



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 işlemler 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 (antikor 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 ısıl işlemin 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 ısıl işlem 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 basıncın, 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 olduğunu 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-Gaşior, 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., Pieniasek, 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., Heckerroth, 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>