



YIL: 2023 SAYI: 5
ISSN 2757-5470 e-ISSN 2757-9239

YAYINCI
Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü

YAYIN SAHİBİ
Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü Adına
Mustafa KAYHAN
Genel Müdür V.

GENEL YAYIN YÖNETMENİ
BAŞ EDITÖR
Dr. Cemal ÇALIK

EDİTÖR
Dr. İsmail Erim KÖSEOĞLU

MİZANPAJ EDITÖRÜ
Ayşe KAPLAN

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
TEKNİK EDITÖR
Süleyman DÜNDAR

YAYIN KOORDİNATÖRÜ
Prof. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

YAYIN İDARE MERKEZİ - ADRES
İşçi Blokları Mah., Muhsin Yazıcıoğlu Cad.,
No: 51/B 06530 Yüzüncüyıl, Çankaya/Ankara

YAYIN İDARE MERKEZİ - TELEFON
0 (312) 284 36 70

YAYIN PERİYODU
Yılda 2 defa

YAYININ TÜRÜ
Yerel süreli ve hakemli

BASKI YERİ - ADRESİ
Hazar Reklam Matbaacılık Yayıncılık Danışmanlık
Kazım Karabekir Cad. Kültür Çarşısı No: 7/56-57
Altındağ/Ankara

BASKI TARİHİ
Mart 2023

DergiPark
AKADEMİK

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

İstanbul'da Satışa Sunulan Beyaz
Peynirlerde Bazı Kimyasal
Parametrelerinin Değerlendirilmesi
Evaluation of Some Chemical Parameters
of Feta Cheese Sold in Istanbul **4-9**
Mehmet Gültekin BİLGİN, Ayşe GÜNEŞ
BAYIR, Bilge ÖZKAN

Titanyum Dioksitin Yavru Sıçanlarda
Glikoz Metabolizması Üzerine Etkisi
Effect of Titanium Dioxide on Glucose
Metabolism in Young Rats **10-16**
Kübra İZLER, Fatih GÜLTEKİN, Kürşad
Nuri BAYDİLİ, Eray Metin GÜLER

Bakteriyofaj Uygulamasının Sütte
Pseudomonas aeruginosa'nın Üremesi
Üzerine Etkisi
Effect of Bacteriophage Application on
Growth of *Pseudomonas aeruginosa* in
Milk **17-21**
Ahmet BESTİL, Naim Deniz AYAZ,
Gizem ÇUFAOĞLU

DERLEMELER REVIEWS

Zoonoz Hastalıklara Karşı Uygulanan
Hijyen Tedbirleri ve Dezenfeksiyon
Yöntemleri
Hygiene Measures and Disinfection
Methods Against Zoonotic Diseases **22-30**
Âdem TEKE

Van Gölünün Endemik Değeri: İnci Kefali
(*Alburnus tarichi* [Guldenstaedtii, 1814])
Endemic Value of Lake Van: Pearl Mullet **31-35**
(*Alburnus tarichi* [Guldenstaedtii, 1814])
Serkan PINAR, Ferhat AKSOY, Rezzan
PINAR, Semih ALİOĞLU

Gıda Kaynaklı *Toxoplasma gondii* 'ye
Genel Bir Bakış
Foodborne *Toxoplasma gondii*: An
Overview **36-45**
Kadir GÖNEN, Ali Anıl
SÜLEYMANOĞLU

DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Ahmet GÜNER
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Dilaver TENGİLİMOĞLU
Atılım Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Prof. Dr. Ender YARSAN
AÜ Veteriner Fakültesi
Farmakoloji ve Toksikoloji AD

Prof. Dr. Kırallı MÜRTEZAOĞLU
GÜ Kimya Mühendisliği Fakültesi
Kimya Mühendisliği AD

Mehmet BİLİR
AÜ Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Muharrem TUNA
AHBVÜ Turizm Fakültesi
Gastronomi

Prof. Dr. Orhan ÇETİN
SÜ Veteriner Fakültesi
Zootekni AD

Prof. Dr. Osman ERGANİŞ
SÜ Veteriner Fakültesi
Mikrobiyoloji AD

Prof. Dr. Osman Cenap TEKİNŞEN
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD (Emekli)

Prof. Dr. Ramazan SARI
ODTÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Abdullah DİLER
SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi İşleme
Teknolojisi AD

Prof. Dr. Adnan ŞEHU
AÜ Veteriner Fakültesi
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
AD

Prof. Dr. Ahmet GÜNER
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sarper BOZKURT
GAÜN Tıp Fakültesi
Fizyoloji AD

Dr. Öğr. Üyesi Arife Ezgi TELLİ
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Ayhan BAŞTAN
AÜ Veteriner Fakültesi
Doğum ve Jinekoloji AD

Prof. Dr. Aytekin GÜNLÜ
SÜ Veteriner Fakültesi
Hayvancılık Ekonomisi ve İşletmeciliği AD

Prof. Dr. Cafer TEPELİ
SÜ Veteriner Fakültesi
Zootekni AD

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
SÜ Gıda Mühendisliği Fakültesi
Gıda Mühendisliği AD

Prof. Dr. Fatma Seda BİLİR
AÜ Veteriner Fakültesi
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü

Prof. Dr. Gürkan UÇAR
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Hakan YARDIMCI
AÜ Veteriner Fakültesi
Mikrobiyoloji AD

Prof. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN
SÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Kırallı MÜRTEZAOĞLU
GÜ Kimya Mühendisliği Fakültesi
Kimya Mühendisliği AD

Prof. Dr. Meryem AYDEMİR ATASEVER
ATAÜNİ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Doç. Dr. Muhammet Ali CEBİRBAY
SÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi
Beslenme ve Diyetetik AD

Prof. Dr. Muharrem TUNA
AHBVÜ Turizm Fakültesi
Gastronomi

Prof. Dr. Mustafa ARDIÇ
ASÜ Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa ATASEVER
ATAÜNİ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
SÜ Gıda Mühendisliği Fakültesi
Gıda Mühendisliği AD

Prof. Dr. Mustafa TAYAR
BUÜ Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Doç. Dr. Nihat TELLİ
KTÜN Teknik Bilimler MYO
Gıda İşleme

Doç. Dr. Süleyman KARAMAN
AKDÜ Ziraat Fakültesi
Tarım İşletmeciliği AD

Prof. Dr. Tarık Haluk ÇELİK
AÜ Veteriner Fakültesi
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Tolga KAHRAMAN
İÜC Veteriner Fakültesi
Besin Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD

Doç. Dr. Türker KURT
GÜ Gazi Eğitim Fakültesi
Eğitim Yönetimi AD

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ÖMEROĞLU
GÜ Sağlık Hizmetleri MYO
Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı AD

Prof. Dr. Zafer KARAER
AÜ Veteriner Fakültesi
Parazitoloji AD (Emekli)

Prof. Dr. Zafer GÖNÜLALAN
YOBÜ Veteriner Fakültesi
Veterinerlik Halk Sağlığı AD

Doç. Dr. Zafer SAYIN
SÜ Veteriner Fakültesi
Mikrobiyoloji AD

TARİHÇE

1952 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Enstitüsü tarafından yayın hayatına başlayan Balık ve Balıkçılık Dergisi, 1952-1953 yılları arasında Et ve Balık Kurumunun desteğiyle; Ocak 1954 tarihinden itibaren tamamıyla Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü tarafından yayımlanmıştır. Dergimiz, 1966 yılından bu yana Et Endüstrisi, Et ve Balık Endüstrisi, Et ve Balık Kurumu ve son olarak 1993 yılında özelleştirme kapsamına girmesiyle Et ve Balık Ürünleri A.Ş. Dergisi adında yayın hayatını akademik düzeyde sürdürmüş, sonrasında yayın sürecine ara vermiştir. 2021 yılı itibarıyla *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi* adıyla yeniden yayımlanmaya başlamıştır.

AMAÇ VE KAPSAM

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü'nün bilimsel makalelerin yayımlandığı ulusal ve hakemli akademik bir dergisidir. Gıda sektörünün, paydaşları açısından istikrarlı ve sürdürülebilir bir hâle getirilmesine katkı sağlamak, Kurumumuzun ana statüsünde yer alan faaliyet konuları doğrultusunda yapılmış bilimsel yayınları yayımlamak.

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi'nde, dünyada ve Türkiye'de gıda, tarım, hayvancılık, balıkçılık ve su ürünleri ile et ve süt sektörü temelinde gıda hijyeni ve teknolojisi, gıda güvenliği, halk sağlığı, sağlıklı ve dengeli beslenme, beslenmenin önemi, veteriner hekimliği bilimleri (anatomi, biyokimya, fizyoloji, histoloji, embriyoloji, veteriner hekimliği tarihi, deontoloji, farmakoloji ve toksikoloji, mikrobiyoloji, parazitoloji, patoloji, viroloji, cerrahi, doğum ve jinekoloji, iç hastalıkları, dölerme ve suni tohumlama, biyoistatistik, hayvan besleme ve beslenme hastalıkları, hayvan sağlığı ekonomisi ve işletmeciliği, zootekni), AR-GE çalışmaları ve kalite yönetim sistemleri, helal gıda ve bu kapsamlardaki eğitimin rolü alanında, ulusal ya da uluslararası ilgi, uygulama içeren ve güncel bilgilere sahip bilimsel makalelere yer verilecektir. Yayımlanacak makalelerin, daha önceden yayımlanmamış ve araştırma sonuçlarına dayalı olması gerekmektedir (derleme makaleleri hariç).

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi açık erişim sağlamak üzere yılda iki defa online/basılı olarak yayımlanır. Dergi yönetiminin kararları doğrultusunda özel ya da ek sayılar yayımlanabilir. Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi makale işlem ücreti (değerlendirme ücreti veya basım ücreti) ve makalelere erişim için herhangi bir ücret talep etmez.

ETİK İLKELER

Dergimiz basın meslek ilkeleri ile TR DİZİN, DergiPark, YÖK, ÜAK vb. tarafından tavsiye edilen akademik dergi kriterlerine, bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyar. Makaleler, araştırma ve yayın etiğine uygun olmalı, araştırma makalelerinde ICMJE ve COPE'un editör ve yazarlar için uluslararası standartları ve diğer tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Makaleler, etik kurallara uygunluk konusunda YÖK ve ÜAK'ın Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'ne uygun olmalıdır. İntihal, sahtecilik, çarpıtma, tekrar yayım, dilimleme, haksız yazarlık gibi bilimsel araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemlerden kaçınılmalıdır. Yapılan araştırmalar için ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli, belgelendirilmeli, makale ile birlikte bu belgeler de sisteme yüklenmelidir.

Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgilere (kurul adı, tarih ve sayı no) makalede yer verilmelidir. Makalenin dergimize gönderilmesi ile birlikte sorumlu yazar; Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğunu kabul eder. Makalelerde gerçek anlamda katkı sağlayan kişiler yazar olarak yazılmalıdır. Makalenin yazar/ yazarları, ihtiyaç hissederse çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını bildirebilir. Bu bildirim makalenin sonunda "Çıkar Çatışması" başlığı altında belirtmelidirler. Çıkar çatışmasına şu örnekler verilebilir: İstihdam, ortaklık, danışmanlıklar, hisse senedi sahipliği, hizmet karşılığı ödenen ücretler, ücretli bilirkişilik, akrabalık veya yakın kişisel ilişkiler. Hakemler, değerlendirdikleri makalede herhangi bir çıkar çatışması olduğundan şüphelendiklerinde değerlendirme süreci ile ilgili olarak dergi editörlüğüne bilgi vermeli ve gerekirse makale değerlendirmesini ret etmelidirler. Editör ihtiyaç hissederse yazardan çıkar çatışması beyanı talep edebilir.



İstanbul'da Satışa Sunulan Beyaz Peynirlerde Bazı Kimyasal Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Some Chemical Parameters of Feta Cheese Sold in Istanbul

Mehmet Gültekin BİLGİN^{1*}, Ayşe GÜNEŞ BAYIR², Bilge ÖZKAN³^{1,2,3}Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul¹ORCID: 0000-0003-2695-3953  ²ORCID: 0000-0002-9993-7850 ³ORCID: 0000-0001-6075-6705 

*Sorumlu Yazar: mgbilgin@bezmialem.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.07.2022

Kabul Tarihi: 09.11.2022

ÖZET

Beyaz peynir fermente süt ürünlerdendir. Peynir toplumların beslenmesinde ve süt ürünleri arasında üretimi önemli bir yere sahiptir. Fermente süt birçok yönüyle sağlığınıza oldukça yararlıdır. Bu şekilde üretilen peynir vb. gibi süt ürünlerinin raf ömrü de uzamaktadır. Peynir üretiminde en temel aşama sütün pıhtılaştırılmasıdır. Bu amaçla hayvansal kaynaklı enzim preparatı rennin kullanılmaktadır. Çalışmamızın amacı, İstanbul semt pazarlarında satışa sunulan 26 adet tam yağlı beyaz peynir numunesinde titre edilebilir asitlik, rutubet kuru maddede tuz (NaCl) ve kuru maddede yağ miktarlarının analiz edilerek TS 591 Beyaz Peynir Standardı'na göre değerlendirilmesidir. Yapılan analizler sonucunda, 25 adet peynir numunesinde laktik asit cinsinden asitliği TS 591'e uygun bulunurken 1 numune uygun bulunmamıştır. 26 numunenin rutubet miktarları Standarda uygun bulunurken, kuru maddede tuz miktarı bakımından 23 numune uygun, 3 numune Standarttaki değerden yüksek bulunmuştur. Kuru maddede yağ miktarlarının analizi sonucu 18 adedi (%69) uygun, 8 adedi (%31) Standart değerinden düşük bulunmuştur. Sonuç olarak, satışa sunulan peynirlerden özellikle yağ miktarı bakımından tam yağlı özellikte beyan edildiği halde üçte biri Standarda aykırı olarak bulunmuş olup tüketicinin aldatılmasına neden olmuştur. Tam yağlı beyaz peynir fiyatının TS 591'de belirtilen yağlı, yarım yağlı ve az yağlı türlerine göre yüksek olması, bu konuda taklit ve taşış olduğunu göstermektedir. Bu şekildeki düşük yağlı beyaz peynirler tüketiciler tarafından satın alınmakta ve tüketicinin ekonomik kaybına neden olmaktadır. İlgili durumun tüketicinin aldatıldığı anlamına geldiği, etik kural ve standartlara uyulmaması nedeniyle üreticilere caydırıcı yaptırımlar uygulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Beyaz peynir, Süt ürünleri, Salamura, Olgunlaşma

ABSTRACT

Feta cheese is a fermented milk product. Cheese has an important place in the nutrition of societies and among dairy products, whose production is quite high. Fermented milk is very useful in many ways. Fermentation also extends the shelf life of dairy products which are produced in this way e.g cheese. The most basic formation in cheese production is the coagulation of milk. The rennin preparation which is an animal origin enzyme is used as the coagulation method. The aim of our study is to analyze the titratable acidity, moisture content, the amount of salt in dry matter (NaCl) and the amount of fat in dry matter of 26 full-fat feta cheese samples offered for sale in Istanbul neighborhood markets, and evaluate them according to the TS 591 Feta Cheese Standard, to demonstrate their compliance the acidity in terms of lactic acid was found compliant in 25 samples, 1 sample was not found compliant the moisture content of 26 samples was found to be in accordance with the standard, 23 samples were found to be compliant and 3 samples higher than the standard value in terms of salt content in dry matter. As a result of the analysis, the amount of oil in dry matter was found to be lower than the standard value of 18 (69%) of them suitable and 8 (31%) of them. As a result, although it was declared as full-fat in terms of fat content, approximately one third of the cheeses for sale were found to be contrary to the stand, causing the consumer to be deceived. The fact that the price of full-fat feta cheese is higher than the fatty, semi-skimmed and low-fat types specified in the standard indicates that it is imitation and adulteration. These low-fat feta cheeses are bought by consumers and cause economic loss to the consumer. Since this means that the consumer is deceived and ethical rules and standards are not followed, deterrent sanctions should be applied to the producers.

Keywords: Feta cheese, Dairy products, Brine, Ripening

GİRİŞ

Süt; memeli hayvanların dişi olanlarının meme bezlerinden salgılanan besleyici özellikleri yüksek olan bir üründür. İnsanlar tarafından faydalanılan hayvan sütleri, inek sütü, koyun sütü, keçi sütü, deve sütü gibi hayvanlardan elde edilebilenler olup bunların içinde en çok tüketilen ve süt denildiği zaman anlaşılan inek sütüdür (Üçüncü, 2015). Süt; protein, yağ, vitamin ve mineral gibi hayati besin öğeleri açısından oldukça zengin olduğu gibi bünyesinde enzim, laktoz hormon ve immünoglobülin barındırarak sağlığa katkıda bulunmaktadır. Süt ürünleri insanların besin ihtiyaçlarıyla beraber, obezite, osteoporoz, dişte karies, mide bağırsak hassasiyeti, kalp-damar hastalıkları, yüksek tansiyon ve kolon-rektum kanserleri gibi hastalıkların önlenmesinde de rol oynamaktadırlar. Beslenme ile ilgili bilim insanları, süt ve süt ürünlerinin dengeli beslenmede diyetin ayrılmaz bir unsuru olduğunu belirtmektedirler (Demirgöl ve Sağdıç, 2018). Dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacının önemli bir kısmı sığır, manda, koyun ve keçi gibi hayvanların sütünden sağlanmaktadır. Süt organizmanın gelişmesi ve yaşamını sürdürmesi için ihtiyacı olan besin öğelerinin hemen hepsini ihtiva eder. Bundan dolayı süt çok eski zamanlardan beri en çok tüketilen besin maddelerinden biridir. Süt proteinleri, yaşamın sürdürülmesinde büyük önem taşıyan esansiyel amino asitlerinin hepsini ihtiva etmesinden dolayı biyolojik değeri yüksektir (Inal, 1990). Süt ürünleri, kalsiyum, D vitamini, potasyum ve fosfor gibi kemik sağlığına olumlu etkisi olan besin öğeleri bakımından da zengin olup, özellikle kalsiyum seviyesinin yüksek olması, çocukların kemiklerinin gelişimini olumlu etkilediği, yaşlı insanlarda kemik kaybını, dolayısıyla kemik kırıklarının önüne geçilmesinde önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Górska-Warsewicz vd., 2019)

Süt ürünleri, günlük olarak tüketimde devamlılığı olan ve dünyada insanların çoğunluğu tarafından en çok arzulanan besinlerden biridir (Üçüncü, 2015). Evde hazırlandığı gibi (zanaatkâr, ev yapımı, butik süt ürünleri) dünyanın birçok yerinde büyük miktarlarda endüstriyel olarak üretilirler. Süt ürünleri eldesinde çeşitli laktik asit bakterilerinin (LAB) eklenmesiyle fermentasyon üretim tekniği kullanılır. Laktik asit fermentasyonu sütün tadını, sindirilebilirliğini artırarak, tüketicilere değişik değerlerde ve lezzette ürünler sunar. Fermente süt ürünleri birçok yönüyle oldukça yararlıdır. Bu şekilde üretilen süt

ürünlerinin raf ömrü de uzamaktadır (Petrova vd., 2021). Fermente ürünler, fermente olmayan gıdalarla karşılaştırıldığında insan sağlığı bakımından bazı pozitif etkiler oluşturduğu ortaya konulmuştur (Demirgöl ve Sağdıç, 2018). Fermentasyon etkisiyle besin değerlerinde olumlu yönde değişiklikler oluşmakta ve bilhassa esansiyel aminoasit miktarında yükselme meydana getirmektedir. Fermente gıdalar dengeli beslenme bakımından da önemlidir. Ek olarak; bu ürünlerin olumlu etkisi laktoz intoleransı olan bireylerin süt ürünlerini tüketebilmesine olanak sağlamasıdır (Pekel ve Korukluoğlu, 2009). Beyaz peynirde söz konusu bu fermente ürünlerdendir. Bütün toplumların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan peynir, süt ürünleri arasında üretimi oldukça fazla olan ve sevilerek tüketilen bir ürün olarak çok uzun zamanlardan beri toplumların beslenmesinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Peynirin Türkiye’de coğrafi konumu dolayısıyla farklı medeniyetlerin bir arada olduğu ve ananevi lezzetlerin ortaya çıkmasını sağlayan süt ürünleri kategorisinde geniş bir ürün portföyüne sahip olduğu bildirilmektedir (Çetinkaya, 2021).

Beyaz peynir; TS 591’e göre; geviş getiren hayvanlardan bilhassa inek, yanı sıra koyun, keçi veya bu sütlerin karışımından pastörize veya termize sonra starter kültür ve/veya maya ilave edilerek veya edilmeden üretilen telemenin tekniğine uygun olarak işlenmesi sonucu elde edilen olgunlaştırılmış veya olgunlaştırılmamış yarı sert veya sert bir süt ürünüdür (Anonim, 2013). Yukarıda adı geçen standartta klasik tam yağlı beyaz peynir; ısıl işlem görmeden, pastörizasyonda uygulanan sıcaklıklardan daha düşük ısıl işlem uygulanmış veya pastörize edilmiş inek sütü, koyun sütü, manda sütü, keçi sütü veya karışımlarına maya ilave edilerek, gerektiğinde katkı maddeleri katılması ile tekniğine göre işlenerek ve belli süre olgunlaştırılarak elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). Antik çağda peynir, uzun raf ömrü avantajıyla öncelikle konsantre bir süt formu olarak bilinip dünya çapında çok çeşitli tür ve şekillerde üretilen en popüler süt mamulüdür (Mohamed ve El Zubeir, 2018). Peynir üretiminde en temel oluşum sütün pıhtılaştırılmasıdır. Pıhtılaştırma yöntemi olarak yüzyıllardır kullanılan hayvansal kaynaklı enzim preparatı rennin (peynir mayası), süttten kesilmemiş buzağuların şirdenden (abomasum) üretilmektedir. Sütü pıhtılaştıran enzimler asit proteaz olup bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan üretilmektedirler. Pıhtılaşmayı sağlayan enzimin elde edildiği kaynağa göre maya kuvveti ve peynirin

kalitesi üzerine etkisi olduğu bildirilmektedir (Çakmakçı vd., 2017).

Bu çalışmada İstanbul'da semt pazarlarında satılan tam yağlı beyaz peynirleri Türk Standardı TS 591 (Anonim, 2013)'de önerilen metotlara göre (Anonim, 2006; Anonim, 2015; Sezey ve Adun, 2019; Tekinşen vd., 1996) analiz edilmesi ve numunelerin TS 591'e göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOTLAR

Bu çalışmada İstanbul'daki semt pazarlarından tam yağlı salamura beyaz peynir numuneleri 500'er gram miktarında soğuk zincir altında temin edilmiş, laboratuvarında analize alınana kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Daha sonra örnekler analize alınmıştır.

Analiz Sayısı

Uygun olmayan örneklem oranının %5 ile %20 arasında değiştiği varsayılarak, bu frekansı yaklaşık olarak ortaya çıkarmak için %95 güven düzeyi ve %80 güç katsayıları dikkate alınarak en az 26 örneğin çalışılması gerektiği güç (power) analizi ile hesaplanmıştır. Bu nedenle Türkiye'deki İstanbul pazarlarından 26 tam yağlı salamura beyaz peynir örneği toplanmıştır.

Fizikokimyasal Analizler

Beyaz peynir numunelerinde renk ve görünüş (Anonim, 2013), asitlik (Anonim, 2013), rutubet miktarı (Anonim, 2006), kuru maddede tuz (Anonim, 2015; Sezey ve Adun, 2019) ve kuru maddede yağ (Tekinşen vd., 1996) miktarları aşağıdaki kriterlere göre analiz edilmiştir.

Beyaz peynirde asitlik tayini

Deney numunesinden saat camına (Ohaus, ABD) 10 g alınarak tartıldı. Bir behere aktarılarak üzerine 10 mL destile su ilave edildi ve iyice ezilerek çözüldü. Elde edilen çözelti üzerine 1-2 damla %1 fenolftaleyn'in etanol çözeltisi (Merck-Almanya) indikatörü damlatıldı. Son olarak; 0,1 N sodyum hidroksit çözeltisi (Merck, Türkiye) ile titre edilerek tüketim kaydedildikten sonra hesaplamaya geçildi. Bu işlem her numune için 2 kez tekrarlanmıştır (TS 591).

Beyaz peynirde tuz miktar tayini (Mohr metodu)

Deney numunesinden 5 g alınarak beher (Ohaus, ABD) içinde tartıldı. Üzerine 50 mL destile su (destile su cihazı) eklenerek iyice ezilerek çözüldü. 0.5 mL %5 potasyum bikromat (Merck, Türkiye) indikatörü eklendi.

0.1 N gümüş nitrat (Merck, Türkiye) çözeltisiyle ile titre edilerek tüketim kaydedildikten sonra hesaplamaya geçildi. Bu işlem her numune için 2 kez tekrarlandı (Sezey ve Adun, 2019; Anonim, 2015, TS 774).

Beyaz peynirde rutubet ve kuru madde analizi

Kurutma kabının bir tarafına deniz kumu (Merck Türkiye) ve cam baget konuldu. 102 °C'lik etüvde (Binder, Almanya) 2 saat bekletildi. Etüvden alınarak desikatöre (İldam, Ankara) konuldu, oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve tartıldı (Ohaus, ABD). Diğer tarafına yaklaşık 5 g deney ince kıyılmış beyaz peynir numunesi konuldu ve kap kütlesi, kapağı ve kurutma çubuğu ile birlikte 1 mg yaklaşımla tartıldı, virgülden sonra dört ondalıklı sayı olarak kaydedildi. Kum ve analiz numunesi homojen olacak şekilde karıştırıldı ve karışım kabin tabanına yayıldı. Cam baget kabin kenarına belli bir açıda duracak şekilde tutturularak birlikte (Kumun doymuş hale gelmesi için 3 mL damıtık su ilave edilerek, sert peynirin bu kumla karışması sağlandı) işleme alındı. Kurutma kabı, kapağı yanında olacak şekilde etüv içinde 102 °C'ye ısıtıldı. Kurutma kabı içeriğinin 102 °C'ye ulaşması sağlanarak 3 saat kadar kurutuldu. Kurutma kabı kapağı kapatıldı. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğuması için bırakıldı, tartıldı, kaydedildikten sonra hesaplamaya geçildi. Bu işlem her numune için 2 kez tekrarlandı (TS 5534).

Beyaz peynirde yağ miktar tayini

3 g beyaz peynir numunesi bütirometrenin delikli cam behercik içine (Ohaus, ABD) tartıldı. Apparat bütirometreye yerleştirildi. Bütirometrenin üst deliğinden peynir numunesinin üstünü tamamen kaplayacak şekilde homojen hale getirilmiş %62'lik sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edildi. 65 °C ± 2 °C'de peynir numunesi ekstrakte olup çözülmüncüye kadar zaman zaman altüst edilerek bekletildi. Üzerine 1 mL amil alkol eklendi. Alt üst edilerek homojenize edildi. 65 °C'de ısıtmalı Gerber santrifüjüne iki paralel karşılıklı olarak yerleştirildi. 10 dakika santrifüje edildi. Yağ miktarı Gerber metodu'na göre Van Gulik bütirometresi skalasında okundu (Tekinşen vd., 1996). Okunan değer kuru maddesi üzerinden hesaplanarak peynirdeki kuru maddede toplam yağ miktarı hesaplandı. Bu deney her numune için 2 kez tekrarlandı (Tekinşen vd., 1996).

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Beyaz peynir numunelerinden (n = 26)

elde edilen sonuçlar Statistical Package for the Social Sciences sürüm 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) yardımıyla analiz edildi. Numunelerin fiziko-kimyasal analizi iki paralel olarak analiz edildi. Elde edilen veriler ortalama±standart sapma (SS) olarak ifade edildi.

BULGULAR

TS 591 verileri temel alınarak TS 5534 (Anonim, 2006), TS 774 (Anonim, 2015), Gerber metodu'na (Tekinşen vd., 1996) ve Mohr metodu'na (Anonim, 2015) göre elde edilen beyaz peynir numunelerinin (n=26) analiz sonuçları değerlendirilmiştir (Tablo 1). Tüm parametreler açısından TS 591'e göre 16 örnek (%61,5) uygun bulundu. Analiz edilen 26 örneğin 25'inin (%96,15) laktik asit cinsinden asitliği değeri uygun, 1'i ise aykırı (%3,85) bulundu. Örneklerin hepsinde rutubet miktarları (%100,00) standarda uygun bulundu. Analiz edilen 26 örneğin 23'ünün (%88,46) kuru maddede tuz miktarları bakımından değerleri Standart'a uygun, 3'ünün (%11,54) ise aykırı bulunmuştur. Analiz edilen 26 örneğin 18'inin (%69,23) kuru maddede yağ miktarları bakımından değerleri Standart'a uygun, 8'inin (%30,77) ise aykırı bulunmuştur.

TARTIŞMA

Salamura beyaz peynirin, protein ve yağ ihtiva etmesiyle yüksek enerji ve besin değeri vardır (Petrova vd., 2021). Bu bağlamda; peynirler kolayca sindirilebilen peptitler ve bünyesindeki esansiyel amino asitler (lösin, izölösin, lizin, metionin, sistin, fenilalanin, tirozin, triptofan ve valin), A, B, E ve D vitaminlerini, kalsiyum, çinko, magnezyum ve fosfor gibi mineralleri barındırmaktadır. Peynirin eşsiz tat ve aromasını laktik asit, aldehitler, alkoller, karboksilik asitler, metil ketonlar, etil esterler, kükürt bileşikler ve aromatik hidrokarbonlar gibi uçucu bileşenler oluşturmaktadır. İstanbul (Türkiye) semt pazarlarında satışa sunulan tam yağlı beyaz peynirlerin TS 591'e göre değerlendirilmesi ve etikette beyan edilen değerlerin adı geçen standarda uygunluğunun incelenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; 26 tam yağlı beyaz peyniri örneklerinin laktik asit cinsinden titre edilebilir asitliği %0,60-3,96 arasında olup, tüm beyaz peynirlerin ortalama asitliği %1,19 olarak Standart'a uygun bulunmuştur. Yapılan bir araştırmada; starter kültür katılmadan üretilen beyaz peynirlerde üretimden itibaren 90. gününde ortalama titre edilebilir asitlik %1,21 ± 0,18 bulunmuştur (Hayaloglu ve ark., 2005). Ayrıca, 763SK11 *Lactobacillus lactis* subsp.

lactis ve *L. lactis* subsp. *cremoris* suşu starter kültürü katılarak üretilen beyaz peynirlerde titre edilebilir asitlik %2,07 ± 0,12 bulunmuşken 317HP *L. lactis* subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *cremoris* suşu starter kültürü katılanlarda ise %1,73 bulunduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada, Kahramanmaraş'ta üretilen 50 adet beyaz peynirde titre edilebilir asitlik en düşük %0,39 en çok %0,47 olup ortalama %0,43 ± 0,023 olarak bulunmuştur (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Kars'ta 15 adet beyaz peynir numunesi ile yapılan bir çalışmada da asitlik en düşük %0,58 en çok %1,81 olup ortalama %1,09 ± 0,51 değerindedir (Çetinkaya, 2021). Sivas ilinde 25 adet küp peyniri adı altında üretilen beyaz peyniri ile yapılan bir çalışmada asitlik en düşük %0,46 en çok %1,43 olup ortalama %0,87'dir (Pekel ve Korukoğlu, 2009). Bu çalışmada yer alan beyaz peynir örneklerinin tamamında rutubet miktarları Standart'a uygun bulunmuş olup ortalama rutubet miktarı %53,70'tir. Sivas ilindeki beyaz peynirlerde yapılan çalışmada da kuru madde miktarına bakılarak incelendiğinde rutubet miktarlarının Standart'a uygun olduğu görülmüştür (Peker ve Korukoğlu, 2009). Kars ilindeki çalışmada da kuru madde miktarları %34,16-59,63 değerlerinde ve rutubet miktarları %40,37-65,84 aralığında olduğu tespit edilmiş, bazı peynirlerin %65 olan maksimum standart değerinin üzerinde olduğu görülmüştür (Çetinkaya, 2021). Çalışmamızdaki 26 beyaz peynir örneğinde kuru maddedeki tuz miktarları %4,07-15,56 ve %7,71 ortalama ile bulunmuş, 3 adet örnek (%11,54) Standart'a aykırı iken 23 adedi (%88,46) Standart'a uygun bulunmuştur. Ankara piyasasında satışa sunulan 20 adet beyaz peynir numunesinde; kuru maddede tuz miktarları %6,050-15,711 değerlerinde ve ortalama %9,662 ± 0,490 olarak Haziran ayında saptanmışken Kasım ayında toplanan peynir örneklerinde ise kuru maddede tuz miktarları %4,345-13,334 ve ortalama %8,334 ± 0,492 olarak saptanmıştır. Çalışmada peynir üretiminin farklı zamanlarda yapılmasının kimyasal analiz sonuçları arasında anlamlı farklılık olmadığı da bildirilmiştir. (Uraz ve Şimşek, 1998). Yapılan çalışmada beyaz peynir örneklerinde kuru maddede yağ miktarları %37,19-73,05 arasında ve ortalama değer ise %49,03 olarak bulundu. Analiz edilen 26 beyaz peynir örneğinden 8'i (%30,77) Standart'a aykırı iken 18'i (%69,23) ise Standart'a uygun bulunmuştur. Hayaloglu ve ark.'nın (2005) yaptığı çalışmada; üretimden itibaren 90. günde starter kültür katılmadan üretilen beyaz peynirlerde ortalama kuru maddede yağ miktarı %51,76 ± 0,85, 763SK11 *L. lactis* ssp. *lactis* ve

L. lactis ssp. *cremoris* suşları starter kültürü katılanlarda %52,89 ± 0,90 ve 317HP *L. lactis* ssp. *lactis* ve *L. lactis* ssp. *cremoris* suşu starter kültür katılanlarda ise %51,11 ± 0,49 olarak tespit edilmiştir. Farklı suşlar kullanıldığı halde yağ miktarları bakımından önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Kahramanmaraş'ta üretilen 50 adet beyaz peynirde kuru maddede yağ miktarı en düşük %37,33 en çok %49,49 olup ortalama %44,16 ± 2,63 değerlerinde

bulunmuştur (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). 15 adet beyaz peynir numunesinin yer aldığı çalışmada kuru maddede yağ miktarları %34,69-47,50 arasında ve ortalaması ise 38,82 ± 6,76 olarak tespit edilmiştir (Çetinkaya, 2021). Bu çalışmalarda da saptandığı üzere Standart'a aykırı parametre değerleri bulunabilmektedir.

Bu çalışmada görüldüğü üzere tam yağlı olarak beyan edilen beyaz peynirlerin yaklaşık üçte biri Standart'a aykırı olarak tam yağlı

Tablo 1. İstanbul semt pazarlarından alınan 26 adet beyaz peynir numunesinin asitlik, rutubet, tuz ve yağ oranlarının sonuçları, ortalama değerleri ile standart sapma değerleri hesaplanarak sunulmuştur.

Beyaz peynir örnekleri (n=26)	Asitlik	Rutubet	Tuz	Yağ
n	En çok %3 (Laktik asit cinsinden)	En çok %65 (m/m)	%10 (Kuru maddede)	Tam Yağlı en az %45 (Kuru maddede)
1	3,96±0,21	56,50±0,25	6,99±0,07	39,30±0,12
2	0,78±0,05	42,60±0,18	5,77±0,05	45,75±0,15
3	0,75±0,05	55,88±0,25	6,80±0,07	43,80±0,09
4	0,66±0,04	62,70±0,33	8,02±0,08	37,48±0,08
5	0,87±0,05	54,40±0,18	8,79±0,05	51,01±0,12
6	1,49±0,07	56,00±0,22	6,82±0,07	59,47±0,15
7	0,89±0,04	49,14±0,18	6,23±0,03	64,00±0,25
8	0,60±0,03	51,80±0,27	7,78±0,04	64,50±0,18
9	0,60±0,03	55,57±0,15	7,02±0,04	61,45±0,13
10	0,88±0,05	48,30±0,22	6,67±0,02	42,96±0,08
11	0,88±0,05	50,70±0,35	7,46±0,05	45,86±0,00
12	0,60±0,03	56,47±0,22	6,59±0,09	37,19±0,05
13	1,05±0,05	51,65±0,35	7,78±0,03	48,20±0,08
14	0,60±0,03	40,06±0,16	4,07±0,05	37,44±0,12
15	0,89±0,03	55,27±0,16	14,29±0,22	47,94±0,15
16	0,74±0,03	54,87±0,25	15,56±0,12	45,11±0,15
17	1,50±0,08	58,84±0,22	7,99±0,09	43,33±0,08
18	1,05±0,06	55,28±0,18	7,98±0,05	52,46±0,25
19	0,97±0,06	64,50±0,15	12,68±0,09	37,23±0,15
20	1,62±0,08	57,25±0,22	6,50±0,07	46,25±0,22
21	1,20±0,05	49,29±0,38	5,15±0,02	51,34±0,45
22	2,21±0,03	51,75±0,45	6,47±0,03	54,72±0,03
23	1,24±0,03	64,36±0,83	6,45±0,05	46,01±0,41
24	1,53±0,03	54,15±0,08	7,64±0,01	47,98±1,54
25	1,41±0,06	51,94±0,23	7,33±0,04	50,98±0,00
26	1,89±0,04	47,04±0,08	5,64±0,04	73,05±0,78

olmadıkları ortaya konulmuştur. Bu durumun tüketicinin aldatıldığı anlamına geldiği, etikten uzaklaşdığı görülmekte ve üreticilere caydırıcı yaptırımların gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Peynir üretim tesislerinin denetimleri arttırılarak, üreticinin düzenli bilgilendirme ve kontrolleri sağlanarak ve aynı zamanda tüketicilerin daha fazla bilinçlendirilmesi amacıyla eğitimler düzenlenmesi ile sorunlar çözüme kavuşturulabilir.

AÇIKLAMALAR

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Etik kurul izni

Bu çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Laboratuvarlarında ilgili adı geçen kurumun 28/05/2018 tarih 8533 sayılı izni ile Ocak 2019 - Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 31.05.2022 tarih, 2022/197 numaralı ve 12 sayılı kararı ile alınmıştır.

Yazar katkı oranı

Çalışmada tüm yazarların katkıları eşit derecede sağlanmıştır. Makalede emeği geçen yazarlar, makalenin yayınlanan şeklini okudu ve kabul etti.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2006). Peynir ve İşlenmiş Peynir - Toplam Kuru Madde İçeriği Tayini (referans yöntem) Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, TS 5534, Ankara.
- Anonim. (2013). Beyaz Peynir Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, TS 591, Ankara.
- Anonim. (2015). Sofralık Zeytin Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, TS 774, Ankara.
- Çakmakçı, S., Cantürk, A. ve Çakır, Y. (2017). Peynir üretimi için sütü pıhtılaştırıcı enzimlere genel bir bakış ve güncel gelişmeler. *Akademik Gıda*, 15(4), 396-408. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.370264>
- Çetinkaya, A. (2021). Kars piyasasında satışı sunulan yoğurt, beyaz peynir ve kars kaşar peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Gıda*, 46(5), 1233-1242. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21060>
- Demirgöl, F. ve Sağdıç, O. (2018). Fermente

süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13), 45-53. <https://doi.org/10.31590/ejosat.377798>

- Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W. ve Czebotko, M. (2019). Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet. *Nutrients*, 11(8), 1771. <https://doi.org/10.3390/nu11081771>
- Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F. ve McSweeney, P. L. H. (2005). Influence of Starters on Chemical, Biochemical, and Sensory Changes in Turkish White-Brined Cheese During Ripening. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3460-3474. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)73030-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)73030-7)
- Inal, T. (1990). Süt ve süt ürünleri hijyen ve teknolojisi. İstanbul: Final ofset.
- Mohamed, O. A. E. ve El Zubeir, I. E. Y. M. (2018). Comparative study on chemical and microbiological properties of white cheese produced by traditional and modern factories. *Annals. Food Science and Technology*, 19(1), 111-120.
- Pekel, M. ve Korukluoğlu, M. (2009). Sivas yöresinde üretilen küp peynirinin mikrobiyolojik, kimyasal kalitesi ve küf florasının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 1-7.
- Petrova, P., Ivanov, I., Tsigoriyna, L., Valcheva, N., Vasileva, E., Parvanova-Mancheva, T., Arsov, A. ve Petrov, K. (2021). Traditional Bulgarian Dairy Products: Ethnic Foods with Health Benefits. *Microorganisms*, 9(3), 480-499. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030480>
- Sezey, M. ve Adun, P. (2019). Validation of mohr titration method to determine salt in olive and olive brine. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 6(3), 329-334. <https://doi.org/10.18596/jotcsa.496563>
- Tekinşen, O. C., Atasever, M. ve Keleş, A. (1996). Civil peynirinin kimyasal ve organoleptik özellikleri. *Veteriner Bilimler Dergisi*, 12(1), 65-71.
- Tekinşen, O. C. ve Tekinşen, K. K. (2005). Süt ve Süt Ürünleri: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Üçüncü, M. (2015). Süt ve mamülleri teknolojisi. Sidas yayınları.



Titanyum Dioksitin Yavru Sıçanlarda Glikoz Metabolizması Üzerine Etkisi

Effect of Titanium Dioxide on Glucose Metabolism in Young Rats

Kübra İZLER¹, Fatih GÜLTEKİN², Kürşad Nuri BAYDİLİ³, Eray Metin GÜLER⁴

¹SBÜ, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya AD, İstanbul

^{2,4}SBÜ, Hamidiye Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Tıbbi Biyokimya AD, İstanbul

³SBÜ, Hamidiye Sağlık Hizmetleri MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, İstanbul

¹ORCID: 0000-0001-6031-6638  ²ORCID: 0000-0003-2888-3215 

³ORCID: 0000-0002-2785-0406  ⁴ORCID: 0000-0003-4351-1719 

⁵ORCID: 0000-0002-1306-3399  ⁶ORCID: 0000-0001-8026-7159 

*Sorumlu Yazar: kubra.izler@gmail.com Geliş Tarihi: 19.07.2022 Kabul Tarihi: 31.03.2023

ÖZET

Gıda katkı maddesi olarak kullanılan titanyum dioksite en çok çocukluk ve ergenlik dönemlerinde maruz kalınmaktadır. Titanyum dioksitin metabolizmaya olumsuz etkileriyle ilgili çalışmalar halen netlik kazanmamıştır. Bu çalışmada çocukluk ve ergenlik dönemindeki sıçanlarda titanyum dioksitin glikoz metabolizması üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmada 20 adet 3 haftalık dişi Sprague-Dawley sıçan kullanılmıştır. Sıçanlar deney ve kontrol grubu olarak her grupta 10 sıçan olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Deney grubuna 6 hafta boyunca 5 gün 140 mg/kg titanyum dioksit oral gavajla verilmiştir. Deney süresince her hafta ağırlık değişimi, 2. ve 6. haftalarda kan glikoz düzeyi, deney sonunda ise trigliserit düzeyleri ölçülmüş ve bu ölçümlerle trigliserit glikoz indeksi hesaplanmıştır.

Deney boyunca vücut ağırlık artışında gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ($p=0,796$). İkinci ve 6. haftalarda kan glikoz düzeyi ölçülmüş ve 2. haftaya göre 6. haftadaki yüzde artış miktarı arasında anlamlı fark görülmedi ($p=0,604$). Deney sonunda gruplar arasındaki kan glikozu ve trigliserit düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,315$ ve $p=0,633$). TyG indeksi hesaplaması sonucu gruplar arasında istatistiksel fark saptanmadı ($p=0,274$). Ayrıca, deney ve kontrol grubunda ağırlık artışı, glikoz düzeyi ve trigliserit düzeyleri arasında anlamlı ilişki bulunmadı. İnce partiküllü titanyum dioksitin çocukluk ve ergenlik dönemindeki sıçanlarda glikoz metabolizması üzerine olumsuz bir etki oluşturmadığı söylenebilir. Daha net etki gözleyebilmek için ince partiküllü titanyum dioksit ile yapılan ilave çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Çocuk Sağlığı, Gıda Katkı Maddeleri, Glikoz Metabolizması, Titanyum Dioksit

ABSTRACT

The most common exposure to titanium dioxide, which is used as a food additive, is during childhood and adolescence. Studies on the adverse effects of titanium dioxide on metabolism are still unclear. In this study, it was aimed to investigate the effects of titanium dioxide on glucose metabolism in young rats. In this study 3-week-old, 20 female Sprague-Dawley rats were used. The rats were divided into two as experimental and control groups, with 10 rats in each group. The experimental group was given 140 mg/kg titanium dioxide by oral gavage, 5 days a week for 6 weeks. Changes of the body weight every week, blood glucose level in the 2nd and 6th weeks, and triglyceride levels at the end of the experiment were measured and the triglyceride glucose index was calculated using by these measurements.

There was no significant difference between the groups in body weight gain throughout the experiment ($p= 0.796$). The blood glucose level was measured in the 2nd and 6th weeks, and there was no significant difference between the percentage increase in the 6th week compared to the 2nd week ($p= 0.604$). At the end of the experiment, there was no difference between the groups in blood glucose and triglyceride levels ($p =0.315$ and $p= 0.633$). There was no statistical difference between the groups as a result of the calculation of the TyG index ($p=0.274$). In addition, there was no significant relationship between weight gain, glucose level and triglyceride levels in the experimental and control groups. It can be said that fine particle titanium dioxide does not have a negative effect on glucose metabolism in young rats. Additional studies with fine particle sized titanium dioxide are needed to observe a clear effect.

Keywords: Child Health, Food Additives, Glucose Metabolism, Titanium Dioxide

GİRİŞ

Yiyeceklere farklı amaçlarla çeşitli katkıların ilave edilmesi antik çağlara kadar dayanmaktadır. Günümüzde ise modern yaşam koşulları katkı maddelerinin kullanımını neredeyse kaçınılmaz hale getirmiştir. Fark edilmeden tüketilen gıda katkı maddelerinin sağlığa olumsuz etkileri tüketicileri endişeye sevk etmiş ve sürekli araştırma konusu olmuştur (Carocho vd., 2014). Gıda katkı maddelerinden biri olan titanyum dioksit (TiO_2) çeşitli sanayi alanlarında opaklaştırma ve beyaz renk elde etmek için sıklıkla kullanılan bir renklendiricidir. Besleyici değeri bulunmayan ve gıda etiketlerinde Amerika Birleşik Devletleri'nde INS171, Avrupa ülkelerinde ise *E171* koduyla yer alan TiO_2 , yiyecek-içecek sektöründe sakız, şekerleme, süt ürünleri, içecekler, sos, krema ve hazır çorba gibi ürünlerde renklendirme amacıyla eklenen bir gıda katkı maddesidir (Janus, 2017). Titanyum dioksidin sık ve yaygın kullanımı insan sağlığı üzerinde oluşabilecek zararlar hakkında endişe uyandırmıştır. Gıdalar aracılığıyla maruziyet ülkeler ve yaş grupları arasında değişkenlik gösterse de yapılan çalışmalar sakız ve şekerleme grubu yiyeceklerin daha sık tüketilmesi sebebiyle 3-17 yaş aralığındaki çocukların TiO_2 'ye en fazla maruz kalan bireyler olduğunu göstermiştir (Bischoff vd., 2020; Winkler vd., 2018).

Son yıllarda TiO_2 'nin ağızdan alındıktan sonra sağlık üzerindeki potansiyel yan etkilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma yapılmış ve birçoğunda enflamasyona yol açtığı, mikrobiyotayı değiştirdiği, genotoksik ve sitotoksik etkilerinin olduğu, hafıza ve öğrenmeyi etkilediği ayrıca biyokimyasal parametrelerde değişikliklere yol açtığı gösterilmiştir (Mohammadipour vd., 2014; Ze vd., 2014). Dokular üzerinde subakut ve subkronik maruziyet araştırmalarında sıçan bağırsaklarında epitel hiperplazi ve preneoplastik lezyonların oluşumu bildirilse de bazı oral maruziyet çalışmalarında bu etkilerin görülmediği belirtilmiştir (Bettini vd., 2017). Titanyum dioksidin kan glikoz düzeyine etkisinin incelendiği Gu vd. (2015) çalışmalarında farelere oral yolla günlük 64 mg/kg TiO_2 verildiğinde, serbest oksijen türleri miktarının ve kan glikozunun

değişmediği gözlenmiştir. Ayrıca plazma glikoz homeostazını düzenleyen pankreas, beyin, ince bağırsak gibi organlarda histopatolojik değişimlerin olmadığı görülmüştür. Titanyum dioksidin hamilelik dönemindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada farelere hamileliğin 5. gününden 18. gününe kadar günlük 5 mg/kg TiO_2 verilmiştir. Çalışma sonucunda maternal kan glikoz düzeyinin yükseldiği ve mikrobiyotanın değiştiği gözlemlenmiştir. Ancak mikrobiyotadaki değişimin TiO_2 maruziyetinden veya gestasyonel sürecin doğal sonucundan kaynaklandığı konusunda kesin bir sonuca varılamamıştır (Mao vd., 2019). Chen vd. (2018) sıçanlar üzerinde yaptığı çalışmada sıçanlar 30 ve 90 gün boyunca günde 0, 2, 10 ve 50 mg/kg dozlarda TiO_2 'ye maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda TiO_2 'nin bağırsaklardan glikoz emilimini azaltıp hepatik glikoz metabolizmasını artırarak hipoglisemik etkiye yol açabileceği bildirilmiştir.

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), olumsuz bulgulara rağmen TiO_2 'nin tüketim konusunu yeniden düzenlemeye almamış, eksik ve çelişkili araştırma verilerinin yeni çalışmalarla desteklenerek tekrar dikkatlice değerlendirilmesini önermiştir (EFSA, 2016).

Gıda katkı maddesi olarak kullanılan TiO_2 'nin glikoz metabolizması üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar sayısal olarak yetersiz ve sonuçları çelişkilidir. Ayrıca bu katkı maddesine en çok maruz kalınan yaşamın erken dönemi kapsayan çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada; genç sıçanlar TiO_2 'ye oral yolla subkronik olarak maruz bırakılacak, böylece TiO_2 'nin çocukluk döneminde glikoz metabolizmasına olası yan etkileri aydınlatılmaya çalışılacaktır.

MATERYAL VE METOTLAR

Titanyum Dioksidin Partikül Analizi

Titanyum dioksit (*E171*) Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir (Sigma-Aldrich, Titanyum (IV) oksit EMPROVE, Katalog No: 100805). Partikül boyutu ölçümü ve zeta potansiyeli ölçümü Malvern Panalytical Zetasizer Ultra (Malvern Panalytical Ltd; UK) cihazı ile yapılmıştır.

Deney Planı

Randomize kontrol çalışması olarak planlanan araştırmada ağırlıkları 27-38 gram arasında değişen üç haftalık 20 adet dişi Sprague-Dawley sıçan kullanıldı. Hayvanlar 20-22 °C sıcaklıkta, %55-60 nem oranında havalandırılan ve 12 saatlik aydınlık/karanlık döngüde barındırıldı. Kafeslerinde hazır bulunan standart pelet yem ve çeşme suyu ile beslendi. Deney hayvanları rastgele 10'arlı deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrıldı. Kontrol grubuna ultra saf su verilirken TiO₂ grubuna kilogram başına 100 mg TiO₂ verildi. Titanyum dioksit dozu belirlenirken çocukların maruz kaldıkları miktar dikkate alındı. ABD'de ortalama 1-2 mg/kg/gün, İngiltere'de 2-3 mg/kg/gün TiO₂'ye maruz kaldıkları bilgisinden hareket edilerek, Chen vd. (2018) çalışmaları da referans alınarak 100 mg/kg/gün olarak uygulanmasına karar verildi. Bu doz çocukların maruz kaldıkları ortalama TiO₂ miktarının 50 katıdır. Bu değere karar verirken maruz kalınan ortalama miktar (2 mg/kg/gün) güvenlik faktörü olan 100 ile çarpılıp, sonra da ikiye bölündü ve insanların maruz kaldığı miktarın yarısı simüle edilmeye çalışıldı. Titanyum dioksit haftada 5 gün verildi. Günlük ortalama 100 mg/kg dozunu sağlamak için haftada 5 gün 140 mg/kg/gün dozunda uygulandı. Hassas terazide tartılan TiO₂'ye ultra saf su eklenerek süspansiyon hazırlandı. Süspansiyonlardaki TiO₂'nin ultra saf suda homojen şekilde dağılması için her uygulama öncesinde 15 dakika sonikatöre, ardından vortekse (WITEG Laborotechnik, Almanya, Wisd Vortex Mixer VM-10) tabi tutuldu. Elde edilen karışım, deney grubuna 6 hafta boyunca haftada 5 gün 1 ml hacimde oral gavaj yoluyla verildi. Kontrol grubuna ise deney süresi boyunca aynı hacimde oral gavaj yoluyla ultra saf su verildi. Deney boyunca hayvanların ağırlıkları 7 gün arayla tekrar ölçülerek yeni süspansiyonlar hazırlandı.

Deney Hayvanlarından Serum Eldesi

Ölçülen parametrelerin sıçanların yedikleri gıdalardan etkilenmemesi için deney sonlandırılmadan 16 saat önce sıçanların yiyecek alımına son verildi.

Cerrahi işlem öncesi deney hayvanları tartılarak intraperitoneal, kg başına 90/10 mg ketamin/ksilazin (Ketasol %10 Richter Pharma, Rompun %2 Bayer) verilerek anestezi yapıldı. Uygulanan anestezinin etkinliği kas tonusu test edilerek kontrol edildi. Tam anestezi sağlandıktan sonra her hayvandan intrakardiyak kan alınarak jelli tüplere aktarıldı. Jelli tüplerdeki kan yavaş hareketlerle birkaç kez alt üst edilerek 40 dk bekletildi. Pıhtılaşma gözlemlendikten sonra kan tüpleri 10 dakika 3000 g'de santrifüj (GYROZEN Co., Ltd, Kore, model numarası: 1580R) edilerek serumları ayrıldı.

ELISA Kitinin Ölçüm Prensipleri

Serum trigliserit düzeyleri yarışmacı ELISA tekniği ile çalışan kit ile ölçüldü (ELK Wuhan Biotechnology CO., Ltd., Rat TG - Triglyceride - ELISA Kit katalog numarası: ELK8384). Kitte bulunan mikropılaka, önceden trigliserit proteiniyle kaplanmıştı. Standartlar veya numuneler, trigliseride özgü biyotin-konjuge antikor ile uygun mikropılaka kuyularına eklenir. Daha sonra Avidin ile konjuge Horseradish Peroksidazı (HRP), her mikropılaka kuyusuna eklenir ve inkübe edilir. TMB substrat solüsyonu eklendikten sonra sülfürik asit solüsyonu eklenerek enzim-substrat reaksiyonu sonlandırılır. Hemen ardından renk değişimi 450 nm ± 10 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülür. Numunelerdeki trigliserit konsantrasyonunu belirlemek için numunelerin optik yoğunluğu (OD) standart eğriyle karşılaştırılır.

Trigliserit Glikoz İndeksinin Hesaplanması

Trigliserit Glikoz İndeksi (TyG indeksi) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{TyG indeksi} = \ln [\text{Açlık trigliserit (mg / dl)} \times \text{Açlık glikoz (mg / dl)}] / 2$$

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizi SPSS 25 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. İki kategorili nitel değişkenlerle nicel değişkenler arasındaki karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki nicel değişken arasında ilişki varlığı Spearman korelasyonu ile

Tablo 1. Deney sonunda gruplar arası çeşitli parametre sonuçlarının karşılaştırılması istatistiksel anlam düzeyleri (p) ile birlikte verilmiştir.

	Kontrol (ortanca (min-maks))	Titanyum dioksit (ortanca (min-maks))	p değeri
Ağırlık (g)	117,5 (58-132)	111 (91-126)	0,143
Kan glikozu (mg/dl)	144 (60-168)	122 (91-152)	0,315
Trigliserit (mg/dl)	1,41 (9,45-15,45)	10,76 (9,1-14,23)	0,633
TyG indeksi (mg/dl)	2,51 (2,03-2,78)	2,4 (2,25-2,69)	0,274

mg: miligram dl: desilitre g: gram

incelenmiştir. Araştırmada tip I hata oranı 0,05 olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deney sonunda gruplar arası farkın istatistiksel değerlendirmesi Tablo 1'de gösterilmiştir. Deney sonunda gruplar arasında değerlendirme parametrelerinin karşılaştırılması sonucu ağırlık, kan glikozu, trigliserit ve TyG indeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

GKM olarak kullanılan TiO_2 'nin, boyutu daha düşük olan TiO_2 nanopartiküllerine göre daha fazla aglomere olduğu belirtilmiştir. Daha az aglomere olan nanopartikül boyutundaki TiO_2 'lere maruz kalan hücrelerde hücresel yanıtın da daha fazla olduğu belirtilmiştir (Dorier vd., 2017). Kullandığımız TiO_2 'nin zeta potansiyeli ölçümü ultra saf suda ± 80 mV çıkmıştır. Bu durumda partiküllerin aglomerasyonu, Dorier vd. (2017) çalışmalarının aksine düşüktür. Düşük bulduğumuz zeta potansiyeli karşılaştırdığımız değerleri etkilemeyecek düzeyde bir hücresel yanıt oluşturmuş olabilir ancak bu araştırma konumuzun dışındadır.

Yaptığımız çalışmada deney grubuna uyguladığımız *E171*'in partikül boyutları 161,8 ila 199,6 nm olarak bulunmuştur. Nanopartikül olarak tanımlanan boyuttaki partiküller ölçülebilir düzeyde bulunmamıştır. Kullandığımız *E171*'in aralığında bulunduğu partikül boyutu ince partikül olarak tanımlanmıştır. Gıdalarda kullanılan TiO_2 partiküllerinin boyutu toksik etkisi açısından önemlidir. Literatüre bakıldığı zaman partikül boyutu küçüldükçe toksik etkisinin arttığı görülmektedir (Grande ve Tucci, 2016) and negligible biological effects. The classification as bio-inert material has given the possibility to normal-sized (>100 nm. Proquin vd. (2017) *E171*'de bulunan hem nano hem de

mikro boyutlu partiküllerin tek bir boyuta göre daha zararlı olduğunu belirtmiştir. Nano boyutlu partiküllerin mikro boyutlu titanyum partiküllere kıyasla ROS oluşumu, sitotoksosite ve inflamatuvar sitokin salınımında artış gibi bir çok olumsuz etkiye neden olabileceğini rapor etmişlerdir.

Duan vd. (2010) farelerde yaptığı çalışmada deney hayvanlarına 30 gün boyunca oral olarak 125 mg/kg TiO_2 nanopartikülleri verilmiştir. Sonuç olarak TiO_2 'ye maruz kalan grupta vücut ağırlığının kontrol grubuna göre belirgin şekilde düştüğü görülmüştür. Hong vd. (2017) çalışmasında hamile sıçanlara 18 gün boyunca 25, 50 ve 100 mg dozlarında oral olarak TiO_2 nanopartikülleri verilmiş, deney sonunda TiO_2 nanopartiküllerine maruz kalan sıçanlarda kilo kaybı görülmüştür. Bu çalışmaların aksine TiO_2 nanopartiküllerinin oral alımının vücut ağırlığı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını gösteren deney sonuçları da vardır (Shukla vd., 2014; Chen vd., 2015; Warheit vd., 2015). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde gruplar arasında deney boyunca ve sonunda vücut ağırlığında anlamlı fark bulunmamıştır. Chen vd. (2018) yaptığı çalışmada sıçanlar 30 ve 90 gün boyunca günde 0, 2, 10 ve 50 mg/kg dozlarda TiO_2 nanopartiküllerine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda TiO_2 'nin bağırsaklardan glikoz emilimini azalttığı görülmüştür. Ayrıca hepatositlerde GLUT2 reseptörlerinin sayısının arttığı, bunun sonucunda karaciğere glikoz alımının artmasının hipoglisemik etkiye yol açabileceği bildirilmiştir. Mao vd. (2019) TiO_2 'nin hamilelik dönemindeki etkilerini araştırdığı çalışmada sıçanlara hamileliğin 5. gününden 18. gününe kadar günlük 5mg/kg TiO_2 nanopartikülleri verilmiştir. Çalışmada maternal kan glikoz düzeyinin 10 ve 17. günlerde belirgin şekilde yükseldiği ve mikrobiyotanın değiştiği gözlemlenmiştir.

Bağırsak mikrobiyotasındaki değişimin hamile sıçanların açlık kan glikozunu etkileyebileceği ve TiO_2 nanopartiküllerinin gestasyonel diyabet riskini artırabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Gu vd. (2015) 100 nm'den büyük ince partikül TiO_2 maruziyetinin kan glikoz düzeyine etkisinin incelendiği çalışmada farelere oral olarak 28 hafta boyunca günde 64 mg/kg TiO_2 verilmiştir. Deney sonunda serbest oksijen türleri miktarının ve kan glikoz düzeyinin değişmediği gözlenmiştir. Ayrıca plazma glikoz homeostazında rol oynayan karaciğer ve pankreasta histopatolojik değişimlerin olmadığı görülmüştür. Araştırmacılar ince partikül boyutundaki TiO_2 'nin dokulara absorbe edilmediğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da Gu vd. (2015) sonuçlarına benzer şekilde gruplar arası kan glikozu düzeylerinde anlamlı farklılık gözlenmedi. Bunun sebebi, bizim uyguladığımız TiO_2 'nin de ince partikül boyutunda olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Glikoz ve lipitler enerji metabolizmasının önemli bileşenleridir ve metabolizmaları birbiriyle yakından ilişkilidir. Dolayısıyla bozulmuş karbonhidrat metabolizmasına bağlı olarak kan lipit düzeylerinde değişiklikler görülebilmektedir (Parhofer, 2015) characterized by elevated triglycerides, low high density lipoprotein cholesterol (HDL-C. Chen vd. (2020) TiO_2 'nin kan lipit düzeylerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda oral olarak 90 gün boyunca 50 mg/kg 29 ± 9 nm boyutlarında TiO_2 'ye maruz kalan sıçanlarda trigliserit düzeylerinde azalma görülmüştür. Trigliserit düzeyindeki azalmanın oksidatif stresle ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Li vd. (2021) TiO_2 varlığında lipit sindiriminin belirgin şekilde azaldığını göstermişlerdir. Çalışmalarında TiO_2 varlığında serbest yağ asidi miktarı kontrole göre düşmüştür. Araştırmacılar bunun sebebi olarak TiO_2 partiküllerinin kalsiyum iyonlarıyla etkileşime geçerek lipaz konsantrasyonunda azalmaya sebep olmasını göstermişlerdir.

Bizim çalışmamızda trigliserit düzeylerinde gruplar arası anlamlı bir fark görülmemiştir. Uyguladığımız TiO_2 partiküllerinin boyutundaki farklılık ve uygulama öncesi sonikasyon işleminin süresi, trigliserit düzeyiyle ilişkili mekanizmayı

farklı etkilemiş olabilir. Örneğin in vitro bir çalışmada TiO_2 ve diğer metal oksit nanopartiküllerinin lipit metabolizması yollarını etkilediği gösterilmiştir (Carocho vd., 2014). Chen vd. (2020) sıçanlar üzerindeki çalışmasında 69 lipofilik metabolitin farklı şekilde eksprese edildiği ve gliserofosfolipit metabolizma yolağında önemli değişimler görüldüğü bildirilmiştir. Glikofosfolipit metabolizmasındaki değişime, nanopartikül boyutundaki TiO_2 'nin karaciğerde birikmesi sonucu oluşan inflamasyonun ve oksidatif stresin neden olduğu ileri sürülmüştür. Literatürden farklı bulduğumuz sonuçlarımızın açıklanabilmesi için ince partiküllerin farklı mekanizmalarla yol açtığı değişimlerin de incelendiği araştırmalar gerekmektedir.

Yaptığımız çalışmada hem kontrol hem TiO_2 grubunda TyG indeksleri ile değerlendirdiğimiz insülin dirençleri arasında anlamlı fark görülmemiştir. Literatürde Hu vd. genç farelerle yaptığı iki farklı çalışmada oral gavajla 156 gün nanopartikül boyutunda TiO_2 uygulamasından sonra insülin direnci geliştiği görülmüştür (Hu vd., 2018; Hu vd., 2020) oral administration of 50, 100, and 200 mg/kg body weight (b.w.). Bizim çalışmamızın sonucunda insülin direnci görülmemesinin nedeni, deney süresi ve partikül boyutunun farklı olması olabilir.

SONUÇ

Çalışmamızda TiO_2 uygulaması kan glikozu, vücut ağırlığı ve trigliserit düzeyleri ile trigliserit indeksinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Ayrıca her iki grupta da bu parametreler arasında istatistiksel ilişki görülmemiştir. Sonuçlarda belirgin fark görülmemesi deney süresi, TiO_2 'nin partikül boyutu veya uygulama öncesi sonikasyon süresi gibi pek çok faktöre bağlı olabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu faktörlerin göz önünde bulundurulması doğru verilerin elde edilmesine ve endişelerin giderilmesine katkı sağlayacaktır.

AÇIKLAMALAR

Beyan

Bu makale Kübra İzler'in "Titanyum Dioksidin Yavru Sıçanlarda Glikoz

Metabolizması Üzerine Etkisi” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Finansal destek

Bu çalışma Sağlık Bilimleri Üniversitesi BAP Birimi'nin 2021/127 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Bettini, S., Boutet-Robinet, E., Cartier, C., Coméra, C., Gaultier, E., Dupuy, J., Naud, N., Taché, S., Grysan, P., Reguer, S., Thieriet, N., Réfrégiers, M., Thiaudière, D., Cravedi, J.-P., Carrière, M., Audinot, J.-N., Pierre, F. H., Guzylack-Piriou, L. ve Houdeau, E. (2017). Food-grade TiO₂ impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Scientific Reports*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/srep40373>
- Bischoff, N. S., De Kok, T. M., Sijm, D. T. H. M., Van Breda, S. G., Briedé, J. J., Castenmiller, J. J. M., Opperhuizen, A., Chirino, Y. I., Dirven, H., Gott, D., Houdeau, E., Oomen, A. G., Poulsen, M., Rogler, G. ve Van Loveren, H. (2020). Possible Adverse Effects of Food Additive E171 (Titanium Dioxide) Related to Particle Specific Human Toxicity, Including the Immune System. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 207-241. <https://doi.org/10.3390/ijms22010207>
- Carocho, M., Barreiro, M. F., Morales, P. ve Ferreira, I. C. F. R. (2014). Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 377-399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
- Chen, Z., Han, S., Zheng, P., Zhou, D., Zhou, S. ve Jia, G. (2020). Effect of oral exposure to titanium dioxide nanoparticles on lipid metabolism in Sprague-Dawley rats. *Nanoscale*, 12(10), 5973-5986. <https://doi.org/10.1039/c9nr10947a>
- Chen, Z., Wang, Y., Wang, X., Zhuo, L., Chen, S., Tang, S., Lin Zhao, L., Luan, X. ve Jia, G. (2018). Effect of titanium dioxide nanoparticles on glucose homeostasis after oral administration. *Journal of Applied Toxicology*, 38(6), 810-823. <https://doi.org/10.1002/jat.3589>
- Chen, Z., Wang, Y., Zhuo, L., Chen, S., Zhao, L., Luan, X., Wang, H. ve Jia, G. (2015). Effect of titanium dioxide nanoparticles on the cardiovascular system after oral administration. *Toxicology Letters*, 239(2), 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2015.09.013>
- Dorier, M., Béal, D., Marie-Desvergne, C., Dubosson, M., Barreau, F., Houdeau, E., Herlin-Boime, N. ve Carriere, M. (2017). Continuous in vitro exposure of intestinal epithelial cells to E171 food additive causes oxidative stress, inducing oxidation of DNA bases but no endoplasmic reticulum stress. *Nanotoxicology*, 11(6), 1-11. <https://doi.org/10.1080/17435390.2017.1349203>
- Duan, Y., Liu, J., Ma, L., Li, N., Liu, H., Wang, J., Zheng, L., Liu, C., Wang, X., Zhao, X., Yan, J., Wang, S., Wang, H., Zhang, X. ve Hong, F. (2010). Toxicological characteristics of nanoparticulate anatase titanium dioxide in mice. *Biomaterials*, 31(5), 894-899. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.10.003>
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). (2016). Re-evaluation of titanium dioxide (E 171) as a food additive. *EFSA Journal*, 14(9), e04545. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4545>
- Grande, F. ve Tucci, P. (2016). Titanium dioxide nanoparticles: a risk for human health? *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 16(9), 762-769. <https://doi.org/10.2174/1389557516666160321114341>
- Gu, N., Hu, H., Guo, Q., Jin, S., Wang, C., Oh, Y., Feng, Y. ve Wu, Q. (2015). Effects of oral administration of titanium dioxide fine-sized particles on plasma glucose in mice. *Food and Chemical Toxicology*, 86, 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.09.013>

- org/10.1016/j.fct.2015.10.003
- Hong, F., Zhou, Y., Zhao, X., Sheng, L. ve Wang, L. (2017). Maternal exposure to nanosized titanium dioxide suppresses embryonic development in mice. *International Journal of Nanomedicine*, 12, 6197-6204. <https://doi.org/10.2147%2FIJN.S143598>
- Hu, H., Li, L., Guo, Q., Zong, H., Yan, Y., Yin, Y., Wang, Y., Oh, Y., Feng, Y., Wu, Q. ve Gu, N. (2018). RNA sequencing analysis shows that titanium dioxide nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress, which has a central role in mediating plasma glucose in mice. *Nanotoxicology*, 12(4), 341-356. <https://doi.org/10.1080/17435390.2018.1446560>
- Hu, H., Zhang, B., Li, L., Guo, Q., Yang, D., Wei, X., Fan, X., Liu, J., Wu, Q., Oh, Y., Feng, Y., Chen, K., Wang, C., Hou, L. ve Gu, N. (2020). The toxic effects of titanium dioxide nanoparticles on plasma glucose metabolism are more severe in developing mice than in adult mice. *Environmental Toxicology*, 35(4), 443-456. <https://doi.org/10.1002/tox.22880>
- Janus, M. (Ed.). (2017). *Application of Titanium Dioxide*. BoD–Books on Demand (s. 24).
- Li, C., Zhang, R., Ma, C., Shang, H., McClements, D. J., White, J. C. ve Xing, B. (2021). Food-Grade Titanium Dioxide Particles Decreased the Bioaccessibility of Vitamin D3 in the Simulated Human Gastrointestinal Tract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(9), 2855–2863. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06644>
- Mao, Z., Li, Y., Dong, T., Zhang, L., Zhang, Y., Li, S., Hu, H., Sun, C. ve Xia, Y. (2019). Exposure to titanium dioxide nanoparticles during pregnancy changed maternal gut microbiota and increased blood glucose of rat. *Nanoscale Research Letters*, 14(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s11671-018-2834-5>
- Mohammadipour, A., Fazel, A., Haghiri, H., Motejaded, F., Rafatpanah, H., Zabihi, H., Hosseini, M. ve Bideskan, A. E. (2014). Maternal exposure to titanium dioxide nanoparticles during pregnancy; impaired memory and decreased hippocampal cell proliferation in rat offspring. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 37(2), 617-625. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2014.01.014>
- Parhofer, K. G. (2015). Interaction between Glucose and Lipid Metabolism: More than Diabetic Dyslipidemia. *Diabetes & Metabolism Journal*, 39(5), 353-362. <https://doi.org/10.4093/dmj.2015.39.5.353>
- Proquin, H., Rodríguez-Ibarra, C., Moonen, C. G., Urrutia Ortega, I. M., Briedé, J. J., de Kok, T. M., Van Loveren, H. ve Chirino, Y. I. (2017). Titanium dioxide food additive (E171) induces ROS formation and genotoxicity: contribution of micro and nano-sized fractions. *Mutagenesis*, 32(1), 139-149. <https://doi.org/10.1093/mutage/gew051>
- Shukla, R. K., Kumar, A., Vallabani, N. V. S., Pandey, A. K. ve Dhawan, A. (2014). Titanium dioxide nanoparticle-induced oxidative stress triggers DNA damage and hepatic injury in mice. *Nanomedicine*, 9(9), 1423-1434. <https://doi.org/10.2217/nnm.13.100>
- Warheit, D. B., Brown, S. C. ve Donner, E. M. (2015). Acute and subchronic oral toxicity studies in rats with nanoscale and pigment grade titanium dioxide particles. *Food and Chemical Toxicology*, 84, 208-224. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.08.026>
- Winkler, H. C., Notter, T., Meyer, U. ve Naegeli, H. (2018). Critical review of the safety assessment of titanium dioxide additives in food. *Journal of Nanobiotechnology*, 16(1), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0376-8>
- Ze, Y., Sheng, L., Zhao, X., Hong, J., Ze, X., Yu, X., Pan, X., Lin, A., Zhao, Y., Zhang, C., Zhou, Q., Wang, L. ve Hong, F. (2014). TiO₂ Nanoparticles Induced Hippocampal Neuroinflammation in Mice. *PLoS One*, 9(3), e92230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092230>



Bakteriyofaj Uygulamasının Sütte *Pseudomonas aeruginosa*'nın Üremesi Üzerine Etkisi

Effect of Bacteriophage Application on Growth of *Pseudomonas aeruginosa* in Milk

Ahmet BESTİL¹, Naim Deniz AYAZ^{2*}, Gizem ÇUFAOĞLU³

^{1,2,3}Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, Kırıkkale

¹ORCID: 0000-0002-7098-0660  ²ORCID: 0000-0003-2219-2368 

³ORCID: 0000-0001-8639-532X 

*Sorumlu Yazar: naimdenizayaz@kku.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.01.2023 Kabul Tarihi: 31.03.2023

ÖZET

Pseudomonas aeruginosa düşük sıcaklıklarda ürettiği ısıya dirençli enzimler nedeniyle süt ve süt ürünlerinde bozulmalara neden olmaktadır. Gıda endüstrisinde bozulma ve kalite kaybına neden olan mikroorganizmaların eliminasyonunda bakteriyofajlar umut vaat eden uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı atık sulardan izole edilen *P. aeruginosa*'ya karşı litik etkili bir fajın biyokontrol etkinliğinin değerlendirmesidir. Çalışmada iki farklı düzeyde deneysel olarak kontamine edilen UHT sütlerde iki farklı enfeksiyon çokluğu değerindeki (MOI) bakteriyofaj uygulaması sonrasında *P. aeruginosa*'nın 4 °C'de 1, 3, 6 ve 24. saatlerdeki sayısı belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, her iki kontaminasyon düzeyinde de *P. aeruginosa* sayısının 1,30 log kob/ml değerinin altında kaldığı görülmüş olup muhafazanın 24. saatinde elde edilen redüksiyonun 4,24 log kob/ml'den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çalışma kapsamında elde edilen litik bakteriyofajın, sütte *P. aeruginosa*'nın biyokontrolü amacıyla etkin olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Süt, Bakteriyofaj, *Pseudomonas aeruginosa*, Bozulma, Biyokontrol

ABSTRACT

Pseudomonas aeruginosa causes spoilage in milk and dairy products due to the heat-resistant enzymes that produced at low temperatures. Bacteriophages are promising applications in the elimination of microorganisms that cause spoilage and quality loss in the food industry. The aim of this study is to evaluate the biocontrol efficiency of a lytic phage isolated from wastewater against *P. aeruginosa* in milk. In the study, the number of *P. aeruginosa* at 4 °C at 1, 3, 6 and 24 hours was determined after bacteriophage application with two different multiplicity of infection (MOI) in UHT milk that was experimentally contaminated at two different levels. According to the results of the analysis, it was observed that the number of *P. aeruginosa* remained below than 1.30 log cfu/ml at both decontamination levels, and the reduction obtained at the 24th hour of storage was found to be higher than 4.24 log cfu/ml. In conclusion, it was determined that the lytic bacteriophage obtained within the scope of the study could be used effectively for the biocontrol of *P. aeruginosa* in milk.

Keywords: Milk, Bacteriophage, *Pseudomonas aeruginosa*, Spoilage, Biocontrol

GİRİŞ

Süt; karbonhidrat, vitamin, lipit ve proteince zengin bir besin maddesidir (Dash vd., 2022). Bunun yanı sıra pH'sının nötre yakın olması, su tutma aktivitesinin yüksek olması ile birçok patojen ve sütte bozulmaya neden olan mikroorganizmalar için uygun bir gelişme ortamı sağlamaktadır (Nan vd., 2016; Do Nascimento vd., 2022). Bu durum gıda güvenliği ve kalitesinde olumsuz sonuçların oluşmasına neden olmaktadır. Gıdalarda oluşan mikrobiyal üreme sonucunda hem halk sağlığı olumsuz etkilenmekte ve hem de ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Temel besin kaynaklarından biri olan sütte mikrobiyal bozulmayı engellemek için süt soğutulmalı ve soğukta muhafaza edilmelidir. Fakat uzun süre soğukta muhafaza edilmesi durumunda psikrotrof bakteriler baskın hale gelmektedir (Samaržija vd., 2012).

Gıdalarda özellikle süttün bozulmasının başlıca nedenlerinden biri psikrotrof bakterilerdir. Bu bakteriler hayvansal kaynaklar veya çevresel etkenler ile süte bulaşabilmektedir (Dash vd., 2022; Do Nascimento vd., 2022). Psikrotrof bakterilerin başında Gram negatif, sporsuz ve aerob özellikte olan *Pseudomonas* türleri gelmektedir. *P. aeruginosa* fırsatçı bir mikroorganizma olup gıdalarda biyofilm oluşturabilmektedir. *P. aeruginosa*'yı diğer *Pseudomonas* türlerinden ayıran en önemli özelliklerinden birisi anaerobik koşullarda da varlığını sürdürebilmesidir (Sarıken ve Öz, 2017). *Pseudomonas* türü bakteriler düşük sıcaklıklarda ısıya dayanıklı proteolitik ve lipolitik enzimler üretmesi ile sütlerde bozulmaya neden olmaktadır (Ercolini vd., 2009). Süte uygulanan ısıl işlemde sonra psikrotrof mikroorganizmalar canlılıklarını yitirse dahi enzimleri aktif halde kalabilmektedir (Ribeiro Júnior vd., 2018). Lipaz enzimi, orta zincirli yağ asitlerinin oluşumu yoluyla süt yağını bozarak ekşimiş, sabunlu ve ara sıra acı tatlara neden olmaktadır. Kazeini parçalayan proteaz enzimi ise, UHT süt ürünlerinde gri renge, acı tatlara ve jelleşmeye neden olmaktadır (De Jonghe vd., 2011).

Süt ve süt ürünlerinde büyük problemlere neden olan bu psikrotrof bakterilerin üremesinin ve gelişmesinin engellenmesi ya da tamamen muhafaza aşamasında etkisiz hale getirilmesinde öne çıkan biyokontrol yöntemlerinden birisi bakteriyofaj uygulamasıdır (García-Anaya vd., 2020; De Melo vd., 2018).

Bakteriyofajlar, süt ve bunların ürünlerinde bozulmalara ve insan sağlığı üzerine olumsuz sonuçlara neden olan bakterilere yönelik antimikrobiyal etkisinden dolayı kullanılabilir. Bu bağlamda mevcut çalışmada psikrotrof bir bakteri olan *P. aeruginosa*'nın yeni izole edilen litik bir bakteriyofaj ile yağlı UHT sütte kontrol ajanı olarak etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOTLAR

Litik Bakteriyofaj İzolasyonu

Laboratuvara Ankara ve Kırıkkale'den 2022 yılında aylık periyotlarla getirilen mezbaha atık su ve kanalizasyon örnekleri 13.000 x g'de 5 dk santrifüj edilerek önce 0,40 µm çaplı daha sonra 0,22 µm çaplı milipor filtreden geçirilmiş ve steril tüplere aktarılmıştır. Böylece örnekler kontamine oldukları partiküllerden ve bakterilerden arındırılmıştır. Ardından, 4 ml filtrat, 200 µl log fazdaki konak bakteri olan *P. aeruginosa* ATCC 15442 ile 2 ml LB (Luria Bertani) broth steril bir tüpte karıştırılmış ve 37 °C'de bir gece boyunca inkübe edilmiştir. Zenginleştirilmiş faj süspansiyonu tekrar 10.000 x g'de 5 dk santrifüj edilip 0,22 µm çaplı milipor filtreden geçirilerek faj stok solüsyonu oluşturulmuştur (Zhao vd., 2019).

Fajların varlığı çift katlı agar yöntemi ile ortaya konulmuştur. Bu amaçla, LB (Luria Bertani) agar'ın (LB broth + %1,5 agar) üzerine tüplerde 3-4 ml dökme sıcaklığındaki LB soft agar (LB broth + %0,75 agar) ikinci kat olarak dökülmüştür. İkinci katı dökmeden hemen önce 37 °C'de TSB (Tyryptic Soy Broth)'de zenginleştirilmiş log fazdaki konak bakteri (*P. aeruginosa* PAO1) kültüründen 200 µl (10⁸ kob/ml) ve faj filtratından 100 µl (~10⁷ pob/ml) eklenmiştir (Yuan vd., 2015). Agarların oda sıcaklığında donmasını takiben, petriyer 37 °C'de bir gece inkübasyona kaldırılmıştır. Ertesi gün, agar üzerinde gözlenen plaklardan bir tanesi steril bir pipet ucuyla alınıp, log fazda konak bakteri bulunan tüplere aktarılıp tekrar zenginleştirilmiş ve ardından santrifüj edilmiştir. Bir örnek, temiz plaklar elde etmek amacıyla bu prosedür son kullanılan bakteri konak olarak kullanılacak şekilde üç kez tekrarlanmıştır (Jun vd. 2015). Bakteriyofaj izolatlarının litik etki spektrumlarının belirlenmesinde *P. aeruginosa* ATCC 15442, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *P. aeruginosa* PAO1, *P. aeruginosa* Vim-2, *P. aeruginosa* Imp-13 kullanılmıştır.

Deney Dizayını

Çalışmada, 4 log ve 6 log olmak üzere iki farklı MOI (Enfeksiyon çokluğu - Multiplicity of infection) grubu oluşturulmuştur. Bu MOI'ler seçilirken sütlerin düşük ve yüksek düzeyde *P. aeruginosa* ile kontamine olma durumları göz önüne alınmıştır (3 log kob/ml ve 5 log kob/ml). Kontrol grupları için 900 µl UHT yağlı süte *P. aeruginosa* PAO1 suşu ilave edilmiştir. Fajlı gruplar içinse 100 µl bakteriye ek olarak atık sulardan elde edilmiş litik etki spektrumu yüksek bulunan *P. aeruginosa* spesifik PAer.5-1 kodlu fajdan 100 µl eklenmiştir (10⁹ pob/ml). Sütler 4 °C'de muhafaza edilerek 1, 3, 6 ve 24. saatlerde *Pseudomonas* Agar Base'e (OXOID CM559) seri dilüsyonlara hazırlanarak ekim yapılmıştır (Tablo 1). Petrilerin 18-24 saat 30 °C inkübasyonunun ardından sayımlar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. UHT süt modeli deney dizayını.

	Faj grubu		Kontrol grubu	
Gruplara katılan faj miktarı (pob/ml)	10 ⁹		-	
<i>P. aeruginosa</i> kontaminasyon düzeyi (kob/g)	10 ³	10 ⁵	10 ³	10 ⁵
10 ⁹ pob/ml faj için şekillenene enfeksiyon çokluğu (MOI)	10 ⁶	10 ⁴	-	-
Analiz zamanları	0., 1., 3., 6., ve 24. saatler			

BULGULAR

Kontrol gruplarında 4 °C'de log 4 ve log 6'da 24 saat sonunda bakteri sayılarının sırasıyla 5 log kob/ml ve 3 log kob/ml'de sabit kaldığı tespit edilmiştir. Faj grubunda ise 4 °C'de bakteri sayılarının 1. saatten itibaren her iki MOI değerinde de tespit sınırının (1,30 log kob/ml) altında kaldığı gözlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığında başlangıç, 1, 3, 6 ve 24. saatteki bakteri sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen sütlerde bakteriyofaj uygulamasının *P. aeruginosa* sayısı üzerine etkisi.

Zaman	Kontrol (log 4) (log kob/ml)	Deney Grubu (log 4) (log kob/ml)	Kontrol (log 6) (log kob/ml)	Deney Grubu (log 6) (log kob/ml)
Başlangıç	5,43	-	3,53	-
1. saat	5,23	<1,30	3,84	<1,30
3. saat	5,44	<1,30	3,41	<1,30
6. saat	5,27	<1,30	3,47	<1,30
24. saat	5,54	<1,30	3,38	<1,30

Çalışma sonuçlarına göre başlangıç kontaminasyonu 3,53 log kob/ml olan UHT sütte bakteriyofaj uygulamasının 4 °C'de ilk 1 saatte 2,54 log kob/ml'den fazla bir redüksiyon oluşturduğu ve *P. aeruginosa* sayısının 24 saat süresince tespit sınırının altında kaldığı gözlenmiştir. Başlangıç kontaminasyonu 5,43 log kob/ml olan bakteriyofaj uygulanmış grupta ise ilk saatten itibaren 24 saatlik 4 °C'deki muhafaza süresince *P. aeruginosa* sayısının tespit sınırının altında kaldığı belirlenmiştir. Deney bulgularına göre muhafazanın 24. saatinde bakteri sayısındaki redüksiyonun 4,24 log kob/ml'den yüksek olduğu tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Psikrotrof bakteri olan *P. aeruginosa* suşları, süt ve süt ürünlerinde kalite kaybına ve bozulmaya neden olan başlıca etkenlerden birisidir. Gıdalarda özellikle süt ve süt ürünlerinde bozulmalara neden olan mikroorganizmaların eliminasyonunda kullanılan bakteriyofajların sahip oldukları avantajlar sayesinde bakteriyofajlar biyokontrol uygulamalarında önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında atık su örneklerinden *P. aeruginosa*'ya karşı litik etkili bakteriyofaj izole edilmiştir. İzole edilen bu bakteriyofajın etkinliği 4 °C'de 24 saat süresince muhafaza edilen UHT sütte izlenmiştir.

Bakteriyofaj biyokontrol uygulamalarında konakçı aralığı geniş olan bakteriyofajlar tercih edilse de, konak aralığı dar olan bakteriyofajların uygulanması mikroorganizmalara karşı spesifik özellik göstermesi nedeniyle alternatif bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Loc-Carrillo ve Abedon, 2011). Sütte uygulanan çeşitli bakteriyofaj uygulaması çalışmaları mevcuttur. *Staphylococcus aureus*'un bazı suşları ürettiği ısıya dayanıklı enterotoksinlerden dolayı gıda zehirlenmesine neden olmaktadır. Mastitisli ineklerden izole edilen bu bakteriler UHT,

pastörize edilmiş tam ve yarım yağlı sütlerle kontamine edilmiş ve bakteriyofaj uygulaması ile 37 °C'de 8 saat inkubasyon süresinin sonunda pastörize tam yağlı sütte bakteri sayısında 3,6 log kob/ml'lik azalma görülmüş olup 4 °C'de 18 saat muhafaza edildikten sonra 22 °C'de 24 saat inkubasyon edilen sütte 5 log birimlik azalma görülmüştür (García vd., 2009). *Listeria monocytogenes* bulunan yumuşak ve kesilmiş peynirlere faj uygulaması sonucunda bakteri sayısında sırasıyla 0,8 ve 1,0 log birimlik azalmalar görülmüştür (García-Anaya vd., 2020).

Pseudomonas bakteriyofajları ile yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan çalışmalarda litik etkinliğin hızla başladığı ve hedef bakteri sayısının önemli derecede azaltılabildiği görülmüştür (Do Nascimento vd., 2022; Tanaka vd., 2018).Yapılan çalışmalarda bildirilen *Pseudomonas* fajları *Pedoviridae*, *Myoviridae*, *Styloviridae*, *Leviviridae*, *Cysviridae* ve *Inoviridae* olmak üzere altı bakteriyofaj familyasından gelmektedir ve bunlar arasında *P. aeruginosa* ile enfekte bakteriyofajlar çoğunluğu oluşturmaktadır (Hu vd., 2016).

Yapılan bir çalışmada, atık sulardan izole edilen *Pseudomonas*'a etkili litik bakteriyofaj kokteyli ile muamele edilen UHT sütlerde *Pseudomonas* bakteri sayısında 2 log birimlik azalma görülmüştür. Ayrıca, 4 °C'de 5 gün boyunca muhafaza edilmesi sonucunda çiğ sütte bakteri sayısında 1 log birimlik azalma görülmüştür (Hu vd., 2016).

Tanaka vd (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, yağsız ve tam yağlı sültere *P. lactis* suşunun kontaminasyonu ile bu sültere faj uygulandıktan sonra sülter soğuk depolama koşullarında muhafaza edilmiştir. Faj uygulanmayan sülterde *P. lactis* sayısı 1×10^{10} 'a kadar yükselmiş olup faj ile muamele edilen sülterde bakteri sayısının 1000 kat azaldığı görülmüştür. Bir başka çalışmada çiğ süt *P. fluorescens* suşu ile kontamine edildikten sonra faj kokteyli ile muamele edilip 4 °C'de 7 günlük inkübasyona tabi tutulmuş ve *P. fluorescens* sayısında 3 log kob/ml düzeyinde bir azalma görülmüştür (Do Nascimento vd., 2022).

Bu çalışmada atık sulardan izole edilen *P. aeruginosa* bakteriyofajının litik aktivitesi iki farklı MOI değerinde UHT sütte incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre her iki MOI'de de *P. aeruginosa* sayısı 1,30 log kob/ml değerinin altında kalmıştır. Elde edilen en yüksek redüksiyon miktarı ise 4,24

log kob/ml'den yüksek bulunmuştur.

SONUÇ

Psikrotrof özellikte olan *P. aeruginosa*, soğuk muhafaza süresince sülterde üreyerek sağlık risklerinin yanı sıra sahip olduğu ısıya dirençli enzimlerle UHT işlemi sonrasında dahi sülterde bozulmaya ve besin kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle sağımı takiben sülterde *P. aeruginosa*'nın kontrolü büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, litik bakteriyofaj uygulaması ile herhangi bir kimyasal koruyucu kullanımına gerek duyulmadan *P. aeruginosa*'nın sülte elimine edilebildiği ve üremesinin kontrol altına alınabildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışma kapsamında elde edilen litik bakteriyofaj preparatının *P. aeruginosa*'nın kontrolü suretiyle süt ve süt ürünlerde raf ömrü süresince kalitenin muhafazasına, kayıpların önlenmesine ve halk sağlığının korunmasına katkı sunabileceği görülmüş olup bu potansiyelin ortaya konabilmesi için daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans tezinin bir kısmını içermektedir.

KAYNAKLAR

- Dash, K. K., Fayaz, U., Dar, A. H., Shams, R., Manzoor, S., Sundarsing, A., Deka, P. ve Khan, S. A. (2022). A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products. *Food Chemistry Advances*, 1, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100041>
- De Jonghe, V., Coorevits, A., Van Hoorde, K., Messens, W., Van Landschoot, A., De Vos, P. ve Heyndrickx, M. (2011). Influence of storage conditions on the growth of *Pseudomonas* species in refrigerated raw milk. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(2), 460–470. <https://doi.org/10.1128/AEM.00521-10>
- De Melo, A. G., Levesque, S. ve Moineau, S. (2018). Phages as friends and enemies in food processing. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.09.004>

- Do Nascimento, E. C., Sabino, M. C., Corguinha, L. D. R., Targino, B. N., Lange, C. C., Pinto, C. L. O., Pinto, P. F., Vidigal, P. M. P., Sant'Ana, A. S. ve Hungaro, H. M. (2022). Lytic bacteriophages UFJF_PfDIW6 and UFJF_PfSW6 prevent *Pseudomonas fluorescens* growth in vitro and the proteolytic-caused spoilage of raw milk during chilled storage. *Food Microbiology*, *101*, 103892. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103892>
- Ercolini, D., Russo, F., Ferrocino, I. ve Villani, F. (2009). Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. *Food Microbiology*, *26*(2), 228–231. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.09.005>
- García, P., Madera, C., Martínez, B., Rodríguez, A. ve Evaristo Suárez, J. (2009). Prevalence of bacteriophages infecting *Staphylococcus aureus* in dairy samples and their potential as biocontrol agents. *Journal of Dairy Science*, *92*(7), 3019–3026. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1744>
- García-Anaya, M. C., Sepulveda, D. R., Sáenz-Mendoza, A. I., Rios, C., Zamudio-Flores, P. B. ve Acosta, C. (2020). Phages as biocontrol agents in dairy products. *Trends in Food Science and Technology*, *95*, 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.10.006>
- Hu, Z., Liu, F. ve Meng, X. (2016). Isolation and characterisation of lytic bacteriophages against *Pseudomonas* spp., a novel biological intervention for preventing spoilage of raw milk. *International Dairy Journal*, *55*, 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.11.011>
- Jun, J. W., Kim, H. J., Yun, S. K., Chai, J. Y., Lee, B. ve Park, S. C. (2015). Isolation and comparative genomic analysis of T1-Like *Shigella* bacteriophage pSf-2. *Current Microbiology*, *72*, pages235–241. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0935-2>
- Loc-Carrillo, C. ve Abedon, S. T. (2011). Pros and cons of phage therapy. *Bacteriophage*, *1*(2), 111–114. <https://doi.org/10.4161/bact.1.2.14590>
- Nan, L., Ren, G., Wang, D. ve Yang, K. (2016). Antibacterial Performance of Cu-Bearing Stainless Steel against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in Whole Milk. *Journal of Materials Science & Technology*, *32*(5), 445–451. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2016.01.002>
- Ribeiro Júnior, J. C., de Oliveira, A. M., Silva, F. G., Tamanini, R., de Oliveira, A. L. M. ve Beloti, V. (2018). The main spoilage-related psychrotrophic bacteria in refrigerated raw milk. *Journal of Dairy Science*, *101*(1), 75–83. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13069>
- Samaržija, D., Zamberlin, Š. ve Pogačić, T. (2012). Psychrotrophic bacteria and their negative effects on milk and dairy products quality. *Mljekarstvo: Časopis Za Unaprjeđenje Proizvodnje I Prerade Mlijeka*, *62*(2), 77-95.
- Sırıken, B. ve Öz, V. (2017). *Pseudomonas aeruginosa*: Özellikleri ve Quorum Sensing Mekanizması. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (18), 42-52.
- Tanaka, C., Yamada, K., Takeuchi, H., Inokuchi, Y., Kashiwagi, A. ve Toba, T. (2018). A Lytic Bacteriophage for Controlling *Pseudomonas lactis* in Raw Cow's Milk. *Applied and Environmental Microbiology*, *84*(18), 00111-18. <https://doi.org/10.1128/aem.00111-18>
- Yuan, Y., Peng, Q., Wu, D., Kou, Z., Wu, Y., Liu, P. ve Gao, M. (2015). Effects of actin-like proteins encoded by two *Bacillus pumilus* phages on unstable lysogeny, revealed by genomic analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, *81*(1), 339–350. <https://doi.org/10.1128/AEM.02889-14>
- Zhao, Y., Ye, M., Zhang, X., Sun, M., Zhang, Z., Chao, H., Huang, D., Wan, J., Zhang, S., Jiang, X., Sun, D., Yuan, Y. ve Hu, F. (2019). Comparing polyvalent bacteriophage and bacteriophage cocktails for controlling antibiotic-resistant bacteria in soil-plant system. *Science of The Total Environment*, *657*, 918-925. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.457>



Zoonoz Hastalıklara Karşı Uygulanan Hijyen Tedbirleri ve Dezenfeksiyon Yöntemleri

Hygiene Measures and Disinfection Methods Against Zoonotic Diseases

Âdem TEKE

Gökçebey Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, Zonguldak

ORCID: 0000-0002-2864-1876 

*Sorumlu Yazar: ademteke87@gmail.com Geliş Tarihi: 24.06.2022 Kabul Tarihi: 31.03.2023

ÖZET

Zoonoz hastalıklar, çok eski çağlardan beri insan ve hayvan sağlığını tehdit eden; ölümlerle sonuçlanabilen ve pek çok ciddi sonuçları olan küresel bir sorundur. Zoonoz hastalıkların başlıca kaynakları bakteriyel, viral veya paraziter etkenler olabilir. Farklı olumsuz sonuçları olan zoonoz hastalıklar fenni ve idari tedbirler alınarak azaltılabilmekte ve önlenabilmektedir. Hijyen, dezenfeksiyon uygulamaları, karantina gibi tedbirler hayat kurtarıcıdır. Zoonoz hastalıklara karşı risk grubunda olan bireylerin kişisel hijyen kurallarına uymaları ve koruyucu ekipman kullanarak bulaş riskini azaltmaları alınması gereken ilk önlemlerdir. Kümesler, ağıllar, ahırlar, hayvan barınakları, mezbahalar, veteriner klinikleri zoonoz hastalık etkenlerinin hayvandan hayvana veya hayvandan insana başlıca bulaşma yerleridir. Bu nedenle bu alanlarda temizlik ve dezenfeksiyon önlemleri ihmal edilmeden ve kurallar dâhilinde uygun aralıklarla yapılmalıdır. Zoonoz etkenlere karşı gerekli hijyeni sağlamak ve dezenfektanları doğru kullanmak için hem halk hem de kurum ve kuruluşlarda çalışan personel düzenli olarak eğitim almalı ve bu uygulamaların denetimi yapılmalıdır. Eldiven, maske gibi koruyucu ekipmanlara ulaşım sağlanmalı, doğru ve etkin dezenfektan seçimi ilgili bakanlığın onayladığı ürünlerle yapılmalıdır. Sonuç olarak, hijyen ve dezenfeksiyonun önemi günümüzde çok daha iyi anlaşılmıştır; bu tedbirlerle daha sağlıklı bir çevre sağlanabilecektir.

Anahtar kelimeler: Dezenfeksiyon, Hijyen, Zoonoz hastalıklar

ABSTRACT

Zoonotic diseases have been threatening human and animal health since ancient times; It is a global problem that can result in death and has many serious consequences. The main sources of zoonotic diseases can be bacterial, viral or parasitic agents. Zoonotic diseases with different negative consequences can be reduced and prevented by taking scientific and administrative measures. Measures such as hygiene, disinfection practices and quarantine are life-saving. Individuals who are in the risk group against zoonotic diseases should comply with the rules of personal hygiene and reduce the risk of transmission by using protective equipment. Coops, pens, barns, animal shelters, slaughterhouses, veterinary clinics are the main places of transmission of zoonotic disease agents from animal to animal or from animal to human. For this reason, cleaning and disinfection measures in these areas should be done without neglecting and at appropriate intervals within the rules. In order to provide the necessary hygiene against zoonotic agents and to use disinfectants correctly, the personnel working in both the public and institutions and organizations should be regularly trained and these practices should be audited. Access to protective equipment such as gloves and masks should be provided, and correct and effective disinfectant selection should be made with products approved by the relevant ministry. As a result, the importance of hygiene and disinfection is now much better understood; A healthier environment will be provided by these measures.

Keywords: Disinfection, Hygiene, Zoonotic diseases

GİRİŞ

Zoonoz, Yunanca hayvan manasında kullanılan *zoon* ile hastalık anlamına gelen *nosos* sözcüklerinden türetilmiştir. Zoonoz, Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre omurgalı hayvanlardan insanlara ya da insanlardan hayvanlara doğal olarak bulaşan hastalık veya enfeksiyondur (Rahman vd., 2020). Geçmişten günümüze insanların hayvanlarla ve yaban hayatıyla ilişkileri sürekli değişiklik göstermiştir. Başlangıçta sınırlı olan bu ilişki günümüzde insanların doğaya ve yabani yaşama müdahaleleri ile iç içe geçmiştir. Bunun sonucunda insanlar, hayvanlar ve ekosistem arasındaki uyum bozulmuş ve bu durum zoonoz hastalıkları da kapsayan pek çok sorunu beraberinde getirmiştir (Öztoprak vd., 2015). Zoonoz hastalıkların ortaya çıkmasında artan insan nüfusu, gelişen teknoloji, sosyokültürel ve ekonomik faktörler, küreselleşme, mikrobiyal adaptasyon ve biyoterörizm gibi faktörler etkili olmuştur (Chomel, 2003).

Zoonozlar kaynaklarına göre bakteriyel, viral, fungal ve paraziter olabilir. Bulaşmanın kaynağı, insanların enfekte hayvan ya da hayvansal ürünlere direkt veya indirekt teması sonucu veya vektörler yoluyla olabilmektedir. Son yıllarda görülen her dört hastalıktan üçü zoonoz hastalıktır (Azap, 2020). Tablo 1'de önemli zoonoz hastalıklara yer verilmiştir (Rahman vd., 2020).

Dünya Sağlık Örgütü tarafından iki yüzün üzerinde zoonoz hastalık

tanımlanmış ve bu sayının giderek artacağı ifade edilmiştir (WHO, 2020d). Bu durum halk sağlığı açısından tehlike oluşturmakla birlikte mesleki hastalık riski taşıyan çalışanların iş güvenliği bakımından da sorun teşkil etmektedir. Zoonozlar, enfekte hayvanların salya, idrar, dışkı, burun akıntısı, kan gibi bedensel atıkları ile temas sonucu bulaşabildiği gibi aerosolya da oral yolla da bulaşabilmektedir. Yine enfekte hayvanlar tarafından ısırılma, tırmıklanma da bu hastalıkların insanlara bulaşmasına neden olmaktadır. Bulaşmada bir diğer etken de hayvansal gıdalar kaynaklıdır (Kayabaşı, 2018). Zoonoz hastalıklardan korunmak için her temas sonrası ellerin yıkanması, iş kıyafetleri giyilmesi, iş ekipmanlarının dezenfekte edilmesi, hayvanlarla temasın azaltılması, vektör mücadelesi yapılması gibi önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemlerin yanı sıra koruyucu hekimlik uygulamaları ve yetkili kurumlarca gerekli önlemlerin alınması, denetim ve kontrol hizmetlerinin yapılması zoonoz hastalıklarla mücadelede önem arz etmektedir (Gül vd., 2013). Benzer şekilde gıda endüstrisinde çalışanların zoonoz hastalıklara karşı eğitilmesi, iyi üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması, kamuoyunda farkındalık oluşturulması da önemlidir (Ababe vd., 2020). Et ve süt ürünleri işleme tesislerinde çalışan personellerin ise periyodik olarak sağlık kontrolü yaptırılması önemlidir (Köseoğlu ve Güner, 2021).

Tablo 1. Önemli zoonoz hastalıklar

ÖNEMLİ ZOONOZ HASTALIKLAR			
Bakteriyel	Viral	Fungal	Paraziter
Antraks	Kuduz	Aspergilloz	Trişinoz
Tüberküloz	Avian Influenza	Dermatomikoz	Toksoplazmozis
Bruselloz	New Castle Hastalığı	Histoplazmoz	Giardiyozis
Leptospiroz	Kırım Kongo Kanamalı Ateşi		Kist Hidatik
Tularemi	Rift Vadisi Humması		Kritokokkozis
Aktinomikoz	Ebola		Kriptosporidiozis
Bordetella	AIDS		Fasciolozis
Klostridial Enfeksiyonlar	Hantavirüs Enfeksiyonu		Amipli Dizanteri
Kampilobakteriyoz	SARS-CoV-2		
Salmonelloz	MERS-CoV		
Vibriozis			
Pastörellozis			
Lyme			
Cüzzam			

ZOONUZ HASTALIKLARA KARŞI ALINABİLECEK KİŞİSEL HİJYEN TEDBİRLERİ

El Hijyeni

El hijyeni, mikroorganizmaların uzaklaştırılması için ellerin su, sabun veya antiseptikle ovularak temizlenmesidir (Engdaw vd., 2019). İnsan derisinde kalıcı ve geçici olmak üzere mikroorganizma toplulukları bulunur. Kalıcı Mikroorganizma topluluğu %10-20'si derinin derin tabakalarına işleyen, kalanı ise derinin üst kısımlarında kalan floradır. Su ve sabun ile yıkamada azalsa da kalıcı flora tamamen yok olmaz. Geçici mikroorganizma topluluğu ise kontaminasyon nedeniyle oluşan floradır ve ellerin yıkanması ile uzaklaştırılabilir (Günaydın, 2010).

Sağlık Bakanlığının yayımladığı *Sağlık Personeline Yönelik El Yıkama ve El Dezenfeksiyonu Rehberi*, el yıkamayı; basit sosyal tip, hijyenik tip ve cerrahi tip olarak üçe ayırmaktadır. Bu el yıkama tiplerinden sosyal el yıkama en az yirmi saniye ellerin sabunla ovularak yıkanmasıyla geçici florayı uzaklaştırmayı amaçlar. Hijyenik el yıkamada antibakteriyel ajanlar kullanılarak ellerin temizlenmesi ve temiz kalması amaçlanır. Cerrahi tip el yıkamada ise mümkün olduğunca geçici flora tamamen yok edilip, kalıcı florada mümkün olduğunca azaltılarak cerrahi operasyonlarda bulaşmayı önlemek amaçlanır (Bilici vd., 2008). El antisepsisinde alkol, klorheksidin, iyot bileşikler, fenol deriveleri, triklosan, kuvaterner amonyum gibi ajanlar kullanılabilir. Bu antiseptik ajanlardan en hızlı etkiyi alkol bazlı bileşikler, ikincil olarak da iyot bazlı bileşikler göstermektedir (Karabey vd., 2008). 2020 yılında küresel salgına yol açan ve zoonoz bir hastalık olan Covid-19 virüsünden korunmak için de el yıkama ile beraber alkol bazlı dezenfektanların kullanımı Sağlık Bakanlığınca önerilmiştir (Özçakmak ve Var, 2020).

Evcil hayvan sahipleri, çiftçiler, mezbaça çalışanları, barınak çalışanları, veteriner hekimler, laboratuvar personelleri, hayvansal gıda sektörü çalışanları, aşçılar, hayvansal gıda tüketicileri hayvanlarla ya da hayvanlara ait ekipmanlarla her temastan sonra ellerini yıkamalıdır. Evcil hayvan sahipleri ve çiftçiler küçük çocuklarını el yıkama konusunda uyarmalı ve denetlemelidirler (Stull vd., 2015).

Eldiven Kullanımı

Eldiven kullanımı, ellerin kontamine olmasını önler ve enfeksiyonlardan korunmada önemli katkı sağlar. Klinik çalışanları için önemli bir koruyucu önlemdir (Lindberg vd., 2020). Eldivenler ile oluşturulan bariyer, el yıkamanın yerini alamaz ancak bulaşma önleyici bir bariyer oluşturur. Eldivenlerin sıkça değiştirilmesi, olası yırtılma, delinme vb. durumlarda derhal yenisinin kullanılması gerekmektedir. Eldiven çıkarılırken eldivenin deriyle temas eden noktasının dışarıda kalacak şekilde çıkarılıp, uygun atık kutusuna atılıp imha edilmesi gerekmektedir. Eldivenler giyilmeden önce ve çıkarıldıktan sonra eller mutlaka yıkanmalıdır (Kaya ve Güvenir, 2020).

Maske Kullanımı

2019 sonlarında başlayan Covid-19 pandemisiyle beraber maske kullanımı Dünya Sağlık Örgütü tarafından virüsten korunmak için önerilmiş ve koruyucu önlem olarak hayatımızda önemli ölçüde yer almaya başlamıştır (Şener vd., 2020). Maskeler genellikle toz, alerjenler ve çeşitli kimyasallara karşı korunma amacıyla kullanılır. Ayrıca solunum yoluyla bulaşan, Covid-19, kuş gribi, domuz gribi, SARS, tüberküloz, brusella gibi zoonoz hastalıklardan korunmada da önemli yer tutarlar. Bu hastalıkların büyük bölümü damlacık enfeksiyonu şeklinde bulaşırken, brusella gibi enfektif dozu düşük etkenler laboratuvar ortamında çalışanlara solunum mukozası üzerinden bulaşabilmektedir (Salman ve Karahan 2014; Bowen, 2010).

Maske kullanımında bazı hususlara dikkat edilmelidir. Kirli ve daha önce kullanılmış maskeler kesinlikle kullanılmamalı, ıslanan veya nemlenen maskeler hemen değiştirilmeli ve aynı maske uzun süre kullanılmamalıdır. Maskeler çıkarılırken maskenin iki yanında bulunan ipler tutularak çıkarılmalı, maskenin ön yüzüne dokunulmamalıdır. Maske çıkarıldıktan sonra eller yıkanmadan kesinlikle ağız, burun ve göze değdirilmemelidir (WHO, 2020a).

Koruyucu Gözlük ve Siperlik Kullanımı

Koruyucu gözlük ve siperlik kullanımı konjunktival yolla bulaşabilecek hastalıklardan ve göze zarar verebilecek

kimyasallardan korunmak için kullanılır. İyi bir koruyucu gözlük göz çevresini tamamen kapatmalı, buğu yapmamalı ve tekrarlayan kullanımlar için temizlenebilir özellikle olmalıdır (Pakdemirli, 2020).

2020 yılında pandemiye neden olan zoonoz etken Covid -19 virüsü de enfekte kişilerin ortaya saçtıkları damlacıkların doğrudan göz mukozasına teması ya da bulaşık ellerin göze teması neticesiyle bulaşabilmektedir. Bu nedenle risk grubundaki bireylerin koruyucu gözlük veya siperlik takması önerilmektedir (Türken ve Köse, 2020). Veteriner hekimler için meslek hastalığı olan brusellada enfekte hayvan sekresyonlarının göze sıçraması yoluyla bulaşabilmektedir (Alp Çavuş, 2015). Bu nedenle veteriner hekimlerin de koruyucu gözlük veya siperlik kullanımı son derece önemlidir.

Zoonoz Hastalıklara Karşı Uygulanabilecek Dezenfeksiyon Önlemleri

Dezenfeksiyon cansız ortamda bulunan mikroorganizmaların hastalık yapamayacak düzeyde azaltılmasıdır (Tao vd., 2021). Dezenfektanların çoğu bakteri sporlarına etkili değildir. Kimi dezenfektanlarda mantarlara ve virüslere karşı etkisizdirler. Özetle bakteri, virüs ve mantarların dezenfektanlara duyarlılığı farklılık göstermektedir. Bu nedenle dezenfektan seçiminde bu durum göz önünde bulundurulmalı ve gerekli görüldüğünde aktif maddelerden kombinasyon yapılması önerilmektedir (Jeffrey, 1995). Günümüzde en sık kullanılan dezenfektanlar; alkoller, aldehytler (gluteraldehit, formaldehit), iyot türevleri, klor bileşikleri, fenoller, diguanidler, kuarterner amonyum bileşikleri, etilen oksit, hidrojen peroksit gibi dezenfektanlardır (McDonnell ve Russell, 1999). Her dezenfektanın antimikrobiyal özelliği farklı olduğu için dezenfektan seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bunlar: hedef mikroorganizmanın türü, hedef yüzeyin kirlilik düzeyi, proteinli malzeme ve organik madde bulundurma derecesidir. Dezenfektan seçiminde temas süresi, ortam ısısı ve pH'sı, çevreye etkisi, insan ve hayvan sağlığı için zehirliliği ve maliyeti gibi durumlar önem arz etmektedir (Gamage, 2003).

Dezenfeksiyon, zoonoz hastalıklarla mücadelede en önemli koruyucu

yöntemlerden biridir. Zoonoz hastalıklardan kaynaklanan salgınlar, hayvan sağlığı ve halk sağlığını tehdit ettiği kadar büyük ekonomik kayıplara da neden olduğu için önleyici tedbir olarak temizlik ve dezenfeksiyon önlemleri muhakkak alınmalıdır (Frentzel vd., 2013). Bu nedenle Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından bina, araç, makine, ekipman ve hayvansal ürünlerin dezenfeksiyonları için prosedürler hazırlanmıştır. Aynı zamanda uygun dezenfektan seçimi için de kılavuzlar yayımlanmıştır (FAO, 2001). İyi bir dezenfeksiyondan önce mutlaka ön temizlik yapılmalıdır. Ortamda bulunan organik ve inorganik atıklar ile hayvanlara ait kan, idrar, dışkı, mukus gibi maddeler kullanılacak dezenfektanın etkisini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu organik maddeler bazı dezenfektanlarla kimyasal reaksiyona girip dezenfektanların etkinliklerinin düşmesine neden olabileceği gibi mikroorganizmalarla dezenfektanlar arasında bariyer de oluşturabilir. Bu nedenle dezenfeksiyon işleminden önce ortamdaki kaba pisliklerin temizlenmesi, yüzeylere yapışmış kirlerin kazınması gerekmektedir. Dezenfektan madde uygulanmadan önce dezenfekte edilecek yerin ve ekipmanların sırasıyla ön yıkama, deterjanlı suyla yıkama ve durulama işlemlerinin yapılması gerekmektedir (Erkmen, 2009).

Dezenfektan uygulanmadan önce ürünün etiketi okunmalı ve kullanım şekline uygun olarak konsantrasyonu ayarlanmalıdır. Soğuk havalarda dezenfektan uygulanmadan önce ortamın ısıtılması gerekmektedir. Dezenfektan madde basınçlı bir püskürtücü ile tüm yüzeylere yeterli yoğunlukta temas edecek şekilde uygulanmalıdır. Uygulama sonrası aktif madde türüne göre temas süresi kadar beklenmelidir. Bu süre sonunda yüzeyler iyice durulanmalı ve kurumaya bırakılmalıdır (Dvorak, 2008). Zoonoz etkenler personel veya işletmeye gelen ziyaretçilerin ayakkabılarıyla taşınabilmektedir. Bu nedenle işletmenin giriş yerlerine uygun dezenfektanlarla hazırlanmış ayak banyolarının yerleştirilmesi gerekmektedir. Personeller su geçirmez çizmeler giymeli ve işletmeye her giriş çıkışta mutlaka daldırma solüsyonunda çizmelerini dezenfekte etmelidirler. İyi bir ayak dezenfeksiyonu için çizmeler en az 15 cm olacak şekilde ayak banyosuna daldırılmalı ve en az 1 dakika boyunca

bekletilmelidir. Ayak banyoları, işletmenin personel ve ziyaretçi yoğunluğuna göre sık sık yenilenmelidir. Ayak banyoları için iyodoforlar ve fenol bileşikleri gibi dezenfektanlar kullanılabilir (Koleci vd., 2007).

Zoonoz hastalıkların bulaşma ve taşınmasında bir diğer risk faktörü de hayvan nakillerinde kullanılan kamyonet, kamyon, tır vb. araçlardır. Bu araçların temizlik ve dezenfeksiyonun yapılması; araçların değişik özellikteki malzemelerin (ahşap, metal, plastik) birleşiminden oluşması ve düz yüzeylere sahip olmamaları nedeniyle zordur. Bu nedenle dezenfeksiyon işlemi uzman bir personel tarafından yapılmalıdır. Araç dezenfeksiyonunda aldehitler ve organik asitler sık tercih edilen dezenfektanlardır. İyi bir dezenfeksiyon işlemi için 10 °C üzeri sıcaklık ve en az 30 dakika dezenfektan maruz kalma süresi gereklidir (Böhm, 1998). Hayvancılık işletmelerinin atıklarıyla *Salmonella*, *Camphylobacter*, *E. coli*, *Cryptosporidium* gibi zoonozlar çevreye saçılabilir. Gerek gübrenin uygun şekilde depolanmaması gerekse işletmelerin atık suları çevre ve insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Kesimhanelerin atık suları da bu riski barındırmaktadır (Bicudo ve Goyal, 2003). Bu sıvı atıkların dezenfeksiyonunda klor, UV ışık ve ozon kullanmak etkilidir (Macaulay vd., 2006).

Zoonoz hastalıklardan korunmak için dezenfeksiyon önlemi alınması gereken bir bulaş noktası da kesimhanelerdir. Antraks, tüberküloz, brusella gibi zoonotik etkenlerin doğrudan bulaşabileceği bir yer olması nedeniyle kesimhanelerde gerekli temizlik ve dezenfeksiyon önlemleri alınmalıdır. Kesim yapacak personel de bu konuda eğitilmiş olmalı ve mutlaka kişisel hijyen tedbirlerini almalıdır (Çetin vd., 2011). Evcil hayvan sahipleri de zoonoz hastalıklara karşı risk grubundadır. Pet hayvanlarından insanlara bakteriyel (*Campylobacter jejuni*, *Leptospira interrogans*, *Salmonella*, *Bartonella* vb.), viral (kuduz vb.), paraziter (*Cryptosporidium*, *Echinococcus*, *Giardia duodenalis* vb.) ve fungal kökenli (*Dermatophytes* vb.) zoonoz hastalıklar geçebilmektedir. Bu zoonoz hastalıklardan korunmak için hayvan sahiplerinin alması gereken kişisel hijyen tedbirlerinin yanı sıra uygulaması gereken bazı dezenfeksiyon önlemleri vardır. Evcil hayvanlarla her temasın sonra eller yıkanmalı, evcil

hayvanlara ait ürünleri (kafes, yatak, kedi kumu vb.) temizlerken eldiven kullanılmalı, hayvan dışkıyla temastan korunmalı ve hayvana ait atıklar evsel atıklardan ayrı bir plastik torba içinde günlük uzaklaştırılmalıdır. Bu kişisel tedbirlerin yanı sıra hayvanlara ait ekipmanlar, hayvanların temas ettiği yüzeyler rutin olarak dezenfekte edilmelidir. Dezenfeksiyonda evsel çamaşır suyu (sodium hypochlorite) veya amonyum bileşikleri kullanılabilir (Stull vd., 2015).

TÜRKİYE'DE GÖRÜLEN BAZI ÖNEMLİ ZOOZ HASTALIKLARA KARŞI HİJYEN VE DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Antraks (Şarbon)

Zoonoz bir etken olan *Bacillus anthracis* bakterisine ait sporlar zorlu çevre koşullarına karşı son derece dirençlidir. Ülkemizde şarbonun endemik olması nedeniyle veteriner hekimler, hayvan sahipleri, kasaplar, dericiler risk grubundadır (Öğütü, 2012). *Bacillus anthracis* sporları pek çok dezenfektana karşı dirençlidir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kullanılan formaldehit, gluteraldehit, hidrojen peroksit ve perasetik gibi bazı dezenfektanlar sporlar üzerine etkilidir (Ateş Özcan, 2019). Yapılan çalışmalarda %4 konsantrasyonda formaldehit çözeltisi 2 saat, %2 konsantrasyonda gluteraldehit çözeltisi 15 dakikalık uygulamada ortamdaki şarbon sporlarını yarı yarıya azaltmış olduğu bildirilmiştir (Whitney vd., 2003).

Bruselloz (Malta Humması)

Brucella bakterisi gram negatif, sporsuz bir bakteridir. İnsanlara doğrudan temas yoluyla veya kontamine hayvansal ürünlerin tüketimi ile bulaşabilirken, veteriner hekimler ve hayvancılıkla uğraşan kişiler risk altındaki gruplardır (Pal vd., 2017). Enfeksiyondan korunmada risk grubundaki bireyler tulum, maske, siperlik, eldiven gibi koruyucu ekipmanlar giymelidirler. Deride oluşan çizik ve yaralar iyot tentürü gibi antiseptiklerle temizlenmelidir. Hayvanlarla temas sonrası eller %1 kloramin solüsyonuyla yıkanmalıdır. Hayvan doğumuna müdahale ederken göze fetüs sıvılarının sıçraması nedeniyle bulaşma olabileceği için siperlik kullanılmalıdır. Bu işlemler sırasında ve sonrasında eller yüze veya göze değdirilmemelidir. Laboratuvar çalışanları solunum yoluyla enfekte

olabileceğinden mutlaka filtreli solunum maskeleri kullanmalıdır (WHO, 2020b). *Brucella*, güneş ışığı ve yüksek sıcaklıklara dirençli olmayan bir bakteridir. %0,03 formalin, %1 fenol, %0.01 beta propiolacton, sodium hypochlorite, sodium hydroxide, iyot bileşikleri, kuaterner amonyum bileşikleri dezenfeksiyonda etkili kimyasallardır (El-Gohary vd., 2015).

Tüberküloz

Etkeni *Mikobakterium* türleri olan, solunum yoluyla, enfekte hayvanların etlerinin tüketilmesiyle ve derideki sıyrıklardan bulaşabilen zoonoz bir hastalıktır (Özbey vd., 2008; Yönetmelik, 2009). *Mikobakteriler*, hücre duvarları yüksek oranda lipit içerdiği için dezenfektanlara karşı orta düzeyde dirençlidir. Best vd. (1990) yaptıkları bir çalışmada kuaterner amonyum bileşikleri, klorheksidin glukonat ve düşük derişimde hazırlanan iyodoforların *Mikobakterium* etkenlerine karşı etkisiz olduklarını, değişik konsantrasyonda hazırlanan glutraldehit, fenol bileşikleri, perasetik asit ve hidrojen peroksitin ise mikobakterisidal etkili olduklarını ortaya koymuşlardır.

Kuş Gribi (*Avian Influenza*)

Ortomyxoviridae ailesinden influenza A virüsünün neden olduğu kuş gribi ülkemizde de görülen zoonoz bir hastalıktır. Etken dezenfektanlara dayanıksızdır. Sabun, deterjan, alkol virüsü kolayca öldürebilmektedir (Dayıoğlu vd., 2006). Hastalığa karşı korunmada kanatlı işletmeleri ve işletmelerde kullanılan ekipmanlar dezenfekte edilmelidir. Temizlik ve dezenfeksiyon aşamalarından sonra fumigasyon yapılmalıdır (Parın vd., 2017).

Hastalık çıkması durumunda influenza virüs ile kontamine olmuş yüzeylere %3'lük sodium hypochlorite etkili olmakla beraber %2'lik formalin de dezenfeksiyonda kullanılabilir (Koleci vd., 2007). 4 Eylül 2010 tarihli ve 27692 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan *Kanatlı Hayvanlarda Görülen Kuş Gribi Salgını Konusunda Yapılması Gereken Hazırlıklar ile İlgili 2010/21 Sayılı Başbakanlık Genelgesi*'nde olası kuş gribi salgınında alınacak önlemler anlatılmaktadır. Genelgeye göre oluşturulan *Kuş Gribi Acil Eylem Planı*'nda dezenfektan olarak aktif klor içinde %2'lik sodium hypochloride kullanılması ve kapalı ortamların formalin

ve permanganat ile dumanlanması önerilmektedir (Genelge, 2010).

Covid-19 Virüsü

2019 yılının sonlarına doğru Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve pandemiye neden olan Covid-19 virüsü, insanlar arasında çok hızlı bulaşması, evcil hayvanlarla insanlar arasında bulaş olabileceğine dair şüpheler nedeniyle dezenfeksiyon önlemi alınması gereken önemli bir enfeksiyondur (Jurgiel vd., 2020). Covid-19 zoonoz bir hastalık olarak düşünülmeyle beraber, hastalığın henüz bir hayvan rezervuarı bulunmadığı için zoonoz hastalık yerine "olası hayvan kaynaklı ortaya çıkan bulaşıcı hastalık" olarak sınıflandırılmasını önermiştir (Azap, 2020; Haider vd., 2020). WHO (2020c), ise Covid-19'un zoonotik bir kaynaktan oluştuğunu ifade etmiştir.

Virüse karşı dezenfeksiyonda insanların sıklıkla temas ettikleri yerler (kapı ve pencere kolları, musluklar, tuvaletler, asansörler, dokunmatik cihazlar vb.) başta olmak üzere risk barındırabilecek her yer dezenfekte edilmelidir. Dezenfeksiyon yapılmadan önce organik madde barındıran yüzeyler sabun ve deterjanla temizlenmelidir. Covid-19 virüsüne karşı %0,1'lik sodium hypochlorite veya %70-90'lık alkol dezenfeksiyonda etkilidir (WHO, 2020c).

SONUÇ

Zoonoz hastalıklar, insan ve hayvan sağlığı için birçok riski barındırmaktadır. Ancak bu riskler çeşitli tedbirler alınarak azaltılabilmekte ve önlenilmektedir. Bu tedbirler içinde kişisel hijyen ve dezenfeksiyon uygulamaları önemli yer tutmaktadır. Zoonoz hastalıklara karşı risk grubunda olan bireylerin kişisel hijyen kurallarına uymaları ve koruyucu ekipman kullanarak bulaş riskini azaltmaları alınması gereken ilk önlemlerden biridir. Kümesler, ağıllar, hayvan barınakları, mezbahalar, veteriner klinikleri zoonoz hastalık etkenlerinin hayvandan hayvana veya hayvandan insana başlıca bulaşma yerleridir. Bu nedenle bu alanlarda temizlik ve dezenfeksiyon önlemleri ihmal edilmeden ve kurallara riayet edilerek uygulanmalıdır. Zoonoz etkenlere karşı işletmelerde ve kliniklerde çalışan personeller düzenli olarak eğitilmelidir. Çalışan personellere koruyucu ekipmanlar sağlanmalı ve personeller hijyen ve dezenfeksiyon kurallarına uyum konusunda sıklıkla denetlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Ababe, E., Gugsu, G. ve Ahmed, M. (2020). Review on Major Food-Borne Zoonotic Bacterial Pathogens. *Journal of Tropical Medicine*, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2020/4674235>
- Ağalar, C., Aydos, T. R. ve Gürdal, H. (2005). Deneysel Araştırma Laboratuvarı ve Zoonozis. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (9), 175-186.
- Alp Çavuş, S. (2015). Brusellozda Mesleksel Risk: Türkiye’de Görmezden Geldiğimiz Bir Sorun. *Klimik Dergisi*, 28(3), 95. <https://doi.org/10.5152/kd.2015.19>
- Ateş Özcan, B. (2019). Şarbon Hastalığı ve Önemi. *Sağlık ve Toplum*, 29(1), 27-31.
- Azap, A. (2020). Bir Zoonotik Enfeksiyon Olarak Covid-19. Erişim adresi (24 Nisan 2022): https://www.ttb.org.tr/yayin_goster.php?Guid=42ee49a2-fb2d-11ea-abf2-539a0e741e38.
- Best, M., Sattar, S. A., Springthorpe, V. S. ve Kennedy, M. E. (1990). Efficacies of selected disinfectants against *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of Clinical Microbiology*, 28(10), 2234-2239. <https://doi.org/10.1128/jcm.28.10.2234-2239.1990>
- Bicudo, J. R. ve Goyal, S. M. (2003). Pathogens and manure management systems: A review. *Environmental Technology*, 24(1), 115-130. <https://doi.org/10.1080/09593330309385542>
- Bilici, S., Irmak, H. ve Buzgan, T. (2008). *Sağlık Personeline Yönelik El Yıkama ve El Dezenfeksiyonu Rehberi*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- Bowen, L. E. (2010). Does That Face Mask Really Protect You? *Applied Biosafety*, 15(2), 67-71. <https://doi.org/10.1177/153567601001500204>
- Böhm, R. (1998). Disinfection and hygiene in the veterinary field and disinfection of animal houses and transport vehicles. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41(3-4), 217-224. [https://doi.org/10.1016/s0964-8305\(98\)00030-4](https://doi.org/10.1016/s0964-8305(98)00030-4)
- Chomel, B. B. (2003). Control and Prevention of Emerging Zoonoses. *Journal of Veterinary Medical Education*, 30(2), 145-147. <https://doi.org/10.3138/jvme.30.2.145>
- Çetin, Ö., Dümen, E., Kahraman, T., Bingöl, E. B. ve Büyükunal, S. K. (2011). Kurbanlık Hayvan Seçimi, Kesim ve Hijyeni. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37(1), 63-67.
- Dayıoğlu, H., Özyurt, M. S., Helvacı, M. R. ve Solak, C. N. (2006). Türkiye’de Tavuk Vebası (Kuş Gribi). *Dumlupınar Üniversitesi Dergisi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (10), 1-14.
- Dvorak, G. (2008). Disinfection 101. *Center for Food Security and Public Health*, 1-20.
- El-Gohary, A., El-Bably, M., Abd-El Haleem, M., El-Gohary, F. ve El-Deen, M. M. (2015). *In vitro* evaluation of commonly used disinfectant and antiseptics in veterinary practice against *Brucella abortus*. *Annals of Veterinary and Animal Science*, 2(4), 77-85.
- Engdaw, G. T., Gebrehitow, M. ve Andualem, Z. (2019). Hand hygiene compliance and associated factors among healthcare providers in Central Gondar zone public primary hospitals, Northwest Ethiopia, *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 8(190), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0634-z>
- Erkmen, E. (2009). Bazı Dezenfektanların Etçi Piliç Üretim Kümeslerindeki Antimikrobiyal Etkinliklerinin Araştırılması (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji AD, Ankara.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO). (2001). Manual on Procedures for Disease Eradication by Stamping Out, Part 3: Decontamination Procedures. Erişim adresi (30 Mart 2022): <http://www.fao.org/docrep/004/Y0660E/Y0660E03.htm#ch3>
- Frentzel, H., Menrath, A., Tomuzia, K., Braeunig, J. ve Appel, B. (2013). Decontamination of High-risk Animal and Zoonotic Pathogens. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*, 11(S1), S102-S114. <https://doi.org/10.1186/1547-5946-11-S1-102>

- doi.org10.1089/bsp.2012.0069
- Gamage, B. (2003). BCCDC Laboratory Services A Guide to Selection and Use of Disinfectants. Petric, M., Stephens, G., McIntyre, L., Fung, J. & Isaac-Renton, J. (Eds.). Erişim adresi (12 Nisan 2022): https://www.academia.edu/9210181/BCCDC_Laboratory_Services_A_Guide_to_Selection_and_Use_of_Disinfectants_Selection_and_Use_of_Disinfectants
- Genelge. (2010, 4 Eylül). Kanatlı Hayvanlarda Görülen Kuş Gribi Salgını Konusunda Yapılması Gereken Hazırlıklar. *Resmî Gazete* (Sayı: 27692). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/09/20100904-13.htm>
- Gül, Y., İssi, M. ve Gül Baykalır, B. (2013). Araştırma Laboratuvarlarında Biyogüvenlik, Zoonotik Hastalıklar ve Tıbbi Atıkların Bertarafı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1), 81-96.
- Günaydın, M. (2010). Hastane Enfeksiyonları ve El Hijyeni. 16. DAS Eğitim Semineri Crowne Plaza Hotel, İzmir. Erişim adresi (27 Nisan 2022): <https://www.das.org.tr/dosya/mg/16seminer.pdf>.
- Haider, N., Rothman-Ostrow, P., Osman, A. Y., Arruda, L. B., Macfarlane-Berry, L., Elton, L., Thomason, M. J., Yeboah-Manu, D., Ansumana, R., Kapata, N., Mboera, L., Rushton, J., McHugh, T. D., Heymann, D. L., Zumla, A. ve Kock, R. A. (2020). Covid-19-Zoonosis or Emerging Infectious Disease? *Frontiers in Public Health*, 8, 596944. Erişim adresi (11 Mart 2022): <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.596944>
- Jeffrey, D. J. (1995). Chemicals used as disinfectants: active ingredients and enhancing additives. *Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 14(1), 57-74.
- Jurgiel, J., Filipiak, K. J., Szarpak, L., Jaguszewsk, M., Smereka, J. ve Dzieciatkowsk, T. (2020). Do pets protect their owners in the Covid-19 era? *Medical Hypotheses*, 109831. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109831>
- Karabey, S., Çetinkaya Şardan, Y., Alp, E., Ergönül, Ö., Esen, Ş. ve Kaymakçı, H. (2008). El Hijyeni Kılavuzu. *Hastane İnfeksiyonları Dergisi*, 12(Ek 1), 14-30.
- Kaya, U. ve Güvenir, M. (2020). El Yıkama, Eldiven Kullanımı ve Dirençli Bakteri Enfeksiyonlarının Önlenmesi. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 29(4), 303-308. <http://doi.org/10.17827/aktd.855738>
- Kayabaşı, R. (2018). Laborant ve Veteriner Sağlık Ön lisans Öğrencilerinin Zoonotik Meslek Hastalıkları Hakkında Bilinç Seviyelerinin Ölçülmesi. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(1), 11-20.
- Koleci, X., Quinn, P. J, Çela, M. ve Malaj, Z. (2007). The Place of Disinfection In the Control of Infectious Diseases. *Albanian Journal of Natural and Technical Sciences*, 12, 139-156.
- Köseoğlu, İ. E. ve Güner, A. (2021). Sığırlardan Elde Edilen Besinlerden Kaynaklanan Başlıca Zoonotik Hastalıklar. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 1, 63-79.
- Lindberg, M., Skytt, B. ve Lindberg, M. (2020). Continued wearing of gloves: a risk behaviour in patient care. *Infection Prevention in Practice*, 2(4), 100091. <http://doi.org/10.1016/j.infpip.2020.100091>
- Macauley, J. J., Qiang, Z., Adams, C. D., Surampalli, R. ve Mormile, M. R. (2006). Disinfection of swine wastewater using chlorine, ultra violet light and ozone. *Water Research*, 40(10), 2017-2026. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2006.03.021>
- McDonnell, G. ve Russell, A. D. (1999). Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147-179. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.1.227-227.2001>
- Öğütlü, A. (2012). Şarbon. *Deneyisel ve Klinik Tıp Dergisi*, 29, 155-162, <https://doi.org/10.5835/jecm.omu.29.s3.011>
- Özbey, G., Kalender, H. ve Muz, A. (2008). Sığır Tüberkülozu'nun Epidemiyolojisi ve Teşhisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(5), 307-314.
- Özçakmak, S. ve Var, I. (2020). Covid-19

- Salgınının Yayılmasını Önleyici Hijyen Uygulamaları. *Akademik Gıda*, 18(4), 433-441. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.850947>
- Öztoprak, D., Serpen, A. ve Aksakoğlu, G. (2015). Veteriner Halk Sağlığı'nın Zoonoz Kontrolündeki Yeri. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 24(3), 114-124.
- Pakdemirli, A. (2020). Koruyucu Gözlük ve Yüz Koruyucu (Siperlik) Kullanımı. Kenar, L. ve Pakdemirli, A. (Ed.), COVID-19'dan Korunmak için Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı içinde (ss. 30-31). Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi Kbrn AD, Ankara.
- Pal, M., Gizaw, F., Fekadu, G., Alemayehu, G. ve Kandi, V. (2017). Public Health and Economic Importance of Bovine brucellosis: An Overview. *American Journal of Epidemiology and Infectious Disease*, 5(2), 27-34. <https://doi.org/10.12691/ajeid-5-2-2>
- Parın, U., Kırkan, Ş., Savaşan, S. ve Yüksel, H. T. (2017). Kanatlı Yetiştiriciliğinde Biyogüvenlik: Tanım, Korunma ve Güvenlik Kuralları. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topic*, 3(3), 149-153.
- Rahman, T., Sobur, A., Islam, S., Ievy, S., Hossain, J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T. ve Ashour, H. M. (2020). Zoonotic Diseases: Etiology, Impact and Control. *Microorganisms*, 8(9), 1405. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
- Salman, E. ve Karahan, Z. C. (2014). Sağlık Çalışanlarında Enfeksiyon Riskleri ve Korunma II: Solunum Yoluyla Bulaşan Enfeksiyonlar. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 67(3), 83-86. https://doi.org/10.1501/Tipfak_00000000873
- Stull, J. W., Brophy, J. ve Weese, J. S. (2015). Reducing the risk of pet-associated zoonotic infections. *CMAJ*, 187(10), 736-743. <https://doi.org/10.1503/cmaj.141020>
- Şener, O., Kılıç, M., Ayar, B., Dilmaç Artun, E. ve Sabuncuoğlu, İ. (2020). Covid-19'da Maske Kullanımına İlişkin Hızlı Sistemik İnceleme. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 4(2), 1-9.
- Tao, M., Ao, T., Mao, X., Yan, X., Javed, R., Hou, W., Wang, Y., Sun, C., Lin, S., Yu, T. ve Ao, Q. (2021). Sterilization and disinfection methods for decellularized matrix materials: Review, consideration and proposal. *Bioactive Materials*, 6(9), 2927-2945. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2021.02.010>
- Türken, M. ve Köse, Ş. (2020). Covid-19 Bulaş Yolları ve Önleme. *Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dergisi*, 30(2), 36-42. Erişim adresi (28 Nisan 2022): <https://doi.org/10.5222/terh.2020.02693>
- Whitney, E. A. S., Beatty, M. E., Taylor, T. H., Weyant, R., Sobel, J., Arduino, M. J. ve Ashford, D. A. (2003). Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores. *Emerging Infectious Diseases*, 9(6), 623-627. <https://doi.org/10.3201%2F0906.020377>
- World Health Organization. (WHO). (2020a). Advice on the use of masks in the context of Covid-19. Erişim adresi (20 Nisan 2022): <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331693>
- World Health Organization. (WHO). (2020b). Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of Covid-19. Erişim adresi (20 Nisan 2022): <https://www.who.int/publications/i/item/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-in-the-context-of-covid-19>.
- World Health Organization. (WHO). (2020c). Coronavirus disease 2019 (Covid-19) Situation Report 94. Erişim adresi (24 Nisan 2022): <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200423-sitrep-94-covid-19.pdf>
- World Health Organization. (WHO). (2020d). Zoonoses. Erişim adresi (13 Aralık 2022): <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>
- Yönetmelik. (2009, 2 Nisan). Sığır Bovine Tüberkülozu Yönetmeliği. *Resmî Gazete* (Sayı: 27188). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/04/20090402-2.htm>



Van Gölünün Endemik Değeri: İnci Kefali (*Alburnus tarichi* [Guldenstaedtii, 1814])

Endemic Value of Lake Van: Pearl Mullet (*Alburnus tarichi* [Guldenstaedtii, 1814])

Serkan PINAR^{1*}, Ferhat AKSOY², Rezzan PINAR³, Semih ALİOĞLU⁴

^{1,2,4}Et ve Süt Kurumu Van Et Kombinasyonu Müdürlüğü, Van

³Bingöl Üniversitesi, Bingöl

¹ORCID: 0000-0001-7246-817X  ²ORCID: 0000-0002-0085-9240 

³ORCID: 0000-0002-1134-8139  ⁴ORCID: 0000-0002-1944-7684 

*Sorumlu Yazar: serkan.pnr6@gmail.com

Geliş Tarihi: 01.07.2022 Kabul Tarihi: 31.03.2023

ÖZET

Van Gölü Türkiye'nin en büyük gölü olma özelliğiyle bünyesinde bulunan endemik bir tür olan inci kefalinin yaşam döngüsü. Bu döngüde inci kefalleri aşırı derecede sodalı ve tuzlu olan Van gölünün pH değeri yaklaşık 9,7-9,9 tuzluluğu ise %0.22 seviyesinde yaşamaktadırlar. Van gölü havzasına özgü olan İnci kefali, *Alburnus tarichi* (Guldenstaedtii, 1814), gölün tuzlu ve sodalı sularına yaşamlarını sığdırmış olup sazangiller ailesine ait bir balık türüdür. İnci kefali, üremelerini devam ettirebilmek için her yıl Nisan ayından Temmuz ayına kadar Van Gölü'ne dökülen akarsulara büyük bir göçü gerçekleştirirler. Sürüler halinde akarsulara giren inci kefalleri yumurtalarını bırakıp, tekrardan Van gölüne geri gelerek yaşamlarını devam ettirirler. 2020 yılında iç sularda ülkemizde avlanan toplam 33.119 ton balığın, toplamda 9.734 tonluk bölümünü inci kefali oluşturur. İnci kefali bu kazanç ile Türkiye ekonomisine büyük bir katkı oluşturup, üretimin yaklaşık 1/3'lük bölümünü karşılamaktadır. Van Gölünde yaşayan aynı zamanda bölge halkı için önemli bir besin kaynağı olan inci kefalinin morfolojik özellikleri ve yaşam döngüsü ele alınmış olup inci kefalinin daha sağlıklı üreme ortamları sağlamak için öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Van Gölü, İnci Kefali, *Alburnus Tarichi*, Anadrom, Cyprinidia

ABSTRACT

Life cycle of the pearl mullet, an endemic species in Lake Van, being the largest lake in Turkey. In this cycle, pearl mullets live at the pH value of about 9.7-9.9, and the salinity of %0.22 of Lake Van, which is extremely soda and salty. Pearl mullet, *Alburnus tarichi* (Guldenstaedtii, 1814) which is unique to the Van Lake basin, is a fish species belonging to the carp family, which has lived their lives in the salty and soda waters of the lake. Pearl mullets every year from April to July in order to continue breeding They migrate to the rivers which flows to the Lake Van. Pearl mullets, which enter the streams in flocks, lay their eggs and come back to Lake Van to continue their lives. Pearl mullet constitutes a total of 9.734 tons of the 33.119 tons of fish caught in our country in inland waters in 2020. Pearl mullet makes a great contribution to the Turkish economy with this income and meets about 1/3 of the production. Morphological features and life cycle of pearl mullet living in Van Lake, which is also an important food source for the people of the region, are discussed and suggestions are presented to provide healthier breeding environments for pearl mullet.

Keywords: Lake Van, Pearl Mullet, *Alburnus Tarichi*, Anadrom, Cyprinidia

GİRİŞ

Van, M.Ö. 6.000’li yıllardan günümüze gelen ve 8.000 yıllık sürekli var olma özelliğinin yanı sıra yıllarca birden fazla medeniyetleri içinde barındırmış bir yerleşim yeridir (Oto, 2019). Van Gölü, 3.712 km² alanına sahip sularında soda ve tuz oranı oldukça yüksek olan maksimum derinliği 451 m, vasati (ortalama) derinliği ise 171 metre olarak bilinen Türkiye’nin en büyük gölüdür. Van gölü suyunun pH’sı 9,7-9,9 tuzluluğu ise %0,22 değerinde bilinmektedir (Kempe, 1977; Reimer vd., 2009). Türkiye’nin doğusunda bulunan Van gölü; Bitlis ve Van illeri arasında bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 1651 metre yükseklikte bulunan ve aynı zamanda dünyanın 4. büyük kapalı gölü ve sodalı gölüdür (Degens ve Kurtman, 1978).

Kapalı bir havza olan Van gölü havzası Türkiye alanına oranı %2.3 olmakla beraber su potansiyeli 3.54x10⁹ m³ olarak yıllık hesaplanmıştır. Havzada sert karasal iklim hâkimdir lakin Van Gölü’nün kıyılarında iklim biraz daha yumuşaktır. Yıl içerisinde en az yağışı Ağustos ayında alır iken; en çok yağışı Nisan ayın da alır. Ortalama sıcaklığı yıl içerisinde 8-9 °C değerinde olup buharlaşmanın en yoğun olduğu ay ise Temmuz ayıdır (Munsuz ve Ünver, 1983).

Van Gölü’nün etrafı yüksek dağlarla çevrilmiş olup en büyüğü 4434 metre olan Süphan dağı ve 2. büyük dağı 3050 metre olan Nemrut dağı olarak bilinmektedir. Van gölü bir lav set gölü olma özelliğine sahip olduğundan dolayı dağların Van gölü oluşumunda önemli bir yer tuttuğu söylenebilir (Elp, 2002).

İNCİ KEFALİNİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Biyolojik yönden dikkat çekici, anadrom karaktere sahip ekolojik yönden de önemli olan ve Van gölünde hayatlarını sürdürmeyi başaran İnci kefali (*Alburnus tarichi*, [Guldenstaedtii, 1814], *Cyprinidia* (Sazangiller) familya türlerine mensup olan ve sadece dünyada, Van gölü havzasında hayat bulan endemik bir balık türüdür. İnci Kefali farklı isimlerle de anılır bunlar; Van Kefali, Van Balığı, Van Kolyoz Balığı olarak isimlendirilir (Bilge, 1982; Çelikkale, 1988; Demirsoy, 1996; Akgül, 1980). Bilimsel olarak *Cyprinus tarichi* (Pallas, 1811), *Leuciscus vanensis* (Günther, 1868), *Alburnus tarichi* (Deyrolle, 1871-72), *Sgualius maxillaris* (Sauvage, 1884),

Chalcalburnus tarichi (Berg vd., 2000) isimleri ile de bilinmektedir.

İnci kefali taksonomisi:

Âlem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Osteichthyes
Takım	Cypriniformes
Familya	Cyprinidae
Cins	Alburnus
Tür	<i>Alburnus tarichi</i>

İnci kefalinin vücut yapısı fusiformdur (özellikle hava ya da su direncine karşı gelişmiş vücut şeklidir). Total olarak baş uzunluğu boynun 1/6’sı kadar olup vücutta sikloid pullar yer almaktadır. Ağız pozisyonu terminal yapıda olan inci kefalinin burun delikleri de gözün önünde yer almaktadır (Çetinkaya ve Elp, 1995). Solungaç diken sayıları genelde 14-27 sayıları arasında değişmekle beraber pul sayıları da 60-90 arasında bulunmaktadır (Elp vd., 2013).

İnci kefalinin vücut rengi çok değişkenlik gösterip genelde parlak gümüşü rengi hâkimdir. Sırtlar koyu gri ya da koyu grimsi olup karın bölgesi parlak gümüşü rengini alır. Vücudunun çoğu bölgesinin pullarla kaplı olmasından ötürü, anal ve ventral yüzgeçleri arasındaki kısmın pulsuz olduğu gözükmemektedir (Geldiay ve Balık, 1996). Lakin juvenil (genç) fertlerinde renk koyu gümüşüdür ve arka kısım da gri renktedir bunun yanında genelde 10 cm’den de küçük olan fertlerde üç adet uzanmış koyu dar bandı bulunur (Sarı, 1997).

Van gölü havzasında bulunan ve eşsiz bir yaşam döngüsüne sahip olan uçan Van balığı (inci kefali) dünya da sadece bu havzada yaşayabilen tek canlı türüdür. Uçan Van balığı, Van’ın doğal, kültürel ve ekonomik değerlerinden biridir. Suyun akışının tersine doğru yüzdüğünden ve önüne çıkan engelleri uçarak aştığı için uçan balık olarak da adlandırılan inci kefalleri, üremek için başlattığı yolculuğu Van gölü havzasına dökülen tüm tatlı sularda gerçekleştirirler. Kalori deposu olarıktan bilinen Van balığının eti beyaz ve lezzetlidir. Türkiye iç sularında önemli bir değere sahip olup 1/3’lük balık kısmını karşılamaktadır. Olağanüstü bir yaşam döngüsüne sahip olan inci kefali kış aylarında yaşamlarını Van gölünde geçirirken bahar mevsiminde de neslin devamlılığını sağlamak adına sürüler halinde üreye bilmeleri için kilometrelerce yolu kat edip Nisan ve Temmuz ayları

arasında Van gölü havzasına dökülen tatlı sulara giriş yaparlar. Bunun da nedeni Van Gölü'nün tuzlu ve sodalı oluşu üremelerine imkân sağlamamasıdır. Üremelerini tamamladıktan sonra tekrar geri dönerler ve bu süre zarfında birçok zorlukla karşılaşır. Çünkü bütün kış tuzlu ve sodalı suda kaldıkları için birden tatlı sulara geçmeleri balıklarda ozmotik stres oluşturur. Bunun yanı sıra akıntının tersine doğru yol alması ve yapılan illegal avlanmalara karşı fiziksel bir performans göstererek mücadele etmiş olup uygun ortamı da sağladıktan sonra başarılı bir şekilde üremelerini gerçekleştirirler. Her zaman neslini devam ettirebilmek güdüsüne sahip olduğundan biyokimyasal ve fizyolojik becerisi üremelerinde etkin rol almıştır.

İnci kefalinin üremeleri için beslendikleri akarsular; Karasu, Bendimahi, Deliçay, Zilan, Uludere, Karmuç, Sapur, Güzelkonak, Gevaş ve Engil olarak bilinmektedir (Elp vd., 2014). Öte taraftan inci kefalinin göç davranışları her yıl Haziran ayının ilk haftasında Van ilinin Erciş ilçesinde festivaller şeklinde kutlanmış olup bölgeye hem ekonomik açıdan hem de ekoturizm faaliyetlerine katkılar sağlamıştır.

İNCİ KEFALİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ

Van gölü oluşumunun ilkaşamalarında içerisinde tatlı su özelliği barındırmış olsa dahi yıllarca etrafında var olan toprak yapısı ile arazi yapıları Van gölüne tuzlu ve sodalı bir özellik kazandırmıştır (Demirsoy, 1996). İnci kefali de Van gölünün tuzlu ve sodalı yapısına adapte olarak yaşamlarını sürdürmektedir. İnci kefali geçmiş olarak tatlı su balığı olduğu için üremelerini gerçekleştirmek adına tatlı sulara göç ederler. Bütün kışını Van gölünde geçiren balıklar, Nisan ayında suların ısınmasıyla göle dökülen akarsuların mansap alanlarına gelerek 1-2 hafta bekleme sürecinden sonra akarsulara girmeye başlarlar ve bu süreç Haziran ayı sonuna kadar devam eder (Elp, 2002). Aynı zamanda akıntının tersine doğru ilerleyen dünyada sadece 2 balıktan biridir (somon). Akarsuların mansap kısımlarında beklemelerinin nedenlerinden biri, üreme sıcaklıklarıyla akarsu sıcaklıklarının birbirine yakın olması ve Van gölünün tuz ve soda oranının yüksek olması göl suyundan tatlı sulara geçişinde iyon farkı dengesinin kurulması olarak söylenebilir (Oğuz, 2018).

İnci kefalinin yaşam döngüsü 5 başlık altında da özetlenebilir.

1. Yumurta ve Kuluçka Safhası

İnci kefali balığının dişi bireyleri çevresel ve fizyolojik olarak 7000 ile 10000 adet arası yumurta bırakabilmektedir. Yumurtalar demersal özellikte olduğundan dibeye batmaktadır. Yumurtalar yuvarlak, sarı renkli ve yapışkan özelliğine sahiptirler. Bu vesileyle dibeye batan yumurtalar erkek bireyler tarafından döllenerek akarsu dibinde ki kum, taş ve bitkilere yapışmaktadır. Su sıcaklığının 17-20 °C dereceye ulaşmasıyla dölenen yumurtalar 3-7 gün içerisinde birer larva olarak yumurtadan çıkarlar.

2. Keseli Yavru Safhası

Yumurtalardan çıkan larvalar yaklaşık olarak 5-7 mm boya ulaşır. Keseli larvaların sindirim sistemleri gelişmemiş olup planktonlarla beslenecek düzeye gelene kadar 4-6 gün süre zarfında üzerlerinde ki yumurta kesesinden beslenmeye devam ederler.

3. Yavru Safhası

4-6 gün sonrasında yumurtadan çıkan keseli larvalar planktonlarla beslenerek 1-2 cm civarında ufak bir balık olur. Akarsu yataklarında akıntı şiddeti az olan yerlerde hızla beslenmeye başlarlar. Bu süreçte beslenmeleri daha çok fitoplanktonlarla yapar. Dönem sonuna doğru ise zooplanktonlarla beslenmeye başlarlar. Yavru belli bir büyüklüğe ve hıza ulaştıktan sonra 15 gün içerisinde Van gölüne dönüş yolculuğu başlamış olur.

4. Genç Balık Safhası

Van gölüne gelen genç balıklar artık 2-4 cm boylarındadır. Yavrular tatlı sudan tuzlu ve sodalı sulara hemen geçemezler. Çünkü iyon yoğunlukları vücut içerisinde ayarlanmazsa Van gölüne girdiklerinde yaşamları son bulur. Bu sebeple mansap (döküldüğü nokta) alanlarda fizyolojik uyum için bir süre beklemek zorundadırlar. Van gölüne girdikten sonra sürüler halinde besince zengin alanda yaşamlarını devam ettirirler. Genç balıklar üç yaşına geldiklerinde 15-16 cm boya, 40-50 g ağırlığa ulaşarak üreme yetenekleri gelişir. Bu süreçten sonra ergin balık haline dönerler.

5. Ergin Balık Safhası

Artık ergin bireyler olarak ergin sürülerin aralarına katılırlar. Ergin sürülere yakın olan genç balıklar erginlerin akarsu ağızlarına doğru yönelerek üreme göçünün başlamalarına yardımcı olurlar. Genç bireyler fizyolojik uyum sağlandıktan sonra üreme

için mansaplar da bekleyen ergin bireylerle karışıp vücutta ki iyon dengesini sağladıktan sonra akarsulara göçü başlatırlar. Akarsuda ki su sıcaklığının belli seviyeye gelmesiyle yumurtalarını suya bırakıp Van gölüne sürüler halinde geri dönerler. Yaz boyunca 20 metreyi aşmayan derinliklerde beslenerek bir sonraki üreme göçüne hazırlık yaparlar.

İNCİ KEFALİNİN BESLENMESİ

İnci kefali üremelerinin dışında tamamen Van gölünde dağılım göstermekte olduğundan gölün içerisinde beslenmektedirler. Genellikle planktonik besinlerle beslenen tipik bir planktivordur (Danulat ve Kempe, 1992). Planktonlar hayvansal ve bitkisel besin türlerinden oluşur. Van gölü tuzlu ve sodalı yapısından ötürü biyolojik çeşitliliği az sayıda olan bir ekosistemdir. Literatürde yapılan araştırmalara göre 103 tür fitoplankton, 36 türde zooplankton tespit edilmiştir (Selçuk Zorer ve Şahan, 2011). İnci kefalinin yazın karnivor olduğu görüşü savunulmasına rağmen her dönem planktivor olduğu bildirilmiştir (Akgül, 1980). İnci kefali sonuç olarak genç yaşlarda fitoplanktonla, ergin yaşlarda ise zooplanktonlarla beslenmektedirler.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Van gölü ve akarsular bölge için yaşamsal açıdan oldukça zengin ekolojiye sahip su kaynaklarımızdır. Van Gölü Türkiye'nin en büyük gölü olma özelliğiyle bünyesinde bulunan İnci Kefali endemik bir türdür. Van gölü havzasında yıllardır yaşamını sürdüren ve dünyanın başka hiçbir yerinde yetişmeyen inci kefali, gölün tatlı suda yaşayan balıkları ile tuzlu suda yaşayan balıkları için uygun olmayan tuzlu ve karbonatlı sularda yaşamlarını sürdürmektedir. Van'ın doğal, kültürel ve ekonomik değerlerinden biridir. Yöre halkından binlerce insana ekmek kapısı sağlamaktadır. Türkiye iç sularında 1/3 oranla en büyük balık stokunu oluşturur. Böyle bir stokun devamlılığında ki etken üreme dönemlerinde sağlıklı bir şekilde yumurtalarını akarsulara bırakarak geri dönmeleridir. Bu nedenle Türkiye ekonomisinde çok büyük bir öneme sahiptir. Her yıl Haziran ayının ilk haftasında Erciş ilçesi Deliçay akarsuyu kenarında Uluslararası İnci Kefali Göçü, Kültür ve Sanat Festivali'ni geleneksel hale getirip farklı ülkelerden gelen insanları bir araya toplayarak karnaval havasında

kutlamaktadırlar.

Son yıllarda hızla gelişen sanayileşme, atıkların çevreye bırakılması, nüfus artışı, bilinçsiz avlanma, akarsu ve dere yataklarına yapılan müdahaleler sonucunda toprak ve hava kirliliği oluşturmasının yanında Van gölünün kirliliğini de meydana getirmektedir. Bu kirlilik zamanla kontrolsüz bir şekilde artmaya devam etmektedir. Ve bu durum gün geçtikçe Van gölü havzasında var olan İnci kefalinin popülasyonunun yok olmasına sebebiyet verebilmektedir.

İnci kefali, IUCN Red List (2013) tarafından kırmızı listedeki türler arasına dahil edilmiş statüsü NT: Near Threatened (Neredeyse tehdit altında) olarak belirlenmiştir (Elp vd., 2013). Bu nedenle ülkemiz için endemik olan bu türün devamlılığının sağlanabilmesi için biyolojik özellikleri, üreme alanlarının tespiti, göç yollarının izlenmesi ve göç özelliklerinin tespit edilerek sağlıklı üreme ortamlarını sunmak gereklidir.

ÖNERİLER

1. İnci kefali popülasyonunun devamlılığı için 15 Nisan- 15 Temmuz tarihleri arasında avcılığın yasaklanması gerekmektedir. Yapılan kaçak avlanmalara karşı tüm resmi kuruluşlar harekete geçmeli ve suçlular hakkında cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.
2. İlkbahar mevsiminde eriyen karların ve yağışların etkisiyle debileri yükselen akarsuların, balıkların besin ve üreme alanlarının tahrip olmaması için dere kenarları taş, çakıl ve kumla yükseltilip balıkların üreme alanlarının yoğun olduğu dere kenarlarına da ağaçlar dikilmelidir.
3. İnci kefalinin üreme alanlarının çoğunluklu olduğu akarsular belirlenmeli ve yumurtalarını bıraktığı mansap alanlarda tarım arazisi yapılmamalıdır.
4. Dere yataklarına bilinçsizce ve yetkililerden izin alınmadığı müddetçe müdahaleler yapılmamalıdır.
5. Dere kenarlarında yer alan çok sayıda ruhsatlı ve ruhsatsız kum ocakları vardır. Kum alım işlemi sırasında derenin orijinal taban yapısı bozulmakta ve aynı zamanda bulanıklaşan su çok sayıda inci kefalinin ölümüne sebebiyet vermektedir. Bundan ötürü sürekli kum ocakları denetlenmeli ve balıkların üreme dönemlerinde kapatılmalıdır.
6. İnci kefali üreme dönemleriyle ilgili halk bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akgül, M. (1980). Van Gölü Kapalı Havzası'nda yaşayan inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) Biyo-Ekolojisi Üzerine Araştırmalar. Bildiri Özetleri Kitabı, TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, 6-10 Ekim, 553-544, Aydın, Türkiye.
- Akkuş, M. (2021). Van Gölü Balıkçılık Yönetimi ve İnci Kefali (*Alburnus tarichi*, Guldenstaedtii, 1814) Koruma Çalışmaları. *Doğanın Sesi*, (8), 47-59.
- Berg, O. K., Thronaes, E. ve Bremset, G. (2000). Seasonal cycle of body composition and energy of brown trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. *Ecology of Freshwater Fish*, 9(3), 163-169. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2000.0090305.x>
- Bilge, İ. (1982). Balık ve Amatör Balıkçılık (s. 383). İstanbul: İsmail Akgün Vakfı.
- Çelikkale, M. S. (1988). Balık Biyolojisi (s. 387). K.T.Ü Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Y.O., Genel Yayın, No: 101, Yükseköğül yayın no: 1. Trabzon.
- Çetinkaya, O. ve Elp, M. (1995). İnci kefal (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811)'nin morfolojik anatomisi ve sistematik özellikleri. Doğu Anadolu II. Su Ürünleri Sempozyumu, 14-16 Haziran, Bildiri Özetleri Kitabı, 713-722, Erzurum, Türkiye.
- Danulat, E. ve Kempe, S. (1992). Nitrogenous waste excretion and accumulation of urea and ammonia in *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae), endemic to the extremely alkaline Lake Van (Eastern Turkey). *Fish Physiology and Biochemistry*, 9(5-6), 377-386. <https://doi.org/10.1007/BF02274218>
- Degens, E. T. ve Kurtman, F. (Eds.) (1978). The Geology of Lake Van. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 158, Ankara.
- Demirsoy, A. (1996). Genel ve Türkiye zoocoğrafyası 'Hayvan coğrafyası' (630 s.). Ankara.
- Elp, M., Özüluğ, M., Şen, F. ve Freyhof, J. (2013). Validation of *Alburnus timarensis* from the Lake Van basin, eastern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 59(3), 235-244. <https://doi.org/10.1080/09397140.2013.841430>
- Elp, M. (2002). Koçköprü Baraj Gölü'nde (Van) Yaşayan Siraz (*Capoeta capoeta*, G., 1772) ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Popülasyonları Üzerine Bir Araştırma (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri AD, İstanbul.
- Elp, M., Şen, F. ve Atıcı, A. A. (2014). İnci kefalinin (*Alburnus tarichi*, Guldenstaedtii, 1814) Van Gölü Havzası su kaynaklarındaki yayılım bölgeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 228-232. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236277>
- Geldiay, R. ve Balık, S. (1996). Türkiye Tatlısu Balıkları (II. Baskı). Ege Üniv. Su Ür. Fak. Yay. No: 46, Ders Kitabı Dizini No: 16. Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir, 532 s.
- IUCN Red List. (2013). *Alburnus tarichi*, Van Shah Kuli. <https://www.iucnredlist.org/species/4375/19222678#assessment-information>
- Kempe, S. (1977). Hydrographie, Warvenchronologie und organische Geochemie des Van Sees, Osttürkei. Dissertation, *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, 47, 125-228.
- Kızmaz, V. (2015). Van Gölünde Yaşayan İnci Kefali Balığının (*Alburnus tarichi*) Değişik Dokularındaki (Kas, Karaciğer ve Gonat) Yağ Asiti İçeriğinin Mevsimsel Değişimi (Doktora tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji AD, Diyarbakır.
- Munsuz, N. ve Ünver, İ. (1983). Türkiye Suları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 882, Ankara.
- Oğuz, A. R. (2018). Development of osmoregulatory tissues in the Lake van fish (*Alburnus tarichi*) during larval development. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44, 227-233. <https://doi.org/10.1007/s10695-017-0427-3>
- Oto, M. M. (2019). A Trademark Value as a "Van Fish"—scientific and cultural problem as a "Pearl Mullet. Cappadocia, Turkey, 519.
- Sarı, M. (1997). Van Gölü inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) stok miktarının tahmini ve balıkçılık yönetim esaslarının belirlenmesi (Doktora tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi AD, İzmir.
- Selçuk Zorer, Ö. ve Şahan, T. (2011). The concentration of ²³⁸U and the levels of gross radioactivity in surface waters of the Van Lake (Turkey). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 288(2), 417-421. <https://doi.org/10.1007/s10967-010-0958-x>



Gıda Kaynaklı *Toxoplasma gondii* 'ye Genel Bir Bakış

Foodborne *Toxoplasma gondii*: An Overview

Kadir GÖNEN^{1*}, Ali Anıl SÜLEYMANOĞLU²

¹İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İstanbul

²Akyaka İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kars

¹ORCID: 0000-0001-6555-4475  ²ORCID: 0000-0002-7091-5826 

*Sorumlu Yazar: kadir.gonen@esk.gov.tr Geliş Tarihi: 06.12.2022 Kabul Tarihi: 31.03.2023

ÖZET

Toxoplasma gondii zorunlu hücre içi bir parazit olup gıdalar aracılığıyla toplum sağlığını tehdit etmektedir. Parazitin özellikle toplumun belli kesimlerini (immün sistemi baskılanmış bireyler, gebeler) daha çok etkilediği görülüp gıda kaynaklı en önemli paraziter etkenlerden biridir. Bilim dünyasındaki gelişmeler ile farklı analiz yöntemleri (histopatolojik yöntemler, moleküler genetik yöntemler) ile tanı ve teşhisi gerçekleştirilebilmektedir. Toksoplazmozise neden olan bu parazitin gıdalara bulaşmasının engellenmesi için çeşitli kalite kontrol yöntemleri (HACCP, GMP) kullanılmaktadır. Ek olarak gıdalar üzerinde bulunan ookistlerin inaktivasyonu için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Etkenin gıdalar aracılığıyla insanlara bulaşmasında çiğ ve az pişmiş ürünler ya da iyi yıkanmamış ürünlerin rolü fazla olup bu nedenle parazitin yaşam siklusunun bozulması toplum sağlığı için gereklidir. Yaygın şekilde bulunan bu parazitin, çoğu enfekte ettiği insanda belirti göstermemesinden dolayı gerçek vaka sayısı net olarak bilinmemektedir. *Toxoplasma gondii*, son konağı kedi ve kedigiller olup arakonakları ise insan ve son konak olan kedigillerin de içinde olduğu 300 civarında omurgalı hayvandır. Bu nedenle etkenin izlenmesi güçtür. Gıda ürünleri aracılığıyla taşınabilen bu etkeninin daha iyi anlaşılması, farkındalığın artması ile tarama ve teşhis yöntemlerinin uygulanabilir olması toplum sağlığı açısından şarttır.

Anahtar kelimeler: *Toxoplasma gondii*, Gıda kaynaklı parazit, Gıda güvenliği

ABSTRACT

Toxoplasma gondii is an obligate intracellular parasite that threatens community boundaries through food. The parasite is one of the most important parasitic investigations, especially in certain segments of the society (immune suppressed individuals, pregnant women) and mostly seen in consumers. With the developments in the scientific world, diagnosis and examination can be performed with different analysis methods (histopathological evaluation, genetic tests). Various quality control methods (HACCP, GMP) are used to prevent the contamination of food by this parasite that causes toxoplasmosis. In addition, it is given for various purposes for the inactivation of the oocysts on the foods. In the transmission of the agent to humans through their food, the role of raw and low consumption products or not being washed well is high, so the efficiency of the parasite's life cycle is necessary for public health. The actual number of cases is clearly known, as this widely found parasite shows symptoms in most people where it reproduces. *Toxoplasma gondii* is the last host of cats and felines, and the intermediate hosts are 300 affected animals, including humans and the final host, felines. Therefore, the forces of the factor are forces. Better protection of this factor, which can be transported through food products, and validation of screening and diagnosis methods with protection users are valuable in terms of public health.

Keywords: *Toxoplasma gondii*, Food-borne Parasite, Food Safety

GİRİŞ

Koksidiyen protozoon olan *Toksoplazma gondii* (*T. gondii*) dünya çapında en yaygın su ve gıda kaynaklı paraziter enfeksiyona neden olur. Bu etken kedi dışkılarındaki ookistlerin gıdalara bulaşması ile insanları enfekte edebilmektedir (Jones ve Dupey, 2010). Günümüzde artan evcil hayvan sahiplenme ile kedilerin aracılığıyla toksoplazmozis vakalarının artabileceği düşünülmektedir.

İnsanlarda gelişen toksoplazmozis çeşitli bulaş yolları ile oluşabilmektedir. Parazitin taşınmasında gıdalar önemli aracı olarak görülmektedir. *Toksoplazma gondii*'nin sporlanmış ookistleri sebze ve su aracılığıyla, bu parazitin bradizoitleri çiğ ve az pişmiş etler aracılığıyla taşınabilmektedir (Almeria ve Dubey, 2021).

Gıdaların ookistler ile kontaminasyonunda kediler çok önemlidir. Kediler bu parazit ile enfeksiyonları sonrası çok sayıda ookisti dışkıları ile saçarlar. Bu dışkıyla temas eden gıdalar ve yüzeyde ookistler yaklaşık 5 gün içinde sporlanıp enfeksiyöz hale gelir. Sporlanmış ookistlerin oral yolla alınması etkenin önemli bulaş yollarındandır (Webster, 2010).

Toksoplazma gondii zorunlu hücre içi parazit olup takizoit, bradizoit ve ookist olan üç enfektif evresi bulunmaktadır. Kesin konak olan kedi, bazı kedigiller ve vaşakların dışkıları ile ookistler saçılır. Sporlanmış ookistleri veya doku kistlerini etleri yiyen ara konaklar (insanlar, kuşlar, kemirgenler, evcil ot yiyen memeliler) postnatal olarak enfekte olurlar (Dubey, 2016).

Toksoplazma gondii'nin genetik olarak 3 ana klonal genotipi bulunmaktadır. Bu gruplar; #10 (Tip I), #1 ve #3 (Tip II) ve #2 (Tip III) olarak tanımlanmıştır. Kediler en sık görülen genetik varyant ToxoDB#3 tipidir (Dubey vd., 2020).

Toksoplazmozis toplumda özellikle hamile kadınları ve bağışıklığı baskılanmış kişileri tehdit etmektedir. Günümüzde artan paraziter enfeksiyonlardan dolayı gıda güvenliğinin önemi arttırmakta olup Dünya Sağlık Örgütü bu duruma dikkat çekmektedir. Her yıl 1 milyondan fazla insanın Avrupa'da kontamine gıdalar aracılığıyla *Toksoplazma gondii* tarafından enfekte edildiği düşünülmektedir (WHO, 2015).

Toksoplazma gondii'nin üzerine çeşitli tespit çalışmaları (Rabilloud vd., 2010; Opsteegh vd., 2010; Liu vd., 2015) yapılmış olup halk sağlığı açısından önemli bulaş yollarının tespiti ve alınacak önlemler

belirlenmiştir (Tenter, 2009). İnsanlarda toksoplazmozis ile ilişkili ekonomik kayıplar yüksektir ve körlük ile ensefalit gibi ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Roberts ve Frenkel, 1990; Daher vd., 2021).

Tek sağlık yaklaşımı insan, hayvan ve çevre sağlığını dengelemeyi hedefleyen ve hem beşeri tıbbi hem de veteriner tıbbi içeren bir sağlık konusudur (WHO, 2017). *Toksoplazma gondii*'nin yaşam siklusunun vahşi doğa, evcil hayvanlar ve insanları içermesi tek sağlık yaklaşımının uygulanması gerektiğini göstermektedir.

GIDA KAYNAKLI TOKSOPLAZMOZİS'İN YAYGINLIĞI

1. Et ve Et Ürünlerinde *T. gondii*'nin Yaygınlığı üzerine Yapılmış Olan Bazı Çalışmalar

Besi hayvanlarının dokularında *T. gondii* tarafından oluşturulan kistler, özellikle insanlar için önemli bir gıda kökenini enfeksiyon kaynağını oluşturur. Et türleri içerisinde domuz etinin, Avrupa'da ve Amerika'daki gıda kökenli *T. gondii*'nin ana kaynağını oluşturduğu düşünülür (Tenter vd., 2000). Dünyanın çeşitli ülkelerinde farklı et ve et ürünlerinde *T. gondii* varlığı üzerine yapılan bazı çalışmalar rapor edilmiştir.

Costa vd. (2018), Brezilya'da yaptıkları bir çalışmada Real Time PCR tekniği ile incelenen domuz sosis ve domuz salam örneklerinde sırasıyla %61 ile %16,9 oranında *T. gondii* tespit etmişlerdir. Brezilya'nın Erechim bölgesindeki çeşitli mezbahalardan elde edilen domuz diyaframı ve domuz dili örneklerinde PCR tekniği ile yapılan analizde, diyafram örneklerinin %34'ü ve domuz dili örneklerinin %66'sında *T. gondii* genomu tespit edilmiştir (Belfort vd., 2007). Kanada'da perakende satış yerlerinden alınan domuz, kuzu ve sığır etlerinde, serolojik ve moleküler testlerden yararlanılarak yapılan bir çalışmada toksoplazmozis açısından en büyük riski teşkil eden etin kuzu eti örnekleri olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle Yeni Zelanda'dan ithal edilen taze koyun eti örneklerinin %26,4'ünde *T. gondii* saptanmıştır (Lafrance vd., 2018). Dubey vd. (2005), ABD'de yaptıkları serolojik testler sonucunda, topladıkları tüm sığır eti örneklerinin negatif, tavuk göğüs etlerinin ise %13'ü (27 adet) *T. gondii* açısından pozitif olduğunu saptamışlardır. Fakat Kuzey İrlanda'da Mahami-Oskouei vd. (2017), moleküler teknikler kullanarak yaptıkları çalışmada,

Tablo 1. Avrupa’da Bazı Çiftlik Hayvanlarında *T. gondii* Sayıları (EFSA ve ECDC, 2021)

	2015	2016	2017	2018	2019
Küçükbaş hayvanlarda					
Örnek sayısı	3,139	5,561	5,421	6,756	12,120
<i>T. gondii</i> pozitif örnek oranları (%)	38.8	18.7	13.1	18.3	13.5
Sığır cinsi hayvanlarda					
Örnek sayısı	1,177	451	2,163	158	664
<i>T. gondii</i> pozitif örnek oranları (%)	4.2	3.3	10.5	27.8	9.2

sığır eti örneklerinin %28’inde (14 adet) ve tavuk eti örneklerinin ise %16’sında (8’inde) *T. gondii* tespit etmişlerdir. Plaza vd. (2020), İskoçya’da qPCR tekniğini kullanarak yaptıkları çalışma sonucuna göre *T. gondii* sığır etinde tespit edilemezken, tavuk etinde %4,8 oranında *T. gondii* tespit etmişlerdir. Ayrıca topladıkları geyik etlerinin %35,4’ünde oldukça yüksek bir oranda *T. gondii* varlığı tespit edilmiştir.

2. Süt ve Süt ürünlerinde *T. gondii*’nin Yaygınlığı üzerine Yapılmış olan Bazı Çalışmalar

Toksoplazma gondii’nin takizoitleri inek, keçi, koyun sütlerinde bulunabilmektedir. Fakat bu yol ile bulaşma azdır çünkü takizoitler ısıya duyarlıdır ve pastörizasyon gibi ısı işlemleri sonrası inhibe olurlar (Skinner vd., 1990). Ek olarak takizoitler proteolitik enzimlere karşı duyarlıdır ve uzun süre sindirim enzimlerine karşı dayanıklılığı azdır (Dubey, 1998).

Hiramoto vd. (2001), ME-49 genomuna sahip *T. gondii*’yi kullanarak enfekte ettikleri inek sütünden taze peynir üretmişlerdir ve bu ürettikleri peynirleri 5, 10 ve 20 gün boyunca buzdolabında +4°C’de kalacak şekilde gruplara ayırmışlardır. Bu peynir gruplarını, belirledikleri fare gruplarına yedirmişler ve deneyde, 40. günün sonunda 5 ila 10 gün boyunca buzdolabında bekletilen peynirleri yiyen fare gruplarına yapılan nekropside, beyinlerinde kist oluşumu saptanmış ve serolojik testlerle de *T. gondii* ile enfekte oldukları teyit edilmiştir. Dubey vd. (2014), *T. gondii* ile enfekte ettikleri keçilerin sütlerinden, yaptıkları taze peynirleri biyolojik değerlendirme amacıyla kedilere yedirmişler ve kedilerin dışkısında *T. gondii* oookistlerini tespit etmişlerdir.

3. Deniz ürünlerinde *T. gondii*’nin Yaygınlığı üzerine Yapılmış olan Bazı Çalışmalar

Özellikle kanalizasyon suları ile dışkı ile kontamine olmuş nehir sularının, denizler ve okyanuslar ile ulaşması sonucu

deniz canlılarına *T. gondii*’nin bulaşma ihtimalini doğurmuştur. Örneğin İtalya’da genellikle deniz ürünü olarak tüketilen 17 balık türünde Real Time PCR kullanılarak *T. gondii*’nin varlığı araştırılmış ve 12 balık türünde *T. gondii* tespit edilmiştir. Balıkların kaslarından, bağırsaklarından ve solungaçlarından alınan 147 örneğin 32’si pozitif sonuç vermiştir. Yapılan çalışmaya göre en fazla pozitif sonuç veren balık türünün Kupes balığı olduğu belirtilmektedir. 26 toplanan Kupes balığı örneğinden 6’sının kaslarında, 4’ünün solungaçlarında ve 3’ünün de bağırsaklarında *T. gondii* DNA’sı tespit edilmiştir (Marino vd., 2019). Aksoy vd. (2014), İzmir’de yetişen midyelerde *T. gondii* ve Cyclospora cayatanesis varlığını araştırmak üzere İzmir’in 8 bölgesinden, 795 adet Akdeniz midyesi örneği toplamışlar ve bu örnekleri 53 gruba ayırmışlardır. Real time PCR tekniğinden yararlanarak yaptıkları araştırma sonucunda 53 grubun %9,4’ünde *T. gondii* pozitifken, midye grupların %3,8’inde ise her iki protozoonun var olduğu bildirilmiştir.

4. Sebze ve Meyvelerde *T. gondii*’nin Yaygınlığı üzerine Yapılmış olan Bazı Çalışmalar

Toksoplazma gondii ile kontamine olmuş toprak ve kontamine su ile sulanan meyve ve sebzelerin *T. gondii* barındırma ihtimalleri söz konusudur. Kuzey Polonya’da marketler, pazarlar ve bahçelerden alınan 216 adet meyve ve sebze (havuç, turp, marul, çilek) örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada; örneklerin 21 (%9,7)’inde *T. gondii* tespit edilmiş. Pazar ve marketlerden alınan örneklerden 14’ü pozitifken, bahçelerden toplanan örneklerin ise 7’sinde *T. gondii* saptanabilmiştir (Lass vd., 2012). Pakistan’da yapılan bir çalışmada ise Kuzey Polonya’daki çalışmaya paralel olarak sebzelerin %5,6’sında ve meyvelerin %4’ünde *T. gondii* DNA’sı tespit edilmiştir. Pakistan’daki çalışmalarda sebzelerdeki *T. gondii* oranının meyvelere göre biraz daha

yüksek çıkmasının nedenini, sebzeleri daha kirli sularla yıkamalarından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir (Ajmal vd., 2013). Lass vd. (2019), Çin’de yapılan bir çalışmada marketlerden alınan 279 sebze örneğini Real time PCR kullanarak incelediklerinde örneklerin %3,6’sı (10’unda) *T. gondii* tespit edilmiştir.

Toksoplazma gondii’nin Tanısı ve Teşhisi

Beşeri ve veteriner hekimlikte dünya çapında önemli bir zoonoz *T. gondii*’nin teşhisi toplum sağlığını ilgilendiren bir konudur. Bu konuda bilimdeki gelişmeler ile çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler genel olarak mikroskopik, serolojik, kültürel ve genetik analiz başlıkları altında toplanabilir.

1. Mikroskopik Yöntem

Gıda ürünleri, su, dışkı gibi numunelerde *T. gondii* mikroskop altında incelenebilmektedir. Işık mikroskopunda bakılabilecek bu yöntem güvenilir olmamakla beraber pratik bir yöntemdir (Dubey ve Carpenter, 1993). Bu yöntemle yapılacak analizler yüksek miktarda ookist ile bulaşık ürünlerde daha faydalı olacaktır (Berlin vd., 1998). Spesifik olmayan boyalar (Giemsa, Eozin) ile boyama kullanılabilmeyle beraber spesifik (antikör veya konjuge enzim içeren) boyaların kullanılması histolojik teşhis yönteminde daha etkilidir (Dubey, 2010). Elektron mikroskobu bu parazitin teşhisinde kullanılan fakat rutin laboratuvarlarda kullanımı sınırlı olabilecek diğer bir yöntemdir (Sims vd., 1989).

2. Serolojik Yöntem

Serolojik yöntemler insanlar ve hayvanlarda toksoplazmozis vakalarını doğrulamayı amaçlamaktadır. Bu yöntem gıdalarda *T. gondii* aranması maksadı ile immünoglobülin (Ig) G ve Ig M belirleme esasına dayanan analizleri içerir. Serum ve et suyunda Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA), Indirect Hemagglutination Antibody (IHA), Western blot, Indirect Fluorescent Antibody Test (IFAT), Sabin Feldman Dye Test (SFDT) ve Latex Agglutination Test (LAT) serolojik yöntemler kullanılabilir (Gamble vd., 2005).

Yakın dönemde yeni serolojik yöntemler de *T. gondii* tanısı için kullanılmaya başlanmıştır: Luciferase-Linked Antibody Capture Assay (LACA) (Duong vd., 2020), tetravalent kimerik protein ile spesifik Ig G (Holec-Gaşio vd.,

2019) ve Luminex teknolojisini kullanan boncuk bazlı multipleks serolojik test (Fabian vd., 2020).

3. Hayvan Biyoanaliz Yöntemi ve Hücre Kültürü

Bu yöntemin uygulanabilmesi için kobay kullanımı gereklidir. Bu nedenle dondurulmuş ürünler bu test yöntemiyle incelenemez (El-Nawawi vd., 2008). Kas, vücut sıvıları, beyin dokuları ve lenf dokuları bu yöntemde değerlendirilebilecek örneklerdir (Dubey vd., 2013). Kedi ve farelerde yapılan hayvan biyoanaliz testi *T. gondii* teşhisinde altın standarttır (Gamble vd., 2005).

Hayvan biyoanaliz yöntemi rutin laboratuvarlar için uygun olmayıp zaman alıcı, maliyetlidir ve etik problemleri vardır. Moleküler genetik metotlar ise parazitin canlı olup olmadığına değil sadece parazitin DNA varlığı yönünden bilgi verir. Bu nedenle hücre kültürü diğer 2 yöntemle göre avantajlıdır (Chatterton vd., 2010; Genchi vd., 2017).

4. Flokulasyon ve Santrifüj Yöntemi

Çevresel etkiler ile ookistlerce kirletilmiş suda *T. gondii* analizinde flokulasyon ve santrifüj yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin temelinde suda ookist sayısının az olması sebebiyle incelenecek ookist sayısının artırılması amaçlanmaktadır (Kourenti vd., 2003).

5. Moleküler Genetik Yöntemler

Genetik bilimi alanındaki gelişmeler sonucu parazit varlığı teşhisi için kullanılan yöntemlerde etkilenmiştir. Hayvan biyoanaliz yöntemi ve hücre kültürlerine göre moleküler yöntemler süre açısından daha avantajlıdır. Ek olarak bu yöntemlerde ookist genotipi hakkında bilgi vermesi önemlidir.

1989 yılında *T. gondii* B₁ genini hedef olarak ilk polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile tanısı yapıldı (Burg vd., 1989). DNA ekstraksiyon aşamasında çeşitli zorlukla karşılaşıldı. Çünkü ookisti parçalayıp DNA’yı elde etmek zordur (Johnson vd., 1995).

PCR yöntemi zaman içinde geliştirilmiş ve farklı versiyonları kullanılmaya başlanmıştır: Quantitative PCR (qPCR) (Hohweyer vd., 2016), Nested PZR (Costa vd., 2016), Magnetic capture and detection PCR (MC-PCR) (Opsteegh vd., 2010).

Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) yöntemi daha hızlı sonuç alabilen bir başka moleküler genetik analiz yöntemidir (Zhuo vd., 2015).

Tüm Genom Analizi (WGS) ve Yeni Nesil Sekanslama (NGS) yöntemleri örneklerdeki *T. gondii* genomu hakkında diğer genetik yöntemlere göre daha fazla bilgi verebilmektedir. Bu yöntemler kullanılarak çeşitli çalışmalar (Yucesan vd., 2021; Dardé vd., 2020; DeMone vd., 2020) yapılmıştır.

GIDALARDAKİ TOKSOPLAZMA GONDII'NİN ELİMİNASYONU İÇİN KULLANILAN BAZI YÖNTEMLER

1-Geleneksel Yöntemler

A-Isıl İşlemi

Gıdaya uygulanan ısı işlemi temel amacı olası bakteri, bakteri sporları, virüsler ve paraziter mikroorganizmaların tamamen yok edilmesini ya da olabildiğince minimize edilmesini sağlayarak güvenilir ve raf ömrü uzatılmış gıda ürünlerini halka sunmaktır (Mirza vd., 2018). Bu amaçla Dubey vd. (1990), laboratuvar ortamında *T. gondii* inoküle ettikleri fare ve domuzların dokularından örnek alınıp homojen hale getirmişlerdir. Homojenat üzerine uygulanan ısı işlemi sonucunda sırasıyla 67 °C'de 7 sn, 61 °C'de 20 sn, 55 °C'de 139 sn ve 49 °C'de 3000 sn'de kistlerin inaktive olabileceğini tespit edilmiştir. Ayrıca dokuların 3,6 dk. boyunca 61 °C ve üzeri sıcaklıklara maruz kalması ile bu parazitin eliminasyonun sağlanabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Wainwright vd. (2010), yaptıkları çalışmada da, Dubey vd. (1990) yaptıkları çalışmaya benzer bir sonuç elde ederek, 60 °C'de 1 dk. maruz kalmanın *T. gondii* kistlerinin eliminasyonunda yeterli olmayacağı sonucuna varmışlardır.

B-Dondurma ve Soğukta Muhafaza

Toksoplazma gondii soğuk muhafaza koşullarında inaktive olabilmektedir. Dondurucuda muhafaza -20 °C'de 3 gün ve üzeri depolama sonrası *T. gondii* ookistleri inaktive olabilmektedir (Dubey, 1974). Günümüzde çoğu işyeri ve yerleşim yerlerinde derin dondurucu kullanılması bu anlamda olumlu bir gelişmedir.

Özellikle etlerin dondurulması, batılı ülkelerde yaygın olarak uygulansa da ürünler çözündürüldükten sonra oluşabilecek kalite kaybı, müşterinin ürün hakkındaki düşüncelerini kötü etkileyebilir. Fakat uygun zaman ve uygun süre ile *T. gondii* gibi birçok mikroorganizmaların yok edilmesi ya da üremelerinin durdurulması bu

yöntemle sağlanabilmektedir (Bayarri vd., 2012). Kotula vd. (1991). Düşük sıcaklıklar uygulanan *T. gondii* ile enfekte domuz etleri üzerine yaptıkları çalışmada; -1 ila -3,9 °C'de *T. gondii*'nin 22,4 gün, 6,7 °C'de 11,2 gün boyunca canlı kalabildiklerini bildirmektedirler. Ancak -12,37 °C'den itibaren *T. gondii*'nin canlılıklarını sürdürmediklerini tespit etmişlerdir.

2-Modern Yöntemler

A-Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması

Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması (YHB), gıdanın besinsel ve sağladığı lezzet öğelerine büyük ölçüde zarar vermeksizin var olabilecek mikroorganizmaların ve enzimlerinin yok edilmesi amacıyla gıdalarda kullanılır (San Martin vd., 2002; Considine vd., 2008). YHB gıdalara 100 MPa'dan 900 MPa'ya kadar uygulanabilmektedir; fakat genellikle ticari sistemlerde 400 ila 700 MPa'lık basınç kullanılır (San Martin vd., 2002).

Toksoplazma gondii üzerine yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde; Lindsay vd. (2006), *T. gondii* kistleri içeren domuz kıymaları üzerine YHB uygulamışlar ve daha sonrasında örnekleri biyolojik değerlendirme amacıyla farelere inoküle etmişlerdir. Deney sonucunda 300 ya da 400 MPa'lık basınca en az 30 sn. maruz kalan örnekler kullanılarak inokülasyonu yapılan farelerin, nekropsilerinde ve serolojik test sonuçlarında *T. gondii* tespit edilememiştir. Lindsay vd. (2005), yaptıkları başka bir çalışmada ise *T. gondii* ookistleri üzerine uyguladıkları 1 dk. boyunca 340 MPa'lık basınca, ookistlerin inaktivasyonun da yeterli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gracia vd. (2020), ise laboratuvar ortamında *T. gondii* ile infekte ettikleri domuzların but kısımlarından kürlenmiş jambon ve parça etler hazırlamışlar ve bu örneklerle belirli bir basınç ve sürede YHB uyguladıktan sonra biyolojik değerlendirme amaçlı farelere inoküle etmişlerdir. Deney sonucunda 600 MPa ve 20 dk. YHB uygulamasının *T. gondii*'nin inaktivasyonunda etkili olabildiği tespit edilmiştir. Gracia vd. (2020)'ye göre; *T. gondii*'nin eliminasyon için uyguladıkları basınç ve sürelerden çok daha fazla basınç ve süre uygulamalarını, laboratuvar ortamında domuzları infekte etmelerinden kaynaklı olduğu ihtimalini düşünmektedirler. Lindsay vd. (2008), bir diğer çalışmalarında ise *T. gondii* ookistleri ile kontamine ettikleri böğürtlenler üzerine YHB uygulamışlar. Deney sonucunda 340

MPa ve 60 sn. örneklerin maruz kalmaları yapılan biyolojik değerlendirmeler sonucu *T. gondii* 'nin inaktivasyonu için yeterli olabileceği sonucuna varmışlardır.

B-Işınlama Tekniği

Işınlama tekniği gıda bozucu ve patojen mikroorganizmaların eliminasyonu ya da inaktive edilmesi için kullanılan bir tekniktir. Etkisini, hedef alınan mikroorganizmanın DNA yapısını bozarak ya da hücre zarına etki ederek gösterir. Genellikle ışınlama kaynağı olarak kobalt elektronları, sezyum elektronları, elektron bombardımanından elde edilen X ışınları ya da UV ışınlar kaynak olarak kullanılır (Morris vd., 2007). Dünya sağlık örgütü, 10 kGy'ye kadar gıdalarda ışınlamanın kullanılabileceğini bildirir. *T. gondii*'nin ookistlerini hedef alan bir çalışmada gıdaya uygulanan 0,4 kGy'lik ışınlamanın ookistlerin inaktivasyonu için yeterli olabileceği aktarılmış (Dubey ve Thayer, 1994). Benzer sonuca Chang-Cun vd. (1993), da 0,45 kGy'lik ışınlamaya domuz eti örneklerinde bulunan ookistlerin maruz kalmasının inaktivasyon için yeterli olabildiğini saptamışlardır. El-Nawawi vd. (2008), yaptıkları çalışmada ise koyun etinde bulunan *T. gondii* ookistlerinin eliminasyonunu 0,75 ila 0,10 kGy'lik ışınlamayla başarmışlardır.

SONUÇ

Toxoplasma gondii gıda kaynaklı toplum sağlığını tehdit eden ve birçok farklı yol ile insanları enfekte eden bir parazittir. Hastaların çoğunda toksoplazmozisin semptomsuz olması sebebiyle gerçek yaygınlığı hakkında yeterince verinin bulunmamasına ve yaygınlığının tahmin edilebilmesinin zorlaştırmaktadır. Genel olarak semptomsuz olarak gerçekleşen hastalığa rağmen toplumun bazı kesimlerini ciddi anlamda tehdit etmektedir.

Toksoplazmozisi ağır semptomlar ile geçirecek olan immun sistemi baskılanmış bireylerin ve gebelerin daha dikkatli olması ve bu özellikteki bireyleri koruyacak faaliyetler artırılmalıdır.

Gıda aracılığıyla taşınan *T. gondii*'nin varlığının tespiti ve yaygınlığının gösterilebilmesi için daha çok tarama testleri yapılmalı ve mevcut tarama yöntemleri pratik hale getirilmelidir.

Toplum sağlığının korunması amacıyla parazitin gıda aracılığıyla taşınması önlenmelidir. Parazitin gıda kaynaklı yaşam döngüsünü kırmak için gıda

hijyeni kurallarına dikkat edilmeli ve bu konuda tüketiciler gerekli bilgilendirmeler yapılmalıdır. Gıda kalite sistemlerinin yaygınlaşması bu olguya destek verecektir. Çiftlikten çatala gıda güvenliği yaklaşımında veteriner hekimlere bu konuda ciddi görev düşmektedir.

Toksoplazmozise karşı mücadelede beşeri ve veteriner tıbbın beraber mücadele vermesi küresel sağlığa destek verecektir. Bu işbirliğine yönelik yapılacak çalışmalar parazite karşı yapılacak mücadele oldukça etkili olacak ve koruyucu hekimliğin etkinliğini arttırıp tedavi sırasında yaşanacak maddi ve manevi zararı azaltacaktır.

KAYNAKLAR

- Ajmal, A., Maqbool, A., Qamar, M. F., Ashraf, K. ve Anjum, A. A. (2013). Detection of *Toxoplasma gondii* in environmental matrices (water, soil, fruits and vegetables). *African Journal of Microbiology Research*, 7(16), 1505-1511. <https://doi.org/10.5897/AJMR12.925>
- Aksoy, U., Marangi, M., Papini, R., Ozkoc, S., Bayram Delibas, S. ve Giangaspero, A. (2014). Detection of *Toxoplasma gondii* and *Cyclospora cayetanensis* in *Mytilus galloprovincialis* from Izmir Province coast (Turkey) by real time PCR/high-resolution melting analysis (HRM). *Food Microbiology*, 44, 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.05.012>
- Almeria, S. ve Dubey, J. P. (2021). Foodborne transmission of *Toxoplasma gondii* infection in the last decade. An overview. *Research in Veterinary Science*, 135, 371-385. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.019>
- Bayarri, S., Gracia, M. J., Lázaro, R., Pérez-Arquillué, C. ve Herrera, A. (2012). *Toxoplasma gondii* in Meat and food safety implications-a review. Zoonosis. Lorenzo-Morales J. (ed.). *InTech*, 229-254. <https://doi.org/10.5772/2125>
- Belfort, R. N., Nussenblatt, V., Rizzo, L., Muccioli, C., Silveira, C., Nussenblatt, R., Khan, A., Sibley, L. D. ve Belfort-Jr., R. (2007). High prevalence of unusual genotypes of *Toxoplasma gondii* infection in pork meat samples from Erechim, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79(1), 111-114. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652007000100013>

- Berlin, O. G., Peter, J. B., Gagne, C., Contreas, C. N. ve Ash, L. R. (1998). Autofluorescence and the detection of cyclospora oocysts. *Emerging Infectious Diseases*, 4(1), 127-128. <https://doi.org/10.3201%2F0401.980121>
- Burg, J. L., Grover, C. M., Pouletty, P. ve Boothroyd, J. C. (1989). Direct and sensitive detection of a pathogenic protozoan, *Toxoplasma gondii*, by polymerase chain reaction. *Journal of Clinical Microbiology*, 27(8), 1787-1792. <https://doi.org/10.1128/jcm.27.8.1787-1792.1989>
- Chang-Cun, S., Xing-Zheng, Y., Li-Ying, S., Xiao-Xian, G. ve Jiang-Zu, D. (1993). The effect of cobalt-60 irradiation on the infectivity of *Toxoplasma gondii*. *International Journal for Parasitology*, 23(1), 89-93. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(93\)90101-4](https://doi.org/10.1016/0020-7519(93)90101-4)
- Chatterton, J. M. W., McDonagh, S. ve Ho-Yen, D. O. (2010). *Toxoplasma tachyzoites* from cell culture are more appropriate in some situations. *Journal of Clinical Pathology*, 63(5), 438-440. <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.2009.072066>
- Considine, K. M., Kelly, A. L., Fitzgerald, G. F., Hill, C. ve Sleator, R. D. (2008). High-pressure processing—effects on microbial food safety and food quality. *FEMS Microbiology Letters*, 281(1), 1-9. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01084.x>
- Costa, D. F., Fowler, F., Silveira, C., Nóbrega, M. J., Nobrega, H. A. J., Nascimento, H., Rizzo, L. V., Commodaro, A. G. ve Belfort Jr, R. (2018). Prevalence of *Toxoplasma gondii* DNA in processed pork meat. *Foodborne Pathogens and Disease*, 15(11), 734-736. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2438>
- Costa, M. E. S., Oliveira, C. B. S., Andrade, J. M. D. A., Medeiros, T. A., Neto, V. F. A. ve Lanza, D. C. (2016). An alternative nested-PCR assay for the detection of *Toxoplasma gondii* strains based on GRA7 gene sequences. *Acta Tropica*, 159, 120-124. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.03.035>
- Daher, D., Shaghilil, A., Sobh, E., Hamie, M., Hassan, M. E., Moumneh, M. B., Itani, S., El Hajj, R., Tawk, L., El Sabban, M. ve El Hajj, H. (2021). Comprehensive overview of *Toxoplasma gondii*-induced and associated diseases. *Pathogens*, 10(11), 1351. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111351>
- Dardé, M. L., Mercier, A., Su, C., Khan, A. ve Grigg, M. E. (2020). Molecular epidemiology and population structure of *Toxoplasma gondii*. In *Toxoplasma gondii* (pp. 63-116). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815041-2.00003-7>
- DeMone, C., Hwang, M. H., Feng, Z., McClure, J. T., Greenwood, S. J., Fung, R., Kim, M., Weese, J. S. ve Shapiro, K. (2020). Application of next generation sequencing for detection of protozoan pathogens in shellfish. *Food and Waterborne Parasitology*, 21, e00096. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2020.e00096>
- Dubey, J. P. (1974). Effect of freezing on the infectivity of *Toxoplasma* cysts to cats. *Journal of The American Veterinary Medical Association*, 165(6), 534-536.
- Dubey, J. P. (1998). Re-examination of resistance of *Toxoplasma gondii* tachyzoites and bradyzoites to pepsin and trypsin digestion. *Parasitology*, 116(1), 43-50. <https://doi.org/10.1017/S0031182097001935>
- Dubey, J. P. (2010). *Toxoplasma gondii* infections in chickens (*Gallus domesticus*): prevalence, clinical disease, diagnosis and public health significance. *Zoonoses and Public Health*, 57(1), 60-73. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01274.x>
- Dubey, J. P. (2016). *Toxoplasmosis of animals and humans*. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781420092370>
- Dubey, J. P. ve Carpenter, J. L. (1993). Histologically confirmed clinical toxoplasmosis in cats: 100 cases (1952-1990). *Journal of The American Veterinary Medical Association*, 203(11), 1556-1566.
- Dubey, J. P. ve Thayer, D. W. (1994). Killing of different strains of *Toxoplasma gondii* tissue cysts by irradiation under defined conditions. *The Journal of Parasitology*, 80(5), 764-767. <https://doi.org/10.2307/3283255>
- Dubey, J. P., Darrington, C., Tiao, N., Ferreira, L. R., Choudhary, S., Molla, B., Saville, W. J. A., Tilahun, G., Kwok, O. C. H. ve Gebreyes, W. A. (2013). Isolation of viable *Toxoplasma gondii* from tissues and feces of cats from Addis Ababa, Ethiopia. *The Journal of Parasitology*, 99(1), 56-58.

- <https://doi.org/10.1645/GE-3229.1>
- Dubey, J. P., Hill, D. E., Jones, J. L., Hightower, A. W., Kirkland, E., Roberts, J. M., Marcet, P. L., Lehmann, T., Vianna, M. C. B., Miska, K., Sreekumar, C., Kwok, O. C. H., Shen, S. K. ve Gamble, H. R. (2005). Prevalence of viable *Toxoplasma gondii* in beef, chicken, and pork from retail meat stores in the United States: risk assessment to consumers. *Journal of Parasitology*, *91*(5), 1082-1093. <https://doi.org/10.1645/GE-683.1>
- Dubey, J. P., Kotula, A. W., Sharar, A., Andrews, C. D. ve Lindsay, D. S. (1990). Effect of high temperature on infectivity of *Toxoplasma gondii* tissue cysts in pork. *The Journal of Parasitology*, *76*(2), 201-204. <https://doi.org/10.2307/3283016>
- Dubey, J. P., Pena, H. F. D. J., Cerqueira-Cézar, C. K., Murata, F. H. A., Kwok, O. C. H., Yang, Y. R., Gennari, S. M. ve Su, C. (2020). Epidemiologic significance of *Toxoplasma gondii* infections in chickens (*Gallus domesticus*): the past decade. *Parasitology*, *147*(12), 1263-1289. <https://doi.org/10.1017/S0031182020001134>
- Dubey, J. P., Verma, S. K., Ferreira, L. R., Oliveira, S., Cassinelli, A. B., Ying, Y., Kwok, O. C. H., Tuo, W., Chiesa, O. A. ve Jones, J. L. (2014). Detection and survival of *Toxoplasma gondii* in milk and cheese from experimentally infected goats. *Journal of Food Protection*, *77*(10), 1747-1753. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-167>
- Duong, H. D., Appiah-Kwarteng, C., Takashima, Y., Aye, K. M., Nagayasu, E. ve Yoshida, A. (2020). A novel luciferase-linked antibody capture assay (LACA) for the diagnosis of *Toxoplasma gondii* infection in chickens. *Parasitology International*, *77*, 102125. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2020.102125>
- EFSA ve ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control). (2021). The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, *19*(2), e06406. <https://doi.org/10.2903%2Fj.efsa.2021.6406>
- El-Nawawi, F. A., Tawfik, M. A. ve Shaapan, R. M. (2008). Methods for inactivation of *Toxoplasma gondii* cysts in meat and tissues of experimentally infected sheep. *Foodborne Pathogens and Disease*, *5*(5), 687-690. <https://doi.org/10.1089/fpd.2007.0060>
- Fabian, B. T., Hedar, F., Koethe, M., Bangoura, B., Maksimov, P., Conraths, F. J., Villena, I., Aubert, D., Seeber, F. ve Schares, G. (2020). Fluorescent bead-based serological detection of *Toxoplasma gondii* infection in chickens. *Parasites & Vectors*, *13*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04244-6>
- Gamble, H. R., Dubey, J. P. ve Lambillotte, D. N. (2005). Comparison of a commercial ELISA with the modified agglutination test for detection of *Toxoplasma* infection in the domestic pig. *Veterinary Parasitology*, *128*(3-4), 177-181. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.11.019>
- Genchi, M., Vismarra, A., Mangia, C., Faccini, S., Vicari, N., Rigamonti, S., Prati, P., Marino, A. M., Kramer, L. ve Fabbi, M. (2017). Lack of viable parasites in cured 'Parma Ham'(PDO), following experimental *Toxoplasma gondii* infection of pigs. *Food Microbiology*, *66*, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.007>
- Gracia, M. J., Lázaro, R., Pérez-Arquillué, C., Pagán, R., Ramos, S., García, J. L. ve Bayarri, S. (2020). High-pressure processing (HPP) of raw and dry-cured ham from experimentally infected pigs as a potential tool for the risk control of *Toxoplasma gondii*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *61*, 102315. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102315>
- Hiramoto, R. M., Mayrbaur-Borges, M., Galisteo Jr, A. J., Meireles, L. R., Macre, M. S. ve Andrade Jr, H. F. (2001). Infectivity of cysts of the ME-49 *Toxoplasma gondii* strain in bovine milk and homemade cheese. *Revista de Saúde Pública*, *35*, 113-118.
- Hohweyer, J., Cazeaux, C., Travaillé, E., Languet, E., Dumètre, A., Aubert, D., Terryn, C., Dubey, J. P., Azas, N., Houssin, M., Loïc, F., Villena, I. ve La Carbona, S. (2016). Simultaneous detection of the protozoan parasites *Toxoplasma*, *Cryptosporidium* and *Giardia* in food matrices and their persistence on basil leaves. *Food Microbiology*, *57*, 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.01.002>

- Holec-Gašior, L., Ferra, B. ve Grażlewska, W. (2019). *Toxoplasma gondii* tetravalent chimeric proteins as novel antigens for detection of specific immunoglobulin g in sera of small ruminants. *Animals*, 9(12), 1146. <https://doi.org/10.3390/ani9121146>
- Johnson, D. W., Pieniazek, N. J., Griffin, D. W., Misener, L. ve Rose, J. B. (1995). Development of a PCR protocol for sensitive detection of *Cryptosporidium* oocysts in water samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(11), 3849-3855. <https://doi.org/10.1128/aem.61.11.3849-3855.1995>
- Jones, J. L. ve Dubey, J. P. (2010). Waterborne toxoplasmosis—Recent developments. *Experimental Parasitology*, 124(1), 10-25. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2009.03.013>
- Kotula, A. W., Dubey, J. P., Sharar, A. K., Andrews, C. D., Shen, S. K. ve Lindsay, D. S. (1991). Effect of freezing on infectivity of *Toxoplasma gondii* tissue cysts in pork. *Journal of Food Protection*, 54(9), 687-690. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-54.9.687>
- Kourenti, C., Heckerth, A., Tenter, A., & Karanis, P. (2003). Development and application of different methods for the detection of *Toxoplasma gondii* in water. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(1), 102-106.
- Lafrance-Girard, C., Arsenault, J., Thibodeau, A., Opsteegh, M., Avery, B. ve Quessy, S. (2018). *Toxoplasma gondii* in retail beef, lamb, and pork in Canada: Prevalence, quantification, and risk factors from a public health perspective. *Foodborne Pathogens and Disease*, 15(12), 798-808. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2479>
- Lass, A., Ma, L., Kontogeorgos, I., Zhang, X., Li, X. ve Karanis, P. (2019). First molecular detection of *Toxoplasma gondii* in vegetable samples in China using qualitative, quantitative real-time PCR and multilocus genotyping. *Scientific Reports*, 9(1), 175811-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54073-6>
- Lass, A., Pietkiewicz, H., Szostakowska, B. ve Myjak, P. (2012). The first detection of *Toxoplasma gondii* DNA in environmental fruits and vegetables samples. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 31(6), 1101-1108. <https://doi.org/10.1007/s10096-011-1414-8>
- Lindsay, D. S., Collins, M. V., Holliman, D., Flick, G. J. ve Dubey, J. P. (2006). Effects of high-pressure processing on *Toxoplasma gondii* tissue cysts in ground pork. *Journal of Parasitology*, 92(1), 195-196. <https://doi.org/10.1645/GE-631R.1>
- Lindsay, D. S., Collins, M. V., Jordan, C. N., Flick, G. J. ve Dubey, J. P. (2005). Effects of high pressure processing on infectivity of *Toxoplasma gondii* oocysts for mice. *Journal of Parasitology*, 91(3), 699-701. <https://doi.org/10.1645/GE-425R>
- Lindsay, D. S., Holliman, D., Flick, G. J., Goodwin, D. G., Mitchell, S. M. ve Dubey, J. P. (2008). Effects of high pressure processing on *Toxoplasma gondii* oocysts on raspberries. *Journal of Parasitology*, 94(3), 757-758. <https://doi.org/10.1645/GE-1471.1>
- Liu, Q., Wang, Z. D., Huang, S. Y. ve Zhu, X. Q. (2015). Diagnosis of toxoplasmosis and typing of *Toxoplasma gondii*. *Parasites & Vectors*, 8(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0902-6>
- Mahami-Oskouei, M., Moradi, M., Fallah, E., Hamidi, F. ve Akbari, N. A. R. (2017). Molecular detection and genotyping of *Toxoplasma gondii* in chicken, beef, and lamb meat consumed in Northwestern Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 12(1), 38-45.
- Marino, A. M. F., Giunta, R. P., Salvaggio, A., Castello, A., Alfonzetti, T., Barbagallo, A., Aparo, A., Scalzo, F., Reale, S., Buffolano, W. ve Percipalle, M. (2019). *Toxoplasma gondii* in edible fishes captured in the Mediterranean basin. *Zoonoses and Public Health*, 66(7), 826-834. <https://doi.org/10.1111/zph.12630>
- Mirza Alizadeh, A., Jazaeri, S., Shemshadi, B., Hashempour-Baltork, F., Sarlak, Z., Pilevar, Z. ve Hosseini, H. (2018). A review on inactivation methods of *Toxoplasma gondii* in foods. *Pathogens and Global Health*, 112(6), 306-319. <https://doi.org/10.1080/20477724.2018.1514137>
- Morris, C., Brody, A. L. ve Wicker, L. (2007). Non-thermal food processing/preservation technologies: A review with packaging implications. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 20(4), 275-

286. <https://doi.org/10.1002/pts.789>
- Opsteegh, M., Langelaar, M., Sprong, H., den Hartog, L., De Craeye, S., Bokken, G., Ajzenberg, D., Kijlstra, A. ve Van der Giessen, J. (2010). Direct detection and genotyping of *Toxoplasma gondii* in meat samples using magnetic capture and PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 139(3), 193-201. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.027>
- Plaza, J., Dámek, F., Villena, I., Innes, E. A., Katzer, F. ve Hamilton, C. M. (2020). Detection of *Toxoplasma gondii* in retail meat samples in Scotland. *Food and Waterborne Parasitology*, 20, e00086. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2020.e00086>
- Rabilloud, M., Wallon, M. ve Peyron, F. (2010). In utero and at birth diagnosis of congenital toxoplasmosis: use of likelihood ratios for clinical management. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 29(5), 421-425. <https://doi.org/10.1097/INF.0b013e3181c80493>
- Roberts, T. ve Frenkel, J. K. (1990). Estimating income losses and other preventable costs caused by congenital toxoplasmosis in people in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 196(2), 249-256.
- San Martin, M. F., Barbosa-Cánovas, G. V. ve Swanson, B. G. (2002). Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 42(6), 627-645. <https://doi.org/10.1080/20024091054274>
- Sims, T. A., Hay, J. ve Talbot, I. (1989). An electron microscope and immunohistochemical study of the intracellular location of *Toxoplasma* tissue cysts within the brains of mice with congenital toxoplasmosis. *British Journal of Experimental Pathology*, 70(3), 317-325.
- Skinner, L. J., Timperley, A. C., Wightman, D., Chatterton, J. M. ve Ho-Yen, D. O. (1990). Simultaneous diagnosis of toxoplasmosis in goats and goatowner's family. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 22(3), 359-361. <https://doi.org/10.3109/00365549009027060>
- Tenter, A. M. (2009). *Toxoplasma gondii* in animals used for human consumption. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104(2), 364-369. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000200033>
- Tenter, A. M., Heckeroth, A. R. ve Weiss, L. M. (2000). *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *International Journal for Parasitology*, 30(12-13), 1217-1258. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7)
- Wainwright, K. E., Lagunas-Solar, M., Miller, M. A., Barr, B. C., Melli, A. C., Packham, A. E., Zeng, N., Truong, T. ve Conrad, P. A. (2010). Radiofrequency-induced thermal inactivation of *Toxoplasma gondii* oocysts in water. *Zoonoses and Public Health*, 57(1), 74-81. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01280.x>
- Webster, J. P. (2010). Review of "Toxoplasmosis of animals and humans (Second Edition)" by J. P. Dubey. *Parasites & Vectors*, 3, 112. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-112>
- World Health Organization. (WHO). (2015). Toxoplasmosis Fact Sheet. *World Health Organization: Geneva*. Erişim adresi (5 Ekim 2022): https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0011/294599/Factsheet-Toxoplasmosis-en.pdf
- World Health Organization. (WHO). (2017). One Health. Erişim adresi (10 Ekim 2022): <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/one-health>
- Yucesan, B., Guldemir, D., Babur, C., Kilic, S. ve Cakmak, A. (2021). Whole-genome sequencing of a *Toxoplasma gondii* strain from a Turkish isolate using next-generation sequencing technology. *Acta Tropica*, 218, 105907. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105907>
- Zhuo, X., Huang, B., Luo, J., Yu, H., Yan, B., Yang, Y. ve Du, A. (2015). Development and application of loop-mediated isothermal amplification assays based on ITS-1 for rapid detection of *Toxoplasma gondii* in pork. *Veterinary Parasitology*, 208(3-4), 246-249. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.01.008>