(9), 1-19.
https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03280

Rodrigues, C.S., Armendaris, P.M., De Sá, C.V.G.C., Haddad, J.P.A., De Melo, C.B. (2021). Prevalence of *Campylobacter* spp. in chicken carcasses in slaughterhouses from South of Brazil. *Current Microbiology*, 78(6), 2242-2250.
https://doi.org/10.1007/s00284-021-02478-w

Royden, A., Christley, R., Jones, T., Williams, A., Awad, F., Haldenby, S., Wigley, P., Rushton, S.P., & Williams, N.J. (2021). *Campylobacter* contamination at retail of halal chicken produced in the United Kingdom. *Journal of Food Protection*, 84(8), 1433-1445.
https://doi.org/10.4315/JFP-20-428

Sahin, O., Yaeger, M., Wu, Z., Zhang, Q. (2017). *Campylobacter* -associated diseases in animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5(1), 21-42.
https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022516-022826

Sanad, Y.M., Kassem, I.I., Liu, Z., Lin, J., LeJeune, J.T., Rajashekara, G. (2011). Occurrence of the invasion associated marker (iam) in *Campylobacter jejuni* isolated from cattle. *BMC Research Notes*, 4(1), 1-10.
https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-570

Sasaki, Y., Asakura, H., Asai, T. (2022). Prevalence and fluoroquinolone resistance of *Campylobacter* spp. isolated from beef cattle in Japan. *Animal Diseases*, 2(15), 1-6.
https://doi.org/10.1186/s44149-022-00048-6

Sayed, A.S.M., Ibrahim, A.I., Sobhy, M.M., Elmahallawy, E.K., Alsowayeh, N., Alarjani, K.M.A., El-Khadragy, M.F., Youseef, A.G. (2023). Circulation of thermophilic *Campylobacter* in pigeons, turkeys, and humans at live bird markets in Egypt. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1-8.
https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1150077

Seliwiorstow, T., De Zutter, L., Houf, K., Botteldoorn, N., Baré, J., Van Damme, I. (2016). Comparative performance of isolation methods using Preston broth, Bolton broth and their modifications for the detection of *Campylobacter* spp. from naturally contaminated fresh and frozen raw poultry meat. *International Journal of Food Microbiology,* 3(234), 60–64.
https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.040

Shange, N., Gouws, P., Hoffman, L.C. (2019). *Campylobacter* and *Arcobacter* species in food-producing animals: Prevalence at primary production and during slaughter. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35(9), 1-16.
https://doi.org/10.1007/s11274-019-2722-x

Sierra-Arguello, Y.M., Perdoncini, G., Rodrigues, L.B., Ruschel dos Santos, L., Apellanis Borges, K., Quedi Furian, T., Salle, C.T.P., Moraes, H.L., Gomes, M.J.P., Pinheiro do Nascimento, V. (2021). Identification of pathogenic genes in *Campylobacter jejuni* isolated from broiler carcasses and broiler slaughterhouses. *Scientific Reports*, 11(1), 1-8.
https://doi.org/10.1038/s41598-021-84149-1

Singhal, N., Kumar, M., Kanaujia, P.K., Virdi, J.S. (2015). MALDI-TOF mass spectrometry: An emerging technology for microbial identification and diagnosis. *Frontiers Microbiology,* 6, 1-16.
https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00791

Soto-Beltran, M., Lee, B.G., Amézquita-López, B.A., Quiñones, B. (2021). Overview of methodologies for the culturing, recovery and detection of *Campylobacter*. *International Journal of Environmental Health Research*, 33(3), 307-323.
https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2029366

Sterniša, M., Centa, U.G., Drnovšek, A., Remškar, M., Možina, S.S. (2023). *Pseudomonas* fragi biofilm on stainless steel 9at low temperatures affects the survival of *Campylobacter jejuni* and *Listeria monocytogenes* and their control by a polymer molybdenum oxide nanocomposite coating. International Journal of Food Microbiology, 394, 1-11.
https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110159

Tacconelli, E., Carrara, E., Savoldi, A., Harbarth, S., Mendelson, M., Monnet, D.L., Pulcini, C., Kahlmetter, G., Kluytmans, J., Carmeli, Y., Ouellette, M., Outterson, K., Patel, J., Cavaleri, M., Cox, E.M., Houchens, C.R., Grayson, M.R., Hansen, P., Singh, N., Theuretzbacher,

U., Magrini, N., WHO Pathogens Priority List Working Group. (2018). Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(3), 318-327. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30753-3

Tedersoo, T., Roasto, M., Maesaar, M., Kisand, V., Ivanova, M., Meremae, K. (2022). The prevalence, counts, and MLST genotypes of *Campylobacter* in poultry meat and genomic comparison with clinical isolates. *Poultry Sciences,* 101(4), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101703

Teh, K.H., Flint, S., French, N. (2010). Biofilm formation by *Campylobacter jejuni* in controlled mixed-microbial populations. *International Journal of Food Microbiology,* 143(3), 118–124. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.037

Teixeira, J.S., Boras, V.F., Hetman, B.J., Taboada, E.N., Inglis, G.D. (2022). Molecular epidemiological evidence implicates cattle as a primary reservoir of *Campylobacter jejuni* infecting people via contaminated chickens. *Pathogens,* 11(11), 1-20. https://doi.org/10.3390/pathogens11111366

Thames, H.T., Fancher, C.A., Colvin, M.G., McAnally, M., Tucker, E., Zhang, L., Kiess, A.S., Dinh, T.T.N., & Sukumaran, A.T. (2022). The prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* on broiler meat at different stages of commercial poultry processing. *Animals*, 12(18), 1-13. https://doi.org/10.3390/ani12182460

U.S. Food and Drug Administration. (2021). BAM Chapter 7: *Campylobacter* https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-7-campylobacter (Erişim tarihi 05.07.2024).

Vandeputte, J., Martel, A., Antonissen, G., Verlinden, M., De Zutter, L., Heyndrickx, M., Haesebrouck, F., Pasmans, F., Garmyn, A. (2020). Research Note: Lyophilization of hyperimmune egg yolk: effect on antibody titer and protection of broilers against *Campylobacter* colonization. *Poultry Sciences*, 99(4), 2157–2161. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.054

Wanja, D. W., Mbuthia, P. G., Aboge, G. O., Bebora, L. C. (2022). Seasonal prevalence and molecular identification of thermophilic *Campylobacter* from chicken, cattle, and respective drinking water in Kajiado County, Kenya. *Hindawi International Journal of Microbiology*, 1-12. https://doi.org/10.1155/2022/1526641

Wanja, D.W., Mbuthia, P.G., Bebora, L.C., Aboge, G.O., Muasya, D.W., Ofwete, R. (2023). Risk factors associated with occurrence of thermophilic *Campylobacter* in cattle herds raised on ıntegrated small-scale farms in Kajiado County, Kenya. *International Journal of Veterinary Science*, 12(6), 776-785.

World Health Organization (WHO). (2024). *Campylobacter*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/campylobacter (Erişim tarihi 10.07.2024).

Wysok, B., Wojtacka, J. (2018). Detection of virulence genes determining the ability to adhere and invade in *Campylobacter* spp. from cattle and swine in Poland. *Microbial Pathogenesis*, 115, 257- 263. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.12.057

Wysok, B., Wojtacka, J., Kivistö, R. (2020). Pathogenicity of *Campylobacter* strains of poultry and human origin from Poland. *International Journal of Food Microbiology*, 334, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108830

Young, K.T., Davis, L.M., Dirita, V.J. (2007). *Campylobacter jejuni*: Molecular biology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*, 5(9), 665-679.

Younis, G., Awad, A., Khairy, M. (2018). Molecular characterization and virulence of *Campylobacter jejuni* isolated from broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 17(10), 499-506. https://doi.org/10.3923/ijps.2018.499.506