

SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Editörler

Doç. Dr. Emre TEKCE

Doç. Dr. Murat GENÇ

Dr. Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK



İKSAD
Publishing House

SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Editörler

Doç. Dr. Emre TEKCE

Doç. Dr. Murat GENÇ

Dr. Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

Yazarlar:

Prof. Dr. Vecihi AKSAKAL

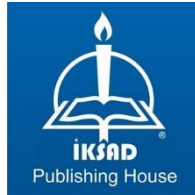
Doç. Dr. Emre TEKCE

Dr. Öğr. Üyesi Ali Ozan ERKİLİÇ

Dr. Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER

Öğr. Gör. Ceren ARI ARAT

Yük. Lis. Öğr. Nuray SEVEN



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-501-7

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1-2

BÖLÜM 1

KAROTENOİDLERİN HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM

ALANLARI 7-25

Yük. Lis. Öğr. Nuray SEVEN

Doç. Dr. Emre TEKCE

Prof. Dr. Vecihi AKSAKAL

CHAPTER 2

MYCOBACTERIAL INFECTIONS: CURRENT APPROACHES IN THE CONTROL OF TUBERCULOSIS AND

PARATUBERCULOSİS.....27-45

Dr. Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER

BÖLÜM 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK İÇİN EGZERSİZ: YAŞAM KALİTESİNİ YÜKSELTME STRATEJİLERİ 47-60

Dr. Öğr. Üyesi Ali Ozan ERKİLİÇ

BÖLÜM 4

TENİSTE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: FİZYOLOJİK TEMELLER VE GÜNCEL TEST PROTOKOLLERİ 61-73

Dr. Öğr. Üyesi Ali Ozan ERKİLİÇ

BÖLÜM 5

CAMPYLOBACTER ENFEKSİYONLARI EPİDEMİYOLOJİ, PATOGENEZ VE KLİNİK YAKLAŞIM..... 75-89

Dr. Öğr. Üyesi Ufuk ÜLKER

BÖLÜM 6

OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU VE TELE-SAĞLIK 91-106

Öğr. Gör. Ceren ARI ARAT

ÖNSÖZ

Değerli okuyucularımız;

Günümüz dünyasında bilim ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlemesi, sağlık bilimleri alanında da sürekli yeni keşifleri ve güncel yaklaşımları beraberinde getirmektedir. Bu dinamik ortamda, bilgiye ulaşmak ve bu bilgiyi doğru bir şekilde yorumlayarak uygulamaya dökmek büyük bir önem taşımaktadır.

"Sağlık Bilimlerinde Güncel Çalışmalar" adlı bu eser, veterinerlikten beslenmeye, spor bilimlerinden klinik yaklaşımlara kadar sağlık alanının farklı disiplinlerindeki en yeni ve önemli konuları bir araya getirme hedefiyle hazırlanmıştır. Bu kitap, akademisyenler, öğrenciler ve alandaki profesyoneller için güncel bilimsel literatüre sağlam bir kapı aralamayı amaçlamaktadır. Elinizdeki bu çalışma; hayvan beslemede karotenoit kullanımı ve modern beslenme stratejileri, mikrobiyoloji ve viroloji kapsamında tüberküloz, paratüberküloz ve *Campylobacter* enfeksiyonlarının kontrolü, spor bilimleri başlığı altında sürdürülebilir sağlık için egzersiz ve tenis performans değerlendirmesi, son olarak ise klinik beslenme odağında otizm spektrum bozukluğu ile beslenme ilişkisi gibi disiplinlerarası konuları içeren altı ana bölümden oluşmaktadır. Bu eserin hazırlanmasında emeği geçen tüm değerli yazarlar, kendi uzmanlık alanlarındaki derin bilgilerini okuyucularla paylaşma konusunda büyük bir gayret göstermişlerdir. Kitabın, sağlık bilimleri alanında çalışanlara ve bu konulara ilgi duyan herkese, güncel bilgi birikimlerini artırma yolunda değerli bir kaynak olmasını temenni ederiz.

Bilimin ışığında sağlıklı ve sürdürülebilir bir geleceğe katkı sunması dileğiyle.

YAYIN EDITÖRLERİ

Doç. Dr. Emre TEKCE

Doç. Dr. Murat GENÇ

Dr. Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

Doç. Dr. EMRE TEKCE
(emretekce@bayburt.edu.tr)

Bayburt Üniversitesi, Bayburt / Türkiye



21 Temmuz 1984 tarihinde Kars'ta doğdu. İlkokul, ortaokul ve liseyi öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2002-2007 yılları arasında Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ni bitirdi. 2008-2015 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları doktorasını tamamladı. 2009-2010 yılları arasında Carrefour firmasında yönetici, 2010-2017 yılları arasında Gümüşhane Üniversitesi Şiran Mustafa Beyaz MYO görev aldı. 2017 yılından beri Bayburt Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Organik Tarım İşletmeciliği bölümünde Doç. Dr olarak çalışmaktadır.

Araştırma alanları: Stres, Kanatlı ve Ruminant besleme, Tıbbi aromatik Bitkiler,

Doç. Dr. Murat GENÇ

(muratgenc@atauni.edu.tr)

Atatürk Üniversitesi, Erzurum /
TÜRKİYE

24.10.1983 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamlamıştır. Lise eğitimi sonrası başladığı Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nden 2008 yılında mezun olmuştur. Doktora eğitimini Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Zootečni (Veteriner) Anabilim Dalı’nda 2015 yılında tamamlayarak Doktora unvanını aldı ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı’na Dr. Öğr. Üyesi olarak atanmıştır. 2021 yılında Doçent olmuştur. Halen Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı’na görev yapmaktadır. Alanı ile alakalı birçok kongrelere katılmıştır. Hem SCI-SCI-Expanded kapsamında, hem de ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde çeşitli hayvan türleri üzerinde yürütülen farklı makaleleri vardır. Kongre bildirileri, bilimsel araştırma projeleri ve uluslararası dergi hakemlikleri konusunda da faaliyetlerde bulunmuştur. Ayrıca Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi’ne ait “Veterinary Sciences and Practices” isimli derginin editör yardımcılığı görevini de yürütmektedir. Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliği, Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği, Kanatlı Yetiştiriciliği, Hayvan Genetiği ve Islahı, Arı Yetiştiriciliği, vb. birçok alanında dersler vermiş olup, bu alanda farklı çalışmalar yürütmektedir.

Araştırma alanları: Büyükbaş Yetiştiriciliği, Kanatlı Yetiştiriciliği, Kuluçka Yönetimi, Büyüme ve Et Kalitesi, Stres

Dr. Öğr. Üyesi Filiz AYGÜN ERTÜRK

(filizayerturk@bayburt.edu.tr)

Bayburt Üniversitesi, Bayburt / Türkiye



09.07.1981 yılında Trabzon’da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Trabzon’da tamamladı. 2003 yılında ise Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünden mezun olmuştur. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Botanik Ana Bilim Dalında tezli yüksek lisans eğitimini tamamlayarak 2006 yılında “bilim uzmanı” unvanını kazanmıştır. Akabinde aynı Anabilim Dalı’nda 2013 yılında tamamlayarak Doktora unvanını aldı. Doktora eğitimini tamamladıktan sonra Avrasya Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü’nde Dr. Öğr. Üyesi olarak göreve başlamış ve 2014-2016 yılları arasında görev yapmıştır. 2016 yılında Bayburt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nde görevine başlamış ve halen görevine devam etmektedir. Yurt içi ve yurt dışında birçok toplantı ve kongrelere katıldı. Hem SCI-SCI-Expanded kapsamında hem de ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde makaleleri bulunmaktadır. Kongre bildirileri, bilimsel araştırma projesi ve uluslararası dergi hakemliği bulunmaktadır. Moleküler Biyoloji, Genetik, Tıbbi Biyoloji ve Genetik, Moleküler Genetik, Rekombinant DNA Teknolojisi gibi birçok alanında ders vermiş olup, bu alanda birçok çalışmalar yürütmektedir.

Araştırma alanları: Moleküler Biyoloji, Genetik, Moleküler Genetik, Tıbbi Biyoloji ve Genetik

BÖLÜM 1

KAROTENOİDLERİN HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM ALANLARI

Nuray SEVEN¹
Emre TEKCE²
Vecihi AKSAKAL³

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071813>

¹Yük. Lis. Öğr., Nuray SEVEN, Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü, Bayburt, ORCID ID: 0009-0003-4266-7356; E-mail: sevennuray25@gmail.com

³Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-6690-725X; E-mail: emretekce@bayburt.edu.tr

³Prof. Dr., Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-5701-0726. E-mail: vecihiaksakal@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Karotenoidler, doğada yaygın olarak bulunan ve bitkiler, algler, mantarlar ile bazı bakteriler tarafından sentezlenen doğal pigmentlerdir. Bu pigmentler, sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleriyle meyve ve sebzelerde bulunur ve fotosentezde ışık toplama, foto oksidatif zararlara karşı koruma gibi işlevlere sahiptir (Maoka, 2009; Ong & Tee, 1992). Karotenoidlerin keşfi 1831 yılında Wackenroder'in havuçtan sarı kristal pigmenti izole etmesiyle başlamış, Berzelius ise 1937'de sonbahar yapraklarından ksantofilleri ayırmıştır (Karnaukhov, 1990; Tee, 1992). Günümüzde 750'den fazla karotenoid türü tanımlanmış ve bunlar kimyasal yapılarına göre karotenler (örneğin β -karoten, α -karoten, likopen) ve ksantofiller (örneğin lutein, zeaksantin) olarak iki gruba ayrılır (Saini, Nile & Park, 2015).

Hayvanlar ve kuşlar karotenoidleri sentezleyemedikleri için bu bileşikleri diyet yoluyla almak zorundadırlar. (O'Byrne & Blaner, 2013). Bu bileşikler, serbest radikalleri temizleyerek ve antioksidan enzim üretimini artırarak oksidatif stresi azaltır (Lauretani ve ark., 2008). Bu bağlamda, bitkisel kaynaklı biyolojik bileşiklerin kullanımı hem üretim performansını hem de hayvan sağlığını iyileştirmek amacıyla giderek daha fazla tercih edilmektedir. (Arif ve ark., 2019; Nabi ve ark., 2018; Saeed, Arain ve ark., 2018; Saeed, Babazadeh, Arif ve ark., 2017; Saeed, Babazadeh, Naveed ve ark., 2017; Siyal ve ark., 2017). Kanatlı hayvanlara yapılan karotenoid takviyeleri, üretim performansını ve sağlık durumunu iyileştirmenin yanı sıra yumurta ve etin kalitesini de artırmaktadır. (Langi, Kiokias, Varzakas & Proestos, 2018). Fotosentetik

organizmalar (siyanobakteriler) tarafından biyosentezlenir algler, bitkiler) ve bazı mantarlar ve bakteriler tarafından da üretilir. 1980'lerden bu yana, sağlıklı bileşikler olarak kullanılabilme potansiyelleri nedeniyle karotenoidlere olan ilgi önemli ölçüde artmıştır. Bununla birlikte, hayvanların büyük çoğunluğu karotenoidleri biyosentezleyemez; bu bileşikler yalnızca diyetle alınabilir ve sonrasında yapısal olarak değiştirilebilir. Ancak bazı omurgasız gruplar bu genel durumun dışında kalır: hemipteran böcekler (yaprak bitleri, adalgidler, fillokseridler), dipteran böcekler (safra sinekleri) ve akarlar karotenoidleri de novo sentezleyebilme kapasitesine sahiptir (Rodríguez-Concepcion ve diğerleri, 2018). Hayvan beslenmesinde karotenoidlerin yemlere eklenmesi, hem hayvanların sağlığını ve performansını geliştirmek hem de elde edilen ürünlerin kalitesini yükseltmek amacıyla dikkat çekmektedir. Karotenoidler güçlü antioksidan özellikleri sayesinde oksidatif stresle mücadele eder ve genel refahı destekler. Ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirerek hastalıklara karşı direnci artırma potansiyeline sahiptir. Et rengi, tüketici tercihlerinde belirleyici bir faktör olup, ürünün kalitesi ve hayvanın sağlık durumu hakkında ilk izlenimi oluşturur (Perez-Vendrell ve ark., 2001). Bu nedenle, hayvansal ürünlerin renk özelliklerini iyileştirmek amacıyla yem katkı maddesi olarak kullanılan doğal pigmentler, özellikle karotenoidler, giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Goodwin, 1984).

Karotenoid Kaynakları

Gıdalarla karşılaştırıldığında, yemlerdeki karotenoid düzeylerine ilişkin bilgiler oldukça sınırlıdır. Şimdiye kadar yalnızca hayvansal ürünlerin renklenmesini sağlamak amacıyla kullanılan yüksek karotenoid içerikli yemler ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Yemlere karotenoid eklenmesi, hem hayvansal ürünlerin oksidatif dayanıklılığını artırmakta hem de bu bileşiklerin insan beslenme zincirine aktarılmasını sağlayarak sağlık açısından yarar sunmaktadır. (Golzar Adabi ve ark., 2010; Ma ve Lin, 2010). Hayvan beslenmesinde en yaygın kullanılan yem hammaddeleri tahıllardır. Ancak, diyetlerde yüksek oranlarda yer almalarına rağmen tahılların karotenoid içeriği düşük olduğundan toplam alıma katkıları sınırlı kalmaktadır. (Zhai, Xia ve He, 2016). Genel olarak, mısır en fazla karotenoid barındıran tahıl olup, onu arpa ve buğday izlemektedir. (Panfili, Fratianni ve Irano, 2004).

Bitkisel Kaynaklar

Mısır, yonca, havuç ve kırmızı biber gibi bitkiler lutein, zeaksantin ve beta-karoten açısından zengindir. Bu bileşikler özellikle yumurta sarısı ve tavuk derisi pigmentasyonu için kullanılır. (Pasarin & Rovinaru, 2018).

Çiçek Ekstraktları

Marigold (*Tagetes erecta*) çiçeği lutein bakımından önemli bir kaynaktır ve yumurta sarısının sarı rengini güçlendirmek amacıyla yem katkısı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. (FEFANA, 2014).

Alg Kaynakları

Haematococcus pluvialis astaksantin üretiminde en önemli doğal kaynaklardan biridir; ayrıca *Dunaliella salina* yüksek beta-karoten içeriğiyle öne çıkar. Bu algler özellikle balık ve kabuklu su ürünleri pigmentasyonu için tercih edilmektedir. (Wang ve ark., 2024).

Mikroorganizmalar

Bazı maya ve bakteriler doğal karotenoid sentezleyebilir. Bu kaynaklar, doğal üretim talebinin arttığı pazarlarda yem katkısı olarak değerlendirilmektedir. (Britton ve ark., 2021).

Sentetik Karotenoidler

Kantaksantin, astaksantin ve beta-karoten gibi bileşikler endüstriyel olarak sentezlenmekte ve yem katkısı olarak kullanılmaktadır. Sentetik üretim, düşük maliyet ve standardizasyon sağlasa da tüketici talebi giderek doğal kaynaklara yönelmektedir (Nabi ve ark., 2020).

Gıda Güvenliği ve İnsan Sağlığına Etkileri

Karotenoidlerle beslenen hayvanların ürünleri (süt, et, yumurta, balık) insanlara provitamin A kaynağı sağlar; beta-karoten retinol sentezine dönüşerek görme, bağışıklık ve üreme sağlığına katkıda bulunur (Çalışlar, 2019). Astaksantin, lutein ve zeaksantin gibi karotenoidler, hayvansal ürünlerde birikerek insanlarda antioksidan kapasiteyi artırır ve oksidatif stresin azaltılmasına yardımcı olur. Bu durum kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkların riskini düşürmede önemlidir (Nabi ve

ark., 2020). Karotenoidlerin bağışıklık sistemini modüle edici etkileri, hayvansal ürünlerin tüketimi yoluyla insanlarda enfeksiyonlara karşı direnç ve anti-inflamatuar etki sağlayabilir. (Wang ve ark., 2024). Lutein ve zeaksantin, yumurta ve süt ürünleri gibi gıdalarda bulunarak retina sağlığını korur ve yaşa bağlı makula dejenerasyonu riskini azaltır. (Britton ve ark., 2021). Gıda güvenliği açısından karotenoidler, doğal pigmentler olarak kabul edilir ve sentetik boyalara kıyasla daha güvenli bulunur. Ayrıca lipid oksidasyonunu azaltarak et ve süt ürünlerinin raf ömrünü uzatır (Pasarin & Rovinaru, 2018; FEFANA, 2014).

Karotenoidlerin Biyokimyasal Görevleri

Hayvan beslemede karotenoidlerin kullanımı yalnızca renklenme değil aynı zamanda antioksidan özellikleri ve bağışıklık sistemini destekleyici etkileri nedeniyle önem kazanmıştır (Surai & Sparks, 2021).

Antioksidan Aktivite

Karotenoidler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücresel oksidatif stresin azalmasına katkı sağlar. Bu bağlamda astaksantin, en güçlü doğal antioksidanlardan biri olarak tanımlanmakta ve broylerlerde ısı kaynaklı stresin olumsuz etkilerini hafiflettiği bildirilmektedir (Pertiwi ve ark., 2022)

Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri

Karotenoidlerin bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler gösterdiği, özellikle T-hücre aktivasyonunu desteklediği bildirilmektedir. Lutein ve

zeaksantin, broylerlerde immün kaynaklı ölümleri azaltıcı rol oynamıştır. (Dansou ve ark., 2023).

İmmün Yanıtın Güçlendirilmesi: Karotenoidler, özellikle lutein, zeaksantin ve astaksantin, T-hücre aktivasyonunu artırarak hücresel immün yanıtı destekler. Bu etki, adaptif bağışıklığın daha etkin çalışmasına katkı sağlar.

Antioksidan Mekanizma: Serbest radikalleri nötralize eden karotenoidler, oksidatif stresin bağışıklık hücreleri üzerindeki olumsuz etkilerini azaltır. Böylece immün hücrelerin fonksiyonel kapasitesi korunur.

Sitokin Düzenlemesi: Araştırmalar, karotenoidlerin pro-inflamatuar sitokinlerin (ör. IL-6, TNF- α) üretimini baskımlarken anti-inflamatuar sitokinlerin (ör. IL-10) seviyelerini artırabildiğini göstermektedir. Bu denge, bağışıklık sisteminin aşırı reaksiyonlarını önler.

Broylerlerde Uygulama: Lutein ve zeaksantin, broylerlerde bağışıklığa dayalı mortaliteyi azaltmış; astaksantin ise ısı stresine bağlı immün baskılanmayı hafifletmiştir. Bu bulgular, karotenoidlerin kanatlı üretiminde hem performans hem de sağlık açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır (Dansou ve ark., 2023; Pertiwi ve ark., 2022).

Gen Ekspresyonu Üzerine Etkiler: Bazı çalışmalar, karotenoidlerin immün hücrelerde gen ekspresyonunu modüle ederek savunma mekanizmalarını güçlendirdiğini rapor etmiştir. Bu durum, bağışıklık sisteminin daha hızlı ve etkili yanıt vermesini sağlar.

Renklenme (Pigmentasyon)

Kantaksantin ve lutein, yumurta sarısı, tavuk derisi, balık eti ve kabuklu su ürünlerinde pigment oluşumunda kritik rol üstlenmektedir.

Hayvan Türlerine Göre Kullanım Alanları

1. Kanatlı Hayvan Besleme

Karotenoidlerin kanatlı sektörde en yaygın kullanım alanları:

Pigmentasyon / Yumurta Sarısı Renginin Artırılması

Lutein ve zeaksantin, yumurta sarısının istenen altın-sarı rengini optimize eder. Karotenoid takviyesinin tüketici tercihlerini doğrudan etkilediği bilinmektedir (Dansou ve ark., 2023). Kantaksantin ve lutein, yumurta sarısı ve tavuk derisi pigmentasyonu açısından kritik rol oynar (Çalışlar, 2019).

Broyler Performansı

Astaksantin takviyesinin canlı ağırlık kazanımını, yem dönüşüm oranını ve antioksidan enzime yönelik aktiviteleri artırdığı gösterilmiştir (Pertiwi ve ark., 2022).

Isı Stresinin Azaltılması

Yüksek sıcaklıklara maruz bırakılan broylerlerde astaksantin, oksidatif hasarı azaltarak karkas kalitesini iyileştirmiştir (Lee ve ark., 2020).

Astaksantin, güçlü bir doğal antioksidan olarak broylerlerde ısı stresine karşı koruyucu etki göstermiştir (Pertiwi ve ark., 2022).

Bağışıklık Sistemi

Karotenoidlerin immün yanıtı güçlendirdiği ve T-hücre aktivasyonunu artırdığı rapor edilmiştir (Dansou ve ark., 2023).

Genel Sağlık Yararları

Karotenoidlerin kanatlı endüstrisinde kullanımı hem ürün kalitesi hem de hayvan sağlığı açısından önemlidir (Nabi ve ark., 2020).

2. Sığır ve Küçükbaş Hayvan Besleme

Karotenoidler, özellikle beta-karoten, sığırlarda provitamin A kaynağı olarak görev yapar ve büyüme, üreme ile bağışıklık fonksiyonlarının sürdürülmesinde kritik rol oynar (Nabi ve ark., 2020).

Antioksidan Etki

Küçükbaş hayvanlarda karotenoid desteği, antioksidan kapasitenin yükselmesine ve oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağlayarak özellikle yoğun üretim koşullarında hayvan sağlığının korunmasına yardımcı olmaktadır (Wang ve ark., 2024).

Rumen Metabolizması

Mevcut çalışmalar, karotenoidlerin doğrudan rumen metabolizmasını etkilemediğini; ancak dolaşıma geçen bileşiklerin bağışıklık

fonksiyonlarını ve üreme performansını güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Britton ve ark., 2021).

Embriyonik Gelişim

Koyun ve keçilerde yapılan araştırmalar, karotenoid takviyesinin embriyonik gelişimi desteklediğini ve doğurganlık oranlarını artırarak üretim verimliliğine olumlu katkı sağladığını göstermektedir (Çalışlar, 2019).

Genel Değerlendirme

Sığır ve küçükbaş hayvan beslemede karotenoidlerin kullanımı, hem süt ve etin besin değerini yükseltmekte hem de hayvan sağlığını destekleyen önemli bir besleme stratejisi olarak öne çıkmaktadır (Nabi ve ark., 2020; Wang ve ark., 2024).

3.Su Ürünleri Beslemede

Karotenoidler, özellikle astaksantin, su ürünlerinde pigmentasyonun sağlanmasında kritik rol oynar. Somon, alabalık ve karides gibi türlerde et ve kabuk renginin tüketici tercihleri açısından canlı görünmesini sağlar (Britton ve ark., 2021). Astaksantin aynı zamanda güçlü bir antioksidan olup, balıklarda oksidatif stresin azaltılmasına ve bağışıklık sisteminin desteklenmesine katkıda bulunur (Nabi ve ark., 2020). Su ürünleri beslemede karotenoid takviyesi, büyüme performansı ve üreme verimliliği üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Embriyonik gelişim ve larvaların hayatta kalma oranları karotenoid desteği ile artış göstermiştir (Wang ve ark., 2024).

Karotenoidlerin ayrıca **hastalık direncini artırdığı** ve stres koşullarında balıkların sağlığını koruduğu rapor edilmiştir (Çalışlar, 2019).

Genel olarak karotenoidlerin su ürünleri beslemesinde kullanımı, hem **ürün kalitesini** (renk, besin değeri) hem de **hayvan sağlığını** destekleyen önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Nabi ve ark., 2020; Wang ve ark., 2024).

4. Üreme Performansı Üzerine Etkiler

Antioksidan Koruma

Karotenoidler, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağlar. Bu durum, özellikle üreme hücrelerinin (oosit ve spermatozoa) fonksiyonel bütünlüğünün korunmasında kritik rol oynar (Nabi ve ark., 2020).

Embriyonik Gelişim

Küçükbaş hayvanlarda karotenoid takviyesi, embriyonik gelişimi destekleyerek doğurganlık oranlarını artırabilmektedir. Bu etki, özellikle lutein ve beta-karoten gibi bileşiklerle ilişkilendirilmiştir. (Çalışlar, 2019).

Hormonal Düzenleme

Araştırmalar, karotenoidlerin endokrin sistem üzerinde dolaylı etkiler göstererek üreme hormonlarının dengelenmesine katkıda bulunduğunu

ortaya koymaktadır. Bu durum hem dişi hem de erkek hayvanlarda fertilitiyi destekler. (Britton ve ark., 2021).

Bağışıklık ve Üreme İlişkisi

Karotenoidlerin bağışıklık sistemini güçlendirmesi, üreme performansını da dolaylı olarak destekler. Sağlıklı bağışıklık yanıtı, gebelik sürecinde embriyonun korunmasına ve yavru canlılığının artmasına katkı sağlar. (Wang ve ark., 2024).

Genel Değerlendirme

Karotenoid beslenmesi, sığır, küçükbaş ve kanatlılarda üreme performansını artıran önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Hem doğurganlık oranlarının yükselmesi hem de yavru gelişiminin desteklenmesi açısından dikkate değer sonuçlar elde edilmiştir (Nabi ve ark., 2020; Wang ve ark., 2024).

Karotenoidler yumurta kalitesini, horozlarda semen parametrelerini ve broylerlerde üreme başarısını olumlu etkiler. Astaksantin desteği, yaşlı damızlık horozlarda sperm motilitesini önemli ölçüde iyileştirmiştir. (Chen ve ark., 2021).

SONUÇ

Karotenoidler, güçlü antioksidan yapıları, immün sistemi destekleyici etkileri ve pigmentasyon kapasiteleri sayesinde hayvan besleme biliminin farklı alt disiplinlerinde önemli bir biyolojik araç hâline gelmiştir. Yapılan güncel çalışmalar, karotenoid takviyesinin özellikle

kümes hayvanlarında büyüme performansını iyileştirdiğini, oksidatif stresin zararlı etkilerini azalttığını, yumurta ve et kalitesini artırdığını ve üreme parametrelerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ruminantlarda β -karoten desteği, süt verimi ve özellikle süt rengiyle ilişkilendirilen karotenoid düzeyini artırmakta; bu da tüketici tercihlerini doğrudan etkileyen bir kalite göstergesi oluşturmaktadır. Bununla birlikte karotenoidlerin biyoyararlanımı, metabolik dönüşümü ve türler arası farklılıkları hakkında hâlâ açıklığa kavuşturulması gereken hususlar bulunmaktadır. Yem hammaddelerindeki doğal karotenoid seviyelerinin sınırlı olması, doğal veya zenginleştirilmiş kaynaklara olan gereksinimi daha da artırmaktadır. Gelecekte nano-taşıyıcı sistemler, yeni karotenoid izomerlerinin kullanımı ve daha hassas analitik ölçüm teknikleri, bu bileşiklerin hayvan beslemesinde daha etkin ve kontrollü kullanımını mümkün kılacaktır. Genel olarak değerlendirildiğinde, karotenoidlerin hayvan sağlığını, performansını ve hayvansal ürün kalitesini artırmada yüksek potansiyeli bulunduğundan, yem stratejilerinde bu bileşiklere daha fazla yer verilmesi sürdürülebilir hayvancılık açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Saeed, M., Naveed, M., Arain, M. A., & Dhama, K. (2020). Nutritional applications and beneficial health impacts of green tea and L-theanine in animals: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 245–256. <https://doi.org/10.1111/jpn.13228>.
- Arain, M. A., Mei, Z., Hassan, F. U., Saeed, M., Alagawany, M., Shar, A. H., & Rajput, I. R. (2018). Lycopene: a natural antioxidant for prevention of heat-induced oxidative stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 74(1), 89-100. <https://doi.org/10.1017/S0043933917001040>
- Arif, M., Alagawany, M., El-Hack, M. E. A., Saeed, M., Arain, M., & Elnesr, S. (2019). Humin acid as a feed additive in poultry nutrition: A review. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 20(3), 167–175.
- Bennedsen, M., Wang, X., Willén, R., Wadström, T., & Andersen, L. P. (2000). Treatment of *H. pylori* infected mice with antioxidant astaxanthin reduces gastric inflammation and bacterial load. *Immunology Letters*, 70(3), 185–189. [https://doi.org/10.1016/S0165-2478\(99\)00152-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2478(99)00152-0)
- Braunlich, K., & Hoffman, L. (1974). Carotenoids and vitamin A activity. *Journal of Nutrition*, 104(9), 1234–1240.
- Surai, P. F., & Kochish, I. I. (2020). Carotenoids in aviculture. In *Pigments from Microalgae Handbook* (pp. 515-540). Cham: Springer International Publishing.
- Conboy Stephenson, R., Ross, R. P., & Stanton, C. (2021). Carotenoid biofortification strategies in animal feed. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.012>.
- Çalışlar, S. (2019). The importance of beta carotene on poultry nutrition. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(3), 252–259. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2019.185>

- Dansou, D. D., Augustave, P. T., & Latif, F. (2023). Carotenoid enrichment in eggs: A biochemical perspective. *Poultry Science*, 102(8), 102–113.
- Dansou, D. M., Wang, H., Nugroho, R. D., He, W., Zhao, Q., Tang, C., Zhang, H., & Zhang, J. (2023). Effects of duration and supplementation dose of astaxanthin on egg enrichment. *Poultry Science*, 102(1), 101304. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101304>
- Díaz-Gomez, J., Moreno, J. A., Angulo, E., Sandmann, G., Zhu, C., Capell, T., & Nogareda, C. (2017). Biofortified maize provides bioavailable carotenoids in poultry diets. *Transgenic Research*, 26(5), 591–601. <https://doi.org/10.1007/s11248-017-0029-y>
- Elnesr, S. S., Alagawany, M., Elwan, H. A. M., Fathi, M. A., & Farag, M. R. (2020). Sodium butyrate improves intestinal health in poultry. *Annals of Animal Science*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0001>
- FEFANA. (2014). Carotenoids in animal nutrition. *FEFANA Booklet*. Retrieved from https://fefana.org/app/uploads/2022/05/2014-12-04_booklet_carotenoids.pdf
- Golzar Adabi, S. H., Sahraei, M., & Gheisari, A. (2010). Effect of dietary carotenoids on oxidative stability of poultry products. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(2), 392–396.
- Goodwin, T. W. (1984). *The biochemistry of carotenoids*. London: Chapman and Hall.
- Guerin, M., Huntley, M. E., & Olaizola, M. (2003). Haematococcus astaxanthin: Applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*, 21(5), 210–216. [https://doi.org/10.1016/S0167-7799\(03\)00078-7](https://doi.org/10.1016/S0167-7799(03)00078-7)
- 19.Karnaukhov, V. N. (1990). Carotenoids: Recent developments, problems and prospects. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 95(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(90\)90241-K](https://doi.org/10.1016/0305-0491(90)90241-K)

- 20.Koreleski, J., & Swiatkiewicz, S. (2007). Effects of natural antioxidants in broiler diets. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16(3), 429–439.
21. Langi, P., Kiokias, S., Varzakas, T., & Proestos, C. (2018). Carotenoids: From plants to food and feed industries. In *Microbial Carotenoids* (pp. 57–71). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8742-9_3
- 22.Lauretani, F., Semba, R. D., Dayhoff-Brannigan, M., Corsi, A. M., Di Iorio, A., Buiatti, E., ... Ferrucci, L. (2008). Low plasma carotenoids as independent predictors of mortality among older persons. *European Journal of Nutrition*, 47(6), 335–340. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-0732-9>
- Lee, S. H., Kim, J. H., & Park, S. Y. (2020). Muscle antioxidant activity and meat quality altered by astaxanthin supplementation in broilers exposed to high temperature. *Antioxidants*, 9(11), 1032.
- Liu, Y. Q., Davis, C. R., Schmaelzle, S. T., Rocheford, T., Cook, M. E., & Tanumihardjo, S. A. (2021). Astaxanthin-rich maize and its effect on egg enrichment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(2), 456–463. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06789>
- Ma, Q., & Lin, Y. (2010). Carotenoids and their beneficial role in animal nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3–4), 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.06.002>
- Maoka, T. (2009). Recent progress in structural studies of carotenoids in animals and plants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483(2), 191–195. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2008.10.019>
- Morifuji, M., et al. (2020). Dietary carotenoids and poultry pigmentation. *Animal Nutrition*, 6(4), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.07.002>
- Nabi, F., Arain, M. A., Soomro, J., Umer, M., Ye, R., Liu, J., Rajput, N., Soomro, F., Alagawany, M., & Wang, Z. (2020). Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review.

- Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1809–1820.
<https://doi.org/10.1111/jpn.1337>
- Nabi, F., Iqbal, M. K., Zhang, H., Rehman, M. U., Shahzad, M., Huang, S., ... Li, J. (2018). Clinical efficacy of Hsp90 inhibitor Novobiocin in avian tibial dyschondroplasia. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 41(6), 902–911. <https://doi.org/10.1111/jvp.12692>
- O’Byrne, S. M., & Blaner, W. S. (2013). Retinol and retinyl esters: Biochemistry and physiology. *Journal of Lipid Research*, 54(7), 1731–1743. <https://doi.org/10.1194/jlr.R037648>
- Olson, J. A. (1989). Provitamin A function of carotenoids. *FASEB Journal*, 3(7), 1927–1932. <https://doi.org/10.1096/fasebj.3.7.1927>
- Ong, A. S., & Tee, E. (1992). Natural sources of carotenoids from plants and oils.
- Panfili, G., Fratianni, A., & Irano, M. (2004). Improved normal-phase high-performance liquid chromatography procedure for the determination of carotenoids in cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(21), 6373–6377.
- Pasarin, I., & Rovinaru, M. (2018). Carotenoids in poultry nutrition and egg yolk pigmentation. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 24(3), 123–130.
- Perez-Vendrell, A.M., Hernandez, J.M., Lázaro, R., Schierle, J., & Brufau, J. (2001). Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science*, 80(6), 767–774. <https://doi.org/10.1093/ps/80.6.767>
- Pertiwi, H., Nur Mahendra, M. Y., & Kamaludeen, J. (2022). *Astaxanthin as a potential antioxidant to improve health and production performance of broiler chicken*. *Vet Med Int*, 2022, 4919442.
- Saeed, M., Arain, M.A., Soomro, R.N., Nawaz, A.H., Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Taha, A.E., & others. (2018). Nutritional and health

- importance of carotenoids in poultry feed. *World's Poultry Science Journal*, 74(3), 463–472. <https://doi.org/10.1017/S004393391800045>
- Saeed, M., Babazadeh, D., Arif, M., Arain, M.A., & Soomro, R.N. (2017). Nutritional significance and health benefits of carotenoids in poultry diets: A review. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 733–744. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000780>
- Saeed, M., Babazadeh, D., Naveed, M., Arain, M.A., & Abd El-Hack, M.E. (2017). Carotenoids and their role in poultry production: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(4), 701–716. <https://doi.org/10.1111/jpn.12603>
- Saini, R. K., Nile, S. H., & Park, S. W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Research International*, 76, 735–750. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.047>
- Siyal, F. A., Arain, M. A., Rajput, N., Alagawany, M., & Abd El-Hack, M. E. (2017). The role of selenium in poultry nutrition: A review. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 1–12. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000057>
- Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2021). *Health benefits of carotenoids and potential application in poultry nutrition*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(5), 833–847. <https://doi.org/10.1111/jpn.13375>
- Zhai, S. N., Xia, X. C., & He, Z. H. (2016). Carotenoids in staple cereals: Metabolism, regulation, and genetic manipulation. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1197. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01197>

CHAPTER 2

MYCOBACTERIAL INFECTIONS: CURRENT APPROACHES IN THE CONTROL OF TUBERCULOSIS AND PARATUBERCULOSIS

Ufuk ÜLKER¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071822>

¹Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Yozgat, TÜRKİYE.E-mail: ufukulker123@gmail.com,Orchid İD: 0000-0002-5295-5584

Introduction

Tuberculosis (TB) persists as not only one of the oldest but also one of the most obstinate and lethal biological adversaries in human history (Murray, 2018). Paleopathological findings indicate that the disease has a history dating back to 4000 BC, with lesions indicative of spinal tuberculosis (Pott's disease) found even in Egyptian mummies. Referred to as the "White Plague" in Europe between the 17th and 19th centuries, where it decimated a significant portion of the continental population, this disease continues to cause a global public health crisis in the 21st century, despite all advances in modern medicine and the antibiotic era (Buzic and Giuffra, 2020). According to current reports by the World Health Organization (WHO), following the COVID-19 pandemic, TB has regained its position as the leading cause of death worldwide from a single infectious agent, surpassing HIV/AIDS. With approximately 10 million new cases occurring annually and more than 1.5 million lives lost to this disease, this picture demonstrates that the disease is an instrument of not only medical but also socio-economic devastation (Chakaya et al., 2022). Even more alarming is the fact that approximately one-quarter of the global population has Latent Tuberculosis Infection (LTBI); this vast reservoir constitutes a silent threat that renders the eradication of the disease impossible by carrying a risk of reactivation in immunocompromised individuals (e.g., HIV co-infection, diabetes, organ transplantation) (Jasmer et al., 2002). While TB continues to be one of the deadliest infections in human history (WHO, 2022), frequently overlooked within these statistics is zoonotic tuberculosis (zTB) caused by *M. bovis*, which is defined as a "neglected zoonosis." The genus

Mycobacterium, taxonomically located within the phylum *Actinobacteria*, harbors pathogens that exhibit extraordinary resistance to environmental stress factors, disinfectants, and antimicrobials due to their high-lipid content cell wall structure (mycolic acids) (Gopinath, and Rattan, 2022). Among the members of this genus, two main groups stand out with their devastating effects on public health and the animal production economy: *Mycobacterium bovis* (a member of the MTC), the causative agent of Bovine Tuberculosis (bTB), and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), the causative agent of Paratuberculosis (Johne's Disease) (Borham et al., 2022). Both infections are prototypical examples of the "One Health" concept, constituting a common battleground not only for veterinary medicine but also for human medicine, food safety authorities, and environmental scientists (Bhattacharya et al., 2021). Zoonotic tuberculosis is clinically and pathologically indistinguishable from *M. tuberculosis* infection; however, its epidemiological dynamics and response to treatment differ. *M. bovis* is intrinsically resistant to Pyrazinamide (PZA), one of the fundamental drugs used in human treatment (Müller et al., 2013). This situation complicates the diagnosis and treatment of *M. bovis*-originated infections in humans. On a global scale, approximately 140,000 new zTB cases and 11,400 related deaths were reported in 2019; however, due to a lack of surveillance, these figures are estimated to be merely the "tip of the iceberg" (Olea-Popelka et al., 2017). Particularly in regions such as Africa and Southeast Asia, where the consumption of unpasteurized milk is common, it is reported that 10% to 15% of human tuberculosis cases are caused by *M. bovis*. The disease is seen more frequently in humans not only in the pulmonary form but also in extrapulmonary forms such

as lymphadenitis (scrofula), abdominal tuberculosis, and vertebral involvement (Pott's disease), which makes diagnosis even more difficult (Carrasco et al., 2020).

2. TUBERCULOSIS

2.1. Etiology

Bovine tuberculosis (bTB) is caused by genetically very closely related species (99.9% genomic similarity) taxonomically located within the phylum Actinobacteria and referred to as the "Mycobacterium tuberculosis Complex" (MTC). While the primary agent of this complex in cattle is *Mycobacterium bovis*, *M. caprae* (in goats) and rarely *M. tuberculosis* (of human origin) can also cause infection in cattle (Brosch et al., 2002).

Microbiological Characteristics:

M. bovis is a non-motile, non-spore-forming, and obligate aerobic bacillus that does not exhibit Gram-positive staining properties. Mycolic acids, lipoarabinomannan (LAM), and glycolipids, which constitute 60% of the cell wall, confer "acid-fast" properties to the bacterium. This unique lipid barrier renders the agent resistant to lytic enzymes within macrophages, oxidative stress, and many antibiotics (Gagneux, 2018).

- **Virulence Factors:** The virulence of the bacterium relies on its ability to modulate the host immune response. In particular, the ESX-1 secretion system and the ESAT-6 (6-kDa early secretory antigenic target) and CFP-10 proteins secreted through this

system trigger granuloma formation by enabling the bacterium's escape from the phagosome and cytosolic replication (Anes et al., 2023).

2.2. Epidemiology

Although bovine tuberculosis has been largely brought under control in developed countries through strict eradication programs, the presence of wildlife reservoirs (badgers in the UK, white-tailed deer in the USA, possums in New Zealand, wild boars in Spain) causes the infection to spill over back into farm animals. This situation complicates the goal of "eradication," rendering the disease into an "endemic" form (Gormley & Corner, 2018). From a zoonotic perspective, *M. bovis* is one of the most critical pathogens of the "One Health" approach. According to World Health Organization (WHO) data, a significant portion of human tuberculosis cases are of zoonotic origin, especially in African and Asian countries where the consumption of unpasteurized milk and contact with raw meat are common. More importantly, the risk of *M. tuberculosis* transmission from infected farm workers to cattle, known as "Reverse Zoonosis" (Zooanthroponosis), is an epidemiological dynamic that should not be overlooked in modern animal husbandry (Müller et al., 2013; Olea-Popelka et al., 2017).

2.3. Gold Standards in Diagnostic Methods and Immunological Limitations

The internationally accepted fundamental strategy in disease control is the "test and slaughter" method. The Tuberculin Skin Test (TST) used

for this purpose measures the delayed-type hypersensitivity (Type IV hypersensitivity) reaction developed against bacterial antigens.

- **Single Intradermal Test (SIT):** PPD-B (Bovine Purified Protein Derivative) is used. It has high sensitivity but low specificity (Middleton et al., 2021).
- **Comparative Cervical Test (CCT):** PPD-B and PPD-A (Avian) are administered simultaneously. It is used to rule out cross-reactions (false positives) due to environmental mycobacteria (e.g., *M. avium*, *M. kansasii*) (Catozzi et al., 2021).

2.4. Advanced Diagnostic Methods and DIVA Strategy

In cases where traditional tests are insufficient, more sophisticated immunological and molecular methods come into play:

- **Gamma Interferon (IFN- γ) Test:** Measures the amount of cytokine secreted by T-lymphocytes upon stimulation with specific antigens in an *in vitro* environment. It can detect infection at an earlier stage (1-3 weeks post-infection) compared to the skin test and can be safely used in situations where the skin test might create a "boost" effect (Pai et al., 2014).
- **DIVA (Differentiating Infected from Vaccinated Animals) Strategy:** The biggest obstacle to the use of tuberculosis vaccines (especially BCG) in veterinary medicine is that vaccinated animals cannot be distinguished from infected animals by giving a positive reaction in the TST (Vordermeier et al., 2016).

- **Principle:** The BCG vaccine lacks the RD1 (Region of Difference 1) region found in the wild-type *M. bovis* genome. This region encodes the ESAT-6 and CFP-10 virulence proteins (Guinn et al., 2004).
- **Application:** New generation DIVA tests use only these specific proteins (ESAT-6/CFP-10) as antigens instead of PPD. Thus, while vaccinated animals do not react (as they do not possess these antigens), naturally infected animals give a positive reaction. This technology is the most critical key that will pave the way for the field use of bovine tuberculosis vaccines in the future (Vordermeier et al., 2016; Buddle et al., 2018).

3. PARATUBERCULOSIS (JOHNE'S DISEASE)

3.1. Etiology: *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP)

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis* (MAP), the causative agent of Johne's disease, is taxonomically a member of the *Mycobacterium avium* complex (MAC). First described by Johne and Frothingham in 1895, this bacterium is an acid-fast, non-spore-forming, non-motile, and obligate aerobic bacillus causing chronic enteritis in ruminants (cattle, sheep, goats) (Harris & Barletta, 2001).

Microbiological Characteristics and Mycobactin Dependence:

The most distinctive phenotypic feature distinguishing MAP from other mycobacteria is its requirement for exogenous Mycobactin J

supplementation to grow in in vitro culture media. Its inability to synthesize this siderophore, which facilitates iron transport (lack of iron chelation capability), is a distinguishing criterion in "gold standard" culture methods used in laboratory diagnosis (Markwalter et al., 2018). The bacterium belongs to the group of "slow-grower" mycobacteria; primary isolation on solid media (Herrold's Egg Yolk Medium) can take 8 to 16 weeks, or sometimes even longer (Salem et al., 2013). This is one of the most significant factors delaying the diagnosis of infection (Mishra and Saito, 2022)

Environmental Resistance and Transmission Dynamics:

Thanks to its thick and lipid-rich cell wall, MAP exhibits extraordinary resistance to environmental stress factors. It has been reported to survive in soil and water sources for up to 1 year. This environmental stability causes pastures and water troughs contaminated with the feces of infected animals to turn into long-term sources of infection. This resistant structure of the bacterium is also the fundamental factor increasing food safety risks by complicating its inactivation during pasteurization processes (Rowe & Grant, 2006).

Paratuberculosis Control and Eradication Strategies

Due to the agent's environmental resistance and the abundance of subclinical carriers, the control of paratuberculosis is not a problem that can be solved with a "single magic wand." Success depends on the integration of risk-based herd management and strategic testing protocols (Tuberquia-López et al., 2022).

3.3.1. Critical Control Points and Hygiene Management

The foundation of control programs is built upon the "susceptibility of newborn calves to infection," which is the weakest link in the chain of infection.

- **Colostrum and Milk Management:** MAP can be transmitted vertically through the milk and colostrum of infected cows. Therefore, in enterprises with high within-herd prevalence, the use of pasteurized colostrum or colostrum replacers is recommended (De Silva et al., 2017). The use of "pooled milk" is strictly contraindicated as the milk of a single infected cow can infect hundreds of calves (Windsor, 2015).
- **Manure Management:** MAP can remain viable in manure for months. Therefore, strict biosecurity measures (separate equipment, separate housing) are essential to prevent contact between the feces of adult cattle and young animals.

3.3.2. Test and Manage Strategy: Targeting "Super-shedders"

A large portion of the infection load in herds (80%) is disseminated into the environment by a small minority of infected animals (20%). These animals, defined as "Super-shedders," shed $>10^4$ CFU of bacteria per gram of feces.

- The priority in control programs is to detect these highly infectious animals using high-sensitivity Fecal PCR methods and remove them from the herd as soon as possible, rather than

catching all positives. Although Serum ELISA tests offer low-cost and rapid screening, their sensitivity in the subclinical period is limited (30-50%); thus, negative results do not imply "absence of infection" (Plain et al., 2014).

3.3.3. The Vaccination Dilemma

Paratuberculosis vaccines (e.g., inactivated whole-cell vaccines - Gudair®) are effective in reducing clinical symptoms and bacterial shedding; however, they cannot completely prevent infection. More importantly, vaccinated animals cross-react in tuberculosis tests (PPD), causing false positives. This is the primary reason for the restriction of paratuberculosis vaccination in tuberculosis-free regions (Bastida & Juste, 2011).

4. Future Perspectives: Genomics, Immunology, and Microbiota

The limitations of traditional methods in combating mycobacterial infections have directed the scientific community toward new strategies focused on "strengthening the host" and developing "next-generation biomarkers" instead of "chasing the pathogen."

4.1. Genomic Selection and Host Resistance

Susceptibility to tuberculosis and paratuberculosis in cattle is a polygenic trait, and heritability (h^2) has been determined to be moderate (0.15 - 0.25). This indicates that genetic selection is feasible.

- **GWAS and Candidate Genes:** Genome-Wide Association Studies (GWAS) have mapped specific chromosomal regions (QTL) associated with disease resistance. In particular, single nucleotide polymorphisms (SNPs) in the **NRAMP1 (SLC11A1)** gene, which plays a role in macrophage activation, pathogen recognition receptors (TLR1, TLR2, TLR4), and BoLA (Bovine Leukocyte Antigen) class II genes have been proven to be determinants in resistance or susceptibility to infection (Purdie et al., 2011; Richardson et al., 2016).
- **Marker-Assisted Selection (MAS):** Future herds will be created using semen from bulls resistant to diseases, calculated via "genomic breeding value" (GEBV), not just based on milk yield.

4.2. Immunological Biomarkers and Transcriptomics

The insufficiency of current diagnostic tests during the "silent period" (latent phase) has pushed researchers to focus on gene expression profiles beyond serology (van Asten et al., 2003).

- **MicroRNA (miRNA) Signatures:** It has been determined that the expression levels of specific miRNAs (e.g., miR-155, miR-29a) in host cells change in the very early stages of infection. The detection of these molecules from blood carries the potential for a next-generation "Early Warning System" capable of catching the infection months before ELISA or skin tests (Farrell et al., 2020).

4.3. Microbiota Modulation

Recent studies show that the composition of the gut microbiome affects the animal's resistance to MAP infection. Based on the hypothesis that "Dysbiosis" (disruption of microbiota balance) paves the way for infection, the use of specific probiotics or fecal microbiota transplantation (FMT) as a protective strategy is on the agenda for the future (Boicean et al., 2023).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The fact that pathogens belonging to the genus *Mycobacterium* continue to be a global threat in the 21st century, despite all the capabilities of modern medicine and veterinary medicine, is a striking indicator of the evolutionary success and environmental adaptation ability of these bacteria. As discussed in this chapter, Bovine Tuberculosis (bTB) and Paratuberculosis (MAP) harbor similar challenges in control strategies (subclinical carriage, environmental resistance, and wildlife reservoirs), although their etiologies, pathogenesises, and epidemiologies differ.

The fundamental conclusions reached in light of current literature and field data are as follows:

1. **Zoonotic Risk Cannot Be Neglected:** Bovine tuberculosis is not just an animal health issue but a serious public health crisis due to *M. bovis*-related human cases and the risk of multidrug resistance (MDR). Similarly, the epidemiological and molecular relationship of the Paratuberculosis agent MAP with Crohn's

disease necessitates the management of this disease within the framework of the "precautionary principle" in terms of food safety.

2. **Technology Integration is Essential:** Classical "test and slaughter" policies are insufficient in the final stages of eradication (the "last mile" problem). Future control programs must rely on the integration of next-generation vaccines compatible with the DIVA strategy, molecular diagnostic methods capable of detecting subclinical infections (PCR, IFN- γ), and resistant animal lines obtained through genomic selection.
3. **The One Health Imperative:** The control of mycobacterial infections transcends the boundaries of a single discipline. "One Health" platforms, where veterinarians, human physicians, environmental biologists, and policymakers act jointly, are not a preference but a biological necessity for the eradication of these diseases.

Ultimately; while the target in tuberculosis is total eradication, the realistic target in paratuberculosis under current technological constraints is the reduction of prevalence and minimization of economic losses. For sustainable livestock and a safe food chain, the fight against mycobacterial infections must be supported by dynamic and determined state policies based on scientific evidence.

REFERENCES

- Bastida, F., & Juste, R. A. (2011). Paratuberculosis control: a review with a focus on vaccination. *Journal of immune based therapies and vaccines*, 9(1), 8.
- Bhattacharya, B., Xiao, S., Chatterjee, S., Urbanowski, M., Ordonez, A., Ihms, E. A., ... & Kramnik, I. (2021). The integrated stress response mediates necrosis in murine *Mycobacterium tuberculosis* granulomas. *The Journal of clinical investigation*, 131(3).
- Boicean, A., Bratu, D., Fleaca, S. R., Vasile, G., Shelly, L., Birsan, S., ... & Hasegan, A. (2023). Exploring the potential of fecal microbiota transplantation as a therapy in tuberculosis and inflammatory bowel disease. *Pathogens*, 12(9), 1149.
- Borham, M., Oreiby, A., El-Gedawy, A., Hegazy, Y., Khalifa, H. O., Al-Gaabary, M., & Matsumoto, T. (2022). Review on bovine tuberculosis: an emerging disease associated with multidrug-resistant *Mycobacterium* species. *Pathogens*, 11(7), 715.
- Buzic, I., & Giuffra, V. (2020). The paleopathological evidence on the origins of human tuberculosis: a review. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 61(1 Suppl 1), E3.
- Carrasco-Escobar, G., Schwalb, A., Tello-Lizarraga, K., Vega-Guerovich, P., & Ugarte-Gil, C. (2020). Spatio-temporal co-occurrence of hotspots of tuberculosis, poverty and air pollution in Lima, Peru. *Infectious Diseases of Poverty*, 9(02), 84-89.
- Catozzi, C., Zamarian, V., Marziano, G., Costa, E. D., Martucciello, A., Serpe, P., ... & Ceciliani, F. (2021). The effects of intradermal *M. bovis* and *M. avium* PPD test on immune-related mRNA and miRNA in dermal oedema exudates of water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 250.

- Chakaya, J., Petersen, E., Nantanda, R., Mungai, B. N., Migliori, G. B., Amanullah, F., ... & Zumla, A. (2022). The WHO Global Tuberculosis 2021 Report—not so good news and turning the tide back to End TB. *International Journal of Infectious Diseases*, 124, S26-S29.
- De Silva, K. R., Eda, S., & Lenhart, S. (2017). Modeling environmental transmission of MAP infection in dairy cows. *Math Biosci Eng*, 14(4), 1001.
- Farrell, M. A., Feeney, E. R., & Cryan, J. B. (2020). CNS tuberculosis. *Infections of the central nervous system: pathology and genetics*, 349-356.
- Gagneux, S. (2018). Ecology and evolution of Mycobacterium tuberculosis. *Nature Reviews Microbiology*, 16(4), 202-213.
- Gopinath, K., & Rattan, A. (2022). Nontuberculous Mycobacteria. *Essentials of Tuberculosis in Children*, 31.
- Gormley, E., & Corner, L. A. (2018). Pathogenesis of Mycobacterium bovis infection: the badger model as a paradigm for understanding tuberculosis in animals. *Frontiers in Veterinary Science*, 4, 247.
- Guinn, K. M., Hickey, M. J., Mathur, S. K., Zakel, K. L., Grotzke, J. E., Lewinsohn, D. M., ... & Sherman, D. R. (2004). Individual RD1-region genes are required for export of ESAT-6/CFP-10 and for virulence of Mycobacterium tuberculosis. *Molecular microbiology*, 51(2), 359-370.
- Harris, N. B., & Barletta, R. G. (2001). Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in veterinary medicine. *Clinical microbiology reviews*, 14(3), 489-512.
- Jasmer, R. M., Nahid, P., & Hopewell, P. C. (2002). Latent tuberculosis infection. *New England Journal of Medicine*, 347(23), 1860-1866.
- Markwalter, C. F., Kantor, A. G., Moore, C. P., Richardson, K. A., & Wright, D. W. (2018). Inorganic complexes and metal-based nanomaterials for infectious disease diagnostics. *Chemical reviews*, 119(2), 1456-1518.

- Middleton, S., Steinbach, S., Coad, M., McGill, K., Brady, C., Duignan, A., ... & Vordermeier, H. M. (2021). A molecularly defined skin test reagent for the diagnosis of bovine tuberculosis compatible with vaccination against Johne's Disease. *Scientific Reports*, 11(1), 2929.
- Mishra, S., & Saito, K. (2022). Clinically encountered growth phenotypes of tuberculosis-causing bacilli and their in vitro study: A review. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 1029111.).
- Murray, J. F. (2018). History of Tuberculosis and of Warfare. *Tuberculosis and War. Volume*, 43, 2-19.
- Müller, B., Dürr, S., Alonso, S., Hattendorf, J., Laisse, C. J., Parsons, S. D., ... & Zinsstag, J. (2013). Zoonotic Mycobacterium bovis-induced tuberculosis in humans. *Emerging infectious diseases*, 19(6), 899.
- Müller, B., Dürr, S., Alonso, S., Hattendorf, J., Laisse, C. J., Parsons, S. D., ... & Zinsstag, J. (2013). Zoonotic Mycobacterium bovis-induced tuberculosis in humans. *Emerging infectious diseases*, 19(6), 899.
- Olea-Popelka, F., Muwonge, A., Perera, A., Dean, A. S., Mumford, E., Erlacher-Vindel, E., ... & Fujiwara, P. I. (2017). Zoonotic tuberculosis in human beings caused by Mycobacterium bovis—a call for action. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(1), e21-e25.
- Pai, M., Denking, C. M., Kik, S. V., Rangaka, M. X., Zwerling, A., Oxlade, O., ... & Banaei, N. (2014). Gamma interferon release assays for detection of Mycobacterium tuberculosis infection. *Clinical microbiology reviews*, 27(1), 3-20.).
- Plain, K. M., Marsh, I. B., Waldron, A. M., Galea, F., Whittington, A. M., Saunders, V. F., ... & Whittington, R. J. (2014). High-throughput direct fecal PCR assay for detection of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in sheep and cattle. *Journal of clinical microbiology*, 52(3), 745-757.

- Purdie, H., Mackintosh, A., Lawson, W., Anderson, B., Morgenstern, U., Chinn, T., & Mayewski, P. (2011). Interannual variability in net accumulation on Tasman Glacier and its relationship with climate. *Global and Planetary Change*, 77(3-4), 142-152.
- Richardson, K. (2016). The asymmetrical relationship parallels between prostitution and the development of sex robots. *Acm Sigcas Computers and Society*, 45(3), 290-293.
- Rowe, M. T., & Grant, I. R. (2006). Mycobacterium avium ssp. paratuberculosis and its potential survival tactics. *Letters in applied microbiology*, 42(4), 305-311.
- Salem, M., Heydel, C., El-Sayed, A., Ahmed, S. A., Zschöck, M., & Baljer, G. (2013). Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis: an insidious problem for the ruminant industry. *Tropical animal health and production*, 45(2), 351-366.
- Tuberquia-López, B. C., Correa-Valencia, N. M., Hernández-Agudelo, M., Fernández-Silva, J. A., & Ramírez-Vásquez, N. F. (2022). Paratuberculosis control strategies in dairy cattle: A systematic review. *Open Veterinary Journal*, 12(4), 525-539.
- van Asten, L., Langendam, M., Zangerle, R., Aguado, I. H., Boufassa, F., Schiffer, V., ... & Prins, M. (2003). Tuberculosis risk varies with the duration of HIV infection: a prospective study of European drug users with known date of HIV seroconversion. *Aids*, 17(8), 1201-1208.
- Vordermeier, H. M., Jones, G. J., Buddle, B. M., Hewinson, R. G., & Villarreal-Ramos, B. (2016). Bovine tuberculosis in cattle: vaccines, DIVA tests, and host biomarker discovery. *Annual review of animal biosciences*, 4(1), 87-109.
- Windsor, P. A. (2015). Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary microbiology*, 181(1-2), 161-169.

World Health Organization. (2022). *Global tuberculosis report 2021: supplementary material*. World Health Organization.

BÖLÜM 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK İÇİN EGZERSİZ: YAŞAM KALİTESİNİ YÜKSELTME STRATEJİLERİ

Ali Ozan ERKILIÇ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071829>

¹Dr. Öğretim Üyesi, Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekrasyon Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID: 0000-0001-7230-671X, E-posta: ozanerkilic@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Sağlık, tarihsel süreç içerisinde yalnızca hastalığın veya sakatlığın yokluğu olarak tanımlanan statik bir kavramdan; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halini ifade eden dinamik bir sürece evrilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) bu temel tanımı, modern tıbbın ve sağlık bilimlerinin odak noktasını "tedavi edici" yaklaşımlardan "koruyucu ve geliştirici" stratejilere kaydırmıştır (World Health Organization, 2020). Bu bağlamda, "sürdürülebilir sağlık" kavramı, bireyin yaşam döngüsü boyunca fizyolojik rezervlerini koruması, kronik hastalıklara karşı direnç geliştirmesi ve optimum fonksiyonellik düzeyini idame ettirmesi olarak literatürde yerini almaktadır. Bu sürdürülebilirliğin sağlanmasındaki en güçlü, maliyet etkin ve kanıta dayalı araç ise şüphesiz ki düzenli fiziksel aktivite ve planlı egzersizdir.

Günümüzde teknolojik gelişmelerin getirdiği sedanter yaşam tarzı, küresel bir halk sağlığı krizi olan "hipokinetik hastalıklar" (hareketsizlik kaynaklı hastalıklar) spektrumunu genişletmiştir. Epidemiyolojik veriler, fiziksel inaktivitenin kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, obezite ve bazı kanser türleri için majör ve değiştirilebilir bir risk faktörü olduğunu tutarlı bir şekilde göstermektedir (Warburton & Bredin, 2017). Ancak egzersizin etkisi sadece metabolik ve kardiyovasküler risk faktörlerinin yönetimi ile sınırlı değildir. Egzersiz, iskelet kasından salgılanan ve "miyokin" olarak adlandırılan yüzlerce sinyal molekülü aracılığıyla, yağ dokusundan beyne, karaciğerden bağışıklık sistemine kadar uzanan geniş bir endokrin iletişim ağını modüle eder (Pedersen, 2019). Özellikle beyin türevli nörotrofik faktör (BDNF) gibi

nöroplastisiteyi destekleyen proteinlerin egzersizle artışı, fiziksel aktivitenin bilişsel fonksiyonlar ve ruh sağlığı üzerindeki nörobiyolojik temelini oluşturmaktadır.

Bu fizyolojik kazanımların nihai çıktısı ise "Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi" (Health-Related Quality of Life - HRQoL) kavramında vücut bulur. Yaşam kalitesi, bireyin fiziksel sağlığı, psikolojik durumu, bağımsızlık seviyesi ve sosyal ilişkileri ile çevreye olan inançlarını kapsayan çok boyutlu bir yapıdır. Literatürdeki güncel çalışmalar, düzenli egzersizin sadece yaşam süresini (lifespan) değil, aynı zamanda sağlıklı geçirilen yaşam süresini (healthspan) de uzattığını ortaya koymaktadır (Rebelo-Marques et al., 2018). Egzersiz; yaşlanma ile ilişkili sarkopeni (kas kaybı) ve osteoporoz riskini azaltarak fiziksel bağımsızlığı korurken, anksiyete ve depresyon semptomlarını hafifleterek psikolojik iyilik halini güçlendirmektedir. Dolayısıyla egzersiz, biyolojik bir müdahale aracı olmanın ötesinde, bireyin yaşamdan aldığı doyumunu ve öz yeterlilik algısını artıran psikososyal bir stratejidir.

Ancak, egzersizin bu çok yönlü faydalarının "sürdürülebilir" olabilmesi, davranış değişikliğinin kalıcılığına ve egzersiz reçetesinin bireyselleştirilmesine bağlıdır. "Herkes için tek tip" (one-size-fits-all) yaklaşımı yerine; bireyin yaşına, komorbiditelerine, fonksiyonel kapasitesine ve tercihlerine uygun "doğru dozda" egzersizin planlanması, yaşam kalitesini maksimize etmek için elzemdir. Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), egzersizin bir ilaç (Exercise is Medicine) gibi görülüp; sıklık, şiddet, süre ve tip (FITT prensipleri)

parametrelerine göre reçetelendirilmesini önermektedir (Riebe et al., 2018). Bu çalışmada, egzersizin sürdürülebilir sağlık ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri; moleküler mekanizmalardan klinik uygulamalara uzanan bir perspektifte ele alınacaktır. Bölüm kapsamında öncelikle sedanter yaşamın fizyolojik maliyeti tartışılacak, ardından aerobik ve direnç egzersizlerinin farklı yaş ve hasta gruplarında yaşam kalitesi parametrelerini (fiziksel fonksiyonellik, enerji/yorgunluk düzeyi, duygusal durum, ağrı algısı vb.) nasıl iyileştirdiği güncel literatür ışığında incelenecektir. Son olarak, egzersiz uyumunu artırmaya yönelik davranışsal stratejiler ve kanıta dayalı öneriler sunulurken, klinisyenler ve sağlık profesyonelleri için pratik bir yol haritası çizilmesi amaçlanmaktadır.

Fiziksel aktivite ve planlı egzersiz, insan organizmasının homeostazını koruyan ve sistemik sağlığı geliştiren en temel unsurlardan biridir. Literatür incelendiğinde, düzenli egzersizin koruyucu hekimlikteki rolünün tartışılmaz olduğu görülmektedir. Egzersiz, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, insülin direnci ile karakterize Tip 2 diyabet, kolon kanseri ve obezite gibi kronik dejeneratif hastalıkların (bulaşıcı olmayan hastalıklar) insidansını ve prevelansını anlamlı ölçüde azaltmaktadır. Bu fizyolojik koruyuculuğun yanı sıra; bireyde sağlıklı olma algısının yerleşmesi, enerji seviyesinin (vitality) yükselmesi, depresif semptomların ve stres düzeyinin azalması gibi psikolojik kazanımlar da sağlamaktadır. Ayrıca, kişinin öz-yeterlilik (self-efficacy) algısını güçlendirerek sosyal etkinliklerdeki başarısını ve uyumunu artırdığı da bildirilmektedir (Kozanoğlu, 2004).

Epidemiolojik Bakış ve Sedanter Yaşam Riski Sağlık otoriteleri ve uzmanlar, sağlıklı bir yaşam sürdürmek için alınacak önlemlerin merkezine "hareketli yaşamı" koymaktadır. Günümüzde sedanter (hareketsiz) yaşam tarzını benimseyen bireylerin nüfus içindeki oranı endişe verici boyutlara ulaşmıştır. Epidemiyolojik veriler, fiziksel inaktivitenin; sadece sigara kullanımı, obezite veya hiperkolesterolemi gibi tek başına risk faktörlerine kıyasla toplum sağlığını daha geniş bir popülasyonda tehdit ettiğini göstermektedir (Butte ve ark., 2018). Bu bağlamda, UNESCO ve Avrupa Konseyi gibi uluslararası kuruluşlar, sporun ve fiziksel aktivitenin yaygınlaştırılması üzerinde önemle durmaktadır.

Toplumsal Eğilimler ve Kadın Sağlığı Son yıllarda toplumda artan sağlık bilinciyle birlikte, özellikle kadınların farklı egzersiz modalitelerine olan ilgisinde belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Bu ilgi, hamilelik dönemini de kapsayacak şekilde genişlemiş; hem fetal ve maternal sağlık beklentisi hem de doğum sonrası estetik kaygılar, gebelik sürecinde egzersiz yapma motivasyonunu artırmıştır (Corbin ve ark., 2005). Bu durum, egzersizin sadece fiziksel bir aktivite değil, aynı zamanda yaşam kalitesini belirleyen psiko-sosyal bir araç olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Tarihsel Perspektiften Yaşam Kalitesi "Yaşam Kalitesi" kavramı, antik çağlardan günümüze kadar değişen yaşam standartları ve toplumsal yeniliklerle sürekli evrilen dinamik bir olgudur (Trost ve ark., 2001). Felsefi temellere bakıldığında Aristo ve dönemin düşünürleri, yaşam kalitesini; hayatın nihai amacına ulaşma, potansiyeli en üst düzeye

çıkarma ve yaşamın elverdiği ölçüde "en iyi olma" hali (eudaimonia) olarak tanımlamışlardır. Tıbbın babası Hipokrat döneminde de hekimlere, hastaların sadece semptomlarını gidermek değil, iyilik halini maksimum seviyeye çıkarmak için sorumluluk almaları gerektiği öğütlenmiştir (Branca ve ark., 2007).

Modern Yaklaşım ve Egzersizin Rolü Biyolojik perspektiften bakıldığında canlıların temel içgüdüğü hayatta kalmaktır (survival); ancak insanoglu biyolojik varlığını sürdürmenin ötesinde, yaşam kalitesini yükseltme arayışındadır (Gutold ve ark., 2008). Bu amaca ulaşmada en etkili, maliyet-etkin ve kanıta dayalı araç, fiziksel aktivite ve egzersizdir. Fiziksel aktivite; iskelet kaslarının enerji harcamasıyla sonuçlanan bedensel hareketleri olarak tanımlanırken; egzersiz, fiziksel uygunluğu korumak veya geliştirmek amacıyla yapılan planlı ve tekrarlı aktiviteler bütünüdür.

Klinik Sonuçlar ve Koruyuculuk Düzenli egzersiz, vücut kompozisyonunu optimize ederek postüral düzgünlük ve kas-iskelet sistemi sağlamlığı kazandırır; bu da doğrudan "Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi"ni (HRQoL) artırır (Vanhees ve ark., 2005). Klinik araştırmalar, düzenli fiziksel aktivitenin kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve obezite riskini yaklaşık %50 oranında; hipertansiyon riskini ise %30 oranında azalttığını ortaya koymaktadır. Hipertansif bireylerde kan basıncının regülasyonu, kemik mineral yoğunluğunun artırılarak osteoporoza karşı koruma sağlanması, kas kuvvetinin artışı ve psikolojik iyilik hali, egzersizin çok boyutlu yararlarının bir göstergesidir. Sonuç

olarak egzersiz, hastalıklara karşı direnci artırarak bireyin daha bağımsız ve kaliteli bir yaşam sürmesine olanak tanır (Branca ve ark., 2005).

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK İÇİN STRATEJİLER: EGZERSİZ REÇETELEME VE DAVRANIŞSAL UYUM

Sürdürülebilir sağlık, anlık performanstan ziyade yaşam boyu devam eden bir fizyolojik ve psikolojik denge halidir. Egzersizin yaşam kalitesi üzerindeki pozitif etkilerinin maksimize edilmesi, ancak aktivitenin düzenli, planlı ve bireyselleştirilmiş bir yapıda sürdürülmesiyle mümkündür. Literatürde "egzersiz uyumu" (exercise adherence) olarak tanımlanan bu sürdürülebilirlik, fizyolojik reçeteleme prensipleri ile davranışsal değişim stratejilerinin entegrasyonunu gerektirir. Bu bölümde, yaşam kalitesini yükseltmek için temel alınan egzersiz stratejileri ve uygulama modelleri tartışılacaktır.

3.1. Kanıta Dayalı Egzersiz Reçeteleme: FITT-VP Prensibi

Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), egzersizin bir ilaç gibi dozajlanması gerektiğini savunur ve güvenli, etkili bir program için **FITT-VP** (Frequency, Intensity, Time, Type, Volume, Progression) prensibini altın standart olarak önerir. Sürdürülebilir bir sağlık profili için bu parametrelerin doğru yönetimi elzemdir (Garber et al., 2011).

- **Sıklık (Frequency):** Sağlık yararlarının oluşması için haftada en az 150 dakika orta şiddetli veya 75 dakika yüksek şiddetli aerobik aktivite önerilmektedir (WHO, 2020).

- **Şiddet (Intensity):** Yaşam kalitesini en çok etkileyen parametredir. "Konuşma Testi" (Talk Test) veya Kalp Hızı Rezervi (HRR) yöntemleri ile belirlenir. Orta şiddetli aktiviteler, sürdürülebilirlik açısından daha yüksek uyum oranlarına sahiptir.
- **Tip (Type):** Tek tip egzersiz yerine, aerobik (yürüyüş, yüzme), direnç (ağırlık antrenmanı), esneklik ve nöromotor (denge) egzersizlerini içeren "multimodal" yaklaşımlar, yaşam kalitesinin fiziksel ve mental bileşenlerini daha güçlü destekler.
- **İlerleme (Progression):** Vücudun adaptasyon yeteneğine göre yüklenmenin zamanla artırılmasıdır. "Kademeli Yüklenme İlkesi", sakatlık riskini minimize ederek egzersizin devamlılığını sağlar.

3.2. Davranışsal Değişim ve Motivasyonel Stratejiler

Egzersizin önündeki en büyük engel fiziksel yetersizlik değil, davranışsal sürdürülebilirliktir. Bireylerin %50'sinin egzersiz programlarını ilk 6 ay içinde bıraktığı bilinmektedir (Dishman et al., 2004). Bu nedenle, fizyolojik reçetenin psikolojik stratejilerle desteklenmesi gerekir.

- **Transteorik Model (Değişim Aşamaları):** Prochaska ve DiClemente tarafından geliştirilen bu modele göre, bireyin hangi aşamada olduğu (Niyet Öncesi, Niyet, Hazırlık, Eylem, Sürdürme) belirlenmeli ve buna uygun müdahale yapılmalıdır. Örneğin, "Eylem" aşamasındaki birine teknik öğretilirken, "Sürdürme" aşamasındaki birine sıkılmayı önleyici varyasyonlar sunulmalıdır (Marcus & Forsyth, 2003).

- **Öz-Yeterlilik (Self-Efficacy) Geliştirme:** Bandura'nın Sosyal Bilişsel Teorisi'ne göre, kişinin bir eylemi yapabileceğine dair inancı (öz-yeterlilik), yaşam kalitesini doğrudan etkiler. Başarılabılır küçük hedefler koymak (SMART hedefler), bireyin kendine olan güvenini artırarak egzersiz devamlılığını sağlar.
- **Sosyal Destek:** Grup egzersizleri veya antrenman partnerleri, sosyal aidiyet duygusunu tatmin ederek egzersizi bir zorunluluktan çıkarıp sosyal bir aktiviteye dönüştürür. Bu durum, özellikle yaşlı popülasyonda yalnızlık hissini azaltarak yaşam kalitesini artırır (McNeill et al., 2006).

3.3. Multimodal (Kombine) Egzersiz Yaklaşımı

Tek yönlü antrenmanlar (sadece kardiyo veya sadece ağırlık), yaşam kalitesinin tüm boyutlarını kapsamakta yetersiz kalabilir. Sürdürülebilir sağlık için **kombine egzersiz stratejileri** önerilmektedir:

1. **Direnç Egzersizleri ve Sarkopeni Yönetimi:** Yaşla birlikte gelen kas kaybını (sarkopeni) önlemek, metabolik hızı korumak ve kemik yoğunluğunu artırmak için haftada en az 2 gün majör kas gruplarını içeren direnç egzersizleri yapılmalıdır. Güçlü bir kas-iskelet sistemi, günlük yaşam aktivitelerinde (market poşeti taşıma, merdiven çıkma) bağımsızlığı garanti eder (Westcott, 2012).
2. **Zihin-Beden Egzersizleri (Mind-Body Exercises):** Yoga, Pilates ve Tai Chi gibi modaliteler; esneklik ve dengeyi geliştirirken aynı zamanda sempatik sinir sistemi aktivitesini düşürerek stres yönetimi sağlar. Bu tür egzersizlerin, anksiyete

skorlarını düşürdüğü ve uyku kalitesini artırdığı kanıtlanmıştır (Gothe & McAuley, 2015).

3.4. Teknolojik Entegrasyon ve İzleme

Dijital sağlık teknolojileri, sürdürülebilir egzersiz alışkanlığı için yeni bir stratejik araçtır. Giyilebilir teknolojiler (akıllı saatler, pedometreler) ve mobil uygulamalar, bireye anlık biyolojik geri bildirim (biofeedback) sağlar. Kendi performansını izleyen, adım sayısını takip eden veya uyku verilerini analiz eden bireylerde, içsel motivasyonun ve sağlık farkındalığının arttığı gözlemlenmiştir (Franssen et al., 2020). Bu araçlar, hedeflere ulaşma sürecini somutlaştırarak yaşam kalitesi algısını güçlendirir.

SONUÇ

İnsan organizmasının evrimsel süreçte şekillenen fizyolojik mimarisi ve homeostatik dengesi, hareketsizlik üzerine değil, aktif bir yaşam döngüsü üzerine kurgulanmıştır; bu bağlamda modern çağın getirdiği sedanter yaşam biçimi, sadece metabolik ve kardiyovasküler patolojilerin temelini oluşturan bir risk faktörü değil, aynı zamanda insanın biyolojik potansiyelini baskılayan bir uyumsuzluk halidir. Literatür boyunca irdelenen moleküler mekanizmalar, egzersizin iskelet kasından salgılanan miyokinler aracılığıyla tüm organ sistemleriyle 'konuşan' endokrin bir iletişim ağı kurduğunu ve bu sayede nöroplastisiteyi destekleyerek bilişsel rezervleri koruduğunu, immünolojik direnci artırdığını ve psikolojik dayanıklılık (resilience) kapasitesini maksimize ettiğini kanıtlamaktadır. Dolayısıyla egzersiz;

modern tıbbın sunduğu hiçbir farmakolojik ajanın tek başına sağlayamayacağı kadar geniş spektrumlu, yan etkisiz ve bütüncül bir iyileşme sağlayan, hem koruyucu (profilaktik) hem de tedavi edici (terapötik) özelliklere sahip eşsiz bir 'polipil' niteliğindedir.

Sürdürülebilir sağlık paradigması çerçevesinde ele alındığında; yaşam kalitesi kavramı, sadece kronik hastalıkların yokluğu ile sınırlı kalmayıp, bireyin ileri yaşlarda dahi fiziksel bağımsızlığını koruyabilmesi, sosyal hayata aktif katılım sağlayabilmesi ve 'yaşanılan yıllara hayat katabilmesi' (adding life to years) becerisiyle yeniden tanımlanmaktadır. Sonuç olarak, bireysel ve toplumsal refahın artırılması hedefinde fiziksel aktivite; bir boş zaman tercihi veya estetik bir kaygı aracı olmaktan çıkarılarak, yaşam döngüsünün her evresine entegre edilmiş, tartışmasız ve vazgeçilmez bir yaşam stratejisi olarak konumlandırılmalı; sağlık politikaları ve klinik yaklaşımlar bu doğrultuda şekillendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Bandura, A. (2004). Health promotion by social cognitive means. *Health Education & Behavior*, 31(2), 143-164.
- Dishman, R. K., Washburn, R. A., & Heath, G. W. (2004). *Physical activity epidemiology*. Human Kinetics.
- Franssen, W. M., Franssen, G. H., Spaas, J., et al. (2020). Can consumer wearable activity trackers be used to increase physical activity and improve health outcomes? A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2886.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., et al. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Marcus, B. H., & Forsyth, L. H. (2003). *Motivating people to be physically active*. Human Kinetics.
- McNeill, L. H., Kreuter, M. W., & Subramanian, S. V. (2006). Social environment and physical activity: a review of concepts and evidence. *Social Science & Medicine*, 63(4), 1011-1022.
- Pedersen, B. K. (2019). Physical activity as medicine for non-communicable diseases: facts and fiction. *Cell Metabolism*, 29(3), 660-675. (Miyokinler ve mekanizma için)
- Rebello-Marques, A., De Sousa Lages, A., Andrade, R., et al. (2018). Aging, sarcopenia, and dysmobility in older persons. *Journal of Clinical Medicine*, 7(5), 91.
- Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., et al. (2015). Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(11), 2473-2479.

- Warburton, D. E., & Bredin, S. S. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541-556.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209-216.
- World Health Organization (WHO). (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva.
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva: World Health Organization.

BÖLÜM 4

TENİSTE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: FİZYOLOJİK TEMELLER VE GÜNCEL TEST PROTOKOLLERİ

Ali Ozan ERKİLİÇ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071834>

¹Dr. Öğretim Üyesi, Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekrasyon Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID: 0000-0001-7230-671X, E-posta: ozanerkilic@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Tenis, patlayıcı güç, çeviklik, sürat ve yüksek düzeyde reaksiyon hızının; dayanıklılık ve stratejik karar verme süreçleriyle entegre olduğu, "asiklik" (tekrarlamayan) ve "intermittent" (kesintili) yapıda kompleks bir spor dalıdır. Modern tenis, gelişen raket teknolojisi, kort zeminlerindeki çeşitlilik ve sporcuların artan fiziksel kapasiteleriyle birlikte, geçmişe kıyasla çok daha dinamik, hızlı ve fiziksel güç gerektiren bir yapıya evrilmiştir (Kovacs, 2007). Bir maçın süresi bir saatten beş saate kadar uzayabilmekte, ancak bu sürenin sadece %20-30'u efektif oyun süresi (topun oyunda olduğu süre) olarak geçmektedir. Bu paradoksal yapı, tenisçinin kısa süreli maksimal anaerobik eforları (servis, smaç, sprint) gerçekleştirebilecek patlayıcı güce ve bu eforları maç boyunca yorgunluk oluşmadan tekrarlayabilecek aerobik kapasiteye aynı anda sahip olmasını zorunlu kılar (Fernandez-Fernandez ve ark., 2009).

Tenis performansının fizyolojik temelleri incelendiğinde, oyunun ağırlıklı olarak yüksek enerjili fosfojen sistem (ATP-CP) ve glikolitik sistem üzerine kurulu olduğu görülür. Ortalama puan süresinin 4-10 saniye arasında değiştiği ve puanlar arası dinlenmenin 20 saniye civarında olduğu göz önüne alındığında, sporcunun "tekrarlı sprint yeteneği" (RSA - Repeated Sprint Ability) maç sonucunu belirleyen kritik bir faktör haline gelmektedir (Girard & Millet, 2015). Ancak, maç süresinin uzunluğu ve turnuva takvimlerinin yoğunluğu, toparlanma (recovery) süreçlerinin yönetimi için gelişmiş bir aerobik altyapıyı da (VO2max) şart koşturmaktadır. Dolayısıyla tenis, "anaerobik güç ile

oyanan ancak aerobik kapasite ile kazanılan" bir spor olarak literatürde yerini almıştır.

Bu multifaktöriyel yapısı nedeniyle, tenisçilerin performans profilinin çıkarılması ve gelişimlerinin takibi, tek tip test bataryaları ile mümkün değildir. Antrenman biliminin temel ilkesi olan "ölçülebilir olmayan yönetilemez" prensibinden hareketle; sporcunun mevcut durumunun (baseline) belirlenmesi, zayıf yönlerinin tespiti, sakatlık risklerinin öngörülmesi ve antrenman periyodizasyonunun etkinliğinin izlenmesi için geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış test protokollerine ihtiyaç duyulmaktadır (Reid ve ark., 2016). Geleneksel laboratuvar testleri (gaz analizi, laktat eşiği vb.) fizyolojik "altın standartları" sunsa da, tenisin oyun karakteristiğini yansıtan "saha testleri" (on-court testing), antrenörlere spora özgü daha anlamlı veriler sunmaktadır. Özellikle elit düzeyde rekabetin arttığı günümüzde, yetenek seçimi ve performans optimizasyonu süreçleri, subjektif gözlemlerden ziyade objektif verilere dayandırılmaktadır. Biyomekanik analizler, kuvvet platformları, fotoselli zamanlama sistemleri ve giyilebilir teknolojilerin (GPS, ivmeölçer) entegrasyonu, performans ölçümünü laboratuvar ortamından kortun içine taşımıştır (Ulbricht ve ark., 2016). Bu çalışmada, tenisin fizyolojik gereksinimleri detaylandırılacak, enerji sistemlerinin oyun içindeki katkısı analiz edilecek ve bu teorik çerçeve ışığında tenisçilerin aerobik, anaerobik, kuvvet, sürat ve çeviklik özelliklerini ölçmek için kullanılan güncel, bilimsel ve sahada uygulanabilir test protokolleri incelenecektir. Amaç; antrenörlere, kondisyonerlere ve spor bilimcilere, sporcunun atletik potansiyelini en doğru şekilde haritalandırabilecekleri kanıta dayalı bir rehber sunmaktır.

2. TENİSİN FİZYOLOJİK PROFİLİ VE ENERJİ SİSTEMLERİ ANALİZİ

Tenis performansını doğru değerlendirebilmek için, oyunun biyonerjetik yapısının anlaşılması elzemdir. Tenis, fizyolojik literatürde "yüksek şiddetli, intermittent (aralıklı) egzersiz" olarak tanımlanır. Bir puan ortalama 4-10 saniye sürerken, puanlar arası dinlenme süresi (rules of tennis) 20-25 saniye, set değişimleri ise 90-120 saniyedir. Bu döngü, maçın %10-20'sinin aktif oyun, %80-90'ının ise aktif veya pasif dinlenme ile geçtiğini gösterir (Kovacs, 2006).

2.1. Enerji Sistemlerinin Katkısı

Teniste her vuruş (servis, forehand, backhand) patlayıcı bir güç gerektirir ve bu eforlar ATP-CP (Fosfojen) sistemi tarafından domine edilir. Ancak, puanların uzaması ve ralli sayısının artmasıyla (özellikle toprak kortta) Glikolitik (Laktik Asit) sistem devreye girer. Maçın bütününe bakıldığında ise, tekrarlanan bu yüksek şiddetli eforların toparlanması (recovery) ve ATP depolarının yenilenmesi için güçlü bir Aerobik altyapıya ihtiyaç vardır.

- **ATP-CP Sistemi:** Kısa sprintler ve güçlü vuruşlar (<10 sn).
- **Glikolitik Sistem:** Uzun ralliler (>15-20 sn).
- **Oksidatif (Aerobik) Sistem:** Puanlar arası toparlanma ve maç süresince dayanıklılık (4-5 saatlik maçlar).

Araştırmalar, elit tenisçilerde ortalama kan laktat seviyelerinin 1.8 - 2.8 mmol/L arasında seyrettiğini, ancak uzun ralliler sonrası bu değerin 8

mmol/L üzerine çıkabildiğini göstermektedir (Mendez-Villanueva ve ark., 2007). Bu veriler, test protokollerinin hem alaktik gücü hem de laktat toleransını ölçmesi gerektiğini kanıtlar.

3. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER VE VÜCUT KOMPOZİSYONU

Performans testlerine geçmeden önce, sporcunun yapısal özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Teniste "reach" (uzanma) kapasitesi kritik olduğundan, boy uzunluğu ve kulaç genişliği avantaj sağlayan parametrelerdir.

- **Vücut Yağ Yüzdesi:** Erkek elit tenisçilerde %8-12, kadınlarda %14-18 aralığı ideal kabul edilir. Fazla yağ kütlesi, yerçekimine karşı yapılan hareketlerde (sıçrama, yön değiştirme) "ölü yük" oluşturarak performansı düşürür ve eklem yükünü artırır (Sanchez-Munoz ve ark., 2007).
- **Somatotip:** Elit tenisçiler genellikle "Ektomorfik-Mezomorf" (uzun ve kaslı) yapıdadır.

4. SAHA VE LABORATUVAR TEST PROTOKOLLERİ

Tenise özgü performans, genel kondisyon testlerinden ziyade, oyunun hareket paternlerini taklit eden "spesifik saha testleri" ile daha doğru analiz edilir.

4.1. Aerobik Kapasite ve Dayanıklılık Testleri

Maksimal Oksijen Tüketimi ($\dot{V}O_{2max}$), tenisçinin genel dayanıklılık kapasitesinin "altın standardı"dır. Elit erkek tenisçilerde 55-65 ml/kg/dk, kadınlarda 45-55 ml/kg/dk değerleri referans alınır.

- **Laboratuvar Testi (Treadmill Gaz Analizi):** En hassas veriyi verir ancak tenisin "dur-kalk" doğasını ve yön değiştirmeleri yansıtmaz.
- **Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1 & 2):** Tenis için en popüler saha testidir. Sporcunun belirli bir mesafeyi artan hızlarda koşup, arada kısa dinlenmeler (10 sn) yapmasını gerektirir. Bu test, tenisin fizyolojik döngüsünü (yüklenme/dinlenme) mükemmel simüle eder.
- **Hit & Turn Tenis Testi:** Kort üzerinde yapılan, raket kullanılarak köşelere koşu ve vuruş simülasyonu içeren, tenise en özgü (sport-specific) testtir. Sporcunun hem aerobik gücünü hem de vuruş tekniği altındaki yorgunluk direncini ölçer (Ferrauti ve ark., 2001).

4.2. Anaerobik Güç, Sürat ve İvmelenme Testleri

Teniste bir oyuncu nadiren tek seferde 20 metreden fazla koşar. Ortalama koşu mesafesi 3-5 metredir. Bu nedenle "maksimal sürat"ten ziyade "ivmelenme" (ilk 5-10 metre) önemlidir.

- **5m, 10m ve 20m Sprint Testleri:** Fotosel kapıları kullanılarak ölçülmelidir. İlk adım patlayıcılığı (5m) servis karşılama ve fileye yaklaşma için kritiktir.
- **Tekrarlı Sprint Yeteneği (RSA) Testi:** 20 metrelik sprintlerin kısa dinlenmelerle (20 sn) 6-10 tekrar yapılmasıdır. "Yorgunluk İndeksi" (En iyi süre ile en kötü süre arasındaki fark) hesaplanarak oyuncunun maçın son setindeki performans potansiyeli tahmin edilir (Girard ve ark., 2011).

4.3. Çeviklik ve Yön Değiştirme (Change of Direction - COD) Testleri

Tenis, ön-arka ve yan-yan hareketlerin sürekli kombinasyonunu gerektirir. Çeviklik sadece hızlı koşmak değil, "frenleme" (deselerasyon) ve tekrar hızlanma yeteneğidir.

- **Spider (Örümcek) Drill Testi:** Kortun dip çizgisinin ortasından başlayarak, yanlara ve öne yerleştirilen 5 farklı noktadaki topları toplayıp merkeze getirmeyi içerir. Çok yönlü hareketliliği ve kort kapsama yeteneğini ölçer.
- **T-Test:** Öne koşu, yanlara kayma (shuffle) ve geriye koşu (backpedal) içerir. Tenisteki temel ayak hareketlerini (footwork) kapsar.
- **Hexagon (Altıgen) Testi:** Küçük bir alanda ayak çabukluğunu ve koordinasyonu ölçer. Özellikle servis karşılama öncesi "split step" (hazırlık sıçraması) hızıyla ilişkilidir (Roetert ve ark., 2000).

4.4. Kas Kuvveti ve Güç (Power) Testleri

Servis hızı ve yer vuruşlarının şiddeti, kas gücüyle doğrudan ilişkilidir.

- **İzokinetik Kuvvet Testi (Cybex/Biodex):** Laboratuvar ortamında omuz (iç/dış rotasyon) ve diz (fleksiyon/ekstansiyon) kuvvet oranlarını ölçer. Özellikle omuz bölgesindeki kas dengesizliklerini tespit ederek "Rotator Cuff" sakatlıklarını önlemede hayati öneme sahiptir (Ellenbecker & Roetert, 2003).
- **Countermovement Jump (CMJ) - Dikey Sıçrama:** Alt ekstremité patlayıcı gücünü ölçer. Servis atışındaki bacak itiş gücü ile yüksek korelasyon gösterir.
- **Kavrama Kuvveti (Handgrip):** Raket stabilitesi ve "tenisçi dirseği" (lateral epikondilit) risk analizi için el dinamometresi ile ölçülür.

5. TEST SONUÇLARININ YORUMLANMASI VE PERİYODİZASYON

Elde edilen test verileri, "norm değerleri" ile karşılaştırılarak oyuncunun güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. Örneğin; VO_{2max} değeri yüksek ancak çeviklik skoru düşük olan bir oyuncu, maç uzadığında yorulmaz ancak basit toplara yetişmekte zorlanabilir. Bu oyuncu için antrenman programında "nöromusküler adaptasyon" ve "reaktif çeviklik" çalışmalarına ağırlık verilmelidir.

Testler, sezonun belirli dönemlerinde (Hazırlık dönemi başı, hazırlık dönemi sonu, turnuva dönemi ortası) tekrarlanarak antrenman programının etkinliği denetlenmelidir.

SONUÇ

Tenis, biyomotor yetilerin kompleks bir kombinasyonunu gerektiren, asiklik ve aralıklı (intermittent) yapısıyla karakterize edilen polimotor bir spor dalıdır. Bu çalışmada incelenen fizyolojik temeller ve güncel test protokolleri, teniste performansın tek bir parametreye indirgenemeyeceğini, aksine metabolik, nöromusküler ve biyomekanik faktörlerin entegre bir değerlendirmesini zorunlu kıldığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen veriler ışığında, tenisin fizyolojik taleplerinin aerobik ve anaerobik sistemlerin dinamik bir etkileşimi üzerine kurulu olduğu görülmektedir. Oyun sırasında puanların kısa süreli ve yüksek şiddetli olması (ortalama 4-10 saniye), ATP-CP sistemi (Fosfajen sistemi veya ATP-PCr sistemi olarak da bilinir), sisteminin baskın enerji kaynağı olduğunu gösterirken; maç sürelerinin uzunluğu ve puanlar arası toparlanma süreçleri, güçlü bir aerobik altyapının önemini vurgulamaktadır. Literatürdeki bulgular, yüksek bir VO₂max değerinin sadece maç sırasındaki enerji üretimini desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda yüksek şiddetli aksiyonlar sonrası fosfokreatin (PCr) depolarının yenilenmesinde ve laktat eliminasyonunda kritik bir rol oynadığını doğrulamaktadır. Dolayısıyla, elit düzeyde tenis performansı için "tekrarlı sprint yeteneği" (RSA) ve metabolik toparlanma hızı, en az patlayıcı güç kadar belirleyici faktörlerdir.

Performans değerlendirmesinde kullanılan test protokollerinin evrimi incelendiğinde, laboratuvar ortamındaki "altın standart" ölçümlerden (gaz analizi ile direkt VO₂max ölçümü, izokinetik dinamometre vb.), ekolojik geçerliliği daha yüksek olan sahada (kortta) uygulanan spesifik testlere doğru bir kayma olduğu gözlemlenmektedir. Geleneksel koşu bandı testleri sporcunun genel fizyolojik kapasitesini yansıtsa da, tenisin gerektirdiği yön değiştirmeli (change of direction - COD) hareketleri, raket kullanımını ve karar verme süreçlerini içermediği için performansı yordamada sınırlı kalmaktadır. Bu bağlamda, *Hit & Turn Tennis Testi*, *30-15 Aralıklı Fitness Testi (IFT)* ve spesifik çeviklik testlerinin (örn. *Spider Drill*, *Hexagon Test*), tenisçinin maç sırasındaki fizyolojik ve biyomekanik yüklenmelerini daha doğru simüle ettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, giyilebilir teknolojilerin ve mikro-teknolojik sensörlerin (GPS, ivmeölçer, kalp atış hızı monitörleri) antrenman ve test süreçlerine entegrasyonu, performans analizinde yeni bir paradigma yaratmıştır. Bu teknolojiler sayesinde, sadece fizyolojik çıktıların (iç yük) değil, aynı zamanda kat edilen mesafe, hız bölgeleri ve hızlanma/yavaşlama metriklerinin (dış yük) eş zamanlı takibi mümkün hale gelmiştir. Bu durum, antrenörlere ve spor bilimcilerine, "tahmine dayalı" antrenman programlamasından, "veriye dayalı" periyodizasyon stratejilerine geçiş imkanı sunmaktadır.

Sonuç olarak, teniste optimum performans değerlendirmesi; oyuncunun aerobik kapasitesini, anaerobik gücünü, çevikliğini ve nöromusküler yorgunluk direncini kapsayan çok boyutlu bir yaklaşımı gerektirmektedir. İdeal bir test bataryası, laboratuvar testlerinin hassasiyeti ile saha testlerinin özgüllüğünü birleştirmelidir. Elde edilen

test verileri, sadece mevcut performans düzeyini belirlemekle kalmamalı; aynı zamanda yaralanma risk analizlerinde (özellikle omuz ve diz eklemi biyomekaniği açısından) ve bireyselleştirilmiş antrenman reçetelerinin oluşturulmasında temel referans noktası olarak kullanılmalıdır. Gelecek araştırmaların, kognitif yorgunluğun fizyolojik performans üzerindeki etkilerini ve genetik belirteçlerin antrenman yanıtı üzerindeki rolünü daha derinlemesine incelemesi, tenis bilimindeki literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
- Fernandez-Fernandez, J., Saavedra, J. M., & Mendez-Villanueva, A. (2009). The physiology of tennis gameplay. *British Journal of Sports Medicine*, 43(10), 711-711.
- Girard, O., & Millet, G. P. (2015). Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1636-1644.
- Reid, M., Duffield, R., & Minett, G. (2016). Physiological, perceptual, and technical responses to on-court tennis training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 165-172.
- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Ferrauti, A. (2016). Impact of fitness characteristics on tennis performance in elite junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 989-998.

BÖLÜM 5

CAMPYLOBACTER ENFEKSİYONLARI EPİDEMİYOLOJİ, PATOGENEZ VE KLİNİK YAKLAŞIM

Ufuk ÜLKER¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071836>

¹Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Yozgat, TÜRKİYE.E-mail: ufukulker123@gmail.com,Orchid ID: 0000-0002-5295-5584

1. GİRİŞ VE TARİHÇE

Campylobacter türleri, günümüzde dünya genelinde bakteriyel gastroenteritlerin en sık rapor edilen etiyolojik ajanları arasında yer almakta olup, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde majör bir halk sağlığı sorunu teşkil etmektedir (Kaakoush ve ark., 2015). Özellikle gıda kaynaklı zoonotik enfeksiyonlar spektrumunda, Salmonella, Shigella ve E. coli O157:H7 gibi diğer önemli patojenleri insidans açısından geride bırakarak ilk sıraya yerleşen bu bakteri cinsi; sadece akut enfeksiyon tablosuyla değil, neden olduğu ciddi post-enfeksiyöz sekellerle de klinik önemini korumaktadır (EFSA, 2020). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre, her yıl dünya genelinde yaklaşık 96 milyon semptomatik kampilobakteriyozis vakası görülmekte ve bu durum, küresel hastalık yükünde (Disability-Adjusted Life Years - DALYs) önemli bir paya sahip olmaktadır (Havelaar ve ark., 2015). Bakterinin keşif ve taksonomik sınıflandırma süreci, mikrobiyoloji tarihindeki en karmaşık serüvenlerden biridir. Campylobacter benzeri spiral organizmalar, ilk olarak 1886 yılında Alman pediatrist ve bakteriyolog Theodor Escherich tarafından, "kolera infantum" tanısı alan bebeklerin dışkı örneklerinde ve kolon mukozasında histopatolojik olarak tanımlanmıştır. Ancak dönemin kısıtlı laboratuvar imkanları, bu organizmaların zorunlu mikroaerofilik doğası ve besiyeri gereksinimlerinin bilinmemesi nedeniyle, Escherich bu etkeni izole etmeyi başaramamıştır (Kist, 1986). Uzun yıllar boyunca, morfolojik benzerlikleri nedeniyle Vibrio cinsi içerisinde (Vibrio fetus vb.) sınıflandırılan ve daha çok veteriner hekimliği ilgilendiren abortif bir

etken olarak görülen bu bakterilerin insan tıbbındaki gerçek yeri, 20. yüzyılın son çeyreğine kadar karanlıkta kalmıştır.

Klinik mikrobiyolojideki dönüm noktası, 1970'lerin başında Belçika'dan Jean-Paul Butzler ve İngiltere'den Martin Skirrow'un bağımsız çalışmalarıyla gerçekleşmiştir. Skirrow, geliştirdiği antibiyotikli selektif besiyerleri (vankomisin, polimiksin B, trimetoprim) ve mikroaerofilik inkübasyon protokolleri (düşük oksijen, yüksek karbondioksit) sayesinde, *Campylobacter* spp.'nin insan diyarelerindeki etiyolojik rolünü kesin olarak kanıtlamış ve o güne kadar "nedeni bilinmeyen" birçok enterit vakasının aslında bu bakteriden kaynaklandığını ortaya koymuştur (Skirrow, 1977; Butzler, 2004). Epidemiyolojik açıdan incelendiğinde, *Campylobacter* enfeksiyonlarının sosyoekonomik düzeye göre dikkate değer bir "epidemiyolojik ikilem" sergilediği görülmektedir. Endüstrileşmiş ülkelerde hastalık genellikle kontamine kanatlı eti tüketimine bağlı sporadik vakalar halinde, mevsimsel pikler (genellikle yaz ayları) gösteren ve semptomatik seyreden akut bir enterokolit tablosu çizerken; gelişmekte olan ülkelerde durum farklıdır. Sanitasyon altyapısının yetersiz olduğu bu bölgelerde enfeksiyon hiperendemiktir; çocuklar yaşamın ilk yıllarında sürekli çevresel maruziyete uğradıkları için, ileri yaşlarda yüksek oranda asemptomatik taşıyıcılık ve enfeksiyona karşı koruyucu bir immünite gelişimi gözlemlenmektedir (Blaser, 1997; Coker ve ark., 2002).

Günümüzde tanımlanmış 30'dan fazla *Campylobacter* türü bulunmasına rağmen, *Campylobacter jejuni* (vakaların ~%85-90'ı) ve *Campylobacter coli* (vakaların ~%5-10'u), insan kampilobakteriyozis vakalarından sorumlu primer türlerdir. Bununla birlikte, moleküler tanı yöntemlerinin

(PCR, WGS) rutin kullanıma girmesiyle, *C. concisus*, *C. upsaliensis* ve *C. ureolyticus* gibi "yeni ortaya çıkan" (emerging) türlerin de gastroenterit ve özellikle inflamatuvar bağırsak hastalıklarının (IBD) patogenezindeki rolleri giderek daha fazla tartışılmaya başlanmıştır (Man, 2011). Hastalık genellikle kendini sınırlayan bir tabloya sahip olsa da, *C. jejuni* enfeksiyonları; Guillain-Barré Sendromu (GBS) gibi akut flask paralizi ile seyreden nörolojik bozuklukların ve Reaktif Artrit gibi otoimmün komplikasyonların en sık tetikleyicisi olması nedeniyle kritik öneme sahiptir (Nachamkin, 2002). Ayrıca, son yıllarda artan florokinolon ve makrolid direnci, Dünya Sağlık Örgütü'nün *Campylobacter* türlerini "yeni antibiyotik geliştirilmesi gereken öncelikli patojenler" listesine (High Priority Pathogens) almasına neden olmuştur (WHO, 2017). Bu bağlamda, *Campylobacter* enfeksiyonları; mikrobiyolojik özellikleri, kompleks patogenez, artan antimikrobiyal direnç oranları ve zoonotik karakteri nedeniyle, veteriner ve beşeri hekimliğin ortak paydada bulunduğu "Tek Sağlık" (One Health) yaklaşımı çerçevesinde ele alınması gereken dinamik bir konudur.

Bu çalışmada, *Campylobacter* enfeksiyonlarının etiyolojisi, moleküler patogenez ve epidemiyolojik dinamikleri detaylandırılarak; güncel laboratuvar tanı yöntemleri ve artan antimikrobiyal direnç sorunu, literatür verileri ışığında irdelenecektir.

2. ETİYOLOJİ

Campylobacter cinsi, taksonomik olarak *Proteobacteria* filumu, *Epsilonproteobacteria* sınıfı ve *Campylobacterales* takımı içerisinde yer alan *Campylobacteraceae* familyasına mensuptur. Genetik analizler (16S rRNA), bu cinsin *Helicobacter* ve *Arcobacter* cinsleri ile yakın

filogenetik ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Ancak metabolik özellikleri ve üreme gereksinimleri bakımından klasik enterik patojenlerden (örn. *Escherichia coli* veya *Salmonella* spp.) belirgin şekilde ayrılır (Vandamme ve ark., 2005).

2.1. Morfoloji ve Yapısal Özellikler

Campylobacter türleri; Gram-negatif hücre duvarı yapısına sahip, spor oluşturmayan, kapsülsüz, 0.2–0.8 µm genişliğinde ve 0.5–5 µm uzunluğunda ince çomaklardır. Küçük boyutları, laboratuvar tanısında kullanılan 0.45-0.65 µm gözenek çaplı filtrelerden geçebilmelerine olanak tanır; bu özellik, onları diğer dışkı florası bakterilerinden ayırmak için kullanılan "filtrasyon yöntemi"nin temelini oluşturur.

- **Hücre Formu ve Sitoskelet:** Mikroskopik incelemede karakteristik olarak "S" harfi, virgül veya "martı kanadı" (seagull-wing) görünümüne sahiptirler. Bakterinin bu helikal (kıvrımlı) yapısı rastgele oluşmaz; peptidoglikan sentezini modifiye eden *pgp1* ve *pgp2* (peptidoglycan peptidase) genleri tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilir. Bu genlerdeki mutasyonların bakterinin kıvrımlı yapısını bozarak "çubuk" (rod) formuna dönüşmesine ve kolonizasyon yeteneğini kaybetmesine neden olduğu gösterilmiştir (Firdich ve ark., 2012).
- **Motilite ve Flagellar Yapı:** Bakterinin bir veya iki ucunda bulunan (monotrichous veya amphitrichous) kılıfsız polar flagellalar, *Campylobacter*'e özgü çok hızlı ve yönlü bir hareket yeteneği kazandırır. Bu organeller, *flaA* ve *flaB* genleri tarafından kodlanan flagellin proteinlerinden oluşur. Flagella, sadece

hareketi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yüksek viskoziteli bağırsak mukus tabakasını penetre etmesini sağlayan "tirbuşon benzeri" (corkscrew) bir motilite kazandırır (Lertsethtakarn ve ark., 2011). Bu motilite, kemotaksis sistemi ile entegre çalışarak bakterinin müsin ve fukoz gibi besin kaynaklarına yönelmesini sağlar.

2.2. Pleomorfizm ve VBNC Durumu

Campylobacter spp., çevresel stres koşullarına karşı oldukça duyarlıdır. Yaşlı kültürlerde, yüksek oksijen basıncında veya besin kıtlığında, bakteri karakteristik spiral formunu kaybederek "kokoid" (küresel) forma dönüşür. Bu morfolojik değişim, hücre duvarı yapısındaki dejenerasyonla ilişkilidir. Bu formdaki bakterilerin büyük bir kısmı ölü olsa da, bir kısmının metabolik aktivitelerini minimuma indirerek "Yaşayabilir Fakat Kültüre Edilemez" (Viable But Non-Culturable - VBNC) duruma geçtiği düşünülmektedir. VBNC formundaki bakteriler standart besiyerlerinde üremezken, uygun konak şartlarında (in vivo passage) tekrar virülen spiral forma dönüşebilirler. Bu durum, bakterinin su kaynaklarında uzun süre hayatta kalmasını açıklayan önemli bir epidemiyolojik faktördür (Jackson ve ark., 2009; Rollins & Colwell, 1986).

2.3. Üreme Gereksinimleri

Campylobacter türleri, "fastidious" (zor üreyen) bakterilerdir ve izolasyonları spesifik atmosferik koşullar gerektirir.

- **Mikroaerofilik Solunum:** Zorunlu mikroaerofildirler. Atmosferik oksijen seviyesi (%21) bakteri için toksiktir; bunun nedeni, süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz gibi antioksidan enzimlere sahip olmalarına rağmen, *OxyR* gibi oksidatif stres regülatör sistemlerinden yoksun olmalarıdır (Atack & Kelly, 2009). Optimum üreme için ortamda %5-10 SO_2 , %1-10 CO_2 ve %85 N_2 bulunmalıdır. Bazı çalışmalarda, ortama eklenen hidrojen gazının (H_2), bakterinin elektron transport zincirinde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve üremeyi artırdığı bildirilmiştir.
- **Termofilik Özellik:** İnsan patojeni olan *C. jejuni*, *C. coli* ve *C. lari*, "termofilik kampilobakterler" grubunda yer alır. Bu türler 30°C'nin altında üremezken, 42°C'de optimum üreme gösterirler. Bu fizyolojik özellik, bakterinin doğal rezervuarı olan kanatlı hayvanların vücut sıcaklığına (yaklaşık 41-42°C) evrimsel adaptasyonunun bir sonucudur. Bu termofilik özellik, laboratuvar tanısında fekal floradaki *E. coli* gibi mezofilik bakterilerin inhibisyonu için kritik bir selektif avantaj olarak kullanılır (Man, 2011). Buna karşın, *C. fetus* gibi sistemik enfeksiyon yapan türler termofilik değildir ve 25°C-37°C aralığında üreyebilirler.

3. VİRÜLANS FAKTÖRLERİ VE PATOGENEZ

Campylobacter patogenezi; bakteriyel hareketlilik, kemotaksis, adhezyon, invazyon ve toksin üretiminin karmaşık bir etkileşimi sonucu gerçekleşir.

1. **Adhezyon ve Kolonizasyon:** Enfeksiyonun başlaması için bakterinin bağırsak mukus tabakasını geçerek epitel hücrelerine tutunması şarttır. Bu süreçte **CadF** (Campylobacter adhesion to fibronectin) proteini, konak hücre yüzeyindeki fibronektine bağlanarak bakterinin internalizasyonunu tetikleyen en önemli virülans faktörüdür (Konkel ve ark., 1997). Ayrıca *FlpA* gibi diğer yüzey proteinleri de adhezyona katkıda bulunur.
2. **İnvazyon:** *C. jejuni*, mikrotübül yapısını manipüle ederek enterositler içine "transsitoz" yoluyla geçer. Bu sırada *Cia* (Campylobacter invasion antigens) proteinleri, Tip III sekresyon sistemine benzer bir mekanizma ile (flagellar T3SS) konak hücreye enjekte edilir (Neal-McKinney & Konkel, 2012).
3. **Toksin Üretimi (CDT):** *Campylobacter* türlerinin en iyi karakterize edilmiş toksini, Sitiletal Distending Toksin'dir (CDT). *CdtA*, *CdtB* ve *CdtC* genleri tarafından kodlanan bu holotoksin, konak hücre içine girdikten sonra CdtB alt ünitesi aracılığıyla nükleusa ulaşır. DNaz I benzeri aktivite göstererek çift zincirli DNA kırıklarına neden olur ve hücreyi G2/M fazında durdurarak apoptoza sürükler (Lara-Tejero & Galan, 2000).
4. **İmmünopatogenez ve Guillain-Barré Sendromu (GBS):** *C. jejuni*'nin (özellikle O:19 ve O:41 serotipleri) dış membranındaki lipooligosakkaritlerin (LOS) terminal şeker yapıları, insan periferik sinir ganglioside'leri (GM1, GD1a) ile moleküler benzerlik gösterir. Bu "moleküler taklit" (molecular mimicry), konak bağışıklık sisteminin kendi sinir dokusuna saldırmasına

neden olan çapraz reaktif antikorların (anti-ganglioside antikorları) üretilmesine yol açar (Yuki ve ark., 2004).

4. EPİDEMİYOLOJİ

Campylobacter enfeksiyonları zoonotik karakterdedir. Kanatlı hayvanlar (tavuk, hindi), bakterinin bağırsak florasında yüksek konsantrasyonda bulunması ve vücut ısılarının bakterinin termofilik yapısına uygun olması nedeniyle en önemli doğal rezervuardır (Hermans ve ark., 2012).

- **Bulaşma Yolları:** İnsanlara bulaş temel olarak kontamine ve az pişmiş kanatlı etlerinin tüketimi, çiğ süt içilmesi ve klorlanmamış suların kullanımı ile gerçekleşir. Mutfaklarda çiğ tavuk eti ile temas etmiş ekipmanların (bıçak, kesme tahtası) neden olduğu çapraz kontaminasyon, enfeksiyon zincirinde kritik bir role sahiptir.
- **Enfektif Doz:** *Campylobacter* enfeksiyonu için gereken inokülüm miktarı oldukça düşüktür; çalışmalar 500-800 bakterinin hastalık oluşturmak için yeterli olduğunu göstermiştir (Black ve ark., 1988).

5. LABORATUVAR TANISI

Tanıda "Altın Standart", etkenin dışkı kültüründen izolasyonudur.

- **Kültür:** Dışkı örnekleri, normal florayı baskılamak amacıyla vankomisin, polimiksin B ve trimetoprim içeren selektif besiyerlerine (örn. **mCCDA** - Modified Charcoal Cefoperazone Deoxycholate Agar veya Skirrow besiyeri) ekilmelidir. Plaklar,

42°C'de 48-72 saat mikroaerofilik ortamda inkübe edilir (Fitzgerald ve ark., 2016).

- **Tanımlama:** Koloniler; tipik Gram boyama morfolojisi, oksidaz (+) ve katalaz (+) reaksiyonları ile tanımlanır. *C. jejuni* ve *C. coli* ayırımında **hippurat hidrolizi** testi (*C. jejuni* pozitifdir) kullanılır. Günümüzde MALDI-TOF MS sistemleri, tür düzeyinde hızlı ve güvenilir tanımlama sağlamaktadır.
- **Moleküler Yöntemler:** Kültürün zahmetli olması nedeniyle, PCR ve Real-time PCR tabanlı yöntemler ile dışkıda direkt antijen arayan enzim immunoassay (EIA) testlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

6. ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ MEKANİZMALARI

Sıvı-elektrolit tedavisi esas olmakla birlikte, invaziv vakalarda antibiyotik kullanımı gereklidir. Ancak artan direnç oranları küresel bir sorundur.

- **Florokinolon Direnci:** *C. jejuni*'de siprofloksasin direnci, DNA giraz enzimini kodlayan *gyrA* genindeki nokta mutasyonları (özellikle Thr-86-Ile mutasyonu) ile ilişkilidir ve direnç oranları bazı bölgelerde %90'lara ulaşmıştır (Iovine, 2013).
- **Makrolid Direnci:** Eritromisin ve azitromisin direncine, 23S rRNA genindeki mutasyonlar (A2075G) neden olur. Makrolid direnci, florokinolon direncine göre daha stabil seyretmektedir ve hala ampirik tedavide ilk seçenektir (Bolinger & Kathariou, 2017).

- **Çoklu İlaç Direnci (MDR):** *CmeABC* gibi çoklu ilaç eflüks pompalarının aşırı ekspresyonu, bakterinin safra tuzlarına, deterjanlara ve birden fazla antibiyotik sınıfına karşı direnç geliştirmesine olanak tanır (Lin ve ark., 2002).

SONUÇ

Sonuç olarak; küresel halk sağlığı açısından majör bir tehdit olmaya devam eden *Campylobacter* enfeksiyonları, sadece neden oldukları yüksek morbiditeli akut gastroenterit tablosuyla değil, aynı zamanda Guillain-Barré Sendromu gibi ciddi post-enfeksiyöz nöropatik sekelleri ve *C. jejuni* izolatlarında giderek artan ve tedavi seçeneklerini daraltan çoklu ilaç direnci (MDR) profilleriyle de klinisyenler ve epidemiyologlar için yönetimi zorlu bir süreç oluşturmaktadır. Bakterinin fastidious doğası ve klasik kültür yöntemlerindeki zorluklar, geçmişte tanısal gecikmelere neden olmuşsa da; günümüzde MALDI-TOF MS ve yeni nesil dizileme (NGS) gibi ileri moleküler tekniklerin rutin laboratuvar pratiğine entegrasyonu, hem etkenin hızlı identifikasyonunda hem de salgın kaynaklarının filogenetik takibinde devrim niteliğinde bir ilerleme sağlamıştır. Ancak, kanatlı rezervuarlarındaki yüksek kolonizasyon oranları ve gıda zincirindeki karmaşık bulaş dinamikleri göz önüne alındığında; bu zoonotik patojenle etkin mücadelenin sadece beşeri hekimlik uygulamalarıyla sınırlı kalamayacağı, aksine veteriner hekimlik, gıda güvenliği ve çevre sağlığı disiplinlerinin koordine edildiği bütüncül bir 'Tek Sağlık' (One Health) yaklaşımının hayata geçirilmesi gerektiği aşıkardır. Gelecek projeksiyonunda, özellikle florokinolon ve makrolid direnç mekanizmalarının moleküler

düzeyde aydınlatılması ve insanlık için uygun, güvenli bir aşının geliştirilmesi, *Campylobacter* kaynaklı hastalık yükünün azaltılmasında en stratejik hedefler olarak öne çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bolinger, H., & Kathariou, S. (2017). The current state of macrolide resistance in *Campylobacter* spp.: Trends and impacts of resistance mechanisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(12), e00416-17.
2. Black, R. E., Levine, M. M., Clements, M. L., Hughes, T. P., & Blaser, M. J. (1988). Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *The Journal of Infectious Diseases*, 157(3), 472-479.
3. Fitzgerald, C., Patrick, M., Gonzalez, A., Akin, J., Polage, C. R., Wymore, K., ... & Nachamkin, I. (2016). Multicenter evaluation of clinical diagnostic methods for detection of *Campylobacter* spp. in stool. *Journal of Clinical Microbiology*, 54(5), 1209-1215.
4. Hermans, D., Pasmans, F., Heyndrickx, M., Van Immerseel, F., Martel, A., Van Deun, K., & Haesebrouck, F. (2012). Poultry as a host for the zoonotic pathogen *Campylobacter jejuni*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(2), 89-98.
5. Iovine, N. M. (2013). Resistance mechanisms in *Campylobacter jejuni*. *Virulence*, 4(5), 423-440.
6. Jackson, D. N., Davis, B., Lancefield, C. S., & Winzor, D. J. (2009). Viable but non-culturable forms of *Campylobacter jejuni* in drinking water. *Journal of Applied Microbiology*, 106, 1221-1230.
7. Kaakoush, N. O., Castaño-Rodríguez, N., Mitchell, H. M., & Man, S. M. (2015). Global epidemiology of *Campylobacter* infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 687-720.
8. Konkel, M. E., Garvis, S. G., Tipton, S. L., Anderson, D. E., & Cieplak, W. (1997). Identification and molecular cloning of a gene encoding a fibronectin-binding protein (CadF) from *Campylobacter jejuni*. *Molecular Microbiology*, 24(5), 953-963.

9. Lara-Tejero, M., & Galán, J. E. (2000). A bacterial toxin that controls cell cycle progression as a deoxyribonuclease I-like protein. *Science*, 290(5490), 354-357.
10. Lin, J., Michel, L. O., & Zhang, Q. (2002). CmeABC functions as a multidrug efflux system in *Campylobacter jejuni*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(7), 2124-2131.
11. Man, S. M. (2011). The clinical importance of emerging *Campylobacter* species. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 8(12), 669-685.
12. Skirrow, M. B. (1977). *Campylobacter* enteritis: a "new" disease. *British Medical Journal*, 2(6078), 9-11.
13. Yuki, N., Susuki, K., Koga, M., Nishimoto, Y., Odaka, M., Hirata, K., ... & Hirashima, T. (2004). Carbohydrate mimicry between human ganglioside GM1 and *Campylobacter jejuni* lipooligosaccharide causes Guillain-Barré syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(30), 11043-11048.
14. Atack, J. M., & Kelly, D. J. (2009). Oxidative stress in *Campylobacter jejuni*: responses, resistance and regulation. *Future Microbiology*, 4(6), 677-690.
15. Frirdich, E., Biboy, J., ... & Gaynor, E. C. (2012). Peptidoglycan-modifying enzyme Pgp1 is required for helical cell shape and pathogenicity traits in *Campylobacter jejuni*. *PLoS Pathogens*, 8(3), e1002602.
16. Rollins, D. M., & Colwell, R. R. (1986). Viable but nonculturable stage of *Campylobacter jejuni* and its role in survival in the natural aquatic environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 52(3), 531-538.
17. Vandamme, P., Debruyne, L., De Brandt, E., & Falsen, E. (2005). Reclassification of *Bacteroides ureolyticus* as *Campylobacter ureolyticus* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60(9), 2016-2022.

BÖLÜM 6

OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU

VE

TELE-SAĞLIK

Ceren ARI ARAT¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18071841>

¹Öğr.Gör., Bayburt Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çocuk Bakımı ve Gençlik Hizmetleri Bölümü, Çocuk Gelişimi Programı, Bayburt, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5795-8901,E-mail: cerenariarat@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Otizm kavramı, kökenini kendi kendini izole etmek anlamına gelen Yunanca “*autos*” sözcüğünden almaktadır. Otizm spektrum bozukluğu (OSB), belirtileri gelişimin erken yıllarında ortaya çıkan sosyal iletişim ve etkileşimde sınırlılıklar ve sınırlı, tekrarlayıcı, basmakalıp davranışlar ile karakterize nörogelişimsel bir durumdur. Otizmin doğasından kaynaklı farklılıklar otizmlili bireylerin ve ailelerin uzun yıllar boyunca çeşitli eğitim ve sağlık hizmetlerine ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır (Sutherland vd., 2018). Ancak uzakta yaşayan ve ulaşım ve farklı zorluklar yaşayan aileler için uygun hizmetlere zamanında erişim zor olabilir. Bu durumlarda telesaglık, faydalı bir müdahale yöntemidir. Otizmlili çocuklara hizmet sunma konusundaki ihtiyacın bir kısmı, kırsal ve bölgesel alanlarda bulunan sınırlı hizmetler, otizmlili çocuklara doğrudan sağlanan tele-saglık hizmetleriyle desteklenebilmektedir (Sutherland vd., 2019).

Tele-saglık

“Tele” sözcüğü Yunancadan dilimize geçmiş olup “uzak” anlamına gelmektedir ve birçok yabancı dilde iletişim ve teknoloji temelli kavramların oluşturulmasında kullanılmaktadır (Bashshur vd., 2014). “Health” sözcüğü ise sağlık anlamına gelmektedir. Bu iki sözcüğün birleşimiyle oluşan *telehealth* kavramı Türkçeye “tele-saglık” olarak geçmiştir. T.C. Sağlık Bakanlığı’nın (2023) resmi kaynaklarında tele-saglık uygulamalarının “Uzaktan Sağlık Eğitim Hizmetleri (USES)” başlığı altında ele alındığı görülmektedir. Bununla birlikte, Türkçe alanyazında “tele-saglık” ifadesinin daha yaygın biçimde kullanılması

nedeniyle, kavramsal tutarlılığı sağlamak amacıyla bu bölümde “tele-sağlık” terimi tercih edilmiştir. Tele-sağlık, bireyin gereksinim duyduğu sağlık ve eğitim hizmetlerinin, bireyle aynı fiziksel ortamda bulunmayan bir uzman tarafından uygun teknoloji ve iletişim araçları aracılığıyla sunulmasını ifade etmektedir (World Health Organization [WHO], 2010).

Tele-sağlık, ses ve görüntü teknolojilerini kullanarak sağlık hizmetleri sağlamaktır (Gajarawala ve Pelkowski, 2021). Sağlık alanında ortaya çıkan erişilebilirlik (kişiye ortama, araca, vb.) sorunlarını çözmek için kullanılan önemli uygulamalardan biri tele-sağlık hizmetleridir. Tele-sağlık; ilgili uzmanların ve bakım sağlayıcıların ya da sağlık hizmetine ihtiyaç duyan bireylerin çeşitli iletişim teknolojilerini kullanarak uzaktan hizmet sağlamalarına olanak tanır (Bearss vd., 2018). Tele sağlık, çok çeşitli uygulamaları ve uzmanlık alanlarını içerir ve hastalar ile hizmet sağlayıcılar arasında telefon, e-posta, görüntülü sohbetler veya konferanslar, İnternet ve uzak cihazlar aracılığıyla etkileşimleri içerir (Balestra, 2018).

Başlangıçta kırsal kesimdeki ve yetersiz hizmet alan hastalara temel bakım sağlamak için geliştirilen tele-sağlık hizmetleri tıp ve psikoloji alanlarında yaygın olarak kullanılmıştır (Bradford vd., 2016; Gajarawala ve Pelkowski, 2021). Dijitalleşme, mobil cihazların yaygınlaşması ve sağlık profesyoneli eksikliği gibi nedenler tele-sağlık uygulamalarının dünya genelinde hızla yaygınlaşmasına yol açmıştır. (Bouabida vd., 2022). Yüz yüze ziyaretlerden tele sağlık hizmetlerine geçiş belirgin olarak Covid-19 sürecinde artan sağlık ihtiyaçları ile birlikte sağlık hizmetlerine erişimde meydana gelen sınırlılıklar ile artış göstermiştir

(Baum vd., 2021; Caetano vd., 2020). Hala birçok ülkede yasal ve uygulamadan kaynaklı sınırlamaları bulunsa da sağlık hizmetlerini sunmada erişilebilir ve düşük maliyetli tele-sağlık uygulamaları ile ihtiyacı olan bireylere daha kolay ulaşılabilir (Jang-Jaccard vd., 2014).

Tele sağlık hizmet sunma modelleri

Tele-sağlık alanında, farklı gereksinimlere ve hizmet türlerine yanıt verebilen çeşitli hizmet sunum modelleri geliştirilmektedir (Kumar vd., 2022). Bu modellerin temelini oluşturan e-sağlık yaklaşımı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağlık hizmetlerinin planlanması, sunulması ve izlenmesi süreçlerine sistematik biçimde entegre edilmesini ifade etmektedir (Li ve Wilson, 2013). E-sağlık uygulamaları, bireylerin sağlık hizmetlerine daha hızlı ve eşit koşullarda erişimini desteklerken, aynı zamanda hizmetlerin sürekliliğini güçlendirmekte ve maliyet-etkililiği artırmaktadır. E-sağlık çerçevesinde ele alınan tele-sağlık uygulamaları; tanı koyma, klinik izlem, danışmanlık ve rehabilitasyon gibi temel sağlık hizmetlerinin fiziksel mekân sınırlılıklarını ortadan kaldırmaktadır (Speedie vd., 2008). Bu kapsamda tele-terapi ve tele-rehberlik uygulamaları, özellikle ruh sağlığı alanında, özel gereksinimli bireylerin desteklenmesinde ve kronik hastalıkların uzun dönemli yönetiminde profesyonel hizmetlerin sürdürülebilirliğini artıran etkili ve yenilikçi yaklaşımlar olarak ön plana çıkmaktadır (Balestra, 2018).

Tele-rehberlik ve tele-terapi uygulamaları, bireylere uzaktan psikolojik danışmanlık, aile rehberliği ve yapılandırılmış terapötik müdahaleler sunulmasını mümkün kılarken, tele-eğitim bu hizmetlerin hem

destekleyici hem de tamamlayıcı bir bileşenini oluşturmaktadır Akhbari Ziegler vd., 2023). Tele-eğitim aracılığıyla, başta sağlık, eğitim ve sosyal hizmet alanlarında çalışan profesyoneller olmak üzere farklı disiplinlere yönelik hizmet içi eğitimler, süpervizyon ve mesleki gelişim programları yürütülebilmektedir. Bunun yanı sıra bireyler ve aileler için geliştirilen bilgilendirici, beceri kazandırıcı ve güçlendirici içerikler, hizmet alanların sürece aktif katılımını desteklemektedir (Li ve Wilson, 2013).

Bu bağlamda söz konusu uzaktan hizmet modelleri, yalnızca mevcut hizmetlerin dijital ortama aktarılmasıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda disiplinlerarası iş birliğini güçlendiren, erken müdahale olanaklarını artıran ve kapsayıcı bir hizmet anlayışını teşvik eden yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır (Bradford vd., 2016). Mobil sağlık (m-sağlık) uygulamaları, çevrim içi platformlar ve uzaktan izleme sistemleri gibi dijital sağlık teknolojilerinin entegrasyonu, hizmetlerin sürekliliğini ve etkililiğini artırırken, coğrafi uzaklık, fiziksel erişim güçlükleri ve zaman kısıtlılığı gibi engellerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Tüm bu yönleriyle e-sağlık temelli uzaktan hizmet modelleri, etik ilkeler, veri güvenliği ve gizlilik çerçevesi içinde ele alındığında, farklı gereksinim grupları için bütüncül, sürdürülebilir ve erişilebilir bir destek sistemi oluşturmaktadır (Gajarawala ve Pelkowski, 2021).

Tele-sağlık hizmet sunma biçimleri

Tele-sağlık hizmetleri, sunum biçimleri ve iletişim düzeylerine göre farklı modeller altında ele alınmaktadır. Alanyazında yaygın olarak benimsenen sınıflandırmaya göre tele-sağlık uygulamaları; eşzamanlı

(senkron), eşzamansız (asenkron) ve uzaktan izleme (remote patient monitoring) olmak üzere üç temel model çerçevesinde değerlendirilmektedir (Ersoy, 2022). Bu modeller, hizmetin niteliğine, hedef gruba ve kullanılan teknolojik altyapıya bağlı olarak farklı avantajlar sunmaktadır.

Eşzamanlı tele-sağlık modelinde, hizmet sunan uzman ile hizmet alan birey aynı zaman diliminde çevrim içi ortamda etkileşim kurmakta; bu süreç çoğunlukla görüntülü görüşme teknolojileri aracılığıyla yürütülmektedir. Bu model kapsamında gerçekleştirilen uygulamalar; değerlendirme, danışmanlık, psikoeğitim ve terapötik müdahaleleri içermektedir (Bıyıklı ve Özgür, 2021). Özellikle klinik görüşmeler, aile danışmanlığı ve eğitim temelli uygulamalarda eşzamanlı tele-sağlık modelinin yaygın olarak tercih edildiği ve etkili sonuçlar sunduğu bildirilmektedir (WHO, 2010).

Eşzamansız tele-sağlık modeli, hizmet alan birey ile uzmanın aynı anda çevrim içi olmasını zorunlu kılmamakta; video kayıtları, değerlendirme formları, raporlar ya da diğer dijital verilerin çevrim içi sistemler aracılığıyla paylaşılması ve uzmanın bu içerikleri daha sonra inceleyerek yapılandırılmış geri bildirim sunması esasına dayanmaktadır (Kizir, 2021). Bu yönüyle model, zaman ve mekân esnekliği sağlaması nedeniyle özellikle eğitim, değerlendirme ve izlem süreçlerinde sıklıkla tercih edilmektedir. Uzaktan izleme (remote patient monitoring) tele-sağlık modeli ise bireyin sağlık, gelişim ya da performansına ilişkin verilerin giyilebilir teknolojiler, mobil uygulamalar ve dijital ölçüm araçları aracılığıyla düzenli olarak toplanmasını ve bu verilerin uzmanlar tarafından uzaktan izlenmesini kapsamaktadır. Alanyazında, söz konusu

tele-sağlık modellerinin sağlık ve destek hizmetlerine erişimi artırdığı, maliyet-etkililiği desteklediği ve özellikle kronik durumlar ile gelişimsel yetersizliklerde hizmetlerin sürekliliğini güçlendirdiği vurgulanmaktadır (Kapucu ve Adnan, 2022).

Otizm spektrum bozukluğu ve tele-sağlık uygulamaları

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), erken çocukluk döneminde ortaya çıkan; sosyal iletişim ve etkileşim alanlarında güçlükler ile sınırlı ve yineleyici davranış örüntüleriyle karakterize edilen nörogelişimsel bir durum olarak tanımlanmaktadır. OSB'nin belirgin heterojen yapısı, bireyler arasında gelişimsel özelliklerin ve destek gereksinimlerinin önemli ölçüde farklılaşmasına yol açmakta; bu durum değerlendirme, tanılama ve müdahale süreçlerinde çok boyutlu, esnek ve disiplinlerarası yaklaşımların benimsenmesini zorunlu kılmaktadır (Kızır, 2021). OSB'ye yönelik bu süreçlerin uzun süreli, yoğun ve süreklilik gerektiren bir destek yapısı içermesi, hizmet sunumunda erişilebilirlik ve sürdürülebilirlik açısından çeşitli güçlükleri beraberinde getirmektedir (Sutherland vd., 2019).

Geleneksel yüz yüze hizmet modelleri, özellikle coğrafi uzaklık, uzman sayısındaki yetersizlik, zaman ve maliyet kısıtlılıkları nedeniyle tüm bireyler için eşit ve zamanında erişim sağlayamamaktadır (Bradford vd., 2016). Bu sınırlılıklar, özellikle erken tanı ve erken müdahale fırsatlarının gecikmesine neden olarak gelişimsel sonuçlar üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Bearss et al., 2018). Son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, bu yapısal engellerin

aşılmasına yönelik alternatif ve yenilikçi hizmet sunum modellerinin yaygınlaşmasını mümkün kılmıştır (Bouabida vd., 2022).

Tele-sağlık uygulamaları, OSB alanında tarama, değerlendirme, tanılama, müdahale ve izlem süreçlerinin uzaktan yürütülmesine olanak tanıyan bütüncül bir hizmet sunum yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (World Health Organization, 2010). Tele-sağlık, yalnızca hizmetlerin fiziksel ortamdaki bağımsız biçimde sunulmasını sağlamamakta; aynı zamanda aile katılımını güçlendiren, hizmet sürekliliğini destekleyen ve farklı disiplinler arasında iş birliğini artıran bir yapı oluşturmaktadır (Speedie vd., 2008). Özellikle ebeveyn temelli müdahalelerin uzaktan yürütülmesi, ailelerin sürece aktif katılımını artırmakta ve günlük yaşam bağlamında daha işlevsel kazanımlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır (Bearss vd., 2018). Tele-sağlık temelli uygulamalar, OSB’li bireylerin ve ailelerinin değişen gereksinimlerine daha esnek, erişilebilir ve maliyet-etkin çözümler sunarak hizmetlere erişimdeki eşitsizlikleri azaltma potansiyeli taşımaktadır (Gajarawala & Pelkowski, 2021). Bu kapsamda tele-sağlık uygulamaları, yalnızca terapötik müdahalelerle sınırlı kalmamakta; tarama ve tanılama süreçlerinden uzun dönemli izlem ve danışmanlığa kadar geniş bir uygulama alanı sunmaktadır (Sutherland vd., 2018). Bu doğrultuda aşağıdaki bölümlerde, OSB bağlamında tele-sağlık uygulamalarının tarama–tanılama süreçleri ve tele-terapi boyutları ayrıntılı olarak ele alınmaktadır (Kizir, 2021).

OSB’de Tarama ve Tanılama Süreçlerinde Tele-Sağlık

OSB’de terapötik müdahaleler, bireyin gelişimsel özelliklerine göre uzun süreli, yoğun ve yapılandırılmış uygulamalar gerektirmektedir (Sutherland vd., 2018). Erken ve sürekli müdahalenin sosyal iletişim becerileri, uyumsal davranışlar ve problem davranışların azaltılması üzerindeki etkisi alanyazında güçlü biçimde vurgulanmaktadır (Bearss vd., 2018). Ancak yüz yüze hizmetlerin sürekliliği, uzman yetersizliği, coğrafi uzaklık ve zaman kısıtlılığı gibi nedenlerle her zaman sağlanamamaktadır (Bradford vd., 2016). Bu durum, OSB’li bireyler ve aileleri için alternatif ve esnek müdahale modellerine olan gereksinimi artırmaktadır (Gajjarawala ve Pelkowski, 2021).

Tele-terapi uygulamaları, OSB’de davranışsal, gelişimsel ve aile temelli müdahalelerin çevrim içi platformlar aracılığıyla sunulmasına olanak tanımaktadır (Kizir, 2021). Görüntülü görüşmeler, canlı etkileşimler ve kayıtlı oturumlar yoluyla yürütülen tele-terapi süreçleri; dil ve iletişim becerileri, sosyal etkileşim ve problem davranışlar üzerinde hedefli çalışmalar yapılmasını mümkün kılmaktadır (Sutherland vd., 2019). Özellikle ebeveyn aracılı müdahalelerde tele-terapi, ailelerin terapötik sürece aktif katılımını destekleyen etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Bearss vd., 2018). Bu yaklaşım, ailelerin günlük yaşam içinde uygulama becerilerini artırarak müdahalenin genellenebilirliğini güçlendirmektedir (Akhbari Ziegler vd., 2023).

Tele-terapi uygulamaları, müdahalelerin çocuğun doğal ortamında gerçekleştirilmesine olanak tanınması açısından ekolojik geçerliği yüksek bir yapı sunmaktadır (Sutherland vd., 2018). Ev ortamında yürütülen

terapötik uygulamalar, çocuğun gerçek yaşam bağlamındaki davranışlarının doğrudan gözlemlenmesine imkân tanımaktadır (Sutherland et al., 2019). Aynı zamanda bu süreçler, terapistlerin aile dinamiklerini ve çevresel etmenleri daha bütüncül biçimde değerlendirmesine katkı sağlamaktadır (Speedie vd., 2008). Bu yönüyle tele-terapi, yalnızca bireye değil aile sistemine odaklanan kapsayıcı bir müdahale anlayışını desteklemektedir (Akhbari Ziegler vd., 2023).

Bununla birlikte, OSB’de tele-terapi uygulamalarının planlanması ve yürütülmesinde etik, teknik ve klinik sınırlılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Balestra, 2018). Veri güvenliği, gizlilik, bilgilendirilmiş onam ve mesleki sorumluluklar tele-terapi süreçlerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (WHO, 2010). Ayrıca tele-terapi, her birey için tek başına yeterli bir müdahale yöntemi olarak değil, yüz yüze hizmetleri tamamlayıcı bir model olarak ele alınmalıdır (Bouabida vd., 2022). Uygun teknik altyapı, uzman yeterliliği ve aile desteği sağlandığında, tele-terapi OSB’de sürdürülebilir, erişilebilir ve etkili bir müdahale seçeneği sunmaktadır (Kumar vd., 2022).

OSB’de tele-terapi uygulamaları

Tele-terapi, Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylere yönelik terapötik müdahalelerin bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla çevrim içi platformlar üzerinden sunulmasını ifade eden bir hizmet modelidir (Sutherland vd., 2018). Bu uygulamalar, davranışsal müdahaleler, iletişim ve dil becerilerinin desteklenmesi, sosyal etkileşim çalışmaları ve aile eğitim programları gibi çok çeşitli müdahale alanlarını kapsamaktadır (Kizir, 2021). OSB’nin doğası gereği uzun süreli, yoğun

ve yapılandırılmış müdahalelere ihtiyaç duyulması, tele-terapiyi geleneksel yüz yüze hizmetlere önemli bir alternatif ve tamamlayıcı model hâline getirmektedir (Bashshur vd., 2014). Özellikle hizmet sürekliliğinin sağlanması açısından tele-terapi uygulamalarının OSB alanında giderek daha fazla önem kazandığı görülmektedir (Speedie vd., 2008).

OSB’de tele-terapi uygulamaları çoğunlukla ebeveyn aracılı müdahaleler temelinde yapılandırılmakta ve ailelerin sürece aktif katılımını merkeze almaktadır (Bearss vd., 2018). Uzmanlar, çevrim içi oturumlar aracılığıyla ebeveynlere müdahale stratejileri öğretmekte, uygulamaları doğal ortamda gözlemlemekte ve yapılandırılmış geri bildirimler sunmaktadır (Sutherland vd., 2019). Bu yaklaşım, ebeveynlerin müdahale sürecindeki yeterliklerini artırarak öğrenilen becerilerin günlük yaşama genellenmesini ve müdahale sürekliliğini desteklemektedir (Akhbari Ziegler vd., 2023). Aynı zamanda aile merkezli bu yapı, çocuğun gelişimsel ihtiyaçlarına daha duyarlı ve esnek müdahale planlarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Kizir, 2021).

Tele-terapi uygulamalarının bir diğer önemli katkısı, sağlık ve özel eğitim hizmetlerine erişimde yaşanan eşitsizliklerin azaltılmasıdır (Bradford vd., 2016). Kırsal bölgelerde yaşayan, uzman sayısının sınırlı olduğu yerleşim alanlarında bulunan ya da fiziksel erişim güçlükleri yaşayan aileler için tele-terapi, düzenli ve sürdürülebilir bir destek sunmaktadır (Jang-Jaccard vd., 2014). Bunun yanı sıra zaman ve maliyet açısından sağladığı esneklik, ailelerin müdahale süreçlerine katılımını artırmakta ve hizmetten yararlanma oranlarını yükseltmektedir (Gajarawala ve Pelkowski, 2021). Özellikle COVID-19 sürecinde tele-

terapi uygulamalarının yaygınlaşması, bu modelin uygulanabilirliğini ve kabul edilebilirliğini daha görünür hâle getirmiştir (Baum vd., 2021).

Bununla birlikte, tele-terapi uygulamalarının etkililiği bireyin gelişimsel düzeyi, aile katılımının niteliği, teknolojik altyapı ve dijital okuryazarlık gibi çeşitli değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Bouabida vd., 2022). Bu nedenle tele-terapi programlarının bireyselleştirilmiş biçimde planlanması, etik ilkelere, gizlilik ve veri güvenliği standartlarına uygun şekilde yürütülmesi büyük önem taşımaktadır (Balestra, 2018). Ayrıca tele-terapi uygulamalarının, gerektiğinde yüz yüze hizmetlerle bütünleştirilerek hibrit modeller içinde ele alınması önerilmektedir (WHO, 2010). Tüm bu yönleriyle tele-terapi, OSB alanında müdahale süreçlerini destekleyen, erişilebilirliği artıran ve geleneksel hizmet modellerini tamamlayan güçlü bir hizmet sunum yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Sutherland vd., 2018).

KAYNAKÇA

- Akhbari Ziegler, S., de Souza Morais, R. L., Magalhães, L., & Hadders-Algra, M. (2023). The potential of COPCA's coaching for families with infants with special needs in low- and middle-income countries. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 983680. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.983680>
- Balestra, M. (2018). Telehealth and legal implications for nurse practitioners. *The Journal for Nurse Practitioners*, 14(1), 33–39.
- Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Smith, B. R., Alverson, D. C., Antonioti, N., Barsan, W. G., & Yellowlees, P. (2014). The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management. *Telemedicine and e-Health*, 20(9), 769–800. <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.9981>
- Baum, A., Kaboli, P. J., & Schwartz, M. D. (2021). Reduced in-person and increased telehealth visits during the COVID-19 pandemic. *Annals of Internal Medicine*, 174(1), 129–131. <https://doi.org/10.7326/M20-3026>
- Bearss, K., Burrell, T. L., Challa, S. A., Postorino, V., Gillespie, S. E., Crooks, C., & Scahill, L. (2018). Feasibility of parent training via telehealth for children with autism spectrum disorder and disruptive behavior: A demonstration pilot. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(4), 1020–1030. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3363-2>
- Bıyıklı, C., & Özgür, A. O. (2021). Öğretmenlerin senkron uzaktan eğitim sürecinde yaşanan sorunlara ilişkin çözüm önerileri. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 110–147.
- Bouabida, K., Lebouché, B., & Pomey, M. P. (2022). Telehealth and COVID-19 pandemic: An overview of the telehealth use, advantages, challenges, and opportunities during COVID-19 pandemic. *Healthcare*, 10(11), 2293. <https://doi.org/10.3390/healthcare10112293>

- Bradford, N. K., Caffery, L. J., & Smith, A. C. (2016). Telehealth services in rural and remote Australia: A systematic review of models of care and factors influencing success and sustainability. *Rural and Remote Health*, 16(4), 1–23.
- Caetano, R., Silva, A. B., Guedes, A. C. C. M., Paiva, C. C. N. D., Ribeiro, G. D. R., Santos, D. L., & Silva, R. M. D. (2020). Challenges and opportunities for telehealth during the COVID-19 pandemic: Ideas on spaces and initiatives in the Brazilian context. *Cadernos de Saúde Pública*, 36, e00088920. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00088920>
- Ersoy, N. Ş. (2022). Eşzamanlı ya da eşzamansız öğrenme: COVID-19 sürecindeki tercihler ve karşılaşılan güçlükler. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(4), 79–102.
- Gajjarawala, S. N., & Pelkowski, J. N. (2021). Telehealth benefits and barriers. *The Journal for Nurse Practitioners*, 17(2), 218–221. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2020.09.013>
- Jang-Jaccard, J., Nepal, S., Alem, L., & Li, J. (2014). Barriers for delivering telehealth in rural Australia: A review based on Australian trials and studies. *Telemedicine and e-Health*, 20(5), 496–504. <https://doi.org/10.1089/tmj.2013.0189>
- Kapucu, N. K., & Adnan, M. (2022). Uzaktan eğitimde bir etki değerlendirme çalışması: MSKÜ örneği. *Journal of Continuous Vocational Education and Training*, 4(1), 1–18.
- Kızır, M. (2021). Özel eğitimde tele-sağlık uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 2034–2052. <https://doi.org/10.17679/inuefd.899546>
- Kumar, S. N., Suresh, S., Vivekananth, P., & Zafar, S. (Eds.). (2022). *Advancement, opportunities, and practices in telehealth technology*. IGI Global.

- Li, J., & Wilson, L. S. (2013). Telehealth trends and the challenge for infrastructure. *Telemedicine and e-Health*, 19(10), 772–779. <https://doi.org/10.1089/tmj.2012.0324>
- Speedie, S. M., Ferguson, A. S., Sanders, J., & Doarn, C. R. (2008). Telehealth: The promise of new care delivery models. *Telemedicine and e-Health*, 14(9), 964–967. <https://doi.org/10.1089/tmj.2008.0114>
- Sutherland, R., Trembath, D., & Roberts, J. (2018). Telehealth and autism: A systematic search and review of the literature. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 20(3), 324–336. <https://doi.org/10.1080/17549507.2018.1465123>
- Sutherland, R., Trembath, D., Hodge, M. A., Rose, V., & Roberts, J. (2019). Telehealth and autism: Are telehealth language assessments reliable and feasible for children with autism? *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(2), 281–291. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12440>
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). *Uzaktan sağlık hizmetleri yönetmeliği ve uygulamaları*. Sağlık Bakanlığı Resmî Yayınları.
- World Health Organization. (2010). *Telemedicine: Opportunities and developments in member states*. WHO Press.



ISBN: 978-625-378-501-7