Özgün Araştırma/Original Article *Mikrobiyol Bul 2026;60(4):519-530*/doi: 10.5578/mb.20260497

Geliş Tarihi (Received): 16.06.2026 • Kabul Ediliş Tarihi (Accepted): 19.09.2026

İzmir'de Bir Hayvan Barınağındaki Köpeklerde *Echinococcus granulosus* Sıklığı ve Ekinokokkoz ile Mücadelede Yeni Geliştirilen Prazikuantel İçeren Mama Uygulamasının Değerlendirilmesi

Prevalence of *Echinococcus granulosus* in Dogs in an Animal Shelter in İzmir and Evaluation of a Novel Praziquantel-Containing Bait for Echinococcosis Control

Ülgen Zeki OK[1](ID), Ahmet YILDIRIM[1](ID), Sefer Özer BABAT[2](ID), Ali Ahmet KİLİMCİOĞLU[1](ID), Nogay GİRGİNKARDEŞLER[1](ID), Çağlayan İNANLI[3](ID), Duygu ÇOBAN[3](ID), Tuncel ÇELİK[3](ID), Serdar AKÇAN[3](ID), Mürşide UYGAR ZİNCİRCİOĞLU[3](ID), Metin KORKMAZ[2](ID)

[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı, Manisa.
[1] Manisa Celal Bayar University Faculty of Medicine, Department of Medical Parasitology, Manisa, Türkiye.

[2] Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı, İzmir.
[2] Ege University Faculty of Medicine, Department of Medical Parasitology, İzmir, Türkiye.

[3] Karşıyaka Belediyesi Veteriner İşleri Müdürlüğü, Örnekköy Geçici Köpek Bakımevi ve Rehabilitasyon Merkezi, İzmir.
[3] Directorate of Veterinary Affairs, Karşıyaka Municipality, Örnekköy Temporary Dog Shelter and Rehabilitation Center, İzmir, Türkiye.

**Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2023-010 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.*

Makale Atıfı: *Ok ÜZ, Yıldırım A, Babat SÖ, Kilimcioğlu AA, Girginkardeşler N, İnanlı Ç ve ark. İzmir'de bir hayvan barınağındaki köpeklerde Echinococcus granulosus sıklığı ve ekinokokkoz ile mücadelede yeni geliştirilen prazikuantel içeren mama uygulamasının değerlendirilmesi. Mikrobiyol Bul 2026;60(4):519-530.*

ÖZ

Bu çalışma, Karşıyaka Belediyesi Örnekköy Geçici Köpek Bakımevi ve Rehabilitasyon Merkezinde barındırılan köpeklerde *Echinococcus granulosus* prevalansının moleküler ve mikroskobik tanı yöntemleriyle belirlenmesi ve geliştirdiğimiz prazikuantel içeren oral mama uygulamasının saha koşullarındaki uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi ve ayrıca, Türkiye'de kistik ekinokokkoz (KE) ve alveoler ekinokokkoz (AE)'un halk sağlığı açısından önemini vurgulamayı ve köpek ile diğer etçil konaklarda sürdürülebilir kontrol stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamıştır. Çalışmaya Ocak–Ekim 2025 tarihleri arasında antiparaziter profilaksi uygulanmamış 134 köpek dahil edilmiştir. Köpekler 60 padokta barındırılmış, her padoktan toplanan 24 saatlik dönemi kapsayan karma dışkı örnekleri hem parazitolojik hem de moleküler yöntemlerle incelenmiştir. Örnekler modifiye formol-etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu) ile yoğunlaştırıldıktan sonra mikroskobik olarak incelenmiştir. Moleküler analizler *E.granulosus*'un *nad*1 gen bölgesini hedefleyen SYBR Green temelli gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu [real-time

İletişim (Correspondence): *Dr. Ahmet Yıldırım, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye.* ***Tel (Phone):*** *0 507 881 89 20,* ***E-posta (E-mail):*** *ahmet.yildirim@cbu.edu.tr*

polymerase chain reaction (RT-PCR)] yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca prazikuantel içeren düşük maliyetli bir mama formülasyonu hazırlanarak köpeklere oral yolla yaklaşık 5 mg/kg tek doz olacak şekilde uygulanmış, yöntemin uygulanabilirliği veteriner hekimlere uygulanan Likert tipi bir anketle değerlendirilmiştir. Makroskobik incelemede karma dışkı örneklerinin hiçbirinde bir sestod segmenti gözlenmezken, mikroskobik olarak herhangi bir helmint yumurtası saptanmamıştır. RT-PCR analizlerinde pozitif kontrolde beklenen amplifikasyon elde edilirken, negatif kontrollerde amplifikasyon gözlenmemiştir. İncelenen hiçbir örnekte *E.granulosus* açısından doğrulanmış pozitiflik saptanmamıştır. Bununla birlikte, yedi örnekte düşük düzeyli sinyaller tespit edilmiş ancak bu sinyaller spesifik amplifikasyon ve erime eğrisi analizine ilişkin önceden belirlenmiş kriterleri karşılamadığı için negatif kabul edilmiştir. Sonuçta incelenen köpek popülasyonunda *E.granulosus* prevalansı yüzde sıfır olarak belirlenmiştir. Veteriner hekim anket yanıtları, oral prazikuantel uygulamasının saha koşullarında yüksek düzeyde kabul gördüğünü göstermiştir. Katılımcılar oral uygulamayı uygulama kolaylığı, pratiklik ve hayvanlarda daha düşük stres oluşturması açısından avantajlı değerlendirmiştir. Ayrıca geliştirilen prazikuantelli mamanın köpekler tarafından gönüllü olarak tüketildiği gözlenmiştir. İncelenen barınak köpeklerinde *E.granulosus* enfeksiyonu saptanmamıştır. PCR ile birlikte formol-etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu) kullanımı tanısal açıdan yararlı bulunmuştur. Geliştirilen prazikuantel içeren mama formülasyonu, özellikle sahipsiz köpekler ve tilki ile kurt gibi vahşi etçiller için pratik ve maliyet etkin bir kontrol yaklaşımı olabilir. Türkiye'de ekinokokkozla mücadelede düzenli sürveyans, köpek popülasyonlarının etkin yönetimi ve Tek Sağlık yaklaşımı kapsamında sürdürülebilir kontrol programlarının geliştirilmesi ve yaygın prazikuantel uygulamalarının sürdürülmesi temel unsurlar olmaya devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: *Echinococcus granulosus; ekinokokkoz; prazikuantel; PCR; formol-etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu).*

ABSTRACT

This study aimed to determine the prevalence of *Echinococcus granulosus* in dogs housed at the Örnekköy Temporary Dog Shelter and Rehabilitation Center, Karşıyaka Municipality, İzmir, using molecular and microscopic diagnostic methods and to evaluate the field applicability of a praziquantel-containing oral bait formulation developed by our group and in addition, to highlight the public health significance of cystic echinococcosis (CE) and alveolar echinococcosis (AE) in Türkiye and to contribute to the development of sustainable control strategies for dogs and other carnivorous hosts. A total of 134 dogs that had not received antiparasitic prophylaxis were included in the study between January and October 2025. The dogs were housed in 60 pens and pooled fecal samples collected over a 24-hour period from each pen were examined using both parasitological and molecular methods. Following concentration using the modified formalin–ethyl acetate sedimentation technique (Ok modification), the samples were examined microscopically. Molecular analysis was performed using a SYBR Green-based real-time polymerase chain reaction (PCR) assay targeting the *nad*1 gene region of *E.granulosus*. In addition, a low-cost praziquantel-containing bait formulation was prepared and administered orally to dogs as a single dose of approximately 5 mg/kg. The applicability of the method was subsequently assessed using a Likert-type questionnaire administered to veterinarians. No cestode segments were observed upon macroscopic examination of the pooled fecal samples and no helminth eggs were detected microscopically. In the real-time PCR analyses, the positive control yielded the expected amplification, whereas no amplification was observed in the negative controls. No confirmed positivity for *E.granulosus* was detected in any of the samples. Although low-level signals were detected in seven samples, these were considered negative because they did not meet the predefined criteria for specific amplification and melting curve analysis. Consequently, the prevalence of *E.granulosus* in the investigated dog population was determined to be zero percent. Survey responses from veterinarians indicated a high level of acceptance of oral praziquantel administration under field conditions. Participants considered oral administration advantageous because of its ease of administration, practicality and reduced stress for animals. Furthermore, the praziquantel-containing bait formulation was readily consumed by the dogs. No *E.granulosus* infection was detected among the shelter dogs examined. The combined use of the formalin–ethyl acetate sedimentation

technique (Ok modification) and PCR was found to be diagnostically useful. The praziquantel-containing bait formulation developed may represent a practical and cost-effective control approach, particularly for free-roaming dogs and wild carnivore populations such as foxes and wolves. Regular surveillance, effective dog population management, the development of sustainable control programmes within One Health framework and the continued implementation of widespread praziquantel administration remain essential for echinococcosis control in Türkiye.

Keywords: *Echinococcus granulosus, echinococcosis, praziquantel, PCR, formalin–ethyl acetate sedimentation technique (Ok modification).*

GİRİŞ

Dünyada yeni ve yeniden önem kazanan enfeksiyonların önemli bir bölümü zoonozlardır ve bunların birçoğu paraziter kökenlidir. Görülme sıklığı, insanlara verdiği zarar ve yol açtığı ekonomik kayıplar göz önüne alındığında, Türkiye'de görülen paraziter zoonozlar arasında *Echinococcus granulosus*'un yol açtığı kistik ekinokokkoz (KE) ve *Echinococcus multilocularis*'in etken olduğu alveoler ekinokokkoz (AE) enfeksiyonları öne çıkmaktadır.

E.granulosus enfeksiyonu tüm Türkiye'de, özellikle hayvancılığın yaygın olduğu kesimlerde gözlenirken, ara konak sıklıkla koyunlar, bazen sığırlar ve rastlantısal olarak insanlar, kesin konaksa çoğunlukla köpeklerdir[1]. *E.multilocularis* enfeksiyonu ise Erzurum, Kars gibi tilkilerin yaşadığı karlı bölgelerde sıklıkla ara konak farelerle, kesin konak tilkiler arasında gözlense de bu bölgelerdeki serbest dolaşan köpeklerde saptanabilmesi, insan enfeksiyonlarında bu hayvanların rol oynayabileceğini düşündürmektedir[2].

KE en sık karaciğerde, ardından akciğerlerde sıklıkla belirti vermeden yıllar içinde hidatik kistlerin gelişimiyle seyrederken, AE özellikle karaciğerde malignite benzeri bir tabloyla kendini gösterir. Türkiye'de AE'nin tanısının sıklıkla geç konulması, karaciğer nakline gerek duyulabilmesi veya ölümcül seyredebilmesi enfeksiyonun halk sağlığı açısından önemini artırmaktadır[3]. Her iki enfeksiyonla mücadelede temel hedef, kesin konak olan köpeklerde ve tilkilerde enfeksiyon prevalansını düşürmektir. Bu amaçla etkinliği kanıtlanmış ve yan etki profili düşük olan prazikuantel yaygın olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de hayvan barınaklarında prazikuantel genellikle kas içine enjeksiyon yoluyla kullanılmaktadır. Ancak oral uygulama hem daha pratik hem de daha güvenlidir. Sahipli köpeklerde ilaçlar yiyeceğin içine konularak kolaylıkla verilebilse de, bu yöntemin barınaklarda ve doğada uygulanması güçtür. Yabancı firmalar tarafından geliştirilmiş aromalı prazikuantel preparatlarının maliyetleri oldukça yüksektir.

Bu çalışmada, düşük maliyetli ve köpeklerin yanı sıra tilki ve kurt gibi vahşi hayvanların isteyerek tüketebileceği prazikuantelli bir mamanın geliştirilmesine temel oluşturabilecek bir yaklaşım araştırılmış, Karşıyaka Belediyesi Örnekköy Geçici Köpek Bakımevi ve Rehabilitasyon Merkezindeki köpeklerde *E.granulosus* prevalansının belirlenmesi, tüm köpeklere prazikuantelli mama uygulanması ve yöntemin barınak koşullarındaki uygulanabilirliği ile olası etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 02/09/2025 tarihli ve 77.637.435/334 sayılı onayı ile, Avrupa Birliği'nin Hayvanların Korunması ve Refahına İlişkin direktifine (2010/63/EU) ve ulusal mevzuata uygun olarak yürütüldü.

Köpeklerin Seçimi ve Örnek Toplanması

Çalışma popülasyonu, Ocak–Ekim 2025 tarihleri arasında Karşıyaka Belediyesi Örnekköy Geçici Köpek Bakımevi ve Rehabilitasyon Merkezinde barındırılan, daha önce antiparaziter profilaksi uygulanmamış köpeklerden oluşturuldu. Önceden antiparaziter profilaksi uygulanmamış, büyük bölümü 15–30 kg ağırlığında olan toplam 134 köpek çalışmaya dahil edildi. Köpekler, barınak düzenine uygun olarak tekli, ikili veya üçlü gruplar halinde toplam 60 padokta izlendi. Her padoktan 24 saatlik periyodu kapsayacak şekilde dışkı örnekleri toplandı ve aynı padoktaki örnekler birleştirilerek karma örnekler elde edildi. Her padok için yaklaşık 20–25 g olacak şekilde iki ayrı karma dışkı örneği alındı.

Sestod halkası gibi yapılar açısından makroskobik olarak incelenen örneklerden biri %10 formol içeren bir kap içinde karıştırılıp mikroskobik inceleme için ayrılırken, diğeri moleküler analiz amacıyla –20 °C'de dondurularak saklandı (Şekil 1).

Mikroskobik İnceleme

Dışkı örnekleri, helmint yumurtalarının yoğunlaştırılması amacıyla formol–etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu) ile incelendi[4]. Bu amaçla yaklaşık 1–1.5 g dışkı örneği %10 formol ile homojenize edildi, süzülerek kaba partiküllerden arındırıldı ve etil asetat ilavesi sonrası yaklaşık 2500 rpm'de (1000 g) üç dakika santrifüj edildi. Elde edilen sedimentten hazırlanan Lugol boyalı preparatlar ışık mikroskobunda 100× ve 400× büyütmelerde değerlendirildi.

DNA İzolasyonu ve Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu

Pozitif kontrol ve köpek dışkısı örnekleri DNA izolasyonu yapılıncaya kadar paraziter yapıların inaktivasyonu ve stabilizasyonu amacıyla en az bir hafta -80 °C'de saklandı, tüm örneklerden DNA izolasyonu gerçekleştirildi ve *E.granulosus*'un mitokondriyal *nad*1 gen bölgesini hedefleyen primerler kullanılarak RT-PCR uygulandı. DNA izolasyonu öncesinde örnekler parazit yumurtalarının ve hücre duvarlarının parçalanmasını sağlamak amacıyla -80 °C ile 65 °C arasında dondur–çöz işlemlerine tabi tutuldu, izolasyon GMStool DNA Kit (GeneMark) ticari kitiyle üretici protokolüne uyularak gerçekleştirildi. DNA miktarı ve saflığı nanodrop spektrofotometre ile ölçüldü. PCR ile *E.granulosus* mitokondrisinde bulunan NADH dehidrogenaz (*nad*1) genini hedefleyen primerler ile 219 baz çifti [base pair (bp)] uzunluğunda bir bölgesinin çoğalması hedeflendi (Tablo I).

RT-PCR amplifikasyonları, SYBR Green bazlı bir qPCR kiti (GM SYBR qPCR Kit, ROX-free; GeneMark, Tayvan) kullanılarak toplam 20 µL hacimde hazırlandı ve reaksiyonlar; 95 °C'de üç dakika başlangıç denatürasyonunu takiben 40 döngü boyunca sırasıyla 95 °C'de 10 saniye, 55 °C'de 10 saniye ve 72 °C'de 20 saniye koşullarında yürütüldü (Tablo II).



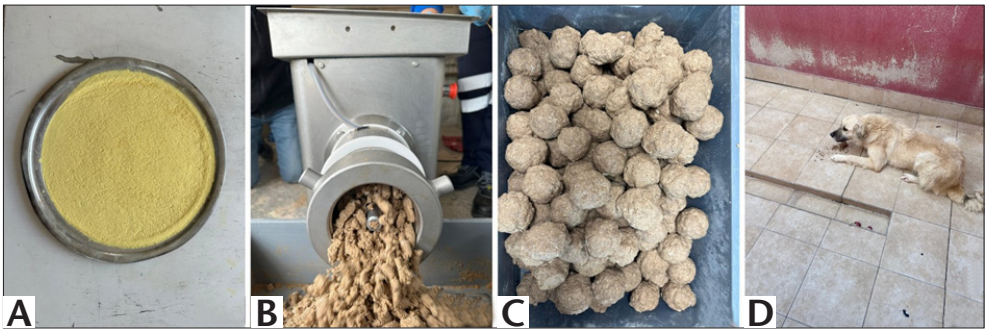
Şekil 1. *Köpeklerden dışkı örneklerinin toplanması, etiketlenmesi ve laboratuvara transferine ilişkin aşamalar.* ***(A)*** *Köpeklerin barınma alanları (padok);* ***(B)*** *Dışkı örneklerinin toplanması;* ***(C)*** *Örneklerin alındığı dışkı kaplarının numara ve kodlarla etiketlenmesi;* ***(D)*** *%10 formol içerisinde saklanan etiketlenmiş dışkı örnekleri;* ***(E)*** *Moleküler analiz için ayrılan dışkı örneklerinin derin dondurucuda (-20 °C) saklanması;* ***(F)*** *Dışkı örneklerinin kayıt formları.*

Tablo I. *E.granulosus Primerleri*[5]	
Primer Adı	**Primer Dizisi**
EGF: İleri primer	GGT TTT ATC GGT ATG TTG GTG TTA GTG
EGR: Geri primer	CAT TTC TTG AAG TTA ACA GCA TCA CG

Prazikuantel İçeren Mamanın Hazırlanması

Mamanın rasyonu bir gıda mühendisi tarafından et 15, et-kemik beş, protein unu iki, protein yağı iki, razmol 10, premiks 0.5 ve bakliyat beş oranlarında olacak şekilde hazırlandı. Piyasada yaygın olarak kullanılan ve 300 mg prazikuantel içeren ticari tabletler çekiç yardımıyla toz hale getirildi ve mama içeriği ile kıyma makinesi aracılığıyla karıştırılarak 1 g mamada 1 mg prazikuantel olacak şekilde homojenize edildi.

Tablo II. *RT-PCR İçeriği ve Tepkime Koşulları*				
PCR İçeriği	**Hacim (µl)**	**PCR Koşulları**	**Sıcaklık (°C)**	**Süre (sn)**
2X GM SYBR Green qPCR kit (w/o ROX)	10	İlk denatürasyon	95	180
Primer mix (10 µM)	0.4	Denatürasyon	95	10
DNA (>50 ng)	3	Bağlanma	55	10
Steril nükleazsız su	6.6	Uzama	72	20
Toplam	20	Döngü	40	
		Erime eğrisi	65 - 95	



Şekil 2. *Prazikuantel içeren mama formülasyonunun hazırlanması ve saha koşullarında uygulanmasına ilişkin aşamalar:* ***(A)*** *ticari tabletlerin mekanik işlem sonrası elde edilen homojen toz formu çalışmada kullanılan prazikuantel içeren ticari tablet preparatı* ***(B)*** *prazikuantelin kıyma makinesi yardımıyla mama içerisine homojen biçimde karıştırılması* ***(C)*** *uygulamaya hazır hale getirilmiş prazikuantel içeren mama porsiyonları ve* ***(D)*** *barınak koşullarında köpeklere oral yolla ilaçlı mamanın uygulanması.*

Karışım, köpeklerin ağırlıklarına göre 7-14 kg arası için 70 mg, 14-20.5 arası 100 mg, 20.5 kg üzerine 140 mg olacak şekilde top formuna getirilerek tek tek önlerine kondu, böylece ilacı uluslararası kılavuzlarla uyumlu olarak 5 mg/kg tek doz olarak aldıkları gözlendi (Şekil 2).

Anket Uygulaması

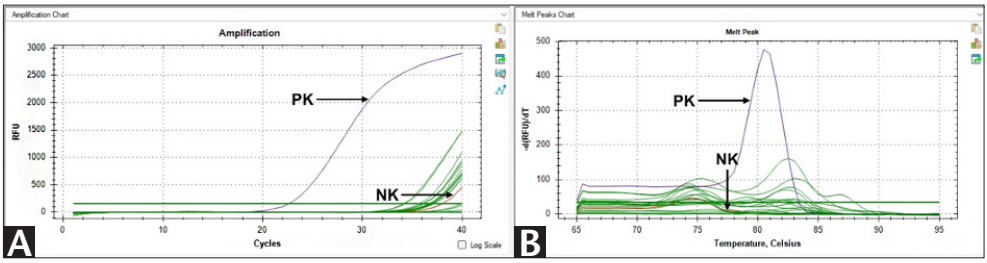
Uygulamanın saha koşullarındaki uygulanabilirliği, barınakta çalışan veteriner hekimlere (n= 5) uygulanan bir anketle değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler tanımlayıcı düzeyde gerçekleştirildi; prevalans oranları hesaplandı, Likert tipi 1–5 ölçekle elde edilen veriler ortalama değerler ve yanıt dağılımları kullanılarak özetlendi. Karşılaştırmalarda Wilcoxon Signed Rank testi ve uygun durumlarda Fisher'ın kesin testi kullanıldı, anlamlılık düzeyi $p< 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Toplam 134 köpeğe ait 60 karma dışkı örneğinin makroskobik araştırmasında proglottid veya helmint segmentlerine, mikroskobik incelemelerinde herhangi bir parazit yumurtasına ait bulguya rastlanmamıştır.



Şekil 3. *E.granulosus nad1 genine yönelik SYBR Green RT-PCR analizinde elde edilen amplifikasyon eğrileri* ***(A)*** *ve erime eğrileri* ***(B)****. Pozitif kontrol (E.granulosus) (PK), negatif kontrol (DNA/RNA içermeyen su) (NK) ve padok örneklerine ait reaksiyonlar gösterilmektedir.*

Nanodrop spektrofotometre analizi ile örneklerden elde edilen DNA'nın tümünün PCR analizi için yeterli kalitede ve miktarda olduğu belirlenmiştir. RT-PCR analizinde pozitif kontrol beklenen amplifikasyonu gösterirken, negatif kontrollerde amplifikasyon saptanmamıştır. İncelenen 60 padok karma örneğinin hiçbirinde tanısal pozitiflik kriterlerini karşılayan özgül amplifikasyon eğrisi elde edilmemiştir (0/60). Yedi örnekte (%11.7) düşük düzeyli sinyaller gözlenmiş ancak özgül amplifikasyon ve erime eğrisi kriterlerini karşılamadığından negatif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3). Doğrulanmış pozitiflik saptanmamış ve ileri analiz yapılmamıştır. Parazitolojik ve moleküler bulgular birlikte değerlendirildiğinde prevalans yüzde sıfır olarak hesaplanmıştır.

Anket değerlendirmesinde beş katılımcı veteriner hekimin tümü son 12 ay içinde hem oral hem de kas içi uygulama yöntemlerini kullandıklarını bildirmiştir. Oral yöntem uygulama kolaylığı ve pratikliği açısından daha yüksek puanlanırken (ortalama≈ 4.0/5), hayvanda gözlenen stres düzeyi de bu yöntem için daha düşük bulunmuştur (ortalama≈ 3.6/5). Ancak kas içi yöntemi için de lokal yan etkilerin nadir olduğu (≈4.25/5) ve genel tedavi etkinliğinin yeterli bulunduğu (≈4.25/5) değerlendirilmiştir. Oral yöntemin maliyet değerlendirmesi görece yüksek puanlanmıştır (≈4.0/5). Katılımcıların %80'i uygulama kolaylığı açısından oral yöntemi tercih ederken, genel tercihte %60 oranında oral yöntem lehine görüş bildirilmiştir.

TARTIŞMA

Ekinokokkoz, ihmal edilmiş zoonotik hastalıklar arasında yer almakta olup, endemik bölgelerde önemli morbidite, mortalite ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Erken tanı, sürdürülebilir kontrol stratejileri ve Tek Sağlık yaklaşımı, hastalığın kontrolünde kritik öneme sahiptir[3,6]. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre dünya genelinde bir milyondan fazla kişi KE ve AE ile enfektedir ve bu yüzden her yıl yaklaşık 19.300 ölüm görülmektedir. DSÖ ayrıca KE nedeniyle ameliyat sonrası hastaların yaklaşık %6.5'inde nüksler geliştiğini ve %2.2'sinin ölümle sonuçlandığını ve hastalığın toplam ekonomik yükünün yıllık yaklaşık üç milyar ABD doları olduğunu bildirmiştir[7].

Türkiye'de *E.granulosus*'un yaşam döngüsü ağırlıklı olarak köpek–koyun döngüsü üzerinden sürmekte olup, özellikle koyun yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerde

enfeksiyon daha sık görülmektedir[3]. Enfeksiyon Türkiye'de genellikle sığırlara oranla koyunlarda daha yaygındır; örneğin Kayseri'de koyunların %28'inde, sığırların %3'ünde saptanmıştır[8]. Ancak Muş'ta kesimleri yapılan sığırların %19.4'ünde, keçilerin %16.4'ünde, koyunlarınsa %12.7'sinde KE tanısı konmuştur[9].

Manisa'da ve Türkiye'nin çeşitli illerinde gerçekleştirilen insanlardaki US temelli taramalar, KE prevalansının genelde %0.2-1.1 arasında değiştiğini ve yaşla birlikte arttığını, enfeksiyonun Türkiye'de yaklaşık her 163 kişide bir (%0.6) görüldüğünü ortaya koymuştur[1,10-15]. Bu durum KE'nin Türkiye'de görülen en önemli enfeksiyonlardan biri olduğunu ve son derece ihmal edildiğini kanıtlamıştır[16].

Türkiye'de köpeklerde *Echinococcus* spp. prevalansının bölgesel olarak belirgin farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir. Özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki serbest dolaşan köpeklerde *Echinococcus* türlerinin prevalansı yüksektir; örneğin Erzurum'da bu oran %14.1 olarak bulunurken, moleküler analizlerde köpeklerin 41'inde *E.granulosus sensu stricto*, üçünde *Echinococcus equinus*, birinde *Echinococcus ortleppi*, üçünde *E.canadensis* ve 16'sında AE etkeni *E.multilocularis* genotiplerinin bulunduğunun tespit edilmiş olması insan sağlığı açısından çok önemli bir tehlikeyi göstermektedir[17]. Muş'taki araştırmada, 29 sahipli, 71 sahipsiz, toplam 100 köpeğin dışkısı direkt mikroskobik bakı, çinko sülfat yüzdürme ve nested-PCR yöntemleriyle araştırılmıştır. Dokuz köpek (%9) nested-PCR ile *E.granulosus* tanısı alırken, 28 köpeğin dışkısında (%28) taeniid yumurtalar tespit edilmiştir[9].

Ankara'nın köylerindeki 100 köpekten elde edilen dışkı örnekleri PCR, formol etil asetat çöktürme ve çinko sülfat yüzdürme yöntemleri ile araştırıldığında, 27 köpekte (%27) taeniid yumurtalar saptanmış, bu köpeklerin 14'ü (%14) PCR ile *E.granulosus* pozitif bulunmuştur. Yirmi yedi köpeğin tümü çöktürme yöntemiyle pozitif bulunurken, yüzdürme yöntemi ile sadece 10 köpekte taeniid yumurta saptanabilmiştir[18].

Batı bölgelerinde ise daha düşük prevalans oranları bildirilmektedir. Örneğin, Aydın'da 100 sahipli köpeğin dışkı örneklerinin doymuş tuzlu su ile yoğunlaştırma ve PCR ile araştırıldığı bir çalışmada bir köpekte (%1) *E.granulosus* genomuna rastlanmıştır. Köy kökenli bu köpeğin farklı günlerde alınan toplam dört dışkı örneğinde yumurta saptanamazken, PCR testi negatif olan iki köpekte taeniid yumurtalar saptanmıştır[19].

İstanbul'un Anadolu yakasındaki yedi ilçesinde 110 sahipsiz köpekten alınan dışkı örneklerinin modifiye formol etil asetat çöktürme yöntemi sonrası mikroskopi, PCR ve kopro-Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) yöntemiyle araştırıldığı bir çalışmada, mikroskopi ile taeniid yumurtalar saptanan iki köpekte (%1.8) dizi analizi *E.granulosus sensu stricto* ile eşleşmiştir. Kopro-ELISA testi bu iki köpekte negatif bulunurken, diğer iki yöntemle negatif olan yedi köpekte pozitif çıkmıştır[20].

Çalışmamızda barınak köpeklerinde enfeksiyon saptanmamış olması, İstanbul (%1.8) ve Aydın'da (%1) saptanan prevalans ile uyumlu olarak değerlendirilebilir. Bu sonuç bölgedeki serbest dolaşan köpeklerin sıklıkla hazır mamalarla beslenmeleri ve mezbaha atıklarına erişimlerinin olmamalarının yanında, barınaklarda düzenli veteriner kontrolü

yapılması ile açıklanabilir. Bununla birlikte, farklı bölgelerden köpek girişinin devam etmesi nedeniyle, barınak popülasyonlarında düzenli sürveyansın sürdürülmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye'de köpeklerde *E.granulosus* prevalansının araştırılmasına yönelik çalışmalar altın standardın PCR olduğunu ve doğrulama için bir yoğunlaştırma yönteminin araştırmaya eklenmesinin yararlı olduğunu düşündürmektedir[17–20]. İstanbul araştırması kopro-ELISA yönteminin yararının, yanlış negatif ve yanlış pozitif sonuçların sıklığı nedeniyle kısıtlı olduğunu göstermiştir[20].

Elde edilen PCR sonuçlarının, Aydın'daki araştırmada kullanılan yüzdürme yöntemi sonuçları ile uyumsuz iken, İstanbul'daki ve bizim araştırmamızda kullanılan modifiye çöktürme yöntemi ile tam uyumlu olması, PCR ile birlikte yüzdürme değil, çöktürme temelli bir yoğunlaştırma yönteminin tercih edilmesi gerektiğini düşündürmüştür. Ankara'daki araştırmada taeniid yumurtalarının saptanmasında çöktürme yöntemiyle 27, yüzdürme yöntemiyle sadece 10 köpeğin pozitif bulunması bu düşünceyi pekiştirmiştir[18].

İstanbul'daki çalışmada ve araştırmamızda kullanılan formol etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu) ilk kez 1995 yılında Ülgen Zeki Ok tarafından modifiye edilmiş ve 1996 yılında yayımlanan iki çalışmada açıklanmıştır[21,22]. Standart yöntemde iki kez uygulanan santrifüj işlemi bire indirilerek önemli iş ve zaman tasarrufu sağlanmış, ayrıca yüzdürme yöntemleriyle saptanamayan Fasciola yumurtaları gibi ağır yumurtaların görülmesi mümkün olmuştur. Türkiye Parazitoloji Derneğinin 1997 ve 2011 yıllarında yayımladığı laboratuvar tanı kitaplarında "modifiye formol etil asetat çöktürme yöntemi" adıyla ayrıntılı biçimde açıklanmış ve Türkiye'de yaygın kullanım alanı bulmuştur[4,23]. Ancak yöntemin adından modifikasyonun kime ait olduğunun anlaşılmaması bazı karışıklıklara yol açmaktadır. Örneğin, Tayland'da strongyloidiasis tanısına yönelik olarak modifiye edilmiş ve aynı adı taşıyan çok farklı yöntemlerle karışması olasıdır[24]. Bu nedenle, mevcut ve gelecekteki çalışmalarda yöntemin "modifiye formol etil asetat çöktürme yöntemi (Ok modifikasyonu)" olarak adlandırılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Türkiye'nin farklı yörelerindeki köpeklerde *E.granulosus* prevalansının araştırılmasının; bu amaçla standart olarak PCR ve modifiye formol-etil asetat çöktürme yönteminin (Ok modifikasyonu) kullanılmasının enfeksiyonla mücadelede yararlı olacağını düşünüyoruz.

İnsanlarda görülen AE açısından Türkiye'nin endemik ülkeler arasında yer aldığı bildirilirken, yıllık olgu sayısı konusunda tahminler değişkenlik göstermektedir. Örneğin, bir derlemede, beyin tutulumu saptanan olgu sayısından yola çıkılarak bu sayının yaklaşık 100 olduğu ve Türkiye'nin olgu sayısı yüksekliği bakımından dünyada üçüncü sırada yer aldığı tahmin edilirken, bir başka yayında yılda yaklaşık 20 yeni olgu saptandığı öne sürülmüştür[25,26].

Ekinokokkoz kontrolünde temel yaklaşım, kesin konakların prazikuantel ile düzenli olarak tedavi edilmesidir[7]. Bir araştırmada yaklaşık 60 günlük aralıklarla uygulanan tedavinin parazitin yaşam döngüsü ile uyumlu olduğu ve çevresel kontaminasyonu azalttığı göste-

rilirken, Almanya ve İsviçre'de gerçekleştirilen saha uygulamalarında prazikuantel içeren ürünlerin doğaya bırakılmasıyla tilkilerde *E.multilocularis* prevalansında belirgin düşüşler sağlanması, bu yaklaşımın etkinliğini kanıtlamaktadır[27-29].

Sahipsiz köpek popülasyonlarında parenteral uygulamaların pratik olmaması, iş gücü gereksinimi ve ısırılma gibi güvenlik riskleri periyodik prazikuantel uygulaması açısından önemli kısıtlamalar oluşturmaktadır. Bu nedenle, projemiz kapsamında geliştirilen prazikuantel içeren mama formülasyonu, sahada uygulanabilir, düşük maliyetli ve hayvanlar tarafından gönüllü olarak tüketilebilen bir alternatif sunmaktadır. Bu yaklaşım, uygulama kolaylığı ve personel güvenliği açısından da önemli avantajlar sağlamaktadır.

Prazikuantelin geniş güvenlik aralığı da bu yöntemi desteklemektedir. Deneysel çalışmalarda ilacın yüksek dozlarda bile önemli toksisite göstermediği, önerilen dozlarda son derece güvenli olduğu bildirilmiştir[30]. Bu bağlamda, ilaçlı mamanın yaygın kullanımı ile hem evcil hem de sahipsiz hayvanlarda enfeksiyon prevalansının azaltılması mümkün olabilir.

Sonuçta, Türkiye'de KE ve AE insanlarda ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli halk sağlığı sorunlarıdır. KE, ayrıca hayvancılık sektöründe önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu enfeksiyonların kontrolü için Tek Sağlık yaklaşımı çerçevesinde, barınak kapasitesinin artırılması, sahipsiz hayvanların kontrol altına alınması ve prazikuantel uygulamalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Geliştirdiğimiz ve köpekler tarafından gönüllü olarak tüketildiğini gözlemlediğimiz ilaçlı mama formülasyonu, özellikle sahipsiz köpeklerde ve tilki, kurt gibi vahşi etçil hayvan popülasyonlarında pratik ve etkili potansiyel bir ekinokokkoz kontrol aracı olarak değerlendirilebilir.

Bu stratejinin etkinliği için Tek Sağlık yaklaşımı kapsamında ulusal düzeyde kontrol programlarının geliştirilmesi, yasal düzenlemelerin yapılması, dayanıklı formülasyonların üretilmesi ve düzenli epidemiyolojik sürveyansın sürdürülmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın saha uygulamalarının gerçekleştirilmesindeki destek ve iş birlikleri için Karşıyaka Belediyesi Veteriner İşleri Müdürlüğü Örnekköy Geçici Köpek Bakımevi ve Rehabilitasyon Merkezi çalışanlarına, çalışmada kullanılan ilaçlı mama formülasyonunun hazırlanmasına sağladığı katkılar nedeniyle Gıda Mühendisi Özge Akçay'a ve pozitif kontrol materyalinin teminindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Hamza Avcıoğlu'na teşekkür ederiz.

FİNANSAL DESTEK

Bu proje, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2023-010 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 02/09/2025 tarihli ve 77.637.435/334 sayılı onayı ile gerçekleştirilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Özkol M, Kilimcioğlu AA, Girginkardeşler N, Balcıoğlu IC, Şakru N, Korkmaz M, et al. A discrepancy between cystic echinococcosis confirmed by ultrasound and seropositivity in Turkish children. Acta Trop 2005; 93(2): 213-6. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.11.002
2. Akyuz M, Avcioglu H. Evaluation of the prevalence of *Echinococcus multilocularis* in free-roaming dogs in the human alveolar echinococcosis endemic region of Turkey. Acta Trop 2025; 264: 107560. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2025.107560
3. Altıntaş N, Topluoğlu S, Yıldırım A, Uslu H, Ekşi F, Ok ÜZ, et al. Türkiye'de Kistik Ekinokokkoz Mevcut Durum Raporu. Turk Hij Den Biyol Derg 2020; 77: 1-52.
4. Kilimcioğlu AA, Ok ÜZ. Yoğunlaştırma yöntemleri. İçinde: Korkmaz M, Ok ÜZ (ed). Parazitolojide Laboratuvar. İzmir: Meta Basım; 2011. 23-8.
5. Liu CN, Lou ZZ, Li L, Yan HB, Blair D, Lei MT, et al. Discrimination between *Echinococcus granulosus sensu stricto*, E. multilocularis and E. shiquicus using a multiplex PCR assay. PLoS Negl Trop Dis 2015; 9(9): e0004084. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004084
6. McManus DP, Zhang W, Li J, Bartley PB. Echinococcosis. Lancet 2003; 362(9392): 1295-304. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14573-4
7. World Health Organization (WHO). Report of the WHO Informal Working Group on cystic and alveolar echinococcosis surveillance, prevention and control [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2011. Erişim adresi: WHO report on cystic and alveolar echinococcosis surveillance, prevention and control (Erişim tarihi: 30.03.2026).
8. Düzlü Ö, Yıldırım A, Sarıözkan S. Kayseri yöresinde üç farklı mezbahada kesilen koyun ve sığırlarda kistik ekinokokkozisin ekonomik önemi. Erciyes Univ Vet Fak Derg 2010; 7(1): 7-11.
9. Acıöz M, Çeliksöz A, Özçelik S, Değerli S, Öztop AY, Malatyalı E. Muş yöresinde köpeklerde PCR yöntemiyle, kesim hayvanlarında kesim takibiyle ve insanlarda ELISA yöntemiyle kist hidatik sıklığının araştırılması. Mehmet Akif Ersoy Univ Vet Fak Derg 2018; 3: 24-35. https://doi.org/10.24880/maeuvfd.397309
10. Kilimcioğlu AA, Özkol M, Bayındır P, Girginkardeşler N, Östan İ, Ok ÜZ. The value of ultrasonography alone in screening surveys of cystic echinococcosis in children in Turkey. Parasitol Int 2006; 55(4): 273-5. https://doi.org/10.1016/j.parint.2006.07.002
11. Kilimcioğlu AA, Girginkardeşler N, Korkmaz M, Özkol M, Düzgün F, Östan İ, et al. A mass screening survey of cystic echinococcosis by ultrasonography, western blotting, and ELISA among university students in Manisa, Turkey. Acta Trop 2013; 128(3): 578-83. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.08.010
12. Ok ÜZ, Özkol M, Kilimcioğlu AA, Dinç G, Bayındır P, Östan İ, et al. A province-based study using sampling method to investigate the prevalence of cystic echinococcosis among primary school children in Manisa, Turkey. Acta Trop 2007; 103(2): 116-22. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2007.05.013
13. Tamarozzi F, Akhan O, Cretu CM, Vutova K, Akinci D, Chipeva R, et al. Prevalence of abdominal cystic echinococcosis in rural Bulgaria, Romania, and Turkey: a cross-sectional, ultrasound-based, population study from the HERACLES project. Lancet Infect Dis 2018; 18(7): 769-78. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30221-4
14. Bakal U, Kazez A, Akyol M, Kocakoc E, Simsek S. A portable ultrasound based screening study on the prevalence and risk factors of cystic echinococcosis in primary school children in East Turkey. Acta Trop 2012; 123(2): 91-5. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.03.011
15. Ok ÜZ, Kilimcioğlu AA, Özkol M. Türkiye'de insanlarda kistik ekinokokkozis. Mikrobiyol Bul 2020; 54(3): 510-22. https://doi.org/10.5578/mb.69712
16. Parlak E, Yıldırım A, Ok ÜZ. Ekinokokkoz. In: Baştuğ A, Pullukçu H, Işıkgöz Taşbakan M, Parlak E, editors. Sık Görülen Parazitozlar İçin Tanı, Tedavi, Önlem Kılavuzu. 1. baskı. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2025. p. 8-14.

17. Avcioglu H, Guven E, Balkaya I, Kirman R, Akyuz M, Mebarek Bia M, et al. The situation of echinococcosis in stray dogs in Turkey: The first finding of *Echinococcus multilocularis* and *Echinococcus ortleppi*. Parasitology 2021; 148(9): 1092-8. https://doi.org/10.1017/S0031182021000755
18. Öge H, Öge S, Gönenç B, Sarımehmetoğlu O, Özbakış G. Coprodiagnosis of *Echinococcus granulosus* infection in dogs from Ankara, Turkey. Vet Parasitol 2017; 242: 44-6. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.05.016
19. Kuru BB, Aypak S, Aysul N. Aydın yöresindeki köpeklerde *Echinococcus granulosus* prevalansının polimeraz zincir reaksiyonu ile belirlenmesi. Turkiye Parazitol Derg 2013; 37(2): 78-83. https://doi.org/10.5152/tpd.2013.20
20. Akil M, Karakus M, Erkinay S, Aykur M, Cetin HS, Karakavuk M, et al. First molecular detection of *Echinococcus granulosus sensu stricto* in dogs from Istanbul's Anatolian side: A multi-methodological approach. Acta Parasitol 2026; 71(3): 94. https://doi.org/10.1007/s11686-026-01283-4
21. Ok ÜZ, Korkmaz M, Ok GE, Özkan AT, Özcel MA. Barsak protozoasının tanısında nativ-lugol, formol-eter konsantrasyon ve trichrome boyama yöntemlerinin karşılaştırılması. Turkiye Parazitol Derg 1996; 20(1): 77-84.
22. Ok ÜZ, Yereli K. Parazitoloji laboratuvarlarında sık kullanılan dışkı inceleme yöntemlerinin değerlendirilmesi. Turk Parazitol Derg 1996; 20(2): 285-92.
23. Ok ÜZ, Girginkardeşler N, Kilimcioğlu A, Limoncu ME. Dışkı inceleme yöntemleri. In: Altıntaş N, editor. Parazit Hastalıklarında Tanı. İzmir: Ege Üniv Basımevi; 1997. p. 1-61.
24. Anamnart W, Intapan PM, Maleewong W. Modified formalin-ether concentration technique for diagnosis of human strongyloidiasis. Korean J Parasitol 2013; 51(6): 743-5. https://doi.org/10.3347/kjp.2013.51.6.743
25. Torgerson PR, Keller K, Magnotta M, Ragland N. The global burden of alveolar echinococcosis. PLoS Negl Trop Dis 2010; 4(6): e722. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000722
26. Lundström-Stadelmann B, Rostami A, Frey CF, Torgerson PR, Riahi SM, Bagheri K, et al. Human alveolar echinococcosis: global, regional, and national annual incidence and prevalence rates. Clin Microbiol Infect 2025; 31(8): 1139-45. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2025.01.034
27. Borhani M, Mohammadi MA, Entezami M, Baneshi MR, Nasibi S, Prada JM, et al. Reinfection of farm dogs following praziquantel treatment in an endemic region of cystic echinococcosis in southeastern Iran. PLoS Negl Trop Dis 2024; 18(4): e0011939. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011939
28. König A, Romig T, Holzhofer E. Effective long-term control of *Echinococcus multilocularis* in a mixed rural-urban area in southern Germany. PLoS One 2019; 14(4): e0214993. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214993
29. Hegglin D, Ward PI, Deplazes P. Anthelmintic baiting of foxes against urban contamination with *Echinococcus multilocularis*. Emerg Infect Dis 2003; 9(10): 1266-72. https://doi.org/10.3201/eid0910.030138
30. Committee for Veterinary Medicinal Products. Praziquantel. Summary report (1) [Internet]. London: European Agency for the Evaluation of Medicinal Products; 1996. Available from: EMA Praziquantel Summary Report (Erişim tarihi: 03.03.2026).

Bu eser CC BY-NC Atıf-GayriTicari Türev Eser Yaratma 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.
Veri Paylaşım Beyanı: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler, makul talepler doğrultusunda sorumlu yazardan temin edilebilir.
©Telif Hakkı 2026 Mikrobiyoloji Bülteni'ne aittir. Makale metnine www.mikrobiyolbul.org web sayfasından ulaşılabilir.