

Parazitoloji ve Bulaşım

Parasitology and Transmission

Hasan Yılmaz, Zeynep T. Cengiz

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı, Van

ÖZET

Echinococcus cinsi içinde tam olarak doğrulanan dört tür bulunmakta olup, bunlar *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*, *Echinococcus vogeli* ve *Echinococcus oligarthrus*'tur. *E. granulosus* için evcil köpek başta olmak üzere yabani etçiller son konak, başta koyun, keçi, siğir, olmak üzere birçok hayvan türü ara konaktır. İnsan, bu parazit için rastlantısal konak olarak kabul edilir. Bütün *Echinococcus* türlerinin yaşam döngüleri birbirine benzer. Erişkin parazitler son konakların ince bağırsaklarında, larvalar ise ara konakların iç organlarında parazitlik yapar. Son konaklar, ara konaklarda bulunan kistleri ağız yoluyla alarak enfekte olur ve parazitin türü, suşu ve konağın duyarlılığına bağlı olarak değişen sürelerde erişkin parazitlere dönüşürler. Parazit erişkin hale geldikten sonra, yumurta içeren gebe halka veya halkanın bağırsaklarda parçalanması ile serbest hale gelen yumurtalar etçil hayvanların dışkıyla dışarı atılarak çevreye yayılırlar. Ara konakların enfeksiyonu, dış ortamdaki yumurtaların ağızdan alınmasıyla olur. Kistlere en sık olarak karaciğer ve akciğerlerde, daha az sıklıkla ise vücutta diğer birçok doku veya organda rastlanır. Kistlerin ara konaklarda gelişme süresi ise farklılık gösterir.

Anahtar Kelimeler: Hidatik kist, parazitoloji, *Echinococcus* spp., bulaşım.

ABSTRACT

There are four exactly verified species in the genus *Echinococcus*, these are *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*, *Echinococcus vogeli* and *Echinococcus oligarthrus*. For *E. granulosus*, the wild carnivores especially domestic dogs are the definitive host, many other animal species especially sheep, goats, cattle are interme-

diate host. Human is considered to be accidental host for this parasite. The life cycles of whole *Echinococcus species* are similar to each other. The adult parasites make parasitism in the small intestines of definitive hosts, the larvae makes them in the internal organs of intermediate hosts. The definitive hosts are infected by taking the cysts situated in the intermediate host orally and they transform into the adult parasites varying periods of time, depending on the parasite's species, strain and the sensitivity of the host. After the parasite gets adult, the eggs containing gravid proglottid or the eggs becoming free with the fragmentation of the proglottid in the intestines are emitted to the environment by the feces of carnivorous animals. The infection of intermediate hosts is due to the receipt of eggs in the external environment orally. The cysts are encountered the most frequently in the liver and lungs, the less frequently in many other tissue or organ of the body. The development time of the cysts in the intermediate hosts vary.

Key Words: Hydatid cyst, parasitology, *Echinococcus* spp., transmission.

ECHINOCCUS TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Echinococcus Türlerinin Sınıflandırılması

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda *Echinococcus* cinsi içinde, 16 tür ve 13 alt tür bulunduğu bildirilmiştir. Ancak daha sonra bu tür veya alt türlerin çoğunun birbirinin sinonimi olduğu belirtilmiştir. *Echinococcus* cinsi içinde tam olarak doğrulanmış dört tür bulunmakta olup, bunlar *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*, *Echinococcus vogeli* ve *Echinococcus oligarthrus*'tur (1-4). *Echinococcus* türlerinin sus farklılıkları **Tablo 1**'de verilmiştir.

Echinococcus türlerinin sınıflandırmadaki yeri aşağıdaki gibidir (5-7).

Ülkealtı: Metazoa

Alem: Platyhelminthes

Sınıf: Cestoda

Altsınıf: Eucestoda

Takım: Cyclophyllidea

Aile: Taenidae (Ludwig, 1886)

Cins: *Echinococcus* (Rudolphi, 1801)

Tür: *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786)

Tablo 1. *Echinococcus* türlerinin suş farklılıkları (7).

Tür	Suş	Ara Konaklar	Son Konaklar	Coğrafik Dağılım
<i>E. granulosus</i>	Koyun suşu	Koyun, keçi, siğir, domuz, deve, kangurugiller, insan,	Köpek, tilki, çakal, sırtlan, dingo	Avustralya, Avrupa, Yeni Zelanda, Afrika, Çin, Ortadoğu, Rusya, ABD
<i>E. granulosus</i>	At suşu	At ve diğer tek tırnaklılar	Köpek	Avrupa, Ortadoğu, Güney Afrika, Yeni Zelanda (?), ABD (?)
<i>E. granulosus</i>	Siğir suşu	Siğir, insan	Köpek	Avrupa, Güney Afrika, Hindistan, Rusya, Sri Lanka
<i>E. granulosus</i>	Deve suşu	Deve, keçi, siğir?, insan?	Köpek	Ortadoğu, Afrika
<i>E. granulosus</i>	Domuz suşu	Domuz, insan	Köpek	Avrupa, Rusya, Güney Amerika
<i>E. granulosus</i>	Geyik suşu	Geyikgiller, insan	Kurt, köpek	Kuzey Amerika, Avrasya
<i>E. granulosus</i>	Tazmanya koyun suşu	Koyun, insan, siğir?	Köpek (Tilki)	Tazmanya
<i>E. granulosus</i>	Bizon suşu (?)	Bizon, siğir?, insan?	Köpek (Tilki)	Asya
<i>E. granulosus</i>	Aslan suşu	Zebra, Afrika domuzu, bizon, değişik antiloplar, zürafa, su aygırın	Aslan	Afrika
<i>E. multilocularis</i>	Avrupa suşu	Kemiriciler, insan	Tilki, köpek, kedi	Avrupa, Çin (?)
<i>E. multilocularis</i>	Alaska suşu	Kemiriciler, insan	Tilki, köpek, kedi	Alaska
<i>E. multilocularis</i>	Kuzey Amerika suşu (?)	Kemiriciler, insan	Tilki, köpek, kedi	Kuzey Amerika
<i>E. multilocularis</i>	Hokkaido suşu (?)	Kemiriciler, domuz, at, insan	Tilki, köpek, kedi	Japonya

Tür: *Echinococcus multilocularis* (Leuckart, 1863)

Tür: *Echinococcus vogeli* (Rausch ve Bernstein, 1972)

Tür: *Echinococcus oligarthrus* (Diesing, 1863)

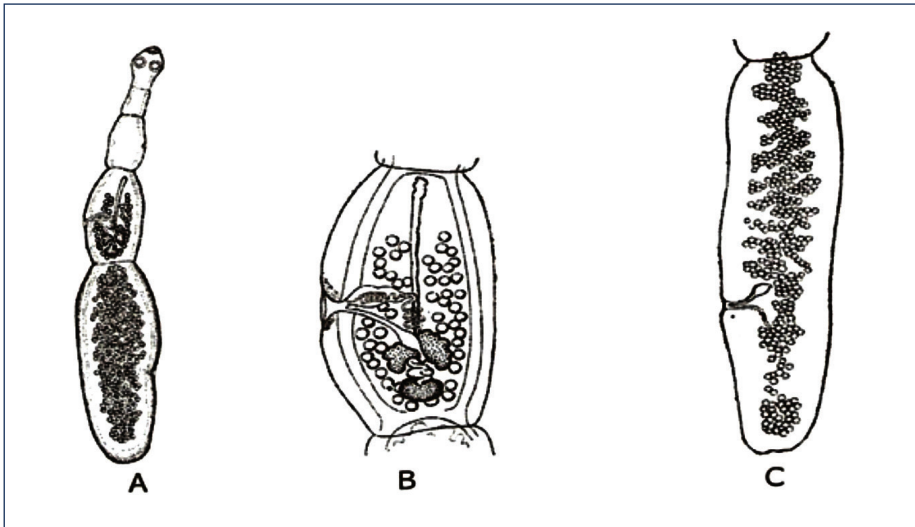
Echinococcus Türlerinin Morfolojik Özellikleri

Echinococcus cinsine bağlı türler arasında morfolojik olarak önemli farklar bulunmaktadır ve bu türlerin ayrıntılı morfolojik özellikleri **Tablo 2**'de verilmiştir.

Erişkin Parazitlerin Morfolojik Özellikleri

Echinococcus granulosus: Parazitin erişkin şekilleri 2-7 mm arasında değişmekte olup, nadiren 11 mm'ye kadar ulaşabilir. Scolex (baş)'in ön kısmında yer alan rostellum üzerinde iki sıra halinde dizilmiş ve sayıları 34-38 arasında değişen çengeller bulunur. Bu çengellerden büyük olanları ön sırada, küçük olanlar ise arka sırada yer alır. Scolex üzerinde dört tane vantuz (çekmen) vardır. Parazitin boyun bölgesi çok kısa olup, halkalar bu kısımdan oluşur. Parazitin gövde kısmındaki (strobila) halka sayısı 2-7 arasında değişmekte birlikte, genellikle üç halkadan (segment) oluşur. Son halka gebe halka, bundan bir önceki halka ise olgun halkadır. Gebe halka, genellikle parazitin bütün vücut uzunluğunun yarısı kadar, bazen de daha uzun olabilir (**Şekil 1-A, Şekil 1-B, Şekil 1-C**).

Uterus halkanın içinde önden arkaya uzanarak yanlara değişik sayıda farklı çap ve uzunlukta dallar verir. Bir gebe halka içerisinde 200-800 yumurta bulunur (5,7,8).



Şekil 1: Erişkin *E. granulosus*'un morfolojik yapısı. A. Erişkin formu, B. Olgun halka, C. Gebe halka (9).

Tablo 2. *Echinococcus* türlerinin morfolojik özellikleri (7, 10).

Morfolojik Özellik	<i>Echinococcus</i> cinsine bağlı türler			
	<i>E. granulosus</i>	<i>E. multilocularis</i>	<i>E. vogeli</i>	<i>E. oligarthrus</i>
	Strobila uzunluğu (mm)	2-7 (nadiren 11)		1.2-4.5
Scolex çapı (mm)	0.26-0.36		0.24-0.29	-
Çekmen çapı (mm)	0.10-0.13		0.105-0.125	-
Çengel sayısı	30-60		14-34	28-36
Büyük cengellerin uzunluğu (µm)	25-49		24,9-34	49-57
Küçük cengellerin uzunluğu (µm)	17-31		20,4-31	30-47
Halka sayısı	2-7		2-6	3
Olgun halkanın yeri	Sondan bir önceki		Sondan iki önce	Sondan bir önceki
Gebe halkanın boyu	1.02-3.2		0.44-1.11	2.94-4.2
Testis sayısı	25-80		16-35	50-67
Testislerin dağılımı (genital deliğin önünde veya arkasında)	Ön ve arkada eşit veya çoğu arkada		Çoğu arkada	Çoğu arkada
Genital deliğin yeri	Olgun halka	Ortaya yakın (genellikle arkada)	Halkanın ön yarısında	Halkanın arka yarısında
	Gebe halka	Halkanın arka yarısında	Halkanın ön yarısında	Halkanın arka yarısında
Uterusun şekli	Yan dallanmalar yapar		Kese	Uzun, tübüler ve kese
Ovaryumun şekli	At nalı veya böbrek		Üzüm salkımı	At nalı
				Sondan iki önce
				-
				15-46
				Çoğu arkada
				Halkanın ön yarısında
				Halkanın arka yarısında
				Kese
				-

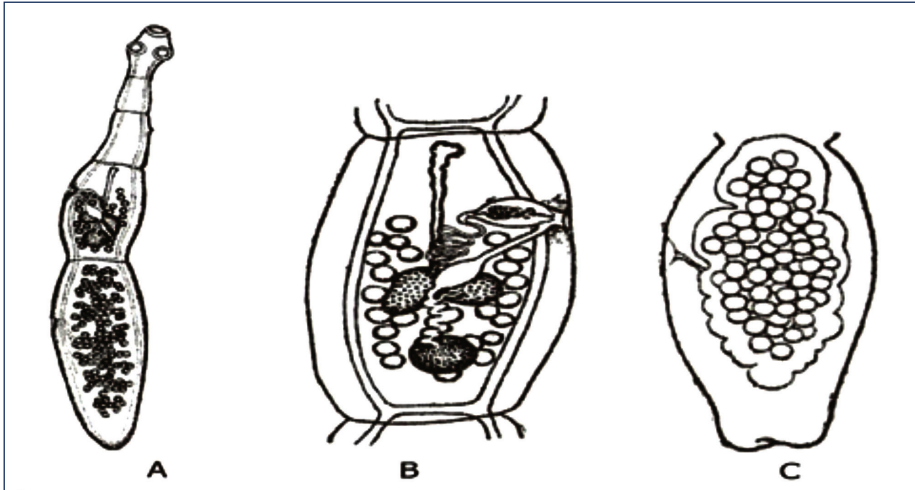
***Echinococcus multilocularis*:** Parazitin erişkin şekilleri *E. granulosus*'a çok benzer. Ancak ondan daha küçük yapıya sahip olup, boyu 1.2-4.5 mm kadardır. Rostellum üzerinde iki sıra halinde dizilmiş 14-34 çengel bulunur. *E. granulosus*'ta olduğu gibi büyük çengeller önde, küçük çengeller ise arkada yer almıştır. Scolex üzerinde, dört tane yuvarlak yapıda çekmen vardır (**Şekil 2-A, Şekil 2-B, Şekil 2-C**). Strobila 2-6 (ortalama beş) halkadan oluşur. Uterus, torbamsı biçimde tek bir bölmeden oluşmuş olup, yan dalları bulunmaz ve içerisinde 250-400 yumurta bulunur (5-7,10).

***Echinococcus vogeli*:** Parazitin erişkin şekilleri 3.9-5.5 mm uzunluğundadır. Rostellum üzerinde 28-36 adet çengel bulunur. Gövde üç halkadan ibaret olup, ilk halka küçük yapıya ve uzunluğu genişliğinden daha kısadır. Olgun halka dikdörtgen şeklinde ve halkanın boyu eninden daha uzundur (**Şekil 3-A, Şekil 3-B**). Uterus düz bir boru şeklinde olup, genişleme yapmaz ve yan dalları bulunmaz. Gebe halka ise dar ve uzun bir yapıdadır (6,7,10).

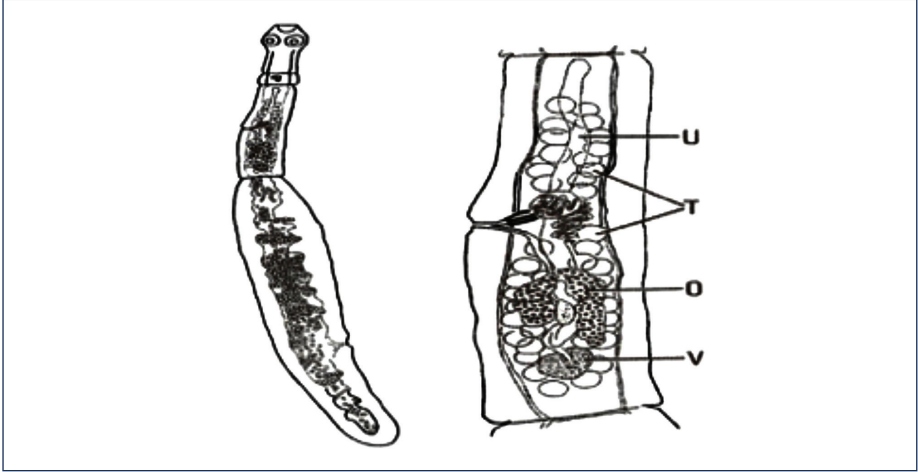
***Echinococcus oligarthrus*:** Parazitin erişkin şekilleri 2.2-2.9 mm uzunluğundadır. Rostellum üzerinde 26-40 adet çengel bulunur. Çengeller genellikle *E. granulosus* ve *E. multilocularis*'inkinden daha uzun, *E. vogeli*'ninkinden daha kısadır. Gövde üç halkadan oluşur (**Şekil 4**). Uterus, *E. multilocularis*'in uterusuna benzer şekilde kese biçimini almış ve yan dallardan yoksundur (6,7,10).

Yumurtaların Özellikleri

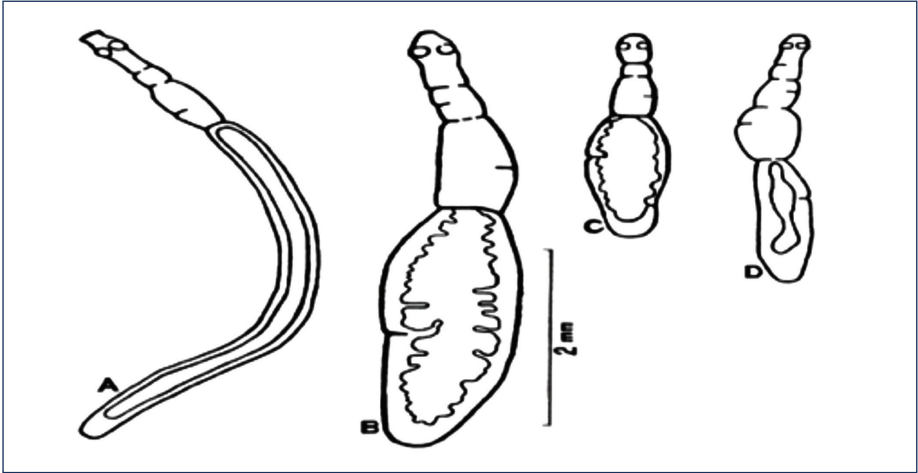
Echinococcus yumurtaları etçil hayvanlarda bulunan diğer Taenia türlerinin yumurtalarına benzer; ışık mikroskobu ile birbirinden ayıramazlar (6,7). Bununla birlikte,



Şekil 2: Erişkin *E. multilocularis*'in morfolojik yapısı. A. Erişkin formu, B. Olgun halka, C. Gebe halka (9).



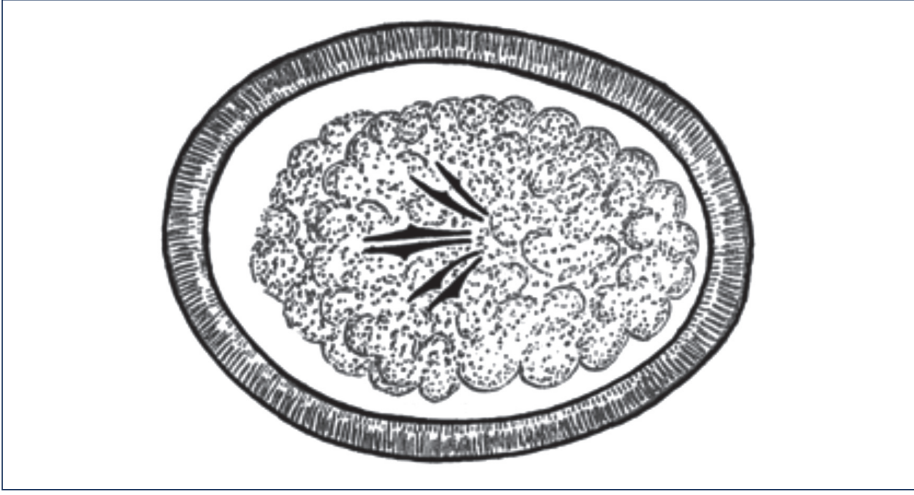
Şekil 3: Erişkin *E. vogeli*'nin morfolojik yapısı. A. Erişkin formu, B. Olgun halka [U-Uterus, O-Ovaryum, T- Testisler, V- Vitellin bez] (11).



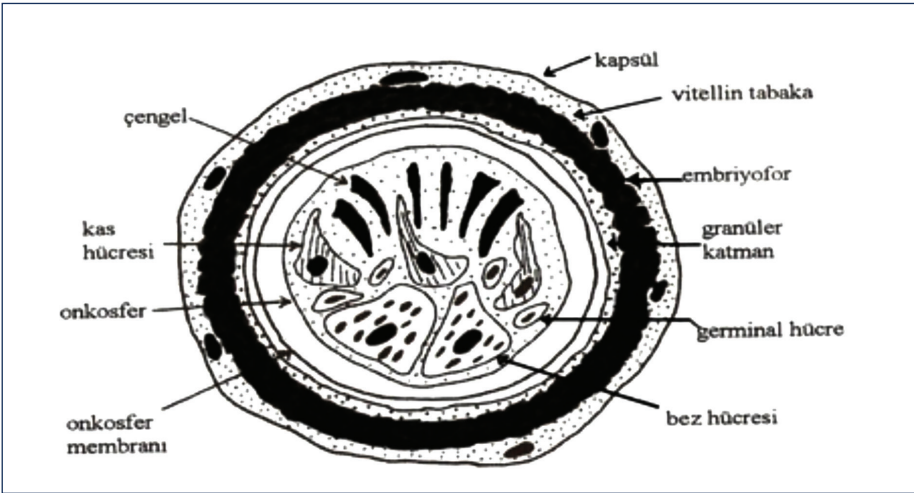
Şekil 4: *Echinococcus* cinsine bağlı türlerin erişkin şekilleri (10). A. *E. vogeli*, B. *E. granulosus*, C. *E. oligarthrus*, D. *E. multilocularis*

anti-onchospherical monoklonal antikorlar ile *Echinococcus* yumurtalarının Taenia yumurtalarından kesin olarak ayrımının mümkün olduğu bildirilmiştir (2). Yuvarlak veya ovalimsi olan yumurtalar 22-36 x 25-50 μm boyutlarında ve altı çengelli bir embriyo (onkosfer) içerir. Dışarı çıktıklarında ara konaklar için enfektiftirler. Onkosferi çevreleyen embriyofor (kabuk), oldukça kalın yapıda olup, embriyoyu dış etkilerden koruyan en önemli tabakadır (7,10). Yumurtalar, fiziksel ve çevresel şartlara Taenia

yumurtalarından daha dayanıklıdır ve dış ortamda enfeksiyon yapma yeteneklerini uzun süre koruyabilirler. Ancak kuraklık ve sıcaklığa karşı çok dayanıklı değildirler. *E. multilocularis* yumurtaları çevre şartlarına karşı çok dayanıklı olup, donma derecesinin altındaki sıcaklıklarda bile enfeksiyon yapma yeteneklerini uzun süre korurlar (Şekil 5,6) (2,7).



Şekil 5: *Echinococcus* yumurtası (5).



Şekil 6: *Echinococcus* yumurtasının iç yapısı (7).

Larvaların (Kistlerin) Özellikleri

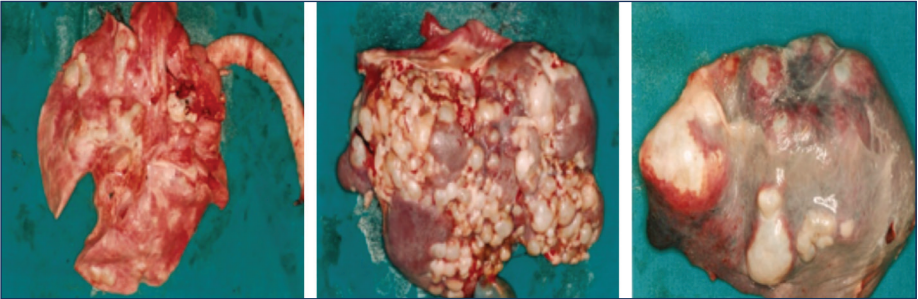
Echinococcus türlerinin larvaları birbirinden farklı morfolojik yapılar gösterir. Ağız yolu ile alınan yumurtalardan açığa çıkan onkosferler, sistemik dolaşım ile değişik doku ve organlara ulaşarak buralarda gelişirler (**Resim 1**) (2,5,6,8,10).

***Echinococcus granulosus* kistlerinin yapısı:** Bu parazitin ara konaklardaki larvasına, hidatik kist veya kist hidatik denir (5,7,8). Bu kistler makroskopik olarak, uniloküler ve multiveziküler (multikistik) olmak üzere iki şekilde görülür. Uniloküler kistler sadece bir keseden ibaret olup, içerisinde çok sayıda kız keseler içerebilir. Multiveziküler kistler ise ana kistin, kist dışına eksojen kız keseler üretmesi ile oluşan, ana keseye ve birbirine bitişik, birbirinden bağımsız çok sayıda kistler topluluğudur (5,6). Uniloküler kistler, daha çok insan ve koyunlarda görülür. Multiveziküler kistler ise daha çok sığırlarda görülmekte olup, bu kistlerin çoğu sterildir (5).

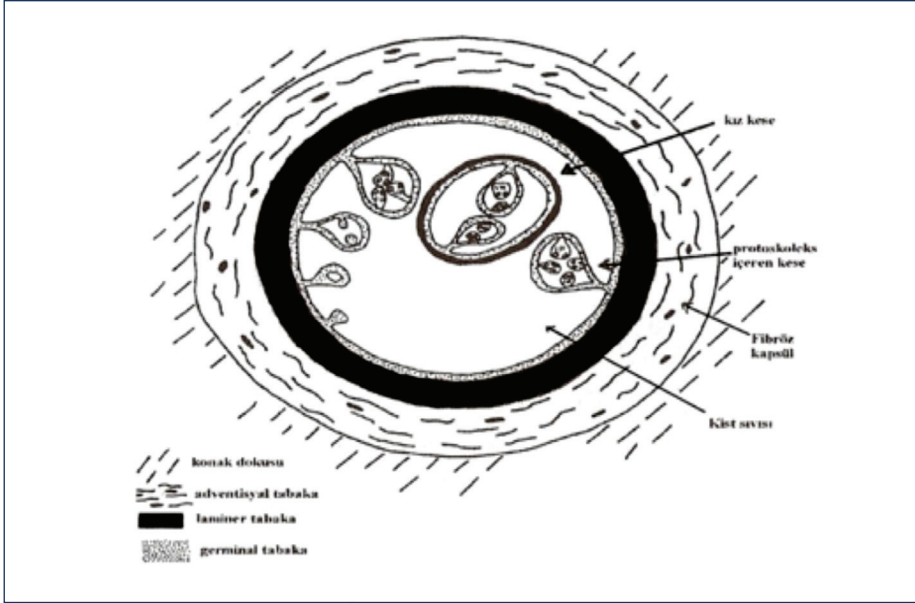
E. granulosus kistlerinin en dış tabakası dayanıklı, elastik ve hücresiz laminer (kütiküler) tabakadan oluşur. Bu tabakanın üzerinde konak tarafından oluşturulan fibröz yapıda bir tabaka, altında ise germinatif tabaka vardır (**Sekil 7**). Kütiküler tabaka, skoleksler, iç yavru keseler ve dış yavru keseler, 10-25 µm kalınlığındaki germinatif tabakadan üretilir (5-8,12).

Bir hidatik kistte aşağıdaki kısımlar bulunur (7-9,13).

1. Kistin en dışında kütiküler (laminer) tabaka.
2. Kütikülün iç yüzünde germinatif tabaka.
3. Germinatif tabakaya bağlı protoskoleksler.
4. Kist içinde yüzen serbest protoskoleksler.
5. Germinatif tabakaya bağlı üreyici (çimlenme) kapsüller.
6. Kist içinde germinatif tabakadan kopmuş üreyici kapsüller.
7. Üreyici kapsüllerden gelişen iç ve dış kız (yavru) keseler.
8. Konak tarafından oluşturulan ve kisti çevreleyen fibröz tabaka.



Resim 1: Koyun akciğer, karaciğer ve dalağında hidatik kistler (orijinal).



Şekil 7: Hidatik kistin yapısı (7).

Kütiküler ve germinatif membranların invaginasyonları, endojen kız keselerin oluşumunu sağlar. Dışa doğru üreyen eksojen kız keseler ise nadiren görülür ve hidatik membran ile konak tarafından oluşturulan fibröz tabaka arasında oluşur. Bazı kız keselerin duvarının tekrar invaginasyonu ile üçüncü nesil torun keseler oluşabilir. Üreyici (çimlenme) kapsüllerin çevresi kütiküler tabaka ile çevrili olup, içlerinde iki veya daha çok sayıda protoskoleks bulunur. Yaşlı kistlerde kist sıvısı içerisinde kız keseler, serbest protoskoleksler ve çimlenme kapsülleri bulunur (5,6,8).

Germinatif tabaka, kistin içerisine doğru aseksüel proliferasyon (çimlenme) ile kapsül oluşturur. Çeşitli nedenlerle kist duvarı delinirse, kist içerisindeki yapılar kist dışına çıkabilir. İnsan ve diğer bazı konaklarda, çok büyük kistler gelişebilir ve bunların içerisinde yavru veziküller oluşabilir (5,7). Üreyici kapsüller içerisinde protoskoleksler oluşabilir. Tam gelişmiş protoskolekslerin ön kısmı rostellum, çekmen ve çengelleri ile invagine olur ve rostellum üzerindeki çengeller protoskolekslerin orta kısmında görülür. İnvagine olmuş bu protoskoleksler, uygun bir konağın bağırsağına ulaştığında evaginasyona uğrar ve ön kısmından bağırsak duvarına tutunur (5,7,8). İçerisinde üreyici kapsüller, protoskoleks ve kız keseler gibi üremeden sorumlu yapıları içeren kistlere fertil, içermeyen kistlere ise steril kist denir (2,8,14). Yaşlı hayvanların enfeksiyona dirençli olduğu ve bunlarda kistlerin genellikle steril olduğu bildirilmiştir (5,6).

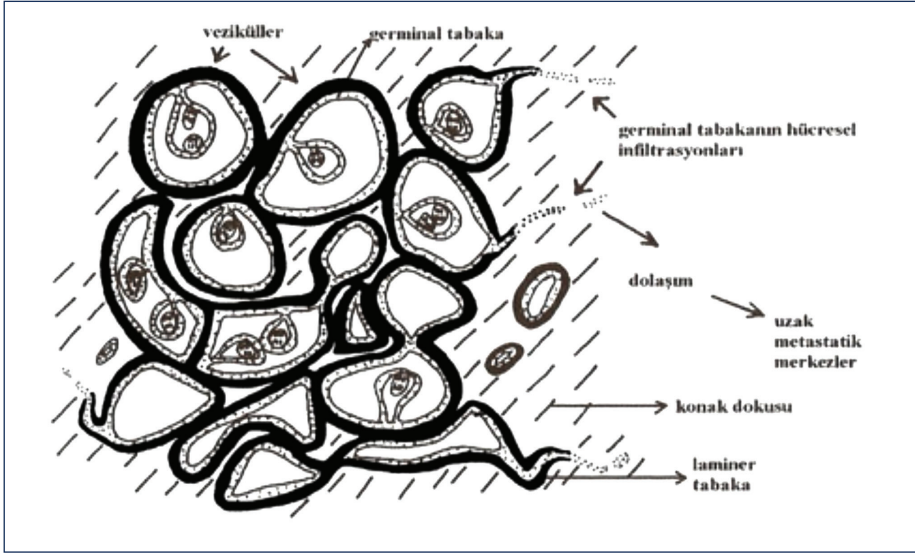
Germinatif tabakanın dışını çevreleyen kütiküler tabaka, kisti konağın immün reaksiyonundan bir dereceye kadar korur, ancak, organizma tarafından oluşturulan immüno-globulinlerin kist içerisine geçişine engel olamaz. Makroglobulinlerin kist içine geçişi ise, germinatif tabaka tarafından düzenlenir (7,15,16). Kütikül tabaka, galaktozamin ve glukozaminin bileşiminden oluşan bir polisakkarit protein kompleksidir (2,7,15). Fibröz kapsül, kistin etrafını saran ve konak tarafından oluşturulan bir tepki ürünü olup, bu tepki çok şiddetli olduğunda kistte dejenerasyon oluşarak larvanın ölümüne neden olur (7).

Kistin çeşitli nedenlerle yırtılması, usulüne uygun yapılamayan operasyonlar, kistin boşaltılması veya teşhis amacıyla delmeyle açılan delikten etrafa sızan yavru kese veya protoskolekslerin komşu doku ve organlara yerleşmesi ile birçok kist ortaya çıkabilir (**Resim 2**). Bunlara yayılma kistleri veya sekonder kistler denir (2,8,14).

***Echinococcus multilocularis* kistlerinin yapısı:** Parazitin larvası, alveoler veya multiloküler kist olarak adlandırılır. Kist kompleks bir yapıda ve uniloküler kistten farklıdır. Bu kistler çok boşluklu ve en büyüklerinin çapı 1 cm olan, değişik büyüklükte, çok sayıda vezikülden ve yoğun bağ dokusundan oluşmuştur (**Sekil 8**).



Resim 2: Usulüne uygun yapılamayan bir operasyondan sonra bir erkek çocuğunun beyininde oluşan sekonder kistler (orijinal).



Şekil 8: Alveoler kistin yapısı (7).

Hidatik kistin aksine, bu kiste konak tarafından oluşturulan ve kistlerin etrafını sınırlayan adventisya tabakası bulunmaz (6,8,9,14,17,18). Alveoler kistlerde büyüme germinal tabakadan hem kistin içine, hem de dışına doğru olur. Kutiküler membranın ince olması ve konak tarafından kiste karşı fibröz kapsül oluşturulmaması nedeniyle, germinal tabakadan kopan bazı hücreler kan veya lenf yoluyla tümör gibi vücudun diğer doku ve organlarına yayılarak yeniden kistleri oluşturabilirler ve bu özellikleri ile vücutta kötü huylu tümörlere benzetilirler (8,12). Kistlerin asıl yerleştiği organ genellikle karaciğerdir (2,5,7,8,19). İnsanda kistler oldukça yavaş gelişir ve kist büyüdükçe merkezde kalan kısım dejenerasyona uğrar ve ölür. Kistin dışında kalan kısımları ise, enfeksiyon yapma yeteneklerini korur ve üremelerini sürdürürler. İnsanlarda, bu kiste protoskoleks ya oluşmaz ya da çok az oluşur (2,8,14,18).

***Echinococcus vogeli* ve *Echinococcus oligarthrus* kistlerinin yapısı:** Bu türlerin gelişme ve morfolojileri, *E. granulosus* ve *E. multilocularis*'e benzer. Ancak larvaları polikistik yapıdadır ve kistleri içten bölünmeleriyle küçük odacıklardan meydana gelir (2,6,7,19,20).

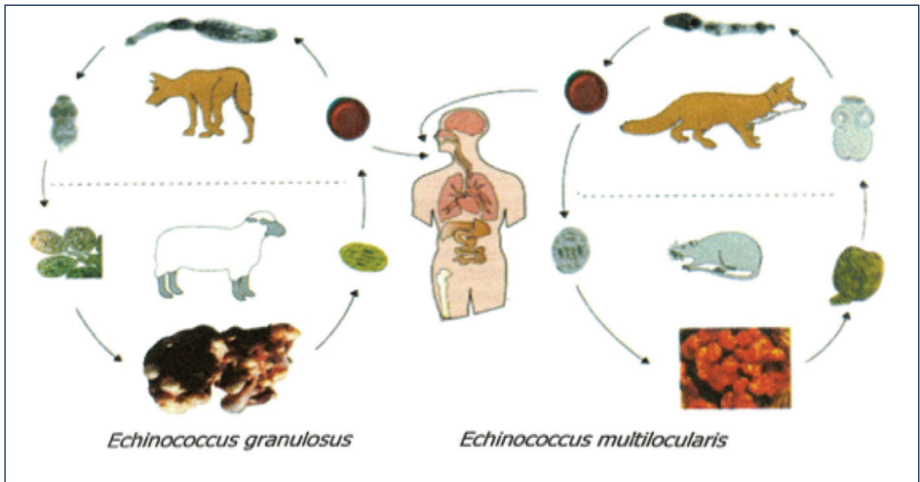
E. vogeli; ara konakta, çapı 2-80 mm arasında değişen büyüklükte dışı doğru proliferasyonla polikistik kistler oluşturur. Bu duruma özellikle insanların akciğerlerinde rastlanır. Bu kistlerin tek tek veya küçük gruplar halinde ya da her bir kistin çevresinin ayrı bir adventisya tabakası ile kaplı olduğu büyük gruplar halinde olabileceği de bildirilmiştir (6,7,19).

E. oligarthrus kistleri daha az boşluktan oluşur ve laminar tabakası *E. vogeli*'nin kistinden çok daha incedir. Bu türün kistlerinde de, kist dışına doğru proliferasyon görülebilir. Ancak bu duruma genellikle doğal ara konaklarda rastlanmaz (19).

ECHINOCOCCUS TÜRLERİNİN YAŞAM DÖNGÜLERİ VE BULAŞIM

Bütün *Echinococcus* türlerinin yaşam döngüleri birbirine benzer. Biyolojik gelişmelerini tamamlayabilmeleri için iki farklı memeli konağa ihtiyaç duyarlar. Erişkin parazitler son konakların ince bağırsaklarında, larvalar ise ara konakların iç organlarında parazitlenir. Son konaklar, ara konaklarda bulunan kistleri ağız yoluyla alarak enfekte olurlar. Kistler içinde bulunan protoskoleksler midedeki pepsin, duodenumun üst kısmındaki pH değişikliklerinin etkisi ve safra ile etkileşim sonucu evagine olur. Parazitin türü, suşu ve konağın duyarlılığına bağlı olarak değişen sürelerde erişkin parazitlere dönüşürler. Parazit erişkin hale geldikten sonra yumurta içeren gebe halka veya halkanın bağırsaklarda parçalanması ile serbest hale gelen yumurtalar, etçil hayvanların dışkıyla dışarı atılarak çevreye yayılırlar (**Şekil 9**) (2,5-8).

Ara konakların enfeksiyonu, dış ortamdaki yumurtaların ağızdan alınmasıyla olur. Sindirim sistemine alınan yumurtaların duvarı, mide ve ince bağırsaklardaki enzimlerin etkisi ile açılarak onkosfer serbest kalır. Bağırsak duvarını delerek küçük bir ven veya lenf kanalına giren onkosferler, pasif olarak karaciğere taşınırlar. Onkosferlerin büyük bir kısmı karaciğere yerleşir, burada tutunamayanlar kalbin sağ ventrikülüne, buradan da akciğerlere ulaşır ve buraya ulaşan onkosferlerin büyük bir kısmı da bu organda tutunur. Bu organda da tutunamayanlar, aort ile vücudun diğer birçok doku veya organına giderek yerleşir ve hidatik kistin gelişme dönemi başlar. Kistlerin en fazla yerleştiği organlar, karaciğer ve akciğerlerdir. Bunun nedeni, onkosferlerin ilk karşılaş-



Şekil 9: *E. granulosus* ve *E. multilocularis*'in biyolojisi (21).

tıkları bu organların büyük kılcak damar ağına sahip olmaları nedeniyle onkosferlerin çoğunun bu organlarda tutulmalarıdır. Kistlerin ara konaklarda gelişme süresi farklılık gösterir (2,5-8).

SON KONAKLAR

Echinococcus türlerinin son konakları etçil hayvanlardır. *E. granulosus* için evcil köpek başta olmak üzere, yabani etçiller biyolojik döngüde rol oynar (**Tablo 1**). Yapılan araştırmalarda evcil kedinin *E. granulosus*'un son konağı olmadığı belirlenmiştir (7,8).

E. multilocularis'in başlıca son konakları Vulpes ve Alopex cinslerine bağlı etçil hayvanlar (tilkiler) ile daha az sıklıkta evcil köpek ve kedilerdir. Dört *Echinococcus* türü içinde sadece *E. oligarthrus* köpeklerde gelişemez. *E. oligarthrus* son konak olarak yabani Felidae'leri (kedigiller) kullanır. *E. vogeli*'nin son konakları evcil köpekler ve çalılık köpeğidir (7).

SON KONAKLARIN ENFEKSİYONU ve GELİŞME

Son konakların enfeksiyonu kist içerisindeki canlı protoskolekslerin ağız yoluyla alınması ile olur. Midede pepsinin etkisi ile kapsül ve diğer kistik dokular sindirilerek protoskoleksler serbest kalır (7). Protoskolekslerin çekmen, rostellum ve çengellerinin bulunduğu apikal bölgesi mukopolisakkarit kaplı bir tabaka içine invagine durumdadır. Protoskoleks, bu sayede evagine oluncaya kadar her türlü olumsuz dış etkiden korunur (22).

Erişkin *Echinococcus* türleri hermafrodittir. Yani parazitte hem erkeklik, hem de dişilik organları bulunur ve parazit kendi kendini dölleme yeteneğine sahiptir (6-8).

E. granulosus'un enfeksiyondan 34-58 gün sonra, *E. multilocularis*'in 28-35 gün sonra, *E. oligarthrus*'un ise 80. günden sonra yumurta üretimine başladığı bildirilmiştir (23,24). Yumurta üretiminin *E. granulosus* ile enfekte köpeklerde en az 64 gün (2), *E. multilocularis* ile enfekte etçillerde 1.5-4 ay (17), *E. vogeli* ile deneysel olarak enfeksiyona uğratılan gerbillerde ise 35 gün kadar devam ettiği bildirilmiştir (11). Gebe halkalardaki yumurta sayısının *E. granulosus*'da 200-800, *E. multilocularis*'de 250-400, *E. vogeli*'de 400-500 olduğu (9), *E. granulosus*'un iki yıl, *E. multilocularis*'in ise altı ay kadar son konaklarda yaşadığı ve bu süreler içerisinde halka üreterek yumurtaları ile çevreyi kontamine ettikleri bildirilmiştir (2,17). *Echinococcus* türlerinin yumurtaları rüzgar, su, artropodlar ve diğer araçlarla çevreye kolayca dağılarak çevrede bulunan bitki, meyve ve sebzeleri kontamine ederler (5,9,21). Bu yumurtalar, diğer Taenia türlerinin yumurtalarından çok daha dayanıklıdır. Yumurtaların enfektivitelerini devam ettirme süresi sıcaklık, nem oranı, güneş ışığı, toprağın yapısı ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Yumurtalar kuraklığa karşı çok dayanıksız, soğuğa karşı ise çok dayanıklı olup, +4°C ile +15°C arasındaki sıcaklıklarda bir yıl kadar canlı kalabilir, buna karşın 60°C'nin üstündeki ve -70°C'nin

altındaki sıcaklıklarda kısa sürede ölürler (25). Yumurtalar %25 nisbi nemde dört günde, %0 nemde ise bir gün içinde ölürler (2). *E. multilocularis* yumurtaları ise soğuga karşı çok dayanıklı olup, -20°C'de 15 günden daha uzun bir süre enfeksiyon yapma yeteneklerini korurlar. Bu nedenle, *E. multilocularis* daha çok soğuk iklimlerde ve kutup bölgelerinde yaygındır (12).

Echinococcus türleri, yaşam döngülerinde memeli bir ara konağa ihtiyaç duyarlar. Hidatik kist denilen larvanın geliştiği bütün memeliler, ara konak olarak isimlendirilir. Kist başta koyun, keçi, sığır, olmak üzere birçok hayvan türü ve insanlarda gelişebilir. Ancak insan, gerçek ara konak olmaktan daha çok rastlantısal konak olarak kabul edilir (2,7).

E. multilocularis'in ara konakları genellikle Arvicolidae ailesindeki kemirgenler olup, birçok küçük memeli hayvan türü de ara konaklık yapabilir. Ayrıca, insan, köpek, at, evcil ile yabani domuz, bataklik kunduzu ve maymun gibi hayvanların rastlantısal konak olabileceği bildirilmiştir (2).

E. vogeli ve *E. oligarthrus*'un ara konakları kemirici hayvanlardır. Ancak kistlerine bazen insanlarda da rastlanır (2,7,20,25).

Ara konakların enfeksiyonu, yumurtaların ağızdan alınmasıyla olur. İnsanların enfeksiyonu, yumurtalarla bulaşık sebze ve meyvelerin iyi yıkanmadan yenilmesiyle, bazen bulaşık suların içilmesiyle olmaktadır. Ancak enfeksiyon daha çok, enfekte köpeğe temas sonucu yumurtalarla kontamine olan ve usulünce yıkanmayan eller ile olur. Çok ender olarak, havadaki tozlarla birlikte alınan yumurtaların akciğerlerde açılarak gelişebileceği ve ağız protoskoleks ile bulaşık bir etçil hayvanın insanı ısırması ile ısırık yerine protoskoleksleri bulaştırabileceği bildirilmiştir (8,9,12).

Echinococcus yumurtaları uygun bir ara konak tarafından alındığında, mide ve ince bağırsaklarda açılır. Yumurtanın açılmasından sonra serbest kalan onkosferler, 3-120 dakika içinde kendi hareketleri ile villusların epitelyal katını delerek lamina propriaya ulaşırlar (7). Larvanın bağırsak duvarına olan bu penetrasyonu, çengeller ve bezlerin salgılarının yardımıyla olur (26). Bağırsak duvarını delen onkosferler, karaciğer, akciğer ve diğer herhangi bir organ veya dokuya yerleşirler (2,8,9).

E. granulosus ve *E. multilocularis* onkosferlerinin dokuya yerleşimi ile germinal ve laminar tabakaların oluşması ilk 14 günde hızlı bir şekilde gerçekleşir. Ancak daha sonraki gelişme süreleri farklıdır (2,7). *E. granulosus*'da gelişme yavaş seyreder. Yumurtaların alınmasından sonraki 60. günden sonra kistler 10-30 mm çapa ulaşır ve kist duvarı belirgin hale gelir, 90. günde ise kist çapı 40-50 mm'ye ulaşır (9). *E. granulosus* kistleri, yılda 1-5 cm kadar büyür ve içlerinde protoskoleks ile çimlenme kapsüllerinin meydana gelmesi için beş-altı aylık bir zaman gerekir (12). *E. multilocularis*'in kistleri ise, doğal ara konaklarında çok hızlı bir gelişme gösterir. Kist içinde protoskolekslerin gelişmesi için geçen süre ara konağın türü ve parazitin suşuna göre değişmekle birlikte,

yumurtanın alınmasından sonra iki-dört ay kadardır (7,16,27). Ayrıca, kısa ömürlü ara konaklarda, *E. multilocularis* kistinin gelişiminin de hızlı olduğu ve 40-45 gün içinde protoskolekslerin oluştuğu bildirilmiştir. İnsanlarda alveoler kistler içerisinde protoskoleksler nadiren oluşmaktadır (17).

KAYNAKLAR

1. Dubinsky P, Stefancíková A, Turčeková L, Macko JK, Soltys J. Development and morphological variability of *Echinococcus granulosus*. *Parasitol Res* 1998;84:221-229.
2. Şenlik B, Diker Aİ. *Echinococ'ların taksonomisi ve morfolojisi*. İçinde: Altıntaş N, Tınar R, Çoker A, ed. *Echinococcosis. Hidatidoloji Derneği*. Yayın No: 1, İzmir/Bornova: Ege Üniversitesi Matbaası; 2004: 13-30.
3. Thompson RCA. *The taxonomy, phylogeny and transmission of Echinococcus*. *Exp Parasitol* 2008;119:439-446.
4. McManus DP. *Current status of the genetics and molecular taxonomy of Echinococcus species*. *Parasitology* 2013;111:1-7.
5. Güralp N. *Helmintoloji*. 2. Baskı. Ankara: Ankara Üniv. Basımevi; 1981.
6. Soulsby, E.J.L. *Helmints, artropods and protozoa of domesticated animals*. 7th Ed. London: Bailliere Tindall; 1986.
7. Thompson RCA. *Biology and systematics of Echinococcus*. In: Thompson RCA, Lymbery AJL, eds. *Echinococcus and hydatid diseases*, UK/Wallingford-Oxon: CAB International; 1995: 1-50.
8. Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M. *Unat'ın Tıp Parazitolojisi. İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları*. 5. Baskı. İstanbul: Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı Yayın No: 15; 1995.
9. Merdivenci A, Aydınlioğlu K. *Hidatidoz (Hidatik kist hastalığı)*. İstanbul: Fatih Gençlik Matbaa İşletmesi; 1982.
10. Eckert J, Gemmel MA, Matyas Z, Soulsby E.J.L, Eds. *Guidelines for surveillance, prevention and control of echinococcosis/hydatidosis*, WHO. VPH/81, 28, Geneva; 1984.
11. Matsuo K, Shimizu M, Nonaka N, Oku Y, Kamiya M. *Development and sexual maturation of Echinococcus vogeli in an alternative definitive host, Mongolian gerbil (Meriones unguiculatus)*. *Acta Trop* 2000;75:323-330.
12. Doğanay A, Kara M. *Hayvan Sağlığı Yönünden Ekinokokkozun Türkiye'de ve Dünyadaki Epidemiyolojisi ve Profilaksisi*. *T Klin J Surgery* 1998;3(3):171-181.
13. Tınar R, Coşkun ŞZ. *Hayvanlarda kist hidatik (Echinococcosis)*. İçinde: Unat ve ark. ed. *İnsanlarda ve hayvanlarda kist hidatik (Echinococcosis)*. Türkiye Parazitoloji Derneği Yay. No: 10. Ege Üniv. Ofset Basımevi, Bornova-İzmir; 1991, 157-196.
14. Bowmann DD, Lynn RC. *Georgis' parasitology for veterinarians*. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1999: 131-138.
15. Andrade MA, Silas-Lucas M, Espinoza E, Pérez Arellano JL, Gottstein B, Muro A. *Echinococcus multilocularis laminated-layer components and the E14t 14-3-3 recombinant protein decrease NO production by activated rat macrophages in vitro*. *Nitric Oxide*, 2004;10:150-155.

16. Hemphill A, Stettler M, Walker M, Siles-Lucas M, Fink R, Gottstein B. *In vitro* culture of *Echinococcus multilocularis* and *Echinococcus vogeli* metacestodes: Studies on the host parasite interface. *Acta Trop* 2003;85:145-155.
17. Deplazes P, Eckert J. Veterinary aspects of alveolar echinococcosis-a zoonosis of public health significance. *Vet Parasitol* 2001;98:65-87.
18. Kassai T. *Veterinary Helminthology*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1999; 44-49.
19. Samuel WM, Pybus MJ, Kocan AA. *Parasitic Diseases of Wild Mammals*, 2nd ed, London: Manson Publishing Ltd; 2001.
20. D'Alessandro A. Polycystic Echinococcosis in Tropical America: *Echinococcus vogeli* and *E. oligarthrus*. *Acta Trop* 1997;67:43-65.
21. McManus DP, Zhang W, Li J, Bartley PB. Echinococcosis. *Lancet* 2003;362:1295-1304.
22. Marchiondo AA, Andersen FL. Fine structure and freeze-etch study of protoscolex tegument of *Echinococcus multilocularis* (Cestoda). *J Parasitol* 1983;69:709-718.
23. Thompson RCA, Eckert J. The production of eggs by *Echinococcus multilocularis* in the laboratory following *in vivo* and *in vitro* development. *Z Parasitenkd* 1982;68:227-234.
24. Thompson RCA, Kumaratilake LM, Eckert J. Observations on *Echinococcus granulosus* of cattle origin in Switzerland. *Int J Parasitol* 1984;14:283-291.
25. Tiğın Y, Burgu A, Doğanay A. Hayvanlarda ekinokok türleri (*Echinococcus* Sp.), İçinde: Unat ve ark., ed. İnsanlarda ve hayvanlarda kist hidatik (*Echinococcosis*). İzmir-Bornova: Ege Üniv. Ofset Basımevi; 1991:129-155.
26. Holcman B, Heat DD. The early stages of *Echinococcus granulosus* development. *Acta Trop* 1997;64:5-17.
27. Thompson RCA, Lymbery AJ. The nature, extend and significance of variation within the genus *Echinococcus*. *Adv Parasitol* 1988;27:209-258.

