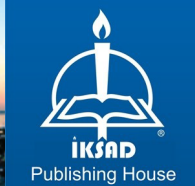


TÜRKİYE YUMUŞAKÇALARI TATLISU ÇİFTÇENETLİLERİ (BIVALVIA)

1. CİLT

EDİTÖR
Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM



TÜRKİYE YUMUŞAKÇALARI
TATLISU ÇİFTÇENETLİLERİ (BIVALVIA)

1. CİLT

EDİTÖR

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM

YAZARLAR

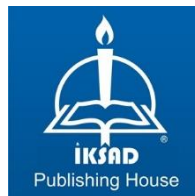
Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI

Doç. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN

Doç. Dr. Mustafa Emre GÜRLEK

Öğr. Gör. Menderes ŞEREFLİŞAN



Copyright © 2023 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

Institution of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. The first degree responsibility of the works in the book belongs to the authors.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-414-4

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2023

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

ÇİFTÇENETLİLERİN (BIVALVIA) GENEL ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM.....3

BÖLÜM 2

TÜRKİYE FOSİL TATLISU MİDYELERİ

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI.....31

BÖLÜM 3

DREISSENOIDEA TÜRLERİNİN SİSTEMATIĞI, DAĞILIMI VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM.....41

BÖLÜM 4

CYRENOIDEA VE SPHAERIOIDEA

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI.....65

BÖLÜM 5

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN UNIONOIDEA TÜRLERİNİN SİSTEMATIĞI, DAĞILIMI VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Mustafa Emre GÜRLEK.....93

BÖLÜM 6

TATLI SU MİDYELERİNDE PARAZİTİK EVRE

Doç. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN.....119

BÖLÜM 7

TATLI SU MİDYELERİNİN TEHDİT UNSURLARI

Öğr. Gör. Menderes ŞEREFLİŞAN.....139

BÖLÜM 8

MİDYE DEĞERLİLİĞİ

Öğr. Gör. Menderes ŞEREFİŞAN.....157

BÖLÜM 9

TATLI SU MİDYE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Hülya ŞEREFİŞAN.....173

ÖNSÖZ

Türkiye'nin coğrafi konumu, Afrika, Asya ve Avrupa kıtalarının kesişim noktasında olması, dar alanlarda geniş bir topografik ve coğrafi çeşitliliğe sahip olması, adeta küçük bir kıta gibi görünmesine neden olan ender bölgelerden biridir. Bu çeşitlilik, doğal yaşamın zengin bir flora ve fauna ile ifade bulmasına olanak tanımaktadır.

Ancak, bu kıtasal zenginliğin yeterince keşfedilip, anlaşılıp ve bilgi birikimi ile desteklenip desteklenmediği konusunda belirsizlikler mevcuttur. Özellikle Avrupalı bilim adamları, uzun yıllardır bu eşsiz yapıyı anlamaya yönelik çabalar sarf etmişlerdir. Ülkemizde de bu alanda ciddi çalışmaların yapıldığını memnuniyetle görmekteyiz. Ancak, bu çalışmaların sayıca sınırlı ve yetersiz olduğunu kabul etmemiz gerekmektedir. Örneğin, bu kitabın konusunu oluşturan Çiftçenetliler (Bivalvia) dahil olan Mollusca (Yumuşakçalar) filumunun, eklem bacaklılardan sonra tür sayısı ve birey sayısı bakımından ikinci sırada yer alan zengin bir yapıya sahip olduğu bilinmesine rağmen, bu biyolojik zenginlik sahasında ülkemizdeki çalışmaların, dünya genelindeki araştırmalara rağmen, oldukça sınırlı olduğunu ifade etmek mümkündür.

Türkiye Malakologları olarak, bu olumlu ve olumsuz koşulların bilim adamlarının azimlerini düşürmemesi gerektiğine inanıyor ve doğanın zenginliklerini keşfetme ve belgeleme amacıyla büyük bir çaba sarf ediyoruz. Bu kitap aracılığıyla, Mollusca filumuna ait olan Çiftçenetliler üzerine yaptığımız ilk çalışmayı yayınlamaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Kitap, genel özellikler ve sistematığın yanı sıra içsularımıza dair detaylı bilgiler içermektedir. Araştırmacıların kendi bulgularının yanı sıra kaynak bilgilerini de kullanarak, Türkiye fosil tatlısu midyelerinin Dreissenoidea, Cyrenoidea, Unionidea ve Sphaerioidea türlerinin sistematik, dağılım ve ekolojik özelliklerini ele almaktayız. Ayrıca, Tatlısu midyelerinde Parazitik evre, Tatlısu Midyelerinin Tehdit Unsurları, Midye Değerliliği ve Tatlısu Midye Yetiştiriciliği konularına da detaylı bir şekilde değinilmektedir.

Bu çalışmanın, ülkemiz ve dünya bilim dünyasına katkı sağlaması dileğiyle.

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM

27 Kasım 2023, Burdur

BÖLÜM 1

ÇİFTÇENETLİLERİN (BIVALVIA) GENEL ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10251745>

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksek Okulu
mzyildirim@mehmetakif.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0281-2232>

Türk Dil Kurumu'na göre midye dilimize Rumca (mi'dye)'dan gelmiştir ve anlam olarakta "Yassı solungaçlı, yumuşakçalardan, kabukları birbirine eşit, denizlerin kayalık yerlerinde kümeler durumunda yaşayan, eti yenir bir hayvan" olarak tanımlanmaktadır. Şüphesiz midyeler Tatlı su birimlerinde de başarılı adaptasyonlar geliştirerek geniş koloniler halinde yaşamlarını sürdürmektedirler.



Bivalvia ise Latince "iki" anlamına gelen bis ve "bir kapının yaprakları" anlamına gelen valvae'den türetilmiştir. Bivalvia, (midyeler, çift çenetliler, balta ayaklılar) Mollusca (yumuşakçalar) şubesine bağlı bir hayvan sınıfıdır. İki parçalı kavkaları yanında midyeler, pectenler ve istiridyeler ayaklarının balta ağız şeklinde olmasından dolayı balta ayaklılar olarak ta bilinmektedirler. Günümüzde bütün okyanuslarda ve tatlı sularında yaşayan bivalvler diğer organizmalar için besin kaynağı olmaları yanında, su filtreleme yetenekleri özellikleri ile büyük ekolojik öneme sahiptirler. Sağlam yapılı kavkaları nedeniyle zengin bir fosil kayıtlarına sahiptirler. Aynı zamanda bivalvler besin ve diğer ürünlerin (süs, biblo, düğme vb.) kaynağı olmaları yanında, zararlı istilacı türler olarakta büyük ekonomik öneme sahiptirler.

Bivalvler oldukça değişken boyutlarda olan omurgasızdırlar. Yaklaşık bir milimetre olan küçük yapılı türler yanında, mercan kayalıklarında yaşayan ve mercan kayalıklarında yaşayan ve uzunluğu 137 santimetre, ağırlığı 264 kg olan *Tridacna gigas* gibi büyük boyutlu türlerde bu sınıfa dâhildir

Bivalvler yaklaşık 9200 tür sayısı ile yumuşakçaların ikinci en büyük sınıfını oluşturmaktadırlar. Önceki yıllarda Lamellibranchiata ve Pelecypoda

olarak anılan *Bivalvia* (/bai'vælvia/), yumuşakçalarda tipik yapıda olan baş bölgesinde, radula ve odontofor bulunmaz. Genellikle filtre besleyicidirler. Ktenidyum denilen solungaçlar, beslenme ve nefes alma için özelleşmiştir. Bentik biyokütlerin en önemli bileşenlerinden biri olan midyeler, sesil epibentik veya bissus (byssus) iplikçikleri ile çeşitli zeminlere bağlı bir yaşam sürdürebilmektedirler. Genel olarak yetişkinlik dönemlerinden az hareketli bir yaşam sürdürürler ve Hipertrofik solungaçları ile filtratif bir beslenme gösterirler. Filtrasyonla solungaçlar üzerine sıkışan besin partikülleri, genellikle silli yapıdaki mekanizmalar ile ağıza iletilmektedir. Bu özellikleri ile sucul ekosistemlerde askıdaki organik materyaller başta olmak üzere ağız açıklıklarına uygun büyüklükteki partikülleri filtre ederek, ekosistemlerde önemli rolleri bulunmaktadır. Bununla birlikte derin deniz midyelerinde simbiyotik yollarla beslenen türler ile yüzebilen denizsel formlar, yine gemilerin ahşap kısımlarını, kili veya taşı delerek oluşturdukları oyuklarda yaşayan türler de vardır (Williams vd, 2004).

Evrimsel geçişleri : Günümüzden 540 ila 520 milyon yıl önce ortaya çıkan Kambriyen patlaması, önemli hayvan şubelerinin (filum) birbirinden ayrıldığı bir dönem olmuştur. Mineralize kavkılara sahip olan midyelere bu dönemde rastlanılmıştır. Erken Ordovisiyen döneminde özellikle çeşitlilikte artış meydana gelmiş ve erken Silüriyen'de, solungaçlar filtreyle beslenmeye adapte olmaya başlamış oldukları fosil kayıtlardan anlaşılmaktadır. Yine bu dönem, Devoniyen ve Karbonifer dönemlerinde, kashi ayaklarının gelişmiş olduğu ve tortuların derinliklerine gömmelerine fırsat veren sifonlarda ilk kez bu süreçte görülmektedir. İlerleyen dönemlerde (Paleozoyik'in ortaları) denizsel alanlarda filtratif besleyicileri çeşitliğinde çok ciddi bir azalma görülmüş ancak midyeler ayakları ile zemini kazarak gömülebilmeleri ve dolayısıyla yırtıcı hayvanlardan kaçınma yetenekleri ile gelişerek yaşama devam edebilmişlerdir (Gould, Stephen & Bradford, 1980).

Yaşam Yerleri ve yayılışları: Yetişkin olarak *Planktomya hensoni* hariç pelajik yaşam süren bir başka bivalv türü yoktur. *P. hensoni*'nin larva dönemlerinde pelajik olarak yaşamaktadırlar. Pectinidae (tarakgiller) familyası üyeleri de genellikle kaçış anında yüzebilmektedirler. Galeommatoidea üst familyasının bazı üyeleri kommensaldır, bazıları da paraziter bir yaşam

gösteriler. Bu yüzden bu üyeler oldukça küçük yapıdadırlar. Bivalvlerin çoğu kıyı denizlerinde yayılış gösterirler, ancak büyük nehirlerin delta habitatları ve kıta sahanlığının geniş olduğu bölgelerde daha fazla bir çeşitlenme sergilemektedirler. Mercan resiflerinin bulunduğu tropik adalar dışında, adalarda az sayıda bivalv türüne rastlanılmaktadır (<https://www.britannica.com/animal>).

Heterodonta üyeleri açtıkları oyuklarda yaşayan ve esas olarak askıdaki materyalle beslenmektedirler. Buna karşılık, epibyssat (yani kayalara sabitlenmiş) olan Pteriomorphia sert zeminli daha al bölgelerde yayılış göstermektedirler. Bir kısmı da endobysate (bir yuva veya galeriye bağlı) bir yaşam gösterirler. Bu iki grup üyelerinin çoğu, basit üreme stratejilerine sahiptirler. Bunlar dış döllenme ve geniş bir dağılım sağlayan planktonik larvalarla geniş bir yaşam çeşitliliğine sahiptir. Palaeoheterodonta (Unionidae ve Corbiculidae) üyeleri tatlısu türleri kapsamakta olup, oldukça karışık yaşam döngülerine sahiptirler.

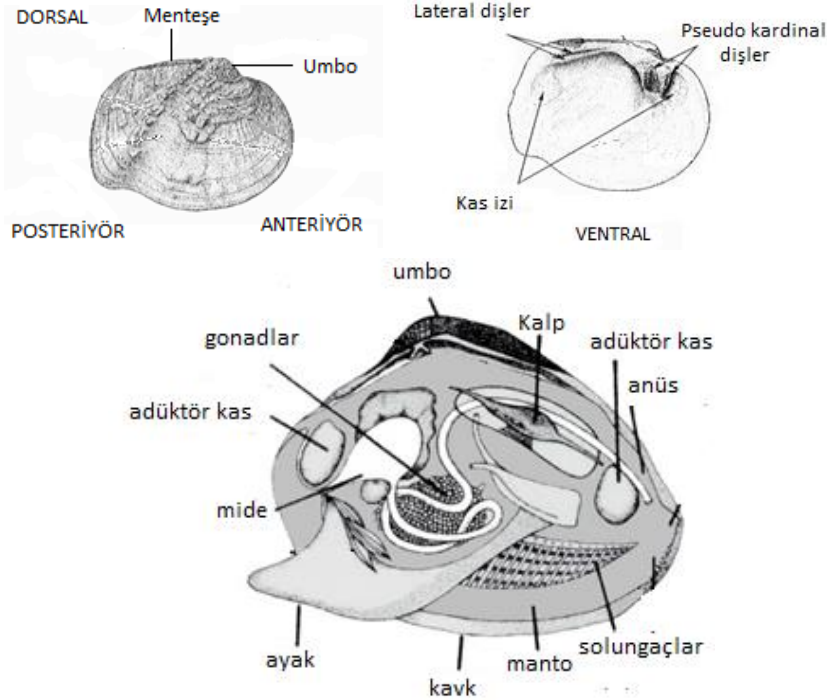
Çoğu bivalv denizsel alanlarda ve hemen tüm derinliklerde bulunabilmektedirler. Sığ kesimlerde, daha çok kayalık ve kumlu kıyılarda, abisal ve hadal derinliklerde, oyuklarda veya yüzeylerde yaşamaktadırlar. Bazı türler tüm enlemlerde ve derinliklerde yayılış gösterebilmektedirler. Nehir ağızlarında yaşamaya adapte olmuş türler bulunduğu gibi gel-git süreçleri arasında kuraklık koşullarına dayanabilen türler de vardır.

Önemleri: denizlerden yıllık yaklaşık üç milyon ton avlanan yumuşakçaların büyük çoğunluğu bivalvler oluşturmaktadır. Yine her yıl dünya çapında hasat edilen bivalv tutarı yaklaşık 233 milyar TL. dir. Sadece *Spondylus* (dikenli istiridye) hariç neredeyse tüm bivalvler yenilebilmektedir. Yine birçok türün de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tropikal denizde yayılış gösteren *Pinctada* ve *Pteria* cinsine ait bivalvler, ticari değeri yüksek olan inciler üretmektedirler. Bu yüzden Japonya'da diğer ülkelerde istiridye yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yine çeşitli bivalv türünün boş kavkaları, birçok ülkede takı ve süs eşyası olarak kullanılmaktadır.

Pholadidae familyası üyeleri denizlerde özellikle kalsiyum karbonat kayalarında biyoerozyon yol açabilmektedirler. Teredinidae familyasına ait bazı türler gemilerin ahşap malzemelerine zarar verirken Lithophaga cinsi üyeleri kayaları ve mercanları delerek ekolojik yapıyı etkilemektedirler.

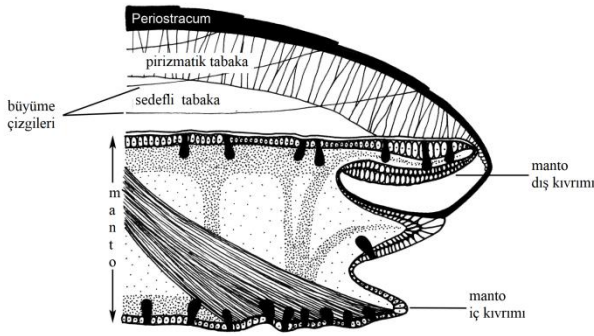
Mytilidae familyası üyeleri biyofoling etkileriye ortamları kirletmekte elektrik santrallerinin soğutma sistemlerine deniz suyu girişini de engelleyebilmektedirler. Tatlısularda yayılış gösteren Dreissenidae familyası üyeleri özellikle lentik sistemlerde besin ağını etkilemekte ve bazı canlı gruplarının yayılışı üzerinde ciddi olumsuz etkiler oluşturmaktadırlar. Yine familyaya dahil olan bazı türler enerji santrallerinin su alma sistemlerini ve endüstriyel soğutma sistemlerini tıkayarak her yıl milyonlarca dolarlık ekonomik kayıplara yol açmaktadırlar (<https://www.britannica.com>).

Morfolojik Özellikleri: Midyeler tipik olarak birbirine benzer ya da farklı yapılarda olabilen ve iç bölgede yumuşak kısımları bütünüyle örten iki parçalı bir kavkı sistemine sahiptirler. Taksonomik bir öneme sahip olan kavkı türlerine göre farklı şekil ve renkte olabilmektedir. Kavkının dolayısıyla midyenin ön tarafı, anteriorda yer alan umbo ve pseudokardinal dişlerin konumuna göre belirlenir (Şekil 1).



Şekil 1. Bir midyenin anatomik ve morfolojik özellikleri. (Cummings ve Mayer (1992) ve (<http://owl.fish.washington.edu>)'den

Büyük oranda kalsiyum karbonattan oluşan kavkı, diğer molluska üyeleri kavkılarına benzer olarak üç tabakalı bir yapıya sahiptir. Embriyonal olarak tek parçalı bir üniteden gelişerek, sekonder olarak iki parçalı bir yapıya dönüşmektedir. Kalkerleşme ise kavkının sırt kısmında bir çift noktadan başlamakta ve kenarlara doğru ilerlererek halkalı bir yapıya dönüşmektedir. Halkalar bazı türlerde yaş saptanmasında kullanılmaktadır. Manto kıvrımınca salgılanan kavkı üç tabakalıdır. En tabaka konşiyolin (conchiolin) maddesinden yapılmış olan kitine benzeyen bir yapıdır. Ortada tabaka, küçük yapıli kalsiyum karbonat kristallerinden oluşmaktadır. En iç bölgede konşiyolin ve kalsiyum karbonat tabakalarının düzenli paralel sıralanmasıyla sedef tabakası oluşmaktadır. ç bölgedeki sedefli tabaka; ortada prizmatik tabaka ve en dışta da organik tabaka periostakum yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Kavkı ve manto

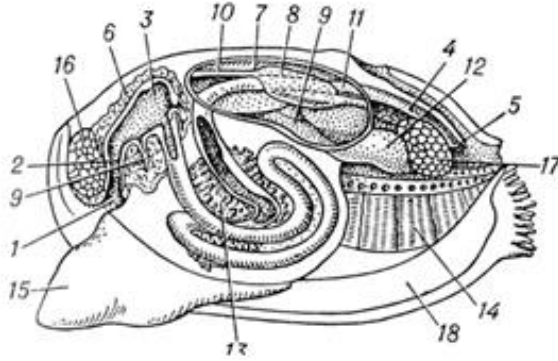
(<https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/mollusca/bivalvia/>)

Kavkıda yer alan iki dış tabaka mantonun kenar kısmında yer alan bezler tarafından salgılanırken, en alttaki sedef tabaka mantonun yüzeyi tarafından üretilmektedir. Kavkının büyümesi, kenar bölgelerde genişleme ile kalınlaşması da içteki sedef tabakasında birikmenin artması ile sağlanmaktadır. Türlerin ayırımında kavkının genel şekli, rengi üzerindeki yapılar yanında, iç kısımda bulunan dişlerde büyük önem taşımaktadır. Yan kısımlarda bulunan dişler, düz veya kavisli olabilir; tek ya da çift; pürüzsüz veya tırtıklı olabilir ya da hiç bulunmayabilir. Psödokardinal dişler ise nispeten küçük ve çivi benzeri bir yapı olabilir ya da bulunmayabilir. Kavkı içinin sıg ve derin olması yanında yüzeydeki çeşitli çıkıntı ya da benzer yapıların şekli, sayısı ve düzeni; yine

periostrakum (dış) ve sedef (iç) rengi ve kabuğun dış dokusu da türler arasında ayırım yapmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Demirsoy, A. 2001).

Anatomik Özellikleri: Midyelerin bileteral simetrik olan vücutları ve yanal olarak basık bir yapıdadır. Baş kısımları rudiment olup, buna bağlı olarak molluskların tipik organı radula bunlarda bulunmaz. Kavkılarının sert yapısı ile birlikte, iç organlarını taşıyan visseral bölge oldukça yumuşak ve işlevseldir. Bunlar arasında hareket ve kazma işlerinde aktif olarak kullanılan büyük kaslı bir ayak, kabuğu salgılayan manto, kavkılarının kapatılmasını sağlayan ön ve arka addüktör kaslar, yiyecek parçacıklarını ağza doğru hareket ettiren dudak palpleri ve iki çift solungaç bulunur (Şekil 2). İç organların önemli bir kısmını oluşturan solungaçlar; solunum, besinlerin ağız bölgesine taşıma filtrasyonu ve dışılarda, olgunlaşıp serbest bırakılmaya hazır olma süreci içerisinde larvaların barınma yeri olarak kullanılmaktadır (Demirsoy, A. 2001).

Visseral kitle (iç organ sistemleri): kalp tarafından desteklenen açık bir dolaşım sistemi; ağız, mide, bağırsak ve anüsten oluşan bir sindirim sistemi; ayağın ve addüktör kasların hareketini kontrol eden bir sinir sistemi ve genellikle erkek ve dişi midyelerde ayrı ayrı bulunan üreme organlarından oluşur (Şekil 3).



Şekil 3. Midyenin (Anodonta) iç yapısı. 1. Ağız açıklığı, 2. , 3., 4. Barsak, 5. Anüs, 6. Hepatopankreas, 7. Perikardial kese, 8. Kalp (karıncık), 9. Kulakçık, 10. Ön aort, 11. Arka aort, 12. Böbrek, 13. Gonad, 14. Solungaç, 15. Ayak, 16. Ön (adüktör) kapatıcı kas, 17. Arka kapatıcı kas, 18. Manto kıvrımları (Artemenkov, D.V. 2008)'den.

Manto ve Kaslar: Visseral kitle (iç organlar) de denilen yumuşak kısımlar, kalın kenarlı iki ince doku kılıfından oluşan ve manto denilen özel bir

yapı ile kaplıdır. Manto, kenarları serbest olacak şekilde kabuğa tutturulmuş yapıdadır. Mantonun kenar kısımlarında genellikle duyumsal dokunaçlar bulunur. Mantonun ana işlevi kavkılar salgılamak olmakla birlikte dokunaçlar aracılığıyla olumsuz çevre koşullarına tepki olarak kavkıların kapanmasını başlatabilirler. Yine iç kısma su akışını kontrol eder ve yine solunum fonksiyonuna sahiptir.

Bivalvlerde kas sistemi esas olarak kavkılar kapatma görevi için özelleşmiş adüktör kaslardır. Kapanma kasları iki kısma ayrılmaktadır. Bunlardan tetanik kısım, çok enerji kullanarak kavkılar hızlı bir şekilde kapatabilmektedir. Tonik kısım ise az düzeyde bir enerji ile kavkılar sıkı bir şekilde kapatmaktadır. Bu nedenle birçok türde kavkılar uzun süre kapalı kalabilmektedir. İki kavkı birbirine bağlayan bu kaslar kasılarak kavkıların kapatılması sağlarlar. Kavkılar yine periostrakumun bir uzantısı olan menteşe bağları ile dorsal olarak birleştirirler (Şekil 1 ve 2). Kavkılarının açılmasından ligament sorumlu olan antagonist kaslardır. Bu yapı, palyal çizgi olarak bilinen bir çizgi boyunca mantoyu kabuğun kenarına bağlamaktadır (Elizabeth, G. (2004); Morton, B. (2012).

Ayaklarda yer alan kaslar ise oldukça güçlüdür. Manto kısmı ise özellikle sifon bulunanlarda kas bakımından çok zengindir. Bu kasların bağlantı yerleri kavkı üzerinde bir çizgi halinde gözükmektedir. Boş kavkılarda kapama kaslarının bağlanma yerleri farklı bir renkte bariz olarak görülebilir.

Ayak: Bivalvlerde ayak salyangozlardan farklı olarak düz bir yapı halinde değildir. Yanlardan basık ve balta ağzı şeklinde olan ayak kazmak için özelleşmiş sivri uçludur. Hareketler ön ve arka pedal retraktörler vasıtası ile çok yavaş ve ayağın geri çekilmesi ile ileri geri kıvılcıklarla sağlanmaktadır. İç organ kitlesinin tabanında bulunan ayak, hayvanın kendisini bir alt tabakaya bağlayabildiği, "byssus" adı verilen iplik benzeri, elastik bir maddeyi salgılamaya yönelik olarak işlen gören byssal bez açıklığı taşımaktadır.

Ayak, istiridye ve benzer türlerde zemini kazacak şekilde gelişmiş, manto kıvrımları da uzun yapılı sifonlara dönüşmüştür. Bu yapılarla hayvan çamur, kum ve daha alt tabakalarda (hatta ahşap ve kayada) daha derinlere inmesine imkân vermektedir. Zemin başarılı bir şekilde gömülme yırtıcılardan korunmayı sağlamak ve uzatılan sifonlar ile de solunum ve beslenme etkinlikleri yapabilmektedirler.

Solungaçlar ve solunum sistemi: Ktenidyum denilen solungaçlar midyelerin önemli özelliklerinden biridir. Kısmen solunum, kısmen de sudaki yiyecekleri filtrelemek için kullanılan bu organ oldukça işlevseldir. Vücudun her iki yanında bulunan iki çift solungaç besinleri suda filtrelemekte ve ağızın etrafında konumlanmış dudak palplerine iletilmektedir. Bu şekilde yönlendirilen besinler ayıklanıp ağza aktarılmaktadır (Şekil 1 ve 2).

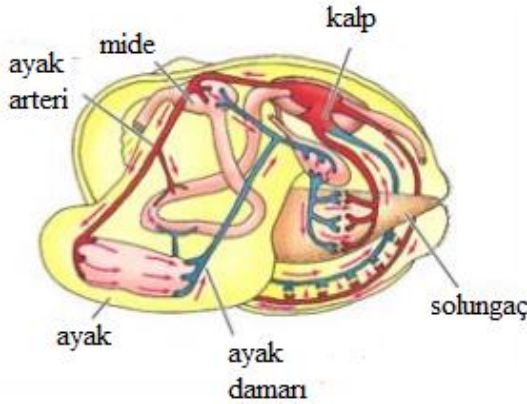
İlkel bivalvlerde çift olan solungaçlar küçük yapılı ve posteriyörde bulunmaktadır. Diğer bütün bivalvlerde solungaçlar (solungaçlarını kaybetmiş septibranch'lar hariç) oldukça geniş yapılı ve oldukça büyük bir yüzey alanına sahiptir. Solungaçların temel işlevi solunum olmakla birlikte özellikle hareketsiz olanlarda çok düşük düzeyde olan solunum tüm vücut vücut ve manto yüzeyleriyle de gerçekleşmektedir. Özellikle kuraklık dönemlerinde kavkılar arkaya doğru hafif açılmakta ve solunum manto kenarlarında da yapılmakta ya gelgit dönemleri arasında solunum neredeyse tamamen durmaktadır (<https://www.britannica.com/animal/bivalve>).

Besin alınımı: Bivalvler genellikle filtre edebildikleri küçük canlılar ve besinlerle beslenirler. Suyu filtre ederken ve besin atığını dışarı atmak için iki sifonal yapıya sahiptirler. Bunlardan biri su alışı sifonu (incurrent siphon) diğeri su veriş sifonudur (excurrent siphon). Kavkının içerisine alınan su, solungaç filamentlerinin arasından geçerken içindeki partiküller, yan-ön siller tarafından süzülerek kısa sillere geçip, üzerileri mukusla örtülür. Daha sonra besin partikülleri, solungaçlarda bulunan besin oluklarına ve oradanda labial palplere aktarılmaktadır. Bu yapılar besin seçiciliği yapmaktadırlar. Küçük yapılı besinler ağza itilerek, mideye ulaşmaları sağlanmaktadır. Midedeki özel yapılarca sindirim yapılmakta ve geri kalanlar ise bağırsaklara aktarılmaktadırlar. Artıklar ve istenmeyen partiküller ayak yarığı ve giriş yoluyla dışarı atılmaktadır.

Sindirim sistemi: Bivalvlerin sindirim sistemi yemek borusu, mide ve bağırsaktan oluşmaktadır. Filtratif bivalvler kristalin stil olarak tanımlanan mukoid bir yapıya sahiptirler. Bunlarda büyük yapılı olan solungaçlar, yiyecekleri sudan filtreleyerek, ağız çevreleyen dudak palplerine yönlendirmektedir. Bu şekilde yiyecekler ayıklanıp ağza aktarılmaktadır. Bivalvler sudan filtrelenen yiyecekleri seçme yeteneğine sahiptirler. İstenmeyen besinler (psödofaeces) dışarı atılmaktadır. Yemek borusu kısa yapı

halinde mideye kadar uzanmaktadır. Mide bütünüyle hepatopankreas ile çevrilidir. Mideden açılan başka bir açıklık, kristalin içeren kapalı, kese benzeri bir tüpe açılır. Stil, bazı türlerde uzunluğu 8 cm'ye kadar çıkabilen şeffaf, jelatinimsi bir çubuktur. Bir ucu yuvarlak, diğer ucu sivri uçlu olan yapının midede yiyeceklerin karıştırılmasında etkili olduğu ve sindirime yardımcı olan enzimleri salgıladığı düşünülmektedir Bu amaca yönelik olarak nişastayı monosakkaritlere dönüştüren sindirim emzimleri salgılayan mukoprotein katmanlara sahiptir. Bivalvler sudan çıkarıldıklarında kristalin stil büyük ölçüde küçülmekte hatta kaybolabilmektedir. Mideye tekrar sucul ortama döndüğünde yeniden hızla oluşturulmaktadır. Stil kesesinin kirpikleri, sindirim bezindeki sindirilmeyen atıkları mideye, oradan da bağırsağa taşır. Bağırsak, açıklığın yakınındaki anüs yoluyla boşalır ve dışarı çıkan su, dışkıyı taşır (Şekil 3).

Dolaşım sistemi: Basit bir dolaşım sistemi vardır. Kalp, perikard adı verilen şeffaf bir kese içerisine yerleşik düzensiz şekilli iki kulakçık ve bir karıncıktan oluşmaktadır. Solungaçlarla temizlenen hemolimf (dolaşım sıvısı), kulakçığa ve oradan da karıncığa akmaktadır. Karıncıktan aortlara pompalanana hemolimf, manto ve iç organ kütleindeki hemosöloomik boşluklara girerek, solungaçlar ve böbrekler yoluyla kalbe dönmektedir. Hemolimf, oksijen ve metabolik ürünleri vücuda taşımakta ve hidrostatik bir iskelet oluşuna destek olmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Bivalv dolaşım sistemi (Islam, S.S., 2016)

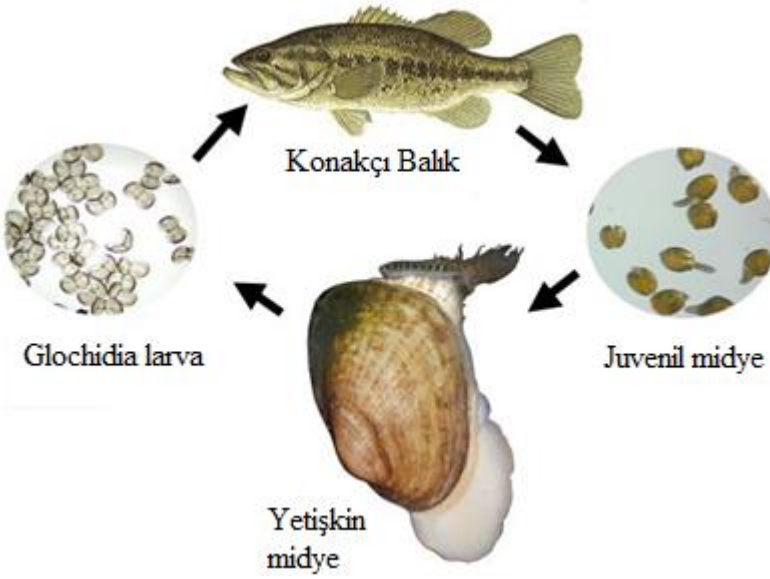
Sinir sistemi: Bivalvlerde basit bir sinir sistemi bulunmaktadır. İlk formlarda (örneğin Palaeotaxodonta) dört çift gangliyon vardır: serebral, plevral, pedal ve iç organlar; diğerlerinde ise serebral ve plevral ganglionlar, yemek borusunun her iki yanında ve üstünde yer alan iki serebroplevral ganglionla birleşiktir. Pedal gangliyonları ayağın tabanında ve visseral gangliyonlar ise arka addüktör kasının altında bulunmaktadır. Serebroplevral ganglionlardan çıkan sinir lifleri pedal ve visseral ganglionlara kadar uzanır. Uzun sifonlu bazı bivalvlerde, yardımcı sifonal gangliyonlar bulunmaktadır. Gangliyonların sinir bağlarıyla bağlantıları ve konumları olarak türlere göre farklılık gösterebilmektedir.

Hareket edilmeden sürdürülen yaşamsal faaliyetlere koşut bir şekilde gelişen duyuşal işlevler, büyük ölçüde arka manto kenarları tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca orta manto kıvrımlarında, mekanoreseptörler ve kemoreseptörler olan dokunaçlar bulunmaktadır. Serebroplevral gangliyonlarla bağlantılı olan ve pedal ganglionların yakınına konumlanmış fakat çift statokist bulunmaktadır. Hemen bütün bivalvlerde ışığa duyarlı hücreler bulunmaktadır. Yine bazı formlarda arka addüktör kasının altında su akışını ve kalitesini izleyebilen bir osphradium bulunmaktadır.

Üreme sistemi: Bivalvia üyelerinin çoğu gonokoristik (her organizmanın sıralı şekilde erkek ya da dişi olduğu hermafroditlik) olup eşeşsel dimorfizm nadiren görülür. Görülen protandri (önce erkek sonra dişi gametlerin oluşması) nedeniyle oluşan cinsiyet değişimi hayvanın kendi kendini döleme ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Çoğunda cinsel olgunluk yaştan ziyade hayvanın büyüklüğü ile orantılıdır. Bu da türlere ve coğrafik yayılışa bağlı olabilmektedir. Doğal popülasyonlarda yumurtlama dönemi türlere ve coğrafik konuma göre farklılık gösterir. Yumurtlama, sıcaklık, kimyasal ve fiziksel uyarılar, su akıntıları ve önemli olarak suda spermin bulunması gibi faktörlerin altında gerçekleşir.

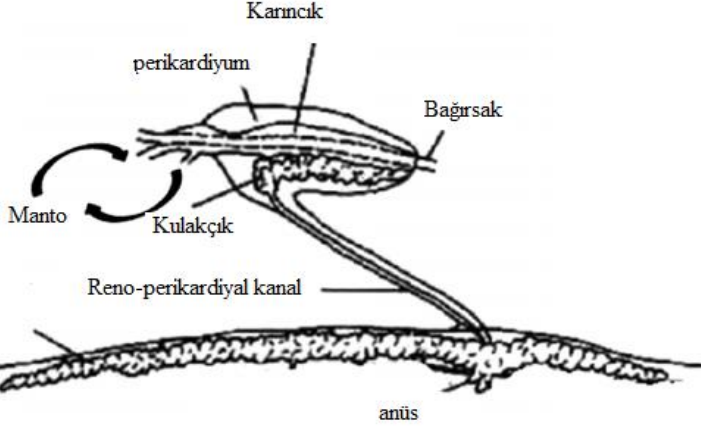
Bivalvlerin spermi iki kamçı taşır. Yumurtalar oldukça küçük yapıdadır. Senkronize yumurtlama, her iki gamet tipinin de döllenmesi için denize boşaltılmasıyla sonuçlanır. Hermafrodit türlerde genellikle başka birinden gelen sperm sifon yoluyla içeri alınmaktadır. Embriolar solungaçlarda kuluçkaya alınarak, yumurtalardan doğrudan yavrular ortaya çıkarlar.

Çoğu deniz türünde döllenmiş yumurtadan öncelikle yüzebilen trokofor larvası çıkmakta ve daha sonra kabuklu veliger larvasına dönüşmektedir. Veliger, yüzmek ve aynı zamanda küçük yiyecek parçacıklarını yakalamak için kirpikli bir perdeye sahiptir. Veliger çevresel faktörlere bağlı olarak değişen bir süre sonunda zemine inmekte ve önce ayak gelişerek bir veya iki byssal iplik salgılayarak bir yere tutunarak erginleşmektedirler. Tatlı su midyelerinde sperm doğrudan suya bırakılmakta ve sifon(su alışı sifonu) yoluyla dışının içine girmektedir. Döllenen yumurtalar, glochidium denilen ve tatlı su balıklarının yüzgeçleri veya solungaçlarına bağlanan bir larva aşamasına dönüşmektedir. Glochidia türe özgü olup, gelişmeye uygun uygun balık konak bulursa yaşamaktadırlar. Larvalar ortam sıcaklığına bağlı olarak iki ila beş hafta içinde olgunlaşarak ve yaşamlarını sürdürmek için zemine geçerler (Şekil 5)



Şekil 5. Tatlısu midyesinin yaşam döngüsü (<https://molluskconservation.org>)

Boşaltım Sistemi: Midyelerin boşaltım sistemi, onların vücutlarını toksinlerden arındırmalarına ve iç engelerini korumalarına yardımcı olan önemli bir işlevi yerine getirir. Bu görevler için özelleşmiş bir çift metanefridyum yer almaktadır. Bunların her biri perikarda açılan uzun, halkalı, glandüler bir tüpten ve idrarı depolamak için bir mesaneden oluşur. Ayrıca, kalbin kulakçıklarını hizalayan veya perikarda bağlanan ve ekstra filtreleme organları olarak görev yapan perikardiyal bezleri de vardır (Şekil 6).



Şekil 6. Bivalviaların boşaltım sistemi (Lima, M.L., et all. 2012)

Metabolik atıklar, manto boşluğunun üst kısmının ön kısmına yakın bir nefridiyopor aracılığıyla mesanelerden boşaltılır ve dışarı atılır. Bu sistem, midyelerin hayatta kalmasını sağlayan temel bir süreçtir. Boşaltım sistemi, glomerulus adı verilen bir yapıyla başlar. Glomerulus, midyenin vücudunun baş kısmında bulunan bir yapıdır. Bu yapı, atık maddelerin vücuttan çıkarılmasından sorumlu olan temel işlevsel birimdir. Metabolik faaliyetler sonucunda oluşan artık ürünleri ve diğer maddeleri taşıyan hemolimf adı verilen ve vücut boşluğu içinde dolaşarak, iç organlarının etrafını çevreleyen bir dolaşım sıvı bulunmaktadır. Hemolimf içinde biriken atık maddeler metanefridyumlarca emilip, vücuttan uzaklaştırılır.

Sınıflandırma: Bu güne kadar yapılan çalışmalar ve revizyonların sonuçlarına göre sınıfa dahil 22.105 türün yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Bivalvia sınıfının genel sistematik listesinin verildiği bu alt bölümde, esas olarak alanda en geniş ve güvenilir bilgilerin yar aldığı MolluscaBase (<https://www.molluscabase.org/>)’den yararlanılarak, Familyalara kadar olan liste verilmiştir. Bazı Familyaların, tipik özellikler sergilemesi yönüyle kısaca bilgi verilmiştir.

Bivalvia sınıfı 4 altsınıfa ayrılmaktadır. Bunlar: Autobranchia, Cryptodonta, Palaeotaxodonta, Paleoheterodonta, Protobranchia ve henüz tanımlanamayan (incertea sedis) Bivavia alt sınıflarıdır.

1. Altsınıf Autobranchia

Infrasınıf Heteroconchia

Subtersınıf Archiheterodonta

Takım Actinodontida(fosil)

Superfamilya Amnigenioidea

Familya Amnigeniidae

Familya Montanariidae

Familya Zadimerodiidae

Superfamilya Anodontopsoidea

Familya Actinodontidae

Familya Baidiostracidae

Familya Cycloconchidae

Familya Intihuaellidae

Familya Redoniidae

Superfamilya Nyassoidea

Superfamilya Oriocrassatelloidea

Familya Crassatellopsidae

Familya Oriocrassatellidae

Superfamilya Palaeomuteloidea

Familya Crassatellopsidae

Familya Oriocrassatellidae

Takım Carditida

Familya Archaeocardiidae

Superfamilya Carditoidea

Superfamilya Crassatelloidea

Familya Eodonidae

Subtersınıf Euheterodonta

Superfamilya Clavagelloidea d'Orbigny, 1844

Superfamilya Cuspidarioidea Dall, 1886

Familya Laternulidae Hedley, 1918 (1840)

Superfamilya Myochamoidea P. P. Carpenter, 1861

Superfamilya Pandoroidea Rafinesque, 1815

Superfamilya Pholadomyoidea W. King, 1844

Superfamilya Poromyoidea Dall, 1886

Superfamilya Thracioidea Stoliczka, 1870 (1839)

Superfamilya Verticordioidea Stoliczka, 1870

Supertakım Anomalodesmata: Kavkı birbirine benzer ancak farklı biçimlerde olabilmektedirler. Sifonlar değişken uzunluktadır. Sığ alanlarda yayılış gösteren, epibyssat ve süspansiyon besleyicidirler.

Superfamilya Clavagelloidea d'Orbigny, 1844

Superfamilya Cuspidarioidea Dall, 1886

Familya Laternulidae Hedley, 1918 (1840)

Superfamilya Myochamoidea P. P. Carpenter, 1861

Superfamilya Pandoroidea Rafinesque, 1815

Superfamilya Pholadomyoidea W. King, 1844

Superfamilya Poromyoidea Dall, 1886

Superfamilya Thracioidea Stoliczka, 1870 (1839)

Superfamilya Verticordioidea Stoliczka, 1870

Familya Bentholyonsiidae B. Morton & Machado, 2019

Familya Euciroidea Dall, 1895

Familya Lyonsiellidae Dall, 1895

Familya Dallicordiidae Scarlato & Starobogatov, 1983

Familya Policordiidae Scarlato, 1981

Familya Verticordiidae Stoliczka, 1870: Örnek tür: *Verticordia ouricuri* Oliveira & Absalão 2010 (Şekil 7) (<https://www.britannica.com/animal/bivalve>).



Şekil 7. *Verticordia ouricuri* Oliveira & Absalão 2010 (<https://tr.wikipedia.org>)

Supertakım Impari
Takım Adapedonta

Takım Cardiida

Superfamilya Cyamioidea Sars, 1878

Takım Galeommatida

Takım Gastrochaenida

Superfamilya Grammysioidea S. A. Miller, 1877 (fossil)

Takım Hippuritida (fossil)

Superfamilya Kalenteroidea Marwick, 1953 (fossil)

Takım Lucinida

Takım Megalodontida (fossil)

Takım Modiomorphida (fossil)

Takım Myida

Superfamilya Dreissenoidea J. E. Gray, 1840 Örnek tür:

Dreissena caputlacus Schütt, 1993



Şekil 8. *Dreissena caputlacus* Schütt, 1993 (Gölbaşı, Adıyaman)

Superfamilya Myoidea Lamarck, 1809

Superfamilya Pholadoidea Lamarck, 1809

Superfamilya Pleuromyoidea Zittel, 1895 (fossil)

Takım Sphaeriida

Superfamilya Sphaerioidea Deshayes, 1855

Familya Kijidae C. M. Kolesnikov, 1977 (fossil)

Familya Limnocyrenidae C. M. Kolesnikov, 1977 (fossil)

Familya Neomiodontidae R. Casey, 1955 (fossil)

Familya Sibireconchidae C. M. Kolesnikov, 1977 (fossil)

Familya Sphaeriidae Deshayes, 1855 (1820)

Subfamily Euperinae Heard, 1965

Subfamily Sphaeriinae Deshayes, 1855, örnek türler: *Pisidium amnicum* (Müller, 1774) ve

Euglesa casertana (Poli, 1791)

Sphaerium corneum (Linnaeus, 1758)

Takım Venerida

Superfamilya Arcticoidea Newton, 1891 (1844)

Superfamilya Chamoidea Lamarck, 1809

Superfamilya Cyrenoidea J. E. Gray, 1840

Superfamilya Glossoidea J. E. Gray, 1847 (1840)

Superfamilya Hemidonacoidea Scarlato & Starobogatov, 1971

Superfamilya Mactroidea Lamarck, 1809

Superfamilya Opokielloidea Kanev, 1983 (fossil)

Superfamilya Prilukielloidea Starobogatov, 1970 (fossil)

Superfamilya Ungulinoidea Gray, 1854

Superfamilya Veneroidea Rafinesque, 1815

Superfamilya Cyrenoidoidea H. Adams & A. Adams, 1857

Family Cyrenidae J. E. Gray, 1840, Örnek tür: *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774)

Family Cyrenoididae H. Adams & A. Adams, 1857 (1853)

Family Glauconomidae J. E. Gray, 1853

Family Corbiculidae Gray, 1847

Superfamilya Palaeonodontoidea Modell, 1964 (fossil)

Superfamilya Ve

Subtersınıf Palaeoheterodonta

Family Lyrodesmatidae P. Fischer, 1886 (fossil)

Family Pseudarcidae Scarlato & Starobogatov, 1979 (fossil)

Family Thoraliidae N. Morris, 1980 (fossil)

Takım Trigoniida

Superfamilya Megatrigonioidea van Hoepen, 1929 (fossil)

Family Buchotrigoniidae H. A. Leanza, 1993 (fossil)

Family Iotrigoniidae Saveliev, 1958 (fossil)

Family Megatrigoniidae van Hoepen, 1929 (fossil)

Family Pterotrigoniidae van Hoepen, 1929 (fossil)

Superfamilya Myophorelloidea T. Kobayashi, 1954 (fossil)

Familya Frenguelliellidae M. Nakano, 1960 (fossil)

Familya Laevitrigoniidae Saveliev, 1958 (fossil)

Familya Myophorellidae T. Kobayashi, 1954 (fossil)

Familya Rutitrigoniidae van Hoepen, 1929 (fossil)

Familya Steinmanellidae M. R. Cooper, 1991 (fossil)

Familya Vaugoniidae T. Kobayashi, 1954 (fossil)

Superfamilya Pseudocardinoidea Martinson, 1961 (fossil)

Familya Pseudocardiniidae Martinson, 1961 (fossil)

Familya Utschamiellidae C. M. Kolesnikov, 1977 (fossil)

Superfamilya Trigonoidea Lamarck, 1819

Superfamilya Trigonioidoidea L. R. Cox, 1952 (fossil)

Superfamilya Trigonodoidea Modell, 1942 (fossil)

Takım Unionida: Büyük ve benzer kavkuları yuvarlakktan uzunlaşmış ovale kadar değişiklik gösterebilir. Eulamellibranch olan solungaçları, kukuluçka amaçlı bir kese gibi işlev görmektedir. Ovovivipardırlar, larvaları parazitik bir yaşam gösterir. Yaklaşık 1.200 türü bilinmektedir.

Superfamilya Etherioidea Deshayes, 1832

Familya Pachycardiidae Cox, 1961 (fossil)

Superfamilya Silesunionoidea Skawina & Dzik, 2011 (fossil)

Superfamilya Tamesnelloidea Van Damme & Bogan, 2015

(fossil)

Superfamilya Unionoidea Rafinesque, 1820

Familya Hyriidae Swainson, 1840

Familya Margaritiferidae J. Henderson, 1929 (1910)

Familya Monginaiidae Delvene & Munt, 2022 (fossil)

Familya Sancticarolitidae Simone & Mezzalira, 1997 (fossil)

Familya Tegulaedontidae Van Damme & Bogan, 2015 (fossil)

Familya Unionidae Rafinesque, 1820 Örnek Tür: *Unio*

delicatus Lea, 1863 (Şekil 9).



Şekil 9. *Unio delicatus* Lea, 1863. Gölbaşı Adıyaman

Infrasınıf Pteriomorpha

Takım Arcida: : Kavkı, uzun veya dairesel-oval yapıdadır. Periostrakum lifli, menteşe dikey dişli, epibyssattır lar. Deniz, Tatlı ve acı sularda yayılış gösteren Superfamilyaa Arcoidea Lamarck, 1809, Superfamilyaa Glyptarcoidea Cope, 1996 (F), Superfamilyaa Limopsoidea Dall, 1895, Superfamilyaa Arcacea, Superfamilyaa Limopsacea ve Superfamilyaa Arcida'dan oluşmaktadır. Yaklaşık 150 türleri vardır.

Familya Catamarcaiidae Cope, 2000 (fossil)

Familya Cucullaeidae R. B. Stewart, 1930

Familya Frejidae Ratter & Cope, 1998 (fossil)

Familya Glycymerididae Dall, 1908 (1847)

Familya Noetiidae R. B. Stewart, 1930

Familya Parallelodontidae Dall, 1898

Familya Arcidae Lamarck, 1809 Örnek tür: *Arcida* (Şekil 10).



Şekil 10. *Arcida* (<https://tr.wikipedia.org>)

Takım Cyrtodontida (fossil)

Familya Ischyrodontidae Scarlato & Starobogatov, 1979 (fossil)

Takım Limida: İnce yapılı ve şeffaf olan kavkı, uzunlaşmış ovaldır.

Dişsiz olan menteşe kısadır. Bazıları dokunaçları ile hafif bir yüzme hareketi gösterebilmektedirler. Denizsel; byssus'lu epibyssattırlar. denizsel ortamlarda yayılış gösterirler. Yaklaşık 125 türü bilinmektedir

Familya Limoidea Rafinesque, 1815. Örnek Tür: *Lima kimthachi* Thach 2016 (Şekil 11)



Şekil 11. *Lima kimthachi* Thach 2016 (<https://www.marinespecies.org>)

Familya Matheriidae Scarlato & Starobogatov, 1979 (fossil)

Takım Myalinida (fossil)

Familya Myodakryotidae Tunnicliff, 1987 (fossil)

Takım Mytilida: Kavkaları, yuvarlak, uzun veya üçgenimsi, menteşe bölgesi dişsizdir. Ktedidyum filibranch, tipik olarak byssate (biysus ile bağlantılı); deniz, nehir ağzı, nadiren tatlı sularda yayılış göstermektedirler. Yaklaşık 250 türü bilinmektedir. Örnek tür

Superfamilya Mytilacea

Familya Crenellidae Gray, 1840

Familya Modiolidae G. Termier & H. Termier,

Familya Musculidae Iredale, 1939 ac

Familya Mytilidae Rafinesque, 1815 örnek tür *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758) (Şekil 12).



Şekil 12. *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758) (<https://www.fao.org/fishery/docs>)

Takım Ostreida (istiridye ve deniz tarağı): Kavkaları farklı, değişken ve menteşe dişleri yoktur. Ktenidyumları psödomellibranch tipindedir. Yetişkinlerde ayak kaybolmuştur. Bazıları karnivor, tamamen denizsel ve epibysattırlar. Yaklaşık 600 türü bilinmektedir.

Superfamilya Ostreoidea Rafinesque, 1815

Familya Arctostreidae Vialov, 1983 (fossil)

Familya Chondrodontidae Freneix, 1960 (fossil)

Familya Eligmidae Gill, 1871 (fossil)

Familya Flemingostreidae Stenzel, 1971

Familya Gryphaeidae Vialov, 1936

Familya Ostreidae Rafinesque, 1815 Örnek Tür: *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 (Şekil 13).



Şekil 13. *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 (<https://en.wikipedia.org>).

Superfamilya Pinnoidea Leach, 1819

Superfamilya Posidonioidea Neumayr, 1891 (fossil)

Familya Pterineidae Meek, 1864 (fossil)

Superfamilya Pterioidea Gray, 1847 (1820)

Familya Anningellidae Hodges, 2022 (fossil)

Familya Bakevelliidae W. King, 1850 (fossil)

Familya Cassianellidae Ichikawa, 1958 (fossil)

Familya Isognomonidae Woodring, 1925 (1828)

Familya Kochiidae Frech, 1891 (fossil)

Familya Malleidae Lamarck, 1818

Familya Margaritidae Blainville, 1824

Familya Pergamidiidae L. R. Cox, 1964 (fossil)

Familya Plicatostylidae Luper & E. L. Packard, 1929 (fossil)

Familya Pteriidae J. E. Gray, 1847 (1820) (inci istiridyeleri): Değişken şekilli olan kavkuları, dışta basit kalsitik prizmalı ve içte sedefli tabaka yer alır. Ktenidyum pseudolamellibranch yapıdadır. Tamamen denizseller ve endobyssate veya epibyssate bir yaşam gösterirler. Yaklaşık 100 türü bilinmektedir. Örnek Tür: *Pteria hirundo* (Linnaeus, 1758) (Şekil 14).



Şekil 14. *Pteria hirundo* (Linnaeus, 1758) (<https://commons.wikimedia.org>)

Familya Pulvinitidae Stephenson, 1941

Familya Vlastidae Neumayr, 1891 (fossil)

Familya Vulsellidae Gray, 1854

Familya Aviculidae Goldfuss, 1820

Familya Melinidae Meek & Hayden, 1865

Familya Pedalionidae Stephenson, 1923

Familya Pernidae J. Fleming, 1828

Familya Reniellidae Iredale, 1939

Superfamilya Rhombopteroidea Korobkov, 1960 (fossil)

Superfamilya Ostreacea

Superfamilya Pinnacea

Superfamilya Pteriacea

Superfamilya Yunannioidea R.-J. Zhang & Z.-J. Niu, 2021 (fossil)

Takım Pectinida

Superfamilya Anomioidea Rafinesque, 1815

Superfamilya Aviculopectinoidea Meek & Hayden, 1865 (fossil)

Superfamilya Buchioidea L. R. Cox, 1953 (fossil)

Superfamilya Chaenocardioidea S. A. Miller, 1889 (fossil)

Superfamilya Dimyoidea P. Fischer, 1886

Superfamilya Entolioidea Teppner, 1922

Superfamilya Euchondrioidea Newell, 1938 (fossil)

Superfamilya Eurydesmatoidea Reed, 1932 (fossil)

Superfamilya Heteropectinoidea Beurlen, 1954 (fossil)

Superfamilya Leiopectinoidea Krasilova, 1959 (fossil)

Superfamilya Oxytomoidea Ichikawa, 1958 (fossil)

Superfamilya Pectinoidea Rafinesque, 1815

Superfamilya Plicatuloidea Gray, 1854

Superfamilya Prospandyloidea Pchelintseva, 1960 (fossil)

Superfamilya Pseudomonotoidea Newell, 1938 (fossil)

Superfamilya Pterinopectinoidea Newell, 1938 (fossil)

Familya Saharopteriidae G. Termier & H. Termier, 1972 (fossil)

2. Altsınıf Protobranch

Takım Afghanodesmatida (fossil)

Superfamilya Afghanodesmatoidea Scarlato & Starobogatov, 1979
(fossil)

Superfamilya Tironuculoidea Babin, 1982 (fossil)

Takım Nuculanida

Superfamilya Nuculanoidea H. Adams & A. Adams, 1858 (1854)

Superfamilya Sareptoidea Stoliczka, 1870

Superfamilya Pristiglomoidea H. L. Sanders & Allen, 1973

Takım Nuculida

Superfamilya Nuculoidea Gray, 1824

Familya Nuculidae Gray, 1824: Kavkılar birbirine eşit yapılı, Taxodont menteşe dişleri izomiyan; arka protobranch ktenidyum; genellikle palp hortumları bulunan büyük dudak palpleri bulunmaktadır. Ayak düz tabanlıdır. Örnek tür: *Nucula* (Şekil 15).



Şekil 15. *Nucula*, menteşe dişleri (<https://en.wikipedia.org>)

Familya Praenuculidae McAlester, 1969 (fossil)

Takım Solemyida

Superfamilya Manzanelloidea Chronic, 1952

Superfamilya Nucinelloidea

Superfamilya Solemyoidea Gray, 1840

Familya Clinopisthidae Pojeta, 1988 (fossil)

Familya Ctenodontidae Wöhrmann, 1893 (fossil)

Familya Ovatoconchidae J. G. Carter, 2011 (fossil)

Familya Solemyidae Gray, 1840: Kavkılar parlak bir periostrakum ile kaplı, oldukça uzun ve eşit yapıdadır. Menteşe dişleri yoktur. Yaklaşık 35 tür içermektedirler. Örnek tür *Solemya* (Şekil 16).



Şekil 16. *Solemya* <https://en.wikipedia.org>)

3. Subsinif Cryptodonta (alt sınıf Protobranchia, Solemyoidea Gray, 1840'ya dahil edilmektedirler)

 Familya Clinopisthidae Pojeta, 1988 (fossil)

 Familya Ctenodontidae Wöhrmann, 1893 (fossil)

 Familya Ovatoconchidae J. G. Carter, 2011 (fossil)

 Familya Solemyidae Gray, 1840

4. Altsınıf Palaeotaxodonta (Nuculida' ya dahil edilmektedirler)

5. Altsınıf Paleoheterodonta (Palaeoheterodonta'ya dahil edilmektedirler)

6. Altsınıf Bivalvia incertae sedis (tanımlanmamış taksonlar)

KAYNAKLAR

- Artemenkov, D.V., Lippo E.V., Vlasov V.A. (2008) Cultivation of Freshwater Mussels in Oolyculture. Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy.
- Cummings, K.S. & C.A. Mayer. 1992. Field Guide to Freshwater Mussels of the Midwest. Illinois Natural History Survey Manual (5). 194 pp.
- Demirsoy, A. (2001)Yaşamın Temel Kuralları - Omurgasızlar=İnvertebrata - Böcekler Dışında (Cilt II: Kısım I) 4. Baskı, Meteksan A.Ş., Ankara.
- Gosling, E. (2004). Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books. ISBN 0-85238-234-0.
- Gould, Stephen; Calloway, C. Bradford (1980). Clams and brachiopods—ships that pass in the night. *Paleobiology*. 6 (4): 383–396
- Islam, S. S. (2015). Impact of quorum sensing on the virulence of *Vibrio crassostreae* and *Vibrio tasmaniensis* in vitro and in vivo in blue mussel larvae. Faculty of Bioscience Engineering Ghent University
- Lima, M.L., Freitas, S., Pereira, L., Gouveia, E. (2012). Ionic regulation and shell mineralization in the bivalve *Anodonta cygnea* (swan mussel) following heavy-metal exposure. *Canadian Journal of Zoology* 90(2):267–283
- Morton, Brian (2012). Bivalve: The mantle and musculature. *Encyclopædia Britannica*.
- Williams, J.D., Butler, R.S. (2004). Phylum Mollusca, Class Bivalvia. 2nd Chapter: Phylum Mollusca, Class Bivalvia Publisher: University Presses of Florida
- Zardus, J.D. (2002) Protobranch bivalves. *Adv Marine Biol.* 42:1-65. doi:10.1016/s0065-2881(02)42012-3.

İlgili Linkler:

- <https://www.britannica.com/animal/bivalve>.
- <https://owl.fish.washington.edu>
- <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/mollusca/bivalvia>
- <https://molluskconservation.org>
- <https://en.wikipedia.org>)
- <https://www.fao.org/fishery/docs>
- <https://www.molluscabase.org>

BÖLÜM 2

TÜRKİYE FOSİL TATLISU MİDYELERİ

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10251759>

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Burdur, Türkiye kebaçi@mehmetakif.edu.tr ORCID ID 0000-0003-4991-3356

Anadolu karası Tersiyer başlarında büyük oranda denizle yalıtılmış bir kara parçası (Balkanadolu) veya yer yer Asya anakarası ile bağlantılı bir yarımada görünümündedir, Avrupa ise Turgay Boğazı adı verilen deniz yoluyla Asya'dan yalıtılmış olup sonrasında Oligosen başında iklimin soğumaya başlamasıyla deniz bariyeri tamamen ortadan kalkmış, Avrupa ve Asya birleşmiştir. Bu olayla birlikte Avrupa'ya göç eden Asya elemanları Batı Avrupa'daki özgün faunayla yer değiştirmiştir (Eosen Oligosen yokoluşu). Avrupa ve Anadolu'da bulunan Unionidae taksonları (örneğin *Unio* cinsi) moleküler filogenetik ve fosil verileriyle de desteklendiği üzere bu süreçte ortaya çıkmışlardır. Ancak bu döneme ait fosil kaydı Anadolu'da yoktur.

Oligosen başlangıcında (34 milyon yıl önce) Paratetis tektonik gelişmeler sonucu Kuzey Tetis Okyanusu'ndan yalıtılmaya başlamıştır. Böylelikle Paratetis güneyde Alpin orojenezile yükselen dağ sıralarıyla Tetis'ten yalıtılmış ve faunalar ayrışmaya başlamıştır. Aralıklı olarak acı su karakteri gösteren Paratetis'e komşu Rüpeliyen (Erken Oligosen) lagün sistemleri ve göllerde acısu çiftçenetlileri (Dreissenidae) Trakya'da görülmeye başlanmış olup, çeşitli *Congeria* türleri (Dreissenidae) yaygın şekilde Trakya ve çevresi Şattiyen dönem (Geç Oligosen) fosil tabakalarında temsil edilmişlerdir. Bu dönemde Paratetis bağlantısını Güney Avrupa üzerinden sağladığı için Paratetis faunasının Anadolu içlerine nüfuz etmesi mümkün olmamıştır. Daha sonraki evrelerde sistematığı tartışmalı *Congeria* cinsine ait türler Neojen sonuna kadar çeşitli acı ve tatlısu ortamlarından tanımlanmışlardır: *Congeria subcarinata* (Deshayes), *C. byzantica* Andrusov, *C. prekairenderensis* Taner gibi.

Erken Miyosen sonlarında oluşmaya başlayan Ege Bölgesi'ndeki graben sistemleri daha sonra birçok Neojen göl sistemlerine ev sahipliği yapmıştır.

Orta Miyosen'de yaklaşık 20 milyon yıl önce Tetis batıdan kapanmaya başlamıştır. Orta Miyosen'de Batı Anadolu'da Orta Paratetis ve Kuzey Tetis'in bir karışımı biçiminde bir deniz mollusk faunası Anadolu'nun güneyinde şekillenmiştir. Arap plakasının Anadolu'ya bindirme yapmasıyla Burdigaliyen sonunda Anadolu yükselmeye ve günümüzdeki tatlısu havzaları oluşmaya başlamıştır. Böylece Akdeniz günümüzdeki şeklini kazanmış ve faunistik olarak yalıtılmıştır.

11.6 milyon yıl önce Paratetis'in yalıtılmış bir büyük göl haline gelmesi özgün bir acısu faunasının oluşmasına olanak sağlamıştır. Orta Miyosen'de

İstanbul bölgesi Doğu Paratetis'in Çanakkale'ye kadar uzanan ve sıralı olarak acısu/deniz karakteri gösteren sığ bir körfezi konumunda iken, Paratetis-Akdeniz bağlantısı sağlandıktan sonra Ege ve Marmara çevrelerinde Paratetis faunası belirgin hale gelmeye başlamıştır. Tortoniyen döneminde Ege Denizi açılmaya başlamış, bu süreç Anadolu karasının Avrupa anakarasından tekrar büyük ölçüde yalıtımını sağlamıştır. Daha sonrasında Paratetis ile doğrudan bağlantılı olmayan bazı acısu havzaları (Denizli, Yalova gibi) ortaya çıkmıştır.

En zengin fosil lokalitelerinden Denizli havzası Geç Miyosen'de ağırlıklı olarak acısu taksonlarını (Cardiidae: Lymnocardiinae) içeren Paratetis kökenli endemik bir fauna ile karakterizedir: *Pisidium crassissimum* Oppenheim, *Sphaerium* sp., *Didacna elongata* Taner, *Didacna phrygica* (Oppenheim), *Didacna laodicaeense* (Oppenheim), *Didacna* sp. Daha sonraki dönemde kapalı havza özelliğinde sistemde özgün bir fauna gelişmiştir. Bu zengin fauna içerisinde *Cardium bukowskii* Oppenheim, *C. chamaeforme* Oppenheim, *C. denisluense* Oppenheim, *C. philippsoni* Oppenheim, *Andrusoviconcha spathulata minor* (Taner), *Pontalmyra convexa* (Taner), *Arcicardium denizliense* (Taner), *Pseudocardita orbicularis* Taner yer almaktadır. Bu dönemde Erzurum dolayları ve Aras vadisinde *Congeria* taksonları tespit edilmişlerdir. Güney Asya yayılışlı bir tür olan *Odhneripisidium annandalei* türüne ait fosillere bu dönemde Anadolu'da ve Pliyosen'de Avrupa'da rastlanılmıştır.

Kütahya'da Miyosen yaşlı *Sphaerium dagardiense* Oppenheim, *Pisidium erikae* Schütt ve Kavuşan, *P. miokuiperi* Schütt ve Kavuşan, *Pisidium* sp. ve *Pseudunio* sp. türleri tespit edilmiştir.

Miyosen sonunda (Mesiniyen, 5.33 milyon yıl önce) Atlas Okyanusu ve Tetis bağlantısı yaklaşık 100 bin yıl süre ile durduğu için Akdeniz büyük ölçüde kurumuş ve Doğu Akdeniz'de bu dönemde eski deniz bağlantısı olan bölgede (Trakya-Ege hattı) bir çok Neojen göl sistemleri teşekkül etmiş ve Ege bölgesinde fauna değişimleri mümkün olmuştur. Süreç sonunda Akdeniz tekrar eski haline dönmüştür.

Zanklean transgresyonu sonrasında Erken-Orta Kuaterner döneminde tek yönlü bağlantı hakim olmuştur. Pliyosen ülkemizin olduğu coğrafyada nemli iklim koşullarının hakim olduğu bir evre olup, birçok Neojen gölü ve akarsu havzası bu dönemde meydana gelmiştir.

Pliyosen Baklan havzası (Denizli) tanımlanan *Monodacna imrei* Wesselingh & Alçiçek türü, bölgenin modern Karadeniz-Hazar taksonu *Monodacna* cinsi için bir sığınak olduğuna işaret etmektedir.

Bu evrede Unionoida türleri bakımından çok zengindir. *Unio* cinsine dahil edilen buluntular veren çok sayıda Pliyosen fosil lokalitesi mevcuttur: Konya, Erzurum, İzmir, Malatya, Muş (*U. atavus* Hörnes), Denizli (*U. rumanus* Tournouër), Muğla (*U. pseudatavus* Bukowski).

Romaniyen Gelibolu faunası Dasiyen fauna ile bağlantıya işaret etmektedir. Fauna bileşimi acısu ve tatlısu türlerini kapsamaktadır (Özellikle Unionidae): *Euxinocardium nobile* (Stefanescu), *Sinanodonta brandenburgi* (Brusina), *S. horvathi* Brusina, *Potomida (P.) craiovensis craiovensis* Tournouër, *Aktschagylia karabugasica* (Andrusov), *Avimactra subcaspia* (Andrusov), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *Anodonta hellespontica* Fischer, *Unio dardanus* Calvert ve Neumayr.

Alt Pliyosen'e tarihlendirilen Elazığ yakınlarında zengin unionoid faunası dikkat çekicidir:

Anodonta anatina Linnaeus, *Unio pictorum* Linnaeus, *Leguminaia poratica* Tshepalyga, *Pseudunio* sp., *Potomida sibirica* Penecke, *Potomida lenticularis* (Stefanescu) ve *Potomida* sp. Paratetis kökenli taksonlardan olan *Potomida* cinsinin Türkiye Neojen dönemindeki yaygınlığı ve çeşitliliği dikkat çekicidir: Meosiyen'e tarihlendirilen *Potomida prominula* (Stefanescu) (*Pisidium amnicum* (Müller) ile birlikte) Manisa çevresinden tespit edilmiştir, *P. (=Psilunio) istanbulensis* (Gillet) türü Trakya'dan, *P. intepei* Taner ve *P. (Cuneopsidea) canakkaleensis* (Taner) ise Çanakkale'den tanımlanmıştır.

Günümüzde Akdeniz çevresinde yayılış gösteren 3 türle temsil edilen cins, Paratetis'in kurumaya başlaması ile birlikte yayılış alanı ve tür çeşitliliği bakımından gerilemiş ve Paratetis arazisinde tamamen yokolmuştur. Aynı durumu *Latonia* ve *Pseudunio* cinslerinde de gözlemlemek mümkündür.

Diğer bir bulgu, *Leguminaia porati* Karadeniz çevresinden tanımlanmıştır. Asya kökenli *Leguminaia* cinsinin yaşayan 2 türüne sadece Asi ve Fırat nehirlerinde rastlanabilmektedir.

Ponsiyen evrede *Corbicula fluminalis* (Müller) Kütahya'da Neojen göl ekosistemimde keşfedilmiştir, tür Eski Konya Gölü'nden de rapor edilmiştir. Ülkemizde *Corbicula* cinsinin günümüzdeki yayılışı Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu ile sınırlıdır. Fosil kayıtlarına göre *Corbicula* cinsi Afrika'ya Güney

Asya'dan Alt veya Orta Pliyosen'de ulaşmıştır, tür Pliyosen'de Avrupa'nın genelinde yaygın hale gelmiş, İngiltere'nin güneyine kadar yayılmıştır. Eldeki fosil bulguları olasılıkla Pliyosen başında hızlı bir göç dalgasına işaret etmektedir.

Günümüzde merkez Karadeniz-Hazar çevresi olmak üzere Balkanlar, Anadolu ve Fırat-Dicle sistemini içine alan bir dağılım sergileyen *Dreissena* cinsi Malatya, Erzurum, Konya, Bolu gibi pek çok noktada Neojen ve Kuaterner fosilleriyle temsil edilir. Adıyaman ve Adana çevresine endemik *D. caputlacus* Schütt filogenetik olarak bazal bir takson olarak ifade edilmektedir. Cinsin Anadolu'dan tanımlı endemik Plio-Kuaterner fosil taksonları şunlardır: *Dreissena diluvii* (Abich), *D. kairanderensis* (Oppenheim), *D. bouldourensis* d'Archiac, *D. iconica* Schütt, *D. bukowskii* Andrusov, *D. hierapolitana* Oppenheim, *D. lycophila* Oppenheim, *D. phrygica* Oppenheim, *D. rostriformis tschoudae* Andrusov.

Kuaterner'de Paratetis türleri Marmara Bölgesi'nde görülmeye başlanmıştır: Hazar Gölü türlerinden *Didacna subpyramidata* Pravosl İznik gölü havzasının orta Pleyistosen'inden tanımlanmıştır.

Kuaterner devirde önemli fosil lokalitelerinden olan Eski Konya Gölü zengin bir çeşitlilik sunmaktadır: *Dreissena iconica* Schütt, *Unio pictorum* Linnaeus, *Corbicula fluminalis* Müller, *Monodacna caspia* Eichwald, *Monodacna* sp., *Sphaerium corneum* Linnaeus, *Pisidium amnicum* (Müller), *P. iasiense* Cobalcescu, *Euglesa nitida* (Jenyns), *E. pseudosphaerium* Schlesch. İnsanlık tarihi bakımından da önemli etkileri olmuş büyük bir tatlısu gölü olan Eski Konya Gölü son buzul çağından sonra kurumuştur.

Pleistosen için diğer önemli bir diğer fosilleşme ortamı da Burdur Gölü havzasıdır: *Dreissena bukowskii* Andrusov, *D. bouldourensis* d'Archiac, *Unio* sp., *Euglesa personata* (Malm), *E. casertana* (Poli), *Pisidium amnicum* (Müller), *Pisidium slavonicum* Neumayr ve *P. buldurense* Bukowski. Acısu ortamından tatlısuya geçiş gösteren kapalı havza özelliğindeki gölün çekilme sürecinde tuzlanma nedeniyle bütün fauna kaybomuştur.

Ülkemizde Pleistosen'de bariz bir "soğuk evre" görülmemesine karşın günümüzde kuzey yayılışlı olan Sphaeriidae türlerinin Anadolu fosil kayıtlarında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu türlerden *Euglesa pseudosphaerium* Pliyosen'de Anadolu'da kaydı vardır. Küçük Sphaeriidae türlerinde iklime bağlı olarak yayılış alanlarındaki dalgalanmalar yaygındır.

Örneğin, *Odhneripisidium annandalei* türünün Orta Asya'da yaşayan akrabası *O. stewarti* Pleistosen ve Erken Holosen'de Kuzeybatı Avrupa'da fosilleri bulunmuştur.

En geç Pleistosen (Neoöksiniyen) dönemde Marmara Havzası sadece Paratetis'ten etkilenmiş, Akdeniz ile bağlantısı kesilmiştir. Gemlik'te bu evrede *Monodacna pontica*, *Dreissena rostriformis* ve *Dreissena caspia* türleri tanımlanmıştır.

Pleistosen sonunda Karapınar civarından tanımlanan Lymnocardiinae türleri *Monodacna pseudocolorata* Büyükmeriç ve Wesselingh ve *Adacna yaninae* Büyükmeriç ve Wesselingh kalıntı Karadeniz-Hazar taksonlarıdır.

KAYNAKLAR

- Becker-Platen, J.D., J.G.J. Kuiper, 1979. Sphaeriidae aus dem Kanozoikum der Türkei (Kanozoikum und Braunkohlen der Türkei, 13). Geol. Jb. B33: 159-185.
- Bukowski, G., 1893, Die Levantinische Molluskenfauna der insel Rhodus, Denkschr. K. Akad. Wiss., math. nat. C1., 60: 265-303, Wien.
- Bukowski, G., 1930. Bemerkungen über die Binenablagerungen in der Umgebung des Buldur Giöl in Kleinasien. Ann. Soc. Geol. Pologne. 6: 73-90.
- Büyükeriç, Y., & Wesselingh, F. P. (2018). New cockles (Bivalvia: Cardiidae: Lymnocardiiinae) from Late Pleistocene Lake Karapınar (Turkey): discovery of a Pontocaspian refuge? Quaternary International, 465(A), 37–45.
- De Ridder, N. A. (1965). Sediments of the Konya basin, Central Anatolia, Turkey. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1: 225-254.
- Erentöz, C. 1954. Aras havzası jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. 5 (12): 1-52.
- Harzhauser, M., Mandic, O., Büyükeriç, Y., Neubauer, T. A., Kadolsky, D., Landau, B. M. 2016. A Rupelian mangrove swamp mollusc fauna from the Thrace Basin in Turkey. Archiv für Molluskenkunde 145 (1): 23-58.
- Kaaden, G. van den & Metz, K. (1954). Deitraege Zur Geologie Des Raumes Zwischen Datça-Muğla-Dalaman Çay (SW-Anatolien). Türkiye Jeoloji Bülteni, 5 (12): 71-170.
- Kapan-Yeşilyurt, S. ve G. Taner. 2001. Some molluscs and paleoecology of three Neogene lakes (Karaburun, Soma and Domaniç-Tunçbilek) in Western Anatolia. 168. World Congress of Malacology.
- Kuiper, J. G. J. (1972). Une récolte de Pisidium dans le Moyen Atlas. Résultats de la mission biologique au Maroc de l'Université de Gand, Belgique. Basteria, 36, 189-198.
- Kuiper, J. G. J. (1972). Neue Erkenntnisse über die Verbreitung von Pisidium pseudosphaerium. Basteria, 36 (1), 7-20.
- Kuiper, J., Økland, K., Knudsen, J., Koli, L., Von Proschwitz, T., & Valovirta, I. (1989). Geographical distribution of the small mussels (Sphaeriidae)

- in North Europe (Denmark, Faroes, Finland, Iceland, Norway and Sweden). *Annales Zoologici Fennici*, 26(2), 73-101.
- Lom, N., Ülgen, S. C., Sakiç, M., Şengör, A. M. C. (2016). Geology and stratigraphy of Istanbul region. In: Şen, S. (ed.), Late Miocene mammal locality of Küçükçekmece, European Turkey. *Geodiversitas*. 38(2): 175-195.
- Meijer, T. & R.C. Preece 2000. A review of the occurrence of *Corbicula* in the Pleistocene of North-West Europe. *Netherlands Journal of Geosciences*. 79 (2/3): 241-255.
- Mercier, J. (1949). (French) Observations Géologiques dans la région de Malazgirt-Bulanık (N. W. du lac de Van - Anatolie orientale). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 2 (1), 126-133.
- Nebert, K., 1958. Die Pliozanen Ablagerungen von Denizli und ihre Bedeutung für die Stratigraphie des westanatolischen SiJsswasserneogens. *Bull. Mineral Res. Exploration Inst. Turkey, Foreign Ed.*, 51: 1-18.
- Oppenheim, P. (1919): Das Neogen in Kleinasien. (1. Teil). *Z. dtsh. geol. Ges.*, 70 [1918]: 1-210.
- Özkan, A.M., Söğüt, A.R. 1999. Dilekçi (Konya batısı) çevresindeki Neojen çökellerinin stratigrafisi. *Journal of Engineering Science*. 5, 1131-1138.
- Schütt, H., 1990. Die Pleistozänen Mollusken Dreier Pisidischer Seen, *Mitteilungen der deutschen malakologischen Gesellschaft*, 46: 15-24.
- Schütt, H. (1991): Fossile Mollusken dreier Anatolischer Ovas. *Arch. Moll.* 120 (4/6): 131-147.
- Schütt, H. (1992): Die Altpleistozane Molluskenfundort Kurnabei Burdur in der Türkei. *Mitt. dtsh. malakozool. Ges.* 49: 17-18.
- Schütt, H. (1993): Die Gattung *Dreissena* im Quartär Anatoliens. *Arc. Moll.* 122: 323-333.
- Schlickum, R., 1964. Die Molluskenfauna der Süsbrackwassermolasse Niederbayerns. *Arch. Molluskenk.* 93: 1-60.
- Taner, G. 1997. Das Pliozän des östlichen Dardanellen-Beckens, Türkei. *Molluskenfauna und Stratigraphie*. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*. 98 A: 35-67.
- Taviani, M., Angeletti, L., Çağatay, M.N., Gasperini, L., Polonia, A. & Wesselingh, F.P., 2014. Sedimentary and faunal signatures of the post-

- glacial marine drowning of the Pontocaspian Gemlik “lake” (Sea of Marmara). *Quaternary International*, 345: 11-17.
- Van Damme D. 1984. The Freshwater Mollusca of Northern Africa. Distribution, Biogeography and Palaeoecology. *Developments in Hydrobiology* 25. Dr W Junk Publishers: Dordrecht.
- Wesselingh, F.P. and Alçiçek, H. 2010. A new cardiid bivalve from the Pliocene Baklan Basin (Turkey) and the origin of modern Ponto-Caspian taxa. *Palaeontology* 53: 711–719.
- Wesselingh, F.P., Alçiçek, H., and Magyar, I. 2008. A Late Miocene Paratethyan type mollusc fauna from the Denizli Basin (southwestern Anatolia, Turkey) and its regional palaeobiogeographic implications. *Geobios* 41: 861–879
- Yıldırım, M.Z. (1999): Living and Fossil Molluscs of The Burdur Lake Basin. *Club Conchylia Informationen*. 31 (1/2): 27-35.

BÖLÜM 3

DREISSENOIDEA TÜRLERİNİN SİSTEMATİĞİ, DAĞILIMI VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. M. Zeki YILDIRIM¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10251765>

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksek Okulu
mzyildirim@mehmetakif.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0281-2232>

SUPER FAMILYA DREISSENOIDEA

Sistemik ve Tarihçe

Bivalvia sınıfı, Autobranchia altsınıfı, Heteroconchchia infrasıfı, Euheterodonta suptersınıfı, Imparidentia supertakımı, Myida takımı, Dreissenoida süperfamilyası sadece Dreissenidae familyası ile temsil edilmektedir. Dreissenidler uzun süre (yaklaşık 50 milyon yıl) varlıklarını sürdüren guruplardan biridir. Ata Dreissenidae'nin, Triyas döneminde Pangaea'nın Tethys Okyanusu'nun tatlı ve tuzlu su havzalarında ortaya çıktığına inanılmaktadır. Bu dönem, Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa ve Afrika kıtalarının ayrılmaya başladığı zamanlara denk gelmektedir (Morton 1993). Dreissenid taksonlarının muhtemelen Paratethys Denizi'nin tuzlu sularının parçalanması sırasında, orta ila geç Miyosen döneminde çeşitlendiği düşünülmektedir (Morton 1993). Paratethys Denizi, şu anda Karadeniz, Hazar ve Aral Denizleri'ni içeren geniş bir bölgeyi kapsamaktaydı; ancak geç-Miyosen'den Pleistosen dönemine kadar olan dönemde, bu havzalar arasındaki paleocoğrafik ve genetik sürekliliği etkileyen birçok drenaj, yükseklik ve tuzluluk değişikliği yaşanmıştır (Stepien, et al., 2013). Bu gelişmeler ile birlikte gurup üyeleri, ekolojik özellikleri nedeni ile kalitatif ve kantitatif bir zenginlik sergileyememişlerdir (Andrusov 1897. Günümüzden yaklaşık 10-11 milyon yıl öncesinde, Paratethys kökenli Orta ve Doğu Avrupa sucul alanlarında birçok cins, altcins, tür ve alt tür ortaya çıkarak geniş yayılışlar göstermişlerdir. Ancak bu grupların çoğu, Paratethys Deniz-Gölllerinin periyodik regresyonları ve transgresyonları sonucunda ortadan kaybolmuşlardır (Starobogatov & Andreeva 1994).

Familya günümüzde yayılış gösteren alt familya içermektedir. Bunlar: Altfamilya Congeriinae Mandic & Harzhauser, 2016, Altfamilya Dreisseninae J. E. Gray, 1840 ve tamamen fosil olan Altfamilya Dreissenomyinae Babak, 1983 dir.

Altfamilya Congeriinae üyeleri fosilleşmiş cinsler yanında Acı ve Tatlısularda yayılış gösteren cinsleri de içermektedir. Bunlar *Amygdalia* Nevesskaja, 2013 (Fosil), *Andrusoviconcha* Starobogatov, 1970 (F), *Congeria* Partsch, 1835 (F), *Illyricocongeria* Mandic, 2016(F), *Rhombocongeria* Starobogatov, 1970, *Trigonipraxis* Starobogatov, 1970 (F) ve günümüzde Mağara ortamında yaşayan relik *Congeria* Partsch, 1835 cinsleridir. *Congeria*'ler Miyosen ve Pliyosen'de vikaryant süreçlerle 3 farklı türe (*C.*

kusceri, *C. jalzici* ve *C. mulaomerovici*) ayrıldığı belirlenmiştir. Özellikle Tersiyer sürecinde Dreissenidae ailesi üyelerinin çoğunun soyu tükenmiştir. Bununla birlikte sadece bir soy, yer altı mağaralarında yaşamını sürdürmüştür. Bunlar günümüzde Dinar Alpleri'nde bulunan 15 mağarada yayılış göstermektedirler (Molluscanbase, Bilandžija, et al. (2013).

Altfamilya Dreisseninae, fosilleşmiş olan Prodreissensia Rovereto, 1898 cinsi ve günümüzde yayılış gösteren *Dreissena* Van Beneden, 1835 ve *Mytilopsis* Conrad, 1858 cinslerini içermektedir.

Mytilopsis cinsi tatlı ve acı sulara yayılış gösteren ve oldukça küçük yapıları midye türlerini kapsamaktadır. Bunlar *M. adamsi* J. P. E. Morrison, 1946, *M. africana* (Van Beneden, 1835), *M. lacustris* (Morelet, 1860), *M. leucophaeata* (Conrad, 1831), *M. ornata* (Morelet, 1885), *M. sallei* (Récluz, 1849) ve *M. trautwineana* (Tryon, 1866) türleridir (Bieler, et al. 2021).

Mağara ortamında yaşayan relik *Congerina* cinsinin Miyosen ve Pliyosen'de vikaryant süreçlerle 3 farklı türe (*C. kusceri*, *C. jalzici* ve *C. mulaomerovici*) ayrıldığı belirlenmiştir. Özellikle Tersiyer sürecinde Dreissenidae ailesi üyelerinin çoğunun soyu tükenmiştir. Bununla birlikte sadece bir soy, yer altı mağaralarında yaşamını sürdürmüştür. Bunlar günümüzde Dinar Alpleri'nde bulunan 15 mağarada yayılış göstermektedirler (Bilandžija, et al. (2013).

Dreissena ise *Dreissena*, *Pontodreissena* ve *Carinodreissena* olmak üzere üç alt cinse ayrılmıştır. *Dreissena* alt cinsi geniş yayılışlı *Dreissena polymorpha* ve bir Anadolu endemik elamanı olan *Dreissena anatolica* türlerini içermektedir. *Pontodreissena* alt cinsi, *Dreissena caputlacus* ve *Dreissena rostriformis* olmak üzere iki türü içermektedir. *Carinodreissena* alt cinsi ise her ikisi de Balkan Yarımadasında yayılış gösteren *Dreissena carinata* and *Dreissena blanci* türlerini içermektedir (Gelembiuk, et al. 2006).

Familyaya ait ilk tür Pyotr Simon Pallas tarafından Hazar Denizi Havzası'ndaki Ural Nehri popülasyonundan tanımlamıştır (Pallas 1771). Türün yaygın adı, kabuk üzerindeki zebra benzeri çizgilerden türemişken, "polymorpha" adı, kabuklardaki çizgi desenine atıfta bulunur ve bu desen oldukça değişken olabilir. XIX: yüzyıldan önce, *Dreissena* üyeleri Karadeniz, Hazar ve Azak Denizi'ne endemikti (Stanczykowska 1977). Diğer bölgelere yayılmaları kazara yapılan tanıtımların bir sonucuydu. 1800 ile 1900 arasında, zebra midye Avrupa'daki yayılımını iki katına çıkardı (Schloesser 1995) ve

neredeyse tüm büyük drenaj bölgelerine yayıldı. Yayılma, geniş kanal ağlarının gelişimi ve 19. yüzyıl sanayi devriminin ardından artan deniz ticareti ile kolaylaştırıldı (Astanei, 2005).

Zebra midyeleri, 1824 yılında Baltık bölgesinden getirilen nemli kerestelerin ithalatı sonrasında Büyük Britanya'da ortaya çıktı (Minchin et al. 2002). Kereste, birçok Avrupa limanına ihraç edildi ve Hollanda kısa süre sonra (1826) istila edildi. O zamandan beri, zebra midyeleri İsveç, Finlandiya, İsviçre, Kuzey İtalya, Fransa ve İrlanda'ya kadar yayılmıştır.

Zebra midyeleri, Kuzey Amerika'da ilk kez 1988 yılında Büyük Göller'de keşfedildi. İlk kurulmuş bir popülasyona dair hesap, Huron Gölü ile Erie Gölü'nü birleştiren Lake St. Clair'ın Kanada sularından geldi (Hebert et al. 1989). Birkaç yıl içinde zebra midyeleri, Büyük Göller havzasından Illinois ve Hudson nehirlerine yayıldı. Illinois Nehri, onların Mississippi Nehri drenajına tanıtılmasının anahtarıydı, ki bu da 1.2 milyon metrekareyi aşan bir alanı kapsıyor. Yedi yıl içinde, zebra midyeleri on sekiz Amerikan eyaletine ve iki Kanada eyaletine yayıldı (Johnson & Padilla 1996). 2000 yılına gelindiğinde, zebra midyesi Kanada'nın Quebec ve Ontario eyaletlerini ve ABD'de 21 eyaleti kolonileştirmişti. Ayrıca, teknelerin karadan taşınması nedeniyle izole su kütlelerine de istila etmişlerdi (Astanei, 2005).

Cins : *Mytilopsis* Conrad 1857

Cinsin ülkemizde yayılışı bulunmamaktadır. Bununla birlikte genel çerçeveyi anlamak için cins üzerinde kısaca durulacaktır. Tatlı ve acı sularda yayılış gösteren küçük yapılı bir midyelerdir. . Cinsine ait günümüzde yayılış gösterdiği bilinen türler şunlardır: *Mytilopsis adamsi* J. P. E. Morrison, 1946; *Mytilopsis africana* (Van Beneden, 1835); *Mytilopsis lacustris* (Morelet, 1860); *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831); *Mytilopsis ornata* (Morelet, 1885); *Mytilopsis sallei* (Récluz, 1849) ve *Mytilopsis trautwineana* (Tryon, 1866) (*MolluscaBase*. World Register of Marine Species). Bunlardan *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) kavkuları oldukça küçük olmasına rağmen *Dreissena* cinsi üyelerine çok benzemektedirler. Özellikle kavkı üzerindeki çizgiler nedeniyle *D. polymorpha*'ya benzemektedirler. Bununla birlikte kabağın iç bölgesinde umbo yakınındaki bir apofiz veya çıkıntı taşımaları ile kolayca ayırt edilebilmektedirler. kavkı uzunluğu ortalama 1cm civarındadır (Şekil 1). Diğer midye kavkularına ve yetiştiricilik yapılan kafeslere, kayalık

gibi sert yüzeyle alanlara bağlanabilirler. Meksika Körfezi'nin doğal midyesidir. Gemilerin boşaltım suyu veya ticareti yapılan istiridyelerle bölgedeki diğer alanlara yayılmışlardır. İstilacı bir türdür, Chesapeake Körfezi'nden, kuzeydoğu Brezilya'daki Pernambuco kıyılarına yine gemilerle taşınma nedeni ile Baltık Denizi, Kuzey Denizi, Atlantik Okyanusu ve Akdeniz'in yanı sıra Karadeniz ve Hazar Denizi dahil olmak üzere Avrupa'daki acı sulara da yayılmıştır (Bieler, et al. 2021, Heiler, et al (010). Biyolojik kirliliğe neden olan, yayılmacı türlerdendir.



Şekil 1. *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831)
https://en.wikipedia.org/wiki/Mytilopsis_leucophaeata

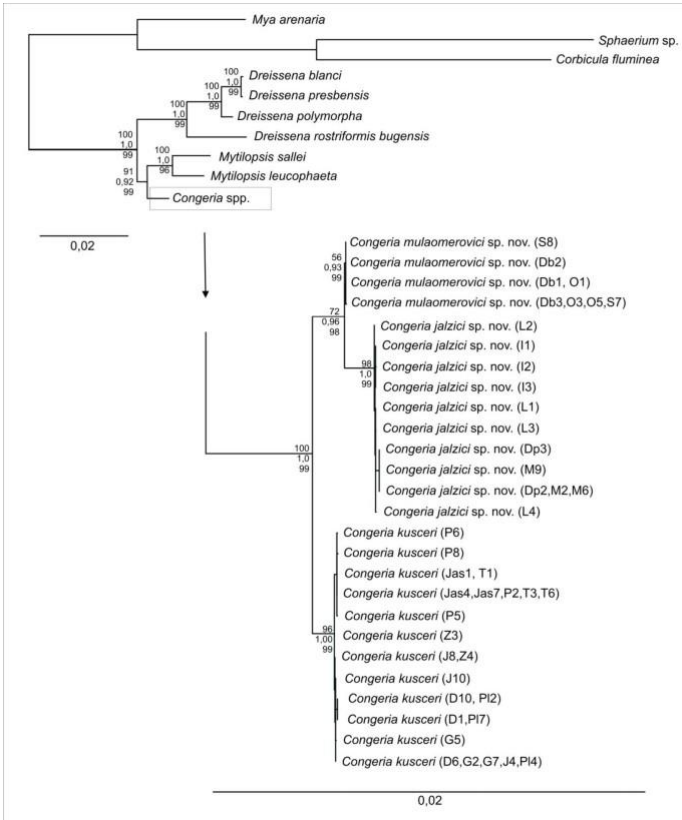
Cins: *Congeria* Partsch 1837

Günümüzde bir çok fosil taksona sahiptirler. Mağara ortamında yaşayan relikt *Congeria* cinsinin Miyosen ve Pliyosen'de vikaryant süreçlerle 3 farklı türe (*C. kusceri*, Bole, 1962 (Şekil 2), *Congeria jalzici* B. Morton & Bilandžija, 2023 ve *C. mulaomerovici* B. Morton & Bilandžija, 2023) ayrıldığı belirlenmiştir. Özellikle Tersiyer sürecinde Dreissenidae ailesi üyelerinin çoğunun soyu tükenmiştir. Bununla birlikte sadece bir soy, yer altı mağaralarında yaşamını sürdürmüştür. Bunlar günümüzde Dinar Alpleri'nde bulunan 15 mağarada yayılış göstermektedirler (Bilandžija, et al. 2013). Bunlara ait filogram Tablo1' de verilmiştir.



Şekil 2. *Congeria kusceri* Bole, 1962 (foto: Helena Bilandžija)
<https://bilandzija.irb.hr/Cave-bivalves>

Tablo 1. *Congeria* Partsch 1837 cinsine ait filogram (Bilandžija, et al. 2013)'den



Cins: *Dreissena* Van Beneden 1835

Günümüzde en çok bilinen ve üzerinde en çok araştırmanın yapıldığı canlılardan biridir. Yüksek üreme ve gelişme potansiyelleri ile bilinen en agresif istilacıdır. Oldukça küçük yapılı Tatlısu midyeleridirler. Bysus iplikçikleri ile kolayca sert zeminlere sağlam bir şekilde tutunabilmektedirler. Bu tutunma planktonik larva aşamasında bile gözükmemektedir. Yaşam döngülerine koşut bir şekilde farklı sucul alanlara yayılabilmektedirler. Bu yayılma akarsular, kuşlar ve diğer hayvanlar aracılığıyla doğal bir şekilde gerçekleşebildiği gibi, gemicilik, içsu balıkçılığı gibi antropojenik etkenlerle de gerçekleşebilmektedir. Minchin ve Moriarty (1998) gemilerin, ergin midye ve larvası taşıyan balast sularını farklı yerlere boşaltması ile büyük oranda yayılış gösterdiklerini ifade etmektedirler. Pollux ve diğerleri (2003) İrlanda sularındaki zebra midyelerinin, teknelerin gövdelerine bağlı olarak Britanya'dan geldiklerini öne sürmektedirler.

Biyolojileri: *Dreissena* üyeleri, tipik olarak deniz istiridyeleri gibi, byssal iplikçikleri ve yapışkan pedleri kullanarak katı ve sert zeminlerde yaşamaktadırlar. Bu byssal iplikler, ayakta yer alan byssal bezden salgılanan yüzlerce ipliği içerir. Kabuk yapısı heteromiyaryan türdür ve ön kısım gaga şeklinde incelmışken diğer taraf genişçedir. Cins içindeki türlerin biyolojisi, ekolojisi ve fizyolojisi üzerine bir dizi çalışma mevcuttur, bu çalışmalar arasında Morton (1969a), Mackie (1991), Mackie ve Schloesser (1996), Morton (1993), Claudi ve Mackie (1994), Ekroat ve diğerleri (1993), Ackerman ve diğerleri (1994), Marsden ve diğerleri (1996), McMahon (1996), Mills ve diğerleri (1996), Nichols (1996)'ın çalışmaları bulunmaktadır.

Dreissena üyeleri, güçlü koloniler halinde çok sayıda bireyden oluşan yapılar kurma eğilimindedirler. Bu koloni oluşumunu başarıya yetenekleri, değişken çevre koşullarına uyum sağlama yetenekleriyle ilişkilidir (Lyakhnovich ve diğerleri, 1994). Wictor (1969), midye larvalarının tuzluluğa tolerans gösterdiğini ve en yoğun olarak 0.3-0.7 ‰ tuzlulukta bulduklarını belirtmiştir. Sıcaklık tolerans sınırları ise 0 ile 32 °C arasında değişmektedir (Lufarov, 1965; Shkorbatov ve diğerleri, 1994). Shkorbatov ve diğerleri (1994), sıcaklığa bağlı olarak oluşan anoksik koşullarda birkaç gün hayatta kalabilme yeteneklerini gözlemlemiştir (Karatayev ve diğerleri, 1998).

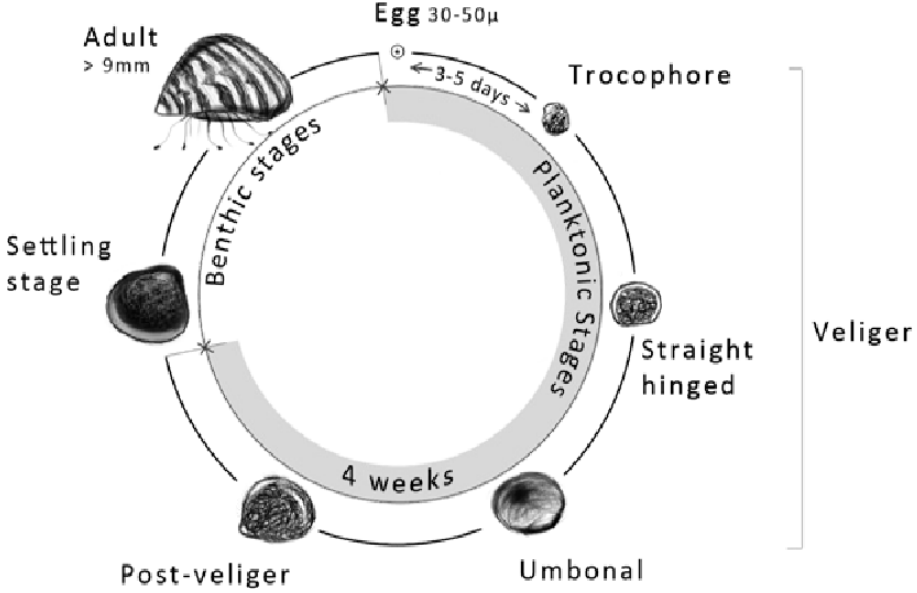
Dreissenalar, besinlere kolayca erişebilecekleri bir derinlikte yaşamaktadırlar. Genellikle sucul ortamlarda, özellikle zemindeki makrofitler ve diğer az hareketli omurgasızlar üzerinde, diğer katı zeminlere kıyasla daha yoğun bir şekilde bulunurlar (Karatayev ve diğerleri, 1998; Minchin ve diğerleri, 2002). *Dreissena polymorpha*'nın en yüksek yoğunluklarını metrekaşe başına 500,000 birey/m²'ye kadar ulaştığı alanlar, genellikle enerji santrali su boruları üzerinde gözlemlenmiştir. Bu organizmaların, çamurlu alanlarda yayılım göstermedikleri bilinmektedir (Karatayev ve diğerleri, 1998).

Beslenmeleri: *Dreissena* üyeleri, istiridyelere benzer olarak süspanسیون haldeki besinlerle beslenmektedirler. Büyük solungaçları ile çok miktarda su çekip, sudaki küçük partikül organik besin maddelerini filtrelemektedirler. Filtrasyon genel olarak 5-30 °C sıcaklık aralığında (Kondratiev, 1962) ve 8-9 pH düzeyinde (Morton, 1971) başarı ile yapılmaktadır. Bunlar, organik detrius içeren besin partiküllerini, bakteri ve tek hücreli algleri emebilmektedirler. Emmeler, inhalant sifon aracılığıyla olmakta ve daha sonra solungaçlardaki özel yapılı kirpiklerle filtrelenmektedir. Etkili filtreleme aralığı partikül boyutları 1 µm ile > 50 µm çapındaki parçacıklardır (Horgan ve Mills, 1997). Partikül seçimi, solungaç ve labial palpların epitelinde gerçekleşir. Genellikle inorganik partikülleri, diatomları, geniş hacimli yeşil ve mavi-yeşil algleri yine organik sıvı emülsiyonlarını da elemektedirler (Mikheev, 1994). Elenen partiküller, manto boşluğunda biriktirilerek sifon aracılığıyla dışarı salınır.

Dreissenalar, askıdaki maddelerini filtre ederek sucul ekosistemlerinde materyal ve enerji döngüsü ile ekosistemlere katkı yapma özelliğine sahiptirler (Karatayev ve Burlakova, 1993; Karatayev ve ark., 1994).

Üreme: *Dreissena* üyeleri genel olarak ayrı eşeylidirler. Bununla birlikte Kuzey Amerika yayılış gösteren popülasyonlarında hermafrodit olanlara rastlanılmıştır (Nichols 1996). Dreissenalar genel olarak yaz aylarında ve ortalama bir yaşında (yaklaşık 6 mm kavkı uzunluğu) iken yumurtlamaya başlarlar. Bununla birlikte daha ileriki yaşlarda olanlar ortalama olarak 6-8 haftalık bir süreçte gamet salınımı yaparak dış döllenme gerçekleştirirler. planktonik serbest yaşam larva aşamasını ve nispeten sessiz bir yetişkin aşamayı içerir. Yüksek üreme çıktısı ve uzun bir planktonik aşama bulunduran

bu tür bir yaşam döngüsü, tatlısu istiridyeleri arasında çok nadir olup, genellikle deniz omurgasızlarının birçok türünde tipiktir (Şekil 3).



Şekil 3. *Dreissena polymorpha*'nın Yaşam çemberi (Bighiu, et al. 2019)'den

Genel olarak üreme su sıcaklığı 12°C'nin üzerinde olduğunda başlamaktadır. Şüphesiz bunda besin bulunması ve su hareketliliği de etkilidir (Haag & Garton 1992). Kuluçka süresi su sıcaklığı ile ters orantılı olarak 8 ila 24 gün arasında değişebilmektedir (Nichols 1996). Örneğin, Kuzey Amerika sularda larval gelişim 8 ila 15 gün sürerken (Marsden 1992), İrlanda sulardaki gelişim süresi iki ila üç haftadır (Lucy & Sullivan 2001). Larva yoğunlukları 400,000 m³'ye kadar rapor edilmiştir (Marsden 1992). Yüksek ölüm oranları (%20-100), larva ve yeni yerleşen bireylerde rapor edilmiştir (Nichols 1996). Zebra midyeleri genellikle üç ila beş yıl yaşar, ancak dokuz yıl kadar uzun süre hayatta kalabilirler (Marsden 1992). İrlanda sularındaki yaşam süresi yaklaşık üç yıldır (Lucy & Sullivan 2001).

Yayılları: Günümüzde bilinen en agresif istilacılarından olan Dreissenaların bu denli hızlı yayılma nedenlerinden en önemlisi ve ilki yüksek üreme potansiyelleridir. Ortalama olarak bir dişi midye mevsiminde bir milyon yumurta bırakmaktadır. Bir anlamda birkaç bireyin varlığı ile büyük bir

popülasyon sayısına kısa sürede ulaşmak olasıdır. İkinci önemli neden ise zebra midyelerinin sahip oldukları planktonik veliger larvalarıdır. Serbest yüzen larvalar, birkaç boyunca askıda kalabilmektedirler (Carlton 1993). Yine bir yere tutunmadan 300 km'den fazla mesafe kat ederek yeni popülasyonlar oluşturabilmektedirler (Stoeckel ve ark. 1997). Diğer bir neden, byssal iplikçikleri ile çok geniş aralıktaki farklı sert zeminlere tutunabilmeleridir. Metrekare başına 150.000 birey ve 10 kg m²'yi aşan biyokütlelere sıklıkla rastlayabilmek olasıdır (Stewart ve Haynes 1994). Yine sıklıkla morfolojik ve fizyolojik olarak gösterdikleri değişkenlik ve genetik yapı nedeniyle, ekolojik olarak farklı popülasyonlara evrilebilme olasılıkları yüksektir (Hebert ve ark. 1989).

Etkileri: *Dreissena* cinsinin bazı üyeleri dünyanın en etkili 100 istilacı arasına dahil edilmekte (ISSG, 2001); <http://www.issg.org/database/species>) ve içsularda oluşturduğu biyokirlenme ile oldukça zararlı türler arasında sayılmaktadır (O'Neill 1997). Sadece Amerika da, Büyük Göllerde gösterdikleri olağanüstü yayılışları ile 5 yılda 120 milyon USD zarar oluşturdukları tahmin (van der Velde 2001).

Dreissena üyeleri byssal iplikleri ile teknelerin ağaç gövdelerine, sert materyallere, diğer yumuşakçalara, sucul bitkilere, plastikler vb. su içerisindeki her türlü katı substrata tutabilmektedirler. (Minchin & Moriarty 2002). Bu şekilde, içme ve sulama amaçlı su sistemleri, enerji santralleri, değişik amaçlı kullanılan boru sistemleri işleyişini aksatacak tıkanma, kapatma vb zararlar oluşturmaktadırlar (Minchin & Moriarty 2002; Minchin et al. 2003). Ekolojik olarak, sert zeminlerde oluşturdukları kolonilerle, diğer makro omurgasız topluluklarını etkilemektedirler.

Zebra midyelerinin oluşturdukları koloniler ile sert substratlardaki makro-omurgasız faunası üzerinde olumsuz etkiler oluşturmakta, hatta o bölgede yaşayan midye türlerinin azalmasına ve bazan da yok olmalarına yol açmaktadırlar (Schloesser et al. 1996; Burlakova et al. 2000). Örnek olarak Hudson Nehri'nde (USA) *Dreissena polymorpha* populusunun hızla büyümesi ile fitoplankton biyokütlesinde %80-90, zooplankton biyokütlesinde ise %70'ten fazla azalma görüldüğü belirlenmiştir (Pace ve ark. 1998). Bu midyeler sucul alandaki döngüler üzerinde oldukça etkili olarak, toplam fosfor, amonyak, nitrat ve nitrit miktarında artışa yol açması beklenilmektedir (van der

Velde 2001; Minchin et al. 2003). Yine bu istilacılar, ekosistemde genel biyoçeşitliliği olumsuz olarak etkileyebilmekte ve ekosistem zeminini diğer yerleşimciler için uygun olmayan sert bir substrata dönüştürebilme potansiyeline sahiptirler (van der Velde 2001).

İrlanda'da da benzer bir durum görülmüş, Shannon ve Erne sistemlerinde planktonla beslenen endemik *Coregonis autumnalis polla* balığı için çok ciddi tehditler oluşturmuşlardır. (McCarthy & Fitzgerald 1997). Yine dreissenidlerin aşırı çoğalması *Anodonta anatina* ve *Anodonta cygnea* (Minchin ve ark. 2002) yine İrlanda'da koruma altına bulunan *Margaritifera margaritifera* 'ları tehdit altında bıraktıkları gözlenmiştir (Lucey 1993; Beasley & Roberts 1999; Moorkens 1999).

Dreissenidler, insan sağlığı risk altında tutan çevresel tehlikeleri belirlemede indikatör olarak kullanılabilirler (Michel & Vincent-Hubert, 2015). Bunlar askı halindeki katı ve fitoplanktonik organizmaları filtreleyerek suyu berraklaştırabilmektedirler (van der Velde 2001). Bununla birlikte bu durum makrofitlerin yayılmasını artırabilmektedir (Minchin & Moriarty 2002; Minchin ve ark. 2003). Yine dreissenidler sazan gibi omnivor ve bazı karnivor omurgalıların besinini oluşturmaktadırlar (van der Velde 2001).

SİSTEMATİK

Dreissena Van Beneden, 1835

Tip Tür: *Mytilus polymorphus* Pallas, 1771, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)

Dreissena cinsi, *Dreissena*, *Pontodreissena* ve *Carinodreissena* alt cinslerine ayrılmaktadır. *Dreissena*, kavkılarında yer alan belirgin koyu ve açık şeritler ile kolayca tanımla bilinir. Bununla birlikte çok farklı varyasyonlarda olasıdır. Kavkıda, parlak açık kahverengi düz ya da zigzag şeklinde koyu şeritler bulunabilmektedir. Kavkı trigonal ya da üçgenimsidir ve umboları keskin uçlar taşır. Bu yapının altında oldukça fazla yer tutan menteşe diş levhası yer alır. Dreissenalar için yüksek pH, orta alkaliniteye sahip, orta düzeyde çözünmüş mineral içeren mezotrofik göller en uygun habitatlar sergilemektedirler. Pelajik larvaları olmalarına karşın çoğunlukla bentik bir yaşam sürerler.

Cins Ponto-Kaspien Denizi havzasında evrimleşmiş olmasına karşın, cinsde dahil olan *Dreissena polymorpha* ve *Dreissena bugensis* dünyanın en

yaygın istilacılarından biri olma özelliğine çok kısa sürede ulaşmışlardır. Cinsin bu güne kadar önemli sayıda fosilleşmiş olan 209 takson ile temsil edilmekte olduğu belirlenmiştir (Mosllucanbase). Bunlardan günümüzde yayılış gösterenler:

Dreissena anatolica Locard, 1893: Günümüzde antropojenik etkilerle Anadolu içsularında geniş yayılışlar göstermektedirler. Türkiye de yayılış gösteren dreisenidler içinde değinilecektir .

Dreissena bugensis (Andrusov, 1897); Bataklik midyesi olan türün acı ve tatlı sularda yayılış gösterirler (Şekil 5). Ponto-Caspian kökenli olan türün Güney Baltık havzasında yayılış göstermekte olduğu bilinirken günümüzde Avrupa'nın nehirlerinde ve göllerinde Kuzey Amerika'nın Büyük Göllerinde yayılış gösterdiği bilinmektedir (Woźniczka et all. 2016, <https://en.wikipedia.org>).



Şekil 5. *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) (<https://en.wikipedia.org>)

Dreissena caputlacus Schütt, 1993: Diğer bir Anadolu kökenli midye, İç Anadolu Bölgesinde yayılış göstermektedir (Yıldırım et al, 2023). Türkiye de yayılış gösteren türler konusunda tekrar değinilecektir.

Dreissena carinata (Dunker,1853); İşkodra ve Ohrid göllerinde yayılış gösterdikleri bilinmektedir (Şekil 6) (Pesic ve Glöer, 2018).



Şekil 6. *Dreissena carinata* (Dunker,1853) (<https://www.conchology.be/>)

Dreissena caspia Eichwald, 1855: Hazar Denizi endemiği olan tür muhtemelen yok olma olasılıkları yüksektir (Şekil 7). Çünkü son yıllarda yapılan araştırmalarda, daha önce yayılış gösterdiği bilinen Hazar Denizi ve Aral Gölü'nde canlı örneğe rastlanılmamıştır (Wesselingh et al. 2019).



Şekil 7. *Dreissena caspia* Eichwald, 1855 (<https://inaturalist.ca/photos/204347552>)

Dreissena grimmi Andrusov 1890: Acı sularda yatılış gösteren tür, Orta ve Güney Hazar Havzası'nda 15 ila 300 m arasındaki derinliklerde yayılış göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 8. *Dreissena grimmi* Andrusov 1890, Bogutskaya, et al (2013).

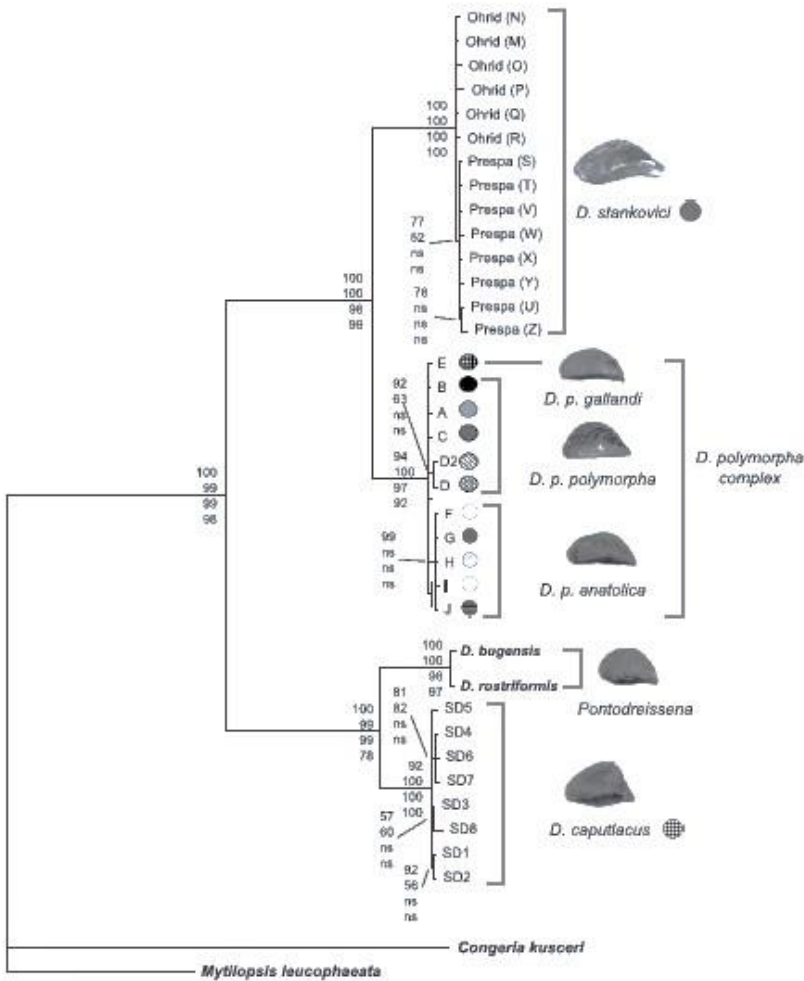
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771): İlk kez 1769 yılında Alman Zoolog Peter Simon Pallas tarafından Ural, Volga ve Dnieper nehirlerinden tanımlanan tür, günümüzde dünyanın en istilacı türlerinden biri kabul edilmektedir. İsimlerini, kavkılarında yer alan çizgili desenlerden alan küçük yapılı midyelerdendir.

Dreissena siouffi Bourguignat, 1893: Tatlısularda yayılış gösteren türün Fırat havzasında ve Kuzey Irak'ta yayılış gösterdiği bilinmektedir (Schutt, H. & R. Sesen. 2007). Taksonomik olarak teyide ihtiyacı bulunmaktadır.

Dreissena stankovici Lvova & Starobogatov, 1982. Gelembiuk et al. (2006) tarafından ayrı bir tür olarak verilmesine karşın, Molluscanbase tarafından *Dreissena carinata* (Dunker, 1853)'nin sinonimi olarak kabul edilmektedir.

Filogenetik çalışmalarda *Dreissena*: *Dreissena*, *Pontodreissena* ve *Carinodreissena* alt cinlerine ayrılmıştır. Bunlardan *Pontodreissena*, *Dreissena caputlacus* ve fosileşmiş *Dreissena rostriformis* türlerini içermektedir. *D. caputlacus*'un ülkemizde ülkemizin İç ve doğu bölgelerinde yayılış göstermektedir. *Carinodreissena* alt cinsi ise, *Dreissena carinata* ve *Dreissena*

blanci taksonlarını içermektedir. Ülkemizde bulunmayan bu iki takson Balkan ülkelerindeki yaşlı göllerde yayılış göstermektedirler (Son, 2007). *Dreissena* alt cinsi ise, *D. polymorpha polymorpha* ve *D. polymorpha anatolica* olmak üzere iki tür içerir. *D. p. anatolica*, Akdeniz'in kuzeyindeki göllerde Türkiye'de endemiktir ve *D. p. polymorpha* (zebra midyesi) Pontocaspian kökenli olup Avrasya ve Kuzey Amerika'nın büyük bölümünde yaygın bir şekilde yayılış göstermekte olduğu bilinmektedir (Gelembiuk et al. 2006; Stoyanova, et Al 2014)) (Şekil 9).



Şekil 9. *Dreissena* cinsine ait filogram (Gelembiuk et al. 2006).

Türkiye’de yayılış gösteren *Dreissena* türleri

Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalarda *D. caputlacus*, *D. p. anatolica* ve *D.p. gallandi* taksonlarının yayılış göstermekte olduğu bilinmektedir (Gürlek vd. 2019).

Dreissena polymorpha gallandi (LOCARD 1893)

1893 *Dreissensia Letourneuxi* --[BOURGUIGNAT] LOCARD, (Sapanca Gölü).

1893 *Dreissensia lacunosa* --[BOURGUIGNAT] LOCARD, (İznik Gölü).

1893 *Dreissensia gallandi* -[BOURGUIGNAT] LOCARD, (Apolyont Gölü = Uluabat Gölü).

1893 *Dreissensia hermosa* --[BOURGUIGNAT] LOCARD, (İznik Gölü).

1897 *Dreissensia polymorpha* var. *gallandi*, -- ANDRUSOW

1897 *Dreissensia polymorpha* var. *hermosa*, -- ANDRUSOW

1986 *Dreissena polymorpha gallandi*, -- KINZELBACH, (Apolyont Gölü),

1993 *Dreissena polymorpha gallandi*, -- SCHÜTT

2006 *Dreissena polymorpha gallandi*, -- GELEMBIUK, et al.

2019 *Dreissena polymorpha gallandi*, -- GÜRLEK, et al.

2023 *Dreissena polymorpha gallandi*, -- YILDIRIM, et al.

Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)’nin yayılış gösterdiği merkezlerinden biride Anadolu’dur. Türkiye’nin Kuzeyinde yer alan kıyı bölgelerindeki sucul sistemler hidrocoğrafik, ve antopojenik etkinlikler açısından türün kolayca yayılmasına imkan veren konumlardadır. Bu yüzden tür bölgedeki giriş ve yayılma yollarını kullanıp, evrimleşerek Anadolu’ da ilginç bir yayılış göstermiştir (Şekil 10).



Şekil 10. *Dreissena polymorpha gallandi*

Dreissena caputlacus SCHÜTT 1993

1993 *Dreissena caputlacus* SCHÜTT, Arch. Moll., 122: 329, T. 1 F. 14.

2006 *Dreissena caputlacus* --GELEMBIUK, et al,

2019 *Dreissena caputlacus* --GURLEK, et al.

Gölbaşı Gölü (Adıyaman)'nden tanımlanmıştır. Üçgenimsi olan kavkuları üzerinde beyaz renkte enine çizgiler yer almaktadır. Yine tipik olarak, kavkuları birleştiren bir elastik menteşe bulunmakta olup, bu hattı üzerinde diş yoktur (Şekil 11).



Şekil 11. *Dreissena caputlacus* SCHÜTT, 1993

Türün tip yeri ve evrimleşme yeri olan Gölbaşı Göleti ile hidrocoğrafik bağlantısı olan lentik (Seyhan Barajı, Sır Baraj Gölü, Kurtağılı Baraj Gölü (Yozgat), Menzelet Baraj Gölü, Almus Baraj Gölü (Tokat) ve Kartalkaya Baraj Gölü (Kahramanmaraş) ve Lotik (SeyhanNehri) sitemlerde de türün yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Türün güçlü popülasyonlar oluşturma eğilimin olduğu ve Ceyhan baraj gölünde enerji üretim sistemlerinde biyofouling etkisi göstermekte olduğu gözlenmiştir.

Dreissena polymorpha anatolica (LOCARD 1893)

1853 *Dreissena polymorpha anatolica* --BOURGUIGNAT, (Beyşehir Gölü)

1893 *Dreissensia anatolica* --[BOURGUIGNAT] LOCARD, (Beyşehir gölü).

1986 *Dreissena polymorpha anatolica*, --KINZELBACH, (Bafa Gölü, Çavuşçu Gölü,

Kovada Gölü, Fırat Nehri Birecik),

1993 *Dreissena polymorpha anatolica*, -- SCHÜTT

2006 *Dreissena polymorpha anatolica*, --GELEMBIUK, et al.

2019 *Dreissena polymorpha anatolica*, -- GURLEK, et al.

Cinsin en küçük kavkına sahip türlerinden biridir. Evrimleşme ve yayılma merkezi olarak Eğirdir ve Beyşehir Gölleri olmasına karşın özellikle balıkçılık gibi antropojenik etkinliklerle İç bölgelerdeki bir çok baraj göllerinde geniş popülasyonlar oluşturarak yaşadıkları bilinmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. *Dreissena polymorpha anatolica* (LOCARD 1893)

Ülkemizde günümüzde yayılış gösteren *Dreissena* türlerine ilaveten, Schütt (199) Ege Bölgesinde *Dreissena blanci* WESTERLUND 1890 taksonunun yayılış gösterdiğini ifade etmektedir. Ancak diğer araştırmacılar tarafından teyit edilmemiştir.

Ülkemizde yayılış gösteren *Dreissena* taksonları ile birlikte fasilleşmiş türlere de rastlanılmaktadır. Pliosen dönemine ait fosil alanlarında tespit edilmiş olanlar: *Dreissena iconica* SCHÜTT 1993 (Konya civarında), Erzurum ve Kars çevresinden *Dreissena diluvii* (ABICH 1859) (Schütt, 1989); *Dreissena bouldourensis* FISCHER 1866 (Burdur Gölü havzasında), *Dreissena bourguignati* LOCARD, 1893 (Antakya civarında), *Dreissena diluvii* (ABICH 1859) (Aras Nehri civarında), *Dreissena polymorpha arnouldiformis* SCHÜTT, 1993 (Bolu civarında) taksonlarıdır.

KAYNAKLAR

- Ackerman J.D., Sim, B., Nichols, S.J., Claudi, R. (1994) A review of the early life history of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): comparisons with marine bivalves. *Can. J. Zool.* 72: 1169-1179.
- Astanei, I. (2005). Genetic Variability And Phylogeography Of The Invasive Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas). Galway-Mayo Institute of Technology Philosophy Thesis.
- Bighiu, M.A., Norman Haldén, A., Goedkoop, W. and Ottoson, J. (2019) Assessing Microbial Contamination and Antibiotic Resistant Bacteria Using Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*). *Science of the Total Environment*, 650, 2141- 2149.
- Bilandžija, H., Morton, B., Podnar, M., Helena, C. (2013). Evolutionary history of relict Congeria (Bivalvia: Dreissenidae): unearthing the subterranean biodiversity of the Dinaric Karst. *Front Zool* 10, 5 <https://doi.org/10.1186/1742-9994-10-5>.
- Bogutskaya, N.G., Kijashko, P.V., Naseka, A.M., Orlova, M.I., 2013. Identification keys for fish and invertebrates. Volume 1: Fish and molluscs. RMR Scientific Press Ltd., St. Petersburg - Moscow.
- Carlton, J.T. (1993). Dispersal mechanisms of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). Chapter 40. In: Nalepa TF, Schloesser DW (eds) *Zebra Mussels: Biology, impacts and control*. CRC Press, Boca Raton, FLA., pp 677-697.
- Claudi R, Mackie, G.L. (1994) Practical manual for zebra mussel monitoring and control. CRC Press, Boca Raton, FLA., pp 1-227.
- Gelembiuk, G.W., Gemma, E.M., Lee, C.E. (2006). Phylogeography and systematics of zebra mussels and related species. *Mol. Ecol.* 15: 1033–1050.
- Gürlek, M.E., Şahin, S.K., Dökümcü, N., Yıldırım, M.Z. (2019). Checklist of the freshwater mollusca of Turkey (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia). *Fres. Environ. Bull.* 28(4): 2992-3013.
- Heiler, K. C. M., Nahavandi, N., Albrecht, C. (2010). A new invasion into an ancient lake — The invasion history of the dreissenid mussel *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) and its first record in the Caspian Sea. *Malacologia.* 53: 185– 192.

- Hebert, P.D., Muncaster, B.W., Mackie, G.L. (1989) Ecological and genetic studies on *Dreissena polymorpha* (Pallas): a new mollusc in the Great Lakes. Can J Fish Aquat Sci 46: 1587-1591.
- Horgan, M.J., Mills, E.L. (1997) Clearance rates and filtering activity of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*): Implications for freshwater lakes. Can J Fish Aquat Sci 54: 249-255.
- Lucy, F., Sullivan, M. (2001) The investigation of an invasive species, the zebra mussel *Dreissena polymorpha* in Lough Key, Co Roscommon, 1999. Desktop study no. 13. Environmental Protection Agency, Wexford.
- Karatayev, A. Y., L. E. Burlakova D. K. Padilla, 1997. The effect of *Dreissena polymorpha* (Pallas) invasion on aquatic communities in Eastern Europe. J. Shellfish. Res. 16: 187–203.
- Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E. (1993) The filtration activity of *Dreissena* and its influence on the trophic structure of planktonic and benthic invertebrates. In: Proceedings of the 6th International Meeting on the Project “Species and their Productivity within their Range” UNESCO program “Man and Biosphere”, April 10-12 1988, St. Petersburg, Russia. Gidrometeoizdat Press, St.-Petersburg, pp 211-213.
- Lyakhnovich, V.P., Karatayev, A.Y., Lyakhov, S.M., Andreev, N.I., Andreeva, S.I., Afanasiev, S.A., Dyga, A.K., Zakutskiy, V.P., Zolotareva, V.I., L’vova, A.A., Nekrasova, M.Y., Osadchikh, V.F., Pligin, Y.V., Protasov, A.A., Tishchikov, G.M. (1994) Habitation conditions. In: Starobogatov YI (ed.) Freshwater zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae). Systematics, ecology, practical meaning. Nauka Press, Moscow, pp 109-119.
- McCarthy, T.K., Fitzgerald, J., O’Connor, W. (1997) The occurrence of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), an introduced fouling freshwater bivalve in Ireland. Irish Naturalist’s Journal 25: 413-416.
- McMahon, R.F. (1996) The physiological ecology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe. Am Zool 36: 339-363.
- Mills, E.L., Rosenberg, G., Spidle, A.P., Ludyanskiy, M., Pligin, Y., May, B. (1996) A review of the biology and ecology of the quagga mussel (*Dreissena bugensis*), a second species of freshwater Dreissenid introduced to North America. Am Zool 36: 271-286.

- Minchin, D., Moriarty, C. (1998) Distribution of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) in Ireland, 1997. Ir Nat. J. 26: 38-42.
- Minchin, D., Lucy, F., Sullivan, M. (2002a) Zebra Mussel: Impacts and Spread. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 135-146.
- Minchin, D., Lucy, F., Sullivan, M. (2002b) Monitoring of zebra mussels in the Shannon-Boyle navigation, other navigable regions and principal Irish lakes, 2000 and 2001. Marine Environment and Health Series, No. 5. Marine Institute, Dublin, pp 1-17.
- Minchin, D., Maguire, C., Rosell, R. (2003) The zebra mussel (*Dreissena polymorpha* Pallas) invades Ireland: human-mediated vectors and the potential for rapid intranational dispersal. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy 103B, 1: 23-30.
- Michel, C., Vincent-Hubert, F. (2015). DNA oxidation and DNA repair in gills of zebra mussels exposed to cadmium and benzo(a)pyrene. Ecotoxicology. 24(9).
- Morton, B.S. (1969a) Studies of the biology of *Dreissena polymorpha* Pall. I. General anatomy and morphology. Proc Malac Soc. London 38: 301-321.
- Morton, B.S. (1969b) Studies on the biology of *Dreissena polymorpha*, Pall. Part II. Correlation of the rhythms of adductor activity, feeding, digestion and excretion. Proc Malac Soc London 38: 401-414.
- Morton, B.S. (1969c). Studies on the biology of *Dreissena polymorpha* Pall. III. Population dynamics. Proc Malac Soc London 38: 471-482.
- Morton, B.S. (1969d). Studies on the biology of *Dreissena polymorpha* Pall.; IV. Habits, habitats, distribution, and control. Water Treatment and Examination 18: 223-240.
- MolluscaBase. World Register of Marine Species.
- Morton, B.(1969). Studies on the biology of *Dreissena polymorpha* Pall III. Population dynamics. Proc Malacol Soc Lond 1969, 38:471-482.
- Nichols , S.J. (1996) Variations in the reproductive cycle of *Dreissena polymorpha* in Europe, Russia, and North America. Am Zool 36: 311-325.

- O'Neill, C.R. (1997) Economic impact of zebra mussels – results of the 1995 National Zebra Mussel Information Clearinghouse study. *Great Lakes Res Rev* 3: 35-44.
- Pollux, B.J.A., Minchin, D., Van der Velde, G., Van Alen. T., Moon-, Van der., Staay, S., Hackstein, J.H.P. (2003) Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) in Ireland, AFLP fingerprinting and boat traffic both indicate an origin from Britain. *Freshw Biol* 48: 1127-1139.
- Schütt, H. (1991). Fossile Mollusken dreier anatischer Ovas. - *Arch. Moll.*, 120: 131- 147, Taf. 1. Frankfurt a. M.
- Schütt, H. & R. Şeşen (2007). The Freshwater Mussel *Dreissena siouffi* (Loucard) in the River Euphrates. *Triton (Rehovot)* 16:1–4.
- Stepien, C. A., Grigorovich, I.A., Gray, M.A., Sullivan, T., Yerga-Woolwine, S. and Kalayci, G. (2013). Evolutionary, Biogeographic, and Population Genetic Relationships of Dreissenid Mussels, with Revision of Component Taxa. *Quagga and Zebra Mussels*, Chapter 26. Edition 2nd Edition, Imprint CRC Press, eBook ISBN9780429110863
- Starobogatov, J., Andreeva, S., 1994. The area and history. *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae). In: species fauna of Russia and neighboring countries. Nauka, Moscow, 47-55.
- Stoeckel, J.A., Schneider, D.W., Soeken, L.A., Blodgett, K.D., Sparks, R.E. (1997) Larval dynamics of a riverine metapopulation: implications for zebra mussel recruitment, dispersal, and control in a large-river system. *J North Am Benthol Soc* 16:586-601.
- Wesselingh, F.P., Neubauer, T.A., Anistratenko, V.V. (2019) Mollusc species from the Pontocaspian region –an expert opinion list. *ZooKeys* 827: 31–124.
- Woźniczka A, Wydrowska, W.B., Radziejewska, T., Skrzypacz, A. (2016). The quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897) – another Ponto- Caspian dreissenid bivalve in the southern Baltic catchment: the first record from the Szczecin Lagoon, *Oceanologia*, Volume 58, Issue 2, April–June 2016, Pages 154-159

BÖLÜM 4

CYRENOIDEA VE SPHAERIOIDEA

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10251777>

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Burdur, Türkiye kebacı@mehmetakif.edu.tr ORCID ID 0000-0003-4991-3356

Üstfamilya: Cyrenoidea Adams ve Adams, 1857

Familya: Cyrenidae Gray, 1840 (=Corbiculidae Gray, 1847)

Bazen karıştırılabildikleri Sphaeriidae üyelerinden daha büyük çenetli olmaları (uzunluk ortalama 20-35 mm, kimi populasyonlarda 60 mm ulaşabilir), ayrıca belirgin eşmerkezli büyüme çizgileri, ayrıca sağ çenette 3 kardinal diş bulunması ve lateral dişlerin düz değil serrat oluşuyla ayırt edilirler. Anatomi ve morfoloji karakterleri bakımından veneroid deniz gruplarına daha yakındırlar.

Kabuk yapısı kalın olup tipik olarak oval üçgenimsi ve şişkindir. Belirgin kabuk çizgileri eşmerkezli ve genellikle düzgün sıralıdır, bazı durumlarda sık ve ince, hatta belirsizdir. Periostrakum dışta sarımsı veya koyu renklerde, endostrakum ise beyazımsı veya mora çalan renkdedir. Umbo bölgesi belirgin, bazılarında (örneğin *C. fluminalis* türünde) yüksektir. Ligament dışta ve belirgindir. Her iki kabukta 3 belirgin kardinal diş ve küçük dişçiklerle kaplı lateral dişler bulunur. Pallial çizgi ve kas çukurlukları belirgin olup, küçük bir pallial sinüs ayırt edilebilir.

Corbicula cinsinde sifonlar kısa ve uçları papillalarla çevrilidir. Solungaç demibransları aşağı yukarı eşit düzeyde gelişmiştir. Gonad irice olup, dallanma gösterir.

Dioik ve/veya hermafroditler. Üreme çok çeşitli şekillerde olabilir; diploid ($n = 18$ veya 19), veya diğerleri triploid hatta tetraploid olabilir, androenez yaygın olarak görülür. Androenez nedeniyle melezleşme ve lateral transfer görülür. Yumurtalar oldukça iridir (0.08-0.125 mm). *Corbicula* türleri vivipar, ovovivipar veya euvivipar olabilirler.

Filogenetik olarak ayrışan acısu ve tatlısu *Corbicula* grupları arasında fenotip ve anatomi bakımından farklılık gözlenmez, ancak larva gelişimi ve üreme biyolojisi bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Familyada iki tip larva gelişimi görülür: *Corbicula fluminea* türünün ait olduğu tatlısu soy hattında döllenmiş yumurtalardan çıkan larva Sphaeriidae familyasında olduğu gibi marsupium içinde değil iç demibrans yüzeyine tutunmuş halde gelişerek, yarım daire şekilli kabuk ve gelişmiş ayak yapısına sahip biçimde, acısu grubunda ise serbest yüzen larva doğrudan (bir inkübasyon süreci olmaksızın) salınır. Bu iki tipin karması da görülebilmektedir. Tatlısu türlerinde biflagellat, acısu türlerinde ise monoflagellat sperm gözlenilir. Hermafroditlik ve kendi kendini

döllemenin görülmesi tatlısu türlerinde klonal populasyonlar görülmesinde etkindir, acısu grupları baskın olarak dioiktir.

Yayılları Asya, Afrika ve Avustralya'yı kapsamakla beraber *Corbicula* türlerinden istilacı özellik gösteren 4 tür insan eliyle Avrupa ve Kuzey Amerika'da görülmeye başlanmıştır. Bu türlerin etkileri konusunda farklı değerlendirmeler bulunmaktadır: ABD *Corbicula fluminea* populasyonlarının ekonomik ve ekolojik zararlara sebep olduğu bilinmektedir, Avrupa'daki istilacı *Corbicula* populasyonlarının ise boş nişleri işgal ederek ekolojik restorasyona olumlu katkılarına dair bulgular mevcuttur. Güney Asya'da yaşayan türleri besin amaçlı olarak tüketilmektedir.

Taksonomisi oldukça tartışmalı bir gruptur. En kalabalık üçüncü tatlısu familyası olup, 3 cins ve 86 türleri bilinmektedir. Ülkemizde ise 1 cins ve 1 türler temsil edilir.

**Cins: *Corbicula* Megerle von Mühlfeld, 1811,
Corbicula fluminalis (Müller, 1774)**

Sin.: *Tellina fluminalis* Müller, 1774; *Cyclas euphratica* Lamarck, 1806; *Cyrena cor* Lamarck, 1818; *Cyrena consobrina* Cailliaud, 1823, *Corbicula purpurea* Prime, 1864; *Corbicula saulcyi* Bourguignat, 1868; *Corbicula syriaca* Locard, 1883

Tanım: Kabuk oval veya üçgenimsi, tipik olarak eğer şeklinde (yükseklik>uzunluk), oldukça konveks ve asimetrik: umbo hafif posterad veya merkezi, bariz şekilde yüksek. Posterior kenar yuvarlak, bazen subtrunkat. Lateral dişler yüksekliğin ortayını geçer, hafifçe serrat. Renk dışta (periostakum) yeşilimsi veya koyu kahverengi renkli, içte (endostrakum) açık veya koyu mor veya menekşe rengi, orta kısım ve umbo altı turuncu benekli menekşeye çalan beyaz. Kabuk çizgileri düzgün sıralı, sık (1.2-1.6/mm), kalın veya ince, bazen belirsiz. Uzunluk 20-30 mm.

Yayıllı alanının genişliğine paralel olarak en fazla sinonimi olan *Corbicula* türüdür. Konkoloji parametreleri bakımından muazzam varyasyona rağmen tür ayırımında anatomi ve diğer karakterlerden ziyade günümüzde morfoloji ve moleküler filogenetik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Morfolojide farklılıklar boyut, posterior kenar morfolojisi, kabuk çizgileri umbo konumu, renkte ortaya çıkmaktadır.

Habitat: Habitat tercihleri benzemekle birlikte tuzluluk toleransı ve muhtemelen sıcaklık ve pH toleransı *Corbicula fluminea* türüne oranla daha yüksektir. Kirletilmiş sularda bulunabilirler. Avrupa'da ilk kez 1984 yılında rapor edilmiş ve hızla yayılmıştır, 1980'de Romanya ve Ukraynada ise Hazar Havzası'ndan doğan ikincil bir istila dalgasıyla karşılaşmıştır. 3 yılda olgunlaşır ve 10 yıla kadar yaşayabilirler. Yılda iki kez üreme dönemi gerçekleşir. Acısu soy hattına mensup olmakla birlikte *C. fluminea* gibi fakültatif olarak inkübasyon gerçekleştirdiği bilinmektedir, ancak larva görece daha küçüktür (<0.217 mm). Avrupa populasyonları diploid olup, triploidiye de rastlanmıştır, hermafrodit veya dioiktirler.

C. fluminea türünden yaşam ortamı ve üreme biçimiyle ayırt edilebildiğine dair eski bilgilere karşın, yeni bulgular iki türün habitat gereksinimleri ve üreme şeklinin benzerlik gösterdiği yönündedir. Keza her ikisine Avrupa'da sintopik olarak da rastlanabilmektedir, yayılışların kesişim gösterdiği alanlarda androgenetik sitonükleer melezleşme nedeniyle morfolojik ayırmda güçlükler meydana gelmektedir.

Yayılış tipi: Batı Asya.

Dağılım: Yayılış alanı en geniş *Corbicula* türüdür. Avrupa (Birleşik Krallık, Fransa, Belçika, Lüksemburg, Hollanda, Almanya, Avusturya, Macaristan, Sırbistan, İsviçre, İtalya, Polonya, Romanya, Ukrayna, Rusya), Kuzey ve Doğu Afrika, Batı (Aşağı Kura havzası, Seyhan, Ceyhan, Asi, Fırat ve Dicle havzaları, İsrail, Ürdün, Suudi Arabistan, İran, Afganistan, Pakistan, Hindistan) ve Orta Asya. Türkiye: Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege (?) bölgeleri.

***Corbicula fluminea* (Müller, 1774)**

Sin.: *Tellina fluminea* Müller, 1774; *Tellina fluviatilis* Müller, 1774; *Cyclas chinensis* Lamarck, 1806; *Cyrena fuscata* Lamarck, 1818; *Cyrena orientalis* Lamarck, 1818; *Corbicula chemnitziana* Prime, 1867; *Corbicula pexata* Prime, 1867

Tanım: Kabuk oval veya geniş üçgenimsi (yükseklik=uzunluk), juvenil oval, genellikle simetrik: umbo merkezi veya nadiren anterad, basık veya orta yükseklikte. Posterior kenar yuvarlak. Lateral dişler yüksekliğin ortayını geçmez, bariz serrat. Renk dışta (periostakum) sarımsı veya yeşilimsi kahverengi, içte (endostrakum) tamamen süt beyaz veya nadiren açık menekşe

rengi. Kabuk çizgileri düzensiz sıralı, daha seyrek (0.8-1.1/mm). Uzunluk 25-40 mm.

Habitat: Kumlu ve çakıllı zeminlerde acı sular (üst limit 10 psu) dahil olmak üzere her tür sucul ekosistemde bulunabilir. Litoralde (ortalama 8 cm derinlikte) bulunabilmeleri, su dışında hayatta kalabilme potansiyeli olduğuna işaret etmektedir. Akarsularda 5–6 m derinliklerde kumlu ve bitkili (*Elodea*, *Potamogeton*, *Ranunculus* ve *Ceratophyllum* türleri) zeminlerden toplanabilmektedir. 1924 yılında Kuzey Amerika'nın Pasifik kıyılarında tespit edilen tür 13 yıl gibi kısa süre içinde hızla yayılarak Atlantik kıyılarına ulaşmıştır. *Dreissena polymorpha* türünde olduğu gibi su iletim yapılarını tıkamak suretiyle ekonomik, yerli türlerle rekabete girerek ekolojik zararlar veren tür takriben 1970 yılında Güney Amerika'nın doğu kıyılarına ulaşmış, 1981 yılında ise Fransa ve Portekiz'den ilk Avrupa kayıtları verilmiştir. 1983 yılında Almanya'ya, 1991 yılında Main Nehri'ne ulaşan tür, diğer istilacılarda olduğu gibi 1992 yılında Ren-Main-Tuna kanalının açılması ile takip eden 10 yıl içinde batıdan doğuya neredeyse bütün Avrupa'yı işgal etmiştir. Yılda üçe kadar çıkabilen üreme döngüsü soncunda metrekarede 133000 bireye kadar çoğalabilir, oligohalin sularda bulunabilmesi istilacılık özelliğini desteklemektedir. 1.5 yıldan önce olgunlaştıkları ve 3 yıl kadar yaşadıkları bildirilmektedir. *Corbicula fluminea* protandrik veya eş zamanlı hermafrodit, bazen dioik, ve triploid bir türdür. Larva solungaç duvarında inkübe edilir ve sifonlardan olgun larvalar salınır. Larvalar yaklaşık 0.25 mm uzunluğundadır.

Yayılış tipi: Doğu Paleartik

Dağılım: Hawai adaları, Kuzey ve Orta Amerika, Güney Amerika'nın bir kısmı (Venezuela, Brezilya, Uruguay, Arjantina), Avrupa (İrlanda, Birleşik Krallık, İspanya, Portekiz, Fransa, Belçika, Lüksemburg, Hollanda, Almanya, Çekya, İsviçre, Avusturya, Macaristan, Sırbistan, İsviçre, İtalya, Polonya, Romanya, Moldova, Bulgaristan, Ukrayna), ve Doğu Asya (Rusya, Çin, Kore, Tayvan, Japonya, Tayland ve Filipinler). Ülkemizde henüz tespit edilmemiş olmakla birlikte bulunması muhtemeldir.

Üstfamilya: Sphaerioidea Deshayes, 1855

Familya: Sphaeriidae Deshayes, 1855

Jüvenil *Corbicula* kavkıları ile karıştırılabilirlerse de daha ince ve küçük (uzunluk en fazla 30 mm, çoğunda <5mm) kavkıları, ayrıca belirgin olmayan

periostrakum çizgiler ile kolayca ayırt edilirler, ayrıca sol çenette 2, sağ çenette 1 kardinal diş bulunması ve lateral dişlerin düz (dişçiksiz) dolusuyla da ayırt edilirler. Anatomi, fizyoloji ve morfoloji küçülmüş boyut ve tatlısuya uyumun etkilerini taşır. Örneğin solungaç, mide, ve menteşe yapılarında bariz şekilde indirgenme görülür

Çenetler küçük veya orta boyutlu (2.0-30.0 mm) olup, bazıları en küçük tatlısu midyeleri arasında yer alır. Kabuk yapısı oldukça ince olup tipik olarak yuvarlağımsı oval, bazen üçgenimsi veya yamuk şekillidir. Kavkı iç yüzeylerinde Cyrenidae familyasında olduğu gibi çok sayıda por bulunur. Umbo merkezi (*Sphaerium* ve *Musculium*) veya posterior konumludur, umbonal bölgede bazı taksonlarda embriyo kabuğu muhafaza edilir. Bazı çenetlerde umbo bölgesinde apendikül adı verilen birer çıkıntı gelişmiştir. Heterodont kardinal (solda 2, sağda 1) ve lateral dişler bulunur. Bazılarında yan dişler körelmiştir. Ligament dış, orta veya içtedir. Bir çift kas çukurluğu belirgin, manto çizgisi zayıftır, sinüs bulunmaz. Manto kenarları ve sifonlarda papilla bulunmaz, ayak uzundur. Ayak açıklığı *Euglesa subtruncata* ve *E. milium* gibi türlerde daralmıştır.

Sifonlar kısmen kaynaşmış bir çift tüp şeklinde (*Sphaerium* ve *Musculium* türleri) ya da biri hunimsi diğeri ise oldukça körelmiş (*P. amnicum* ve *E. casertana*) veya kaybolmuş (*Odhneripisidium moitessierianum*) şekildedir. Sifon kasları çok sayıda kas çiftinden oluşur. Dış (posterior) solungaçlar, içtekilerden (anterior) küçüktür, bazılarında kaybolmuştur. Böbrekler çift halinde sarmal şekilli tüpler biçimindedir.

Hermafroditler. Gonad küçük ve ayağın arkasında konumlanmıştır. Yavrular iç solungaç keselerinde gelişirler. *Sphaerium* ve *Musculium*, farklı gelişme evrelerinde birkaç kese bir arada bulunabilirken, diğerlerinde her üreme döneminde tek bir kese meydana gelir. Yılda bir veya iki üreme dönemi görülebilirken, sabit sıcaklık gösteren (örneğin lakustrin) ortamlarda yıl boyu üreme görülür. Bir veya birkaç aylık süreçte keseden çıkan larvalar gelişimlerini solungaç içerisinde tamamlar ve sifonlardan salınırlar. Yumurta verimi serbest larva evresine sahip çiftçenetlilere göre oldukça düşüktür. Bir mevsimde salınan larva sayısı birkaç düzineyi geçmez. Çoğu *Sphaerium* ve *Euglesa* türleri 20 kadar yavru yapabilirken, kimi türlerde tek seferinde salınan larva 2 -3 kadardır, *Musculium* türleri ve *Pisidium amnicum* ise görece yüksek fekunditeye sahiptirler (bazen 50 üzeri larva/birey). Kendi kendini dölleme

kapasitesi yüksektir. Paedomorfoz görülür, bazı taksonlarda marsupium içinde gelişen larva evresinde dahi olgun gonadlar gözlenebilir. Euviviparlık, küçük boyut ve senkronize olmayan larva gelişimi gibi özellikler geçici sulara hayatta kalabilmek için gerekli hızlı üreme döngüsüne birer uyum olarak kabul edilirler. Buna rağmen tam erişkin boyuta 2-12 ay arasında erişilebilir. Yaşam süreleri bir ila 5 yıldır. Kromozom sayısı intraspesifik ve interspesifik açıdan oldukça değişkendir. Diploid olan *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) ($2n=30,36$) dışında kural olarak poliploidi (maksimum $13n!$) ve yüksek kromozom sayılarına sahiptirler, örneğin *Euglesa casertana* (Poli, 1795) türünde kromozom sayıları yaklaşık 150 ile 190 arasında değişmektedir.

Çoğu infaunal olup, tamamen veya yarı gömülü biçimde fitoplankton ve bakteriyelle beslenirler, bazıları (örneğin *S. corneum*) ise epifaunaldır.

Çok çeşitli ortamlarda bulunabilirler: büyük ırmaklar, göller, kaynaklar, dağ gölleri veya efemeral gölcükler gibi. Birkaç tür kaynak suları (*E. casertana* ve *E. personata*), göller (*E. lilljeborgi*), ırmakları (*E. supina*) yönelik habitat tercihi göstermelerine karşın genellikle çeşitli habitatlarda bulunabilirler. Bazıları orman zemininde düşen yaprakların (*Musculium lacustre*, *E. casertana*) veya kara yosunlarının arasında (*E. obtusalis* ve *E. milium*) bulunabilirler. *M. lacustre* ve *E. casertana* kuruyan suların zemininde canlılıklarını sürdürebilir. Düşük oksijen veya kalsiyum seviyeleri, özellikle tuzluluğa karşı hassasiyet gösterdiklerinden ancak belli türler nehir ağzı kısımlarında tespit edilebilir (*E. casertana*, *E. henslowana*, *E. nitida* ve *E. subtruncata*). *Sphaerium rivicola* ve *P. amnicum* gibi büyükçe türler çakıllı zemine sahip göllerde yaşayabilirler, ancak küçük türler daha ince taneli zeminleri tercih ederler. Corbicula türlerinin aksine yapay ortamları tercih etmezler. Dikey dağılımları kuzey enlemlerinde genelde alçak rakımlarla sınırlı olan bazı türlere, güneyde yüksek rakımlı ortamlarda tesadüf edilebilmektedir.

Potansiyel su kalitesi indikatörü olan türleri mevcuttur. Parazitolojik önemleri düşüktür.

Küçük olmaları ve geçici ortamlara uyum sağlayabilmeleri sayesinde forezi gibi pasif taşınım mekanizmalarıyla kolaylıkla yeni habitatları kolonize edebilirler. Kuvaterner dönemde Holarktik bölge türlerinin dağılımlarında önemli dalgalanmalar, ayrıca yakın dönemde insan eliyle Avrupa ile Kuzey Amerika arasında değişimler gerçekleşmiştir: *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758), *Pisidium amnicum* (Müller, 1774), *Euglesa henslowana* (Sheppard,

1823), *E. supina* A. Schmidt, 1850 ve *O. moitessierianum* (Paladilhe, 1866) Avrupa'dan Kuzey Amerika'ya, *Euglesa compressa* (Prime, 1852), *Musculium partumeium* (Say, 1822), *Musculium transversum* (Say, 1829) ise Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya taşınmıştır.

Antarktika dışındaki bütün kıtalarda dağılım gösterirler. Holarktik bölgede güneyden kuzeye doğru çeşitlilikleri artar, türler genellikle geniş yayılışıdır, endemizm düşük orandadır. En kalabalık ikinci tatlısu familyasıdır. Dünyada 2 altfamilya, 8 cins ve 230 civarı türleri bilinmektedir. Ülkemizden ise 1 altfamilya, 5 cins ve 17 türleri bildirilmiştir.

Altfamilya: Sphaeriinae Deshayes, 1855

Cins: *Pisidium* Pfeiffer, 1821

***Pisidium amnicum* (Müller, 1774)**

Sin.: *Tellina amnica* Müller, 1774; *Cyclas palustris* Draparnaud, 1801; *Cyclas obliqua* Lamarck, 1818; *Pisidium inflatum* Porro, 1838

Tanım: Cinsin ülkemizdeki tek türüdür. Kavkı görece büyük boyutlu, üçgenimsi, parlak, ventral kenar yuvarlağımsı, anterior kenar oval, arka kenar küt ve geniş, üst kenar apekse doğru daralır şekildedir. Genç örneklerde çenetler daha yassı, erişkin örneklerde şişkindir. Umbo posterad, yuvarlak, biraz şişkindir. Çenetler kalın cidarlı, güçlü ve düzensiz kabuk çizgilerine sahiptir. Özellikle sağ çenetteki lateral dişler oldukça gelişmiştir. Kardinal dişler anterior dişlere yakındır. C2 kısa ve kavisli olup C4 onun üzerinde eğik bir şekilde konumlanmıştır. C3 daha uzun, kavisli, arkaya doğru genişlemiş ve bazen çatallıdır. Ligament ortada, fossası geniştir. Periostrakum sarımsı veya kahverengimsi, gençlerde beyazımsı sarı renklidir. Gövde beyazımsı veya grimsi, hafif şeffaftır. Ayak ve sifon kısadır.

Boyutları: 7.0-11.0x5.0-9.5x4.0-6.5 mm.

Habitat: Daha çok temiz zeminli akarsuları tercih eder, göllerin litoral kısımlarında da bulunabilir, ancak geçici suları tercih etmez. Düşük rakımları tercih eder. Kirlilik hassasiyeti yüksektir.

Yayılış tipi: Palearktik

Dağılım: Hawaii adaları, Kuzey Amerika (Büyük Göller Bölgesi), Avrasya (Pireneler ve İrlanda'dan Kamçatka'ya kadar) ve Kuzey Afrika (Fas, Cezayir, Mısır). Türkiye: Ege ve Akdeniz bölgeleri.

Cins: *Euglesa* Jenyns, 1832

***Euglesa casertana* (Poli, 1791)**

Sin.: *Cardium casertanum* Poli, 1791; *Pisidium fontinale* C. Pfeiffer, 1821; *Pisidium cinereum* Alder, 1838; *Pisidium intermedium* Gassies, 1855; *Pisidium fossarinum* Clessin, 1873

Tanım: Kavkı görece büyük, genellikle üçgene yakın oval (subkordat), eşitsiz, orta seviyede dışbükey, mat veya hafif parlak, yoğun porludur. Anterior kenar keskin kavisli, posterior kenar genişçe yuvarlak, ventral kenar hafif kavisli, dorsal kenar görece uzun (uzunluğun yarısından fazla), önde arkadakinden daha meyilli ve birleşme noktaları hafif köşelidir. Cidar kalındır. Desen ince, gençlerde daha belirgin, erişkinlerde daha belirsiz, aralı kabuk çizgileri biçimindedir. Umbo merkeze yakın, hafifçe posterad, genişçe; menteşe nispeten uzun, orta kısımda genişlemiş, bazen kalın; iç lateral dişler gelişmiş (dıştakiler çok daha kısa), paralel, posterior dişler kısa; kardinal dişler gelişmiş; C2 kemerli, C4 kısa ve düz, bazen kavisli, C2 ardında hafifçe eğik şekilde konumlanmış; C3 daha uzun, kemerli ve posterior uca kalınlaşmış veya sıklıkla çatallıdır. Ligament ortada, fossası uzun ve derin olup menteşe orta çizgisine yaklaşır. Periostrakum koyu sarı veya grimsi yeşil, gençlerde sarımsıdır.

Boyutları: 3.5-6.5 (-8.5)x3.0-5.5x2.0-4.0 mm.

Oldukça polimorfik bir türdür. Bazı bölgelerde teşhisi diğer türleri eleyerek yapılmaktadır ki filogenetik çalışmalar *E. casertana* tanımlamalarının monofiletik bir grup oluşturmadığını göstermektedir. Ülkemiz türlerinden *E. subtruncata* ve *E. personata* ile bazen karıştırılır. *E. subtruncata* dar ayak açıklığı, düz kardinal dişler ve arkaya dönük umbo ile, *E. personata* ise kallus ile ayırt edilir.

Habitat: Cinsin ekolojik hoşgörüsü en geniş türü olup geçici sular ve kaynaklardan, ırmak ve göllere kadar geniş bir yelpazedeki ötrofik ve oligotrofik özellikteki her türlü habitatlarda bulunabilir. Kurumaya ve ani sıcaklık değişimlerine karşı dirençli olması, kirlilik hoşgörüsünün yüksek oluşu farklı habitatlara uyum sağlamasında etkindir. Deniz seviyesinden 3600 metreyi aşan yükseltilere kadar, düşük pH özellikli turbalıklardan aralıklı olarak buz tutan dağ göllerine, sürekli kuruma yaşayan su birikintilerinden tuzluğun arttığı ırmakların aşağı kısımlarına kadar değişik ekstrem sarta dayanabilir, çoğu zaman bu zorlu koşullarda karşılaşılabilen yegane türdür.

Belirli habitatlarda yoğun populasyonlar oluşturdukları bildirilmektedir. Belirli ekolojik şartların meydana getirdiği ekotipi de yaygındır. Örneğin Avrupa'da kalsiyumca zengin sularda erişkin dönemde üçgenimsi, kalın duvarlı ve geniş menteşe bölgesine sahip kavkısıyla ayrılan bir forma (f. *ponderosum*) rastlanılır.

Yayılış tipi: Kozmopolit

Dağılım: En yaygın tatlısu midyesi türüdür, ayrıca familyadaki yegane kozmopolit türdür. Ağırlıklı olarak Holarktik yayılışa sahiptir, buralardaki en yaygın Sphaeriidae türü budur. Güney Yarıküre'de de geniş dağılımı olmakla beraber, yayılışı genellikle serpintili ve belirli habitatlarla (yüksek kesimlerdeki akarsu ve bazen göller) sınırlıdır. Kuzey Amerika (Arktik daireden Meksika'ya dek), Karayipler (Küba, Porto Riko), Orta ve Güney Amerika (Honduras, Brezilya, Arjantin), Afrika (Fas'tan Etyopya'ya ve Rodezya'ya kadar), Madagaskar, Güneybatı Asya (Suriye, İran, Yemen), Orta Asya (Kazakistan), Güneydoğu Asya, Okyanusya (Avustralya, Yeni Zelanda). Türkiye: Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi.

***Euglesa henslowana* (Sheppard, 1823)**

Sin.: *Tellina henslowana* Sheppard, 1823; *Cyclas acuta* Pfeiffer, 1821; *Cyclas appendiculata* Turton, 1831

Tanım: Kavkı orta boyutlu, asimetrik oval, anterior uç yükseklik ortayının altındadır. Dış yüzey mat olup kuvvetli ve düzenli çizgilere sahiptir. Umbo belirgin ve dar, posterad, çapraz ve keskin hatlı apendiküle sahiptir. Menteşe kuvvetli ve hafif kavisli: C2 kemerli, C4 düz ve çoğunlukla C2 ardında çapraz şekilli konumlanmış, C3 kuvvetli ve kavisli ve posterior ucunda kalınlaşmış ve çatallı; lateral dişler (özellikle A1 ve A2) belirgin, kısa, P1 ve P3 paralel veya öne doğru yaklaşır. Ligament fossası uzun ve dardır. Periostrakum beyazımsı sarı renkte olup menekşeye çalan bir ışıltıya sahiptir (temiz örneklerde görülebilir).

Boyutları: 3.4-5.5x2.6-4.3x2.3-3.5 mm (En iri örnekler 6.6x5.8x4.6 boyutlarındadır)

E. henslowana nispeten fazla varyasyon göstermeyen bir türdür. Göl kıyılarında yaşayan bireyler kalın menteşe bölgesine sahip olmaları nedeniyle *E. supina* türünü andırır. Bazı kavkılarda apendikül gelişmemiş olabilir, bunlar

E. lilljeborgii ile karıştırılabilir, *E. lilljeborgii* türünde P1 ve P3 anteriorda birbirine daha yakındır. *E. subtruncata* ve *E. casertana* türlerinden ise daha sık ve düzenli çizgiler ayırt edicidir. *E. subtruncata* türünden umbo daha dar ve daha dar açılı, ayrıca parlak değil mat yüzeylidir. Ayrıca C3 daha kavisli ve posterior uçta kalınlaşmış, C2 bariz şekilde C4'ten kalın ve kavislidir.

Habitat: Yüksek dağ gölleri, geçici sular, soğuk kaynaklar, hızlı akan sular hariç birçok ortamlarda bulunabilirler, ancak bir miktar su akışı ihtiyacı vardır. ince taneli zemin yapısı tercih edilir, kalsifil bir türdür. Dikey dağılım 1000 metreyi geçmez.

Yayılış tipi: Palearktık

Dağılım: Kuzey Amerika (insan eliyle) ve Kuzey Avrasya. Türkiye: Akdeniz Bölgesi.

***Euglesa lilljeborgii* (Clessin, 1886)**

Sin.: *Pisidium lilljeborgii* Clessin, 1886; *Pisidium nordenskioldi* Clessin, 1877; *Pisidium sibiricum* Clessin, 1876

Tanım: Kavkı orta bpyutlu, küremsi oval, bazen de yamuğa yakın ovaldır. Dorsal kenar kısa, birleşme noktalarında bazen köşeli; ventral kenar yuvarlak, bazen köşelidir. Dış yüzey kuvvetli ve düzensiz çizgili, hafif parlaktır. Umbo görece dar ve belirgin şekilde yüksektir. Menteşe bölgesi orta kısımda bariz şekilde kavislidir: C3 sıklıkla kemerli, posterior uçta kalınlaşmış ve kimi zaman çentik biçiminde bir oyukluğa sahiptir; C2 biraz kavisli, C4 düz ve C2 üzerinde yakın konumlanmıştır; P1 ve P3 anteriorda yakınlaşır. Ligament fossası uzun ve dardır. Periostrakum sarımsı veya sarımsı-kahberengi renklidir.

Boyutları: 3.5-4.6x3.0-4.4x2.3-3.3 mm.

Kavkı genel şekli ve deseni *E. lilljeborgii* türünde coğrafi olarak değişkenlik gösterir. Apendikulat formu *E. henslowana* ile karıştırılabilir.

Habitat: Lakustrin bir türdür. Özellikle dağlık bölgelerdeki ince kum zeminli göl ve akarsularda bulunur. Göllerin litoral kesimleri ve sığ derinlikleri tercih edilir. Dikey dağılım 2300 metreye ulaşır.

Yayılış tipi: Boreo-alpin.

Dağılım: Kuzey Amerika, izlanda, Avrupa (İrlanda, Büyük Britanya, Kuzey Almanya, İsviçre, Avusturya, Kuzey İtalya, Polonya ve Rusya), Kuzey Asya. Türkiye: Doğu Anadolu Bölgesi.

***Euglesa milium* (Held, 1836)**

Sin.: *Pisidium milium* Held, 1836; *Pisidium tetragonum* Normand, 1854; *Pisidium arcaeforme* Malm, 1855.

Tanım: Kavkı küçük, yamuğa yakın, köşeli, anterior tarafı biraz uzun, parlak, oldukça dışbükey olup darı tanesini andırır (*milium*=darımsı). Dorsal kenar ventral kenara paralel, kısa ve düz; anterior ve ventral kenar kavuşumu gaga biçiminde; ventral kenar neredeyse düz; posterior kenar hafif kavisli, neredeyse dik olup kavuşumları neredeyse dik açı oluşturur. Kavkı neredeyse saydam, parlak, kırılğan ve ince cidarlı, aralı, ince ve düzensiz çizgilidir. Umbo enli ve yüksek, hafif posterad, menteşe görece zayıf yapılı, umbo bölgesinde basıktır: C2 ve C4 paralel, C2 C4'ten hafif kısa; C3 uzun, hafif havisli ve posterior uçta kalınlaşmış; lateraller kısa: A1 ve A3 ile P1 ve P3 belirgin şekilde paraleldir. Ligament kısa ve geniştir. Periostrakum sarımsı veya beyazımsı gri, gençlerde açık sarıdır.

Boyutları: 1.8-3.75x1.6-3.0x1.5-2.75 mm.

Habitat: Bitkili küçük gölcükler, sazlıklar, hendeklerde bulunur. Profundal bölgede bulunmaz. Dikey dağılımı 2300 metreyi aşar.

Yayılış tipi: Holarktik

Dağılım: Kuzey Amerika, Kuzeybatı Afrika (Fas, Cezayir), Avrupa (özellikle Alplerin kuzeyi), Kuzey Asya. Türkiye: Akdeniz Bölgesi.

***Euglesa nitida* (Jenyns, 1832)**

Sin.: *Pisidium nitidum* Jenyns, 1832; *Pisidium foreli* Clessin, 1887; *Pisidium pauperculum* Sterki, 1896

Tanım: Kavkı yamuğa yakın, yuvarlak köşelidir. Dorsal kenar uzun, birleşme noktaları köşeli değildir. Yüzey oldukça parlaktır. Merkeze yakın (hafifçe posterad) umbo kısmını 3-5 çukurluk çevreler (gençlerde daha belirgin). Menteşe bölgesi uzun ve kuvvetli: kardinal dişler kısa, C 2 ve C 4 paralel, C4 belirgin şekilde daha uzun; C3 son kısımda kavisli ve bazen çatallıdır. Ligament kısa ve geniştir. Periostrakum sarımsı veya sarımsı kahverengi renktedir.

Boyutları: 2.6-4.3x2.1-3.5,x1.4-2.7 mm.

Boyut, desen ve menteşe yapısı bakımından en değişken morfolojiye sahip türlerdendir. Çamurlu diplerde zayıf, kumlu zeminde daha kuvvetli çizgiler görülür.

Habitat: Geniş hoşgörülü türlerden biridir. Durgun ve akarsu özelliği taşıyan birçok farklı habitatta bulunabilir, kirliliğe ve hatta ani tuzluluk değişimlerine karşı direnci yüksektir. iri taneli zemini tercih eder, kaynak suları ve derelerin kaynak kısımlarında bulunmaz. 2500 m rakıma kadar yükseltilerde rastlanabilirler.

Yayılış tipi: Holarktik

Dağılım: Kuzey Amerika (Kuzey kutup dairesinden Meksika'ya dek), Kuzeybatı Afrika (Fas), Avrupa (İrlanda, Büyük Britanya, İskandinavya, Fransa, İtalya, Rusya), Kuzey Asya (Rusya, Kazakistan). Türkiye: Akdeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi.

***Euglesa obtusalis* (Lamarck, 1818)**

Sin.: *Cyclas obtusale* Lamarck, 1818; *Pisidium scholtzi* Clessin, 1873; *Pisidium obtusalastrum* Woodward, 1921.

Tanım: Kavkı görece küçük, az çok küremsi, ince cidarlı, şişkincedir. Dorsal kenar kısa ve yuvarlak, birleşme noktaları köşeli değil, ventral kenar oldukça kavisli. iç yüzey çok sayıda porla kaplıdır. ince kabuk belirgin şekilde parlak, düzensiz sıralı, kuvvetli ve aralı büyüme çizgileri ile kaplıdır. Umbo geniş, belirgin şekilde yüksek ve biraz posterad; menteşe bölgesi dar ve oldukça kısa (A1 ve P1 arası uzunluğun üçte biri ya da çeyreği kadar); kardinal dişler posterior laterallere daha yakın: C3 düz veya hafif eğik, C2 ve C4 kısa, paralel (C4 sıklıkla hafif arkaya dönük) ve kabuk içine yönelmiştir; lateral dişler kısa, dişçikler kısa ama yüksek, P2 ve P3 proksimal birleşme yerinde pseudokallus tabir edilen bir şişkinlik mevcuttur. Ligament fossası kısa ve enlicedir. Periostrakum sarımsı kahverengi renktedir.

Boyutları: 2.4-3.5x1.9-2.9x1.5-2.7 mm.

Ekolojiye bağlı olarak konkolojik varyasyon gösteren bir türdür. Bazı formları *E. personata* ve *E. casertana* ile karıştırılabilirse de kabuk ve menteşe şekli ayırmada yardımcıdır.

Habitat: En yaygın türlerden bir tanesidir. Ufak gölcükler, sazlıklar, taşkın alanları, sulama kanalları, bazen ırmak ve göllerin literalı yaşam alanlarını oluşturur. Zeminde dökülmüş yapraklar arasında bulunmaları olasıdır. Kurumaya ve düşük pH değerlerine dirençlidir: Geçici sularda, kara yosunlarının içinde ve asitli göllerde bulunabilir. Yüksek rakımlarda bulunabilir (2000 m civarı). Kuşlar ve böceklerle taşınır.

Yayılış tipi: Holarktik

Dağılım: Kuzey Amerika (Meksika dahil), Kuzey Avrasya (İrlanda'dan Japonya'ya dek, Kazakistan). Türkiye: Akdeniz Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi.

***Euglesa personata* (Malm, 1855)**

Sin.: *Tellina pusilla* W. Turton, 1819; *Pisidium personatum* Malm, 1855; *Pisidium bulgaricum* Odhner, 1929.

Tanım: Kavkı ovalimsi ve yassı. Dorsal kenar birleşme yerleri genellikle köşeli. Umbo enli, merkezi ve hafifçe yüksektir. Menteşe kuvvetli: C3 eğik olup sona doğru kalınlaşır; C2 kemerli, C4 düz olup çapraz şekilde C2 ardında konumlanmıştır; sağ çenette posterior lateraller ve ligament arasındaki boşlukta belirgin bir kallus yer alır, sol çenette kallus bulunabilirse de daha zayıftır. Dış yüzey mat parlaklıkta, zarif ve düzensiz çizgilidir. İç yüzeyi kaplayan porlar periostrakuma ulaşan kanallar meydana getirmiştir. Ligament fossası geniştir. Periostrakum (grimsi) sarı veya kahverengi olup sıklıkla kırmızıya çalan veya koyu sedimanla örtülüdür.

Boyutları: 3.0-4.0x2.5-3.5x1.6-2.5 mm.

Bazı formları kavkı şekli ve kallus bakımından farklılık gösterir: Bazen oval veya üçgenimsi kavkılara tesadüf edilebilmektedir. Aynı şekilde kallusun zayıflamış veya tamamen ortada kalktığı yahut P III ile kaynaşmış olduğu örnekler bulunabilir. Zayıflamış kallusu olan kavkılar *E. obtusalis* türüne benzetilebilir, ancak *E. obtusalis* kısa menteşe bölgesi ve parlak dış yüzey ile ayırt edilebilir. Benzerlik gösterdiği *E. casertana* türünden kallus varlığı ile ayrılabilir.

Habitat: Soğuk suları tercih ederler. Dağlık bölgelerde (2500 metreye kadar) derelerin kaynağa yakın kısımlarında bollaşır, daha aşağıda akarsular ve bağlantılı sucul ortamlarda, hatta dere kenarlarındaki nemli topraklarda rastlanabilirler. Ayrıca derin göllerde profundal olarak bulunabilirler.

Yayılış tipi: Avrupa

Dağılım: Grönland, Avrupa, Kuzeybatı Afrika (Fas ve Libya). Türkiye: Akdeniz Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi.

***Euglesa subtruncata* (Malm, 1855)**

Sin.: *Pisidium subtruncatum* Malm, 1855; *Pisidium pallidum* Clessin, 1884.

Tanım: Kavkı küçük veya orta boyutta, üçgenimsi veya asimetrik oval: anterior kısım genellikle bariz şekilde uzun, posterior kısım daha kısa, anterior uç yüksek ortayının altındadır. Enine kesitte dışbükey (akarsu formlarında daha az) profile sahiptir. Dorsal kenar kısa, birleşme noktaları hafif köşelidir. Dış yüzey mat veya ipeksi parlaklıkta, zarif çizgilidir. Umbo dar ve posterad ve posteriora dönüktür. Menteşe kısa ve kalıncadır: kardinal dişler anterior laterallere yakın: C2 ve C4 uzun (C4 bariz şekilde daha uzun, nadiren eşit uzunlukta, ve C2 daha yüksek), düz ve paralel olup anteriorda kesişirler; C3 uzun, düz veya hafifçe kavisli olup posterior uca kalınlaşmış; lateral dişler uzun ve dişçikleri belirgindir. Ligament uzun ve enlidir. Periostakum beyazımsı renktedir.

Boyutları: 2.5-4.5x2.0-3.7x1.3-3.0 mm.

E. subtruncata genel şekil, renk, kalınlık, umbo açısı ve yüksekliği bakımlarından göl ve akarsu ortamları arasında bşr hayli değişkenlik gösteren bir türdür. Akarsularda yüksek akımlı sularda umbo daha yüksek ve dışbükeyli daha azdır. Asitli sularda kavkılar daha küçük olup menteşe ve kavkı daha incedir. Yumuşak sedimandan toplanan örnekler kumlu ortam örneklerine göre daha ince uzundur.

E. casertana ve *E. henslowana* türlerinin oval formları ile bazen karıştırılabilirse de bu türlerden menteşe karakterleriyle ayırt edilebilir.

Habitat: Geniş hoşgörülü bir türdür, kalsiyum bakımından zayıf sulak alanlar ve mağaralar dahil çok çeşitli habitatlarda bulunabilmektedir. Genellikle yumuşak zeminli derelerin aşağı kısımlarında bulunur, kaynak bölgesine yakın kısımlarda nadirdir veya bulunmaz. Göllerde litoral veya profundal kuşakta da rastlanabilir. 2300 metreye kadar olan rakımlarda rastlanabilmiştir.

Yayılış tipi:

Dağılım: Kuzey Amerika'nın kuzeyi, Kuzeybatı Afrika (Fas, Cezayir), Avrupa (İrlanda'dan İskandinavya'ya kadar), Kuzey Asya. Türkiye: Akdeniz Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi.

***Euglesa supina* (A. Schmidt, 1850)**

Sin.: *Pisidium supinum* A. Schmidt, 1851; *Pisidium conicum* Baudon, 1857; *Pisidium baudonii* Clessin, 1872

Tanım: Kavkı kompakt, belirgin bir şekilde üçgenimsi, yükseklik uzunluğa yakındır. Cidarı kalındır, dış yüzey kuvvetli ve kalın çizgiler ile kaplıdır. Çoğunlukla dış yüzey siyah sediman örtüsü ile kaplı vaziyettedir. Umbo keskin ve apendikülat, apendikül çapraz konumludur. Mentеше kuvvetli ve kavisli (özellikle sol çenette): C2 kemerli, C4 düz ve C2 posterior ucuna paralel; C3 kemerli, sona doğru kalınlaşmış ve çatallı; lateral dişler (özelikle A1 ve P1) ise oldukça gelişmiştir. Ligament fossası görece dardır. Periostakum sarımsı beyaz renktedir.

Boyutları: 3.3-5.2x2.8-4.9x2.0-3.8 mm.

Düşük varyasyon gösteren bir türdür. Ancak karakteristik bir özellik olan apendikül bazı popülasyonlarda gelişmemiştir. Benzer morfolojiye sahip türlerle karıştırılabilir. Bunlardan geçmişte birlikte sınıflandırıldığı *E. henslowana* daha oval, ince duvarlı olması, daha az belirgin desene dar mentеше bölgesine sahip olmasıyla ayırt edilebilir.

Habitat: Büyük ırmakların yavaş akışlı ve ince taneli zemine sahip kısımlarının tercih eder. Aynı zamanda göller ve büyük gölcüklerde de bulunabilir. Suyun hareketine gereksinim duyduğu rapor edilmiştir, oksijen ihtiyacının yüksek oluşu nedeniyle kirlilik hassasiyeti yüksektir. Alçak rakımları tercih ettiği bilinmektedir.

Yayıliş tipi: Palearktık

Dağılım: Kuzey Amerika'nın doğusu (insan eliyle), Kuzey Avrasya. Türkiye: İç Anadolu Bölgesi.

Cins: *Odhneripisidium* Kuiper, 1962

***Odhneripisidium annandalei* (Prashad, 1925)**

Sin.: *Pisidium annandalei* Prashad, 1925; *Odhneripisidium* (*Kuiperipisidium*) *sogdianum* Izzatullaev & Starobogatov, 1986

Tanım: Kavkı küçük, üçgenimsi, hafifçe şişkindir. Dorsal kenar kısa, hafif kemerli, birleşme noktaları hafif köşelidir; anterior kenar posterior kenar oldukça kavislidir. Kavkı ince duvarlıdır. Yüzey parlak, eşmerkezli sık ancak umbo bölgesinde belirsiz halde olan çizgilerle kaplıdır. Umbo belirgin değildir ve merkeze yakındır. Mentеше bölgesi uzundur: kardinal dişler anterior

laterallere yakındır, C2 ince, kemerli; C4 daha kalın hafif eğik ve C2 posterior koluna paralel; C3 posterior ucunda kavisli olup kalınlaşmış ve lateral dişler uzundur. Ligament fossası arkada (umbonun posterior ucunda) konumlanmıştır. Periostrakum kahverengimsidir.

Boyutları: 2.6x2.2x1.4 mm.

Habitat: Kaynak sularında ve küçük derelerde bulunur. Soğuk sulara hoşgörüsü yüksektir.

Yayılış tipi: Oryantal

Dağılım: Güneydoğu Avrupa (Sicilya, Yunanistan), Güneybatı (israil) ve Güney Asya (Nepal, Hindistan, Tayland ve Endonezya). Türkiye: Akdeniz Bölgesi, Ege Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi.

***Odhneripisidium tenuilineatum* (Stelfox, 1918)**

Sin.: *Pisidium tenuilineatum* Stelfox, 1918

Tanım: Kavkı çok küçük, asimetric ovaldir, dorsal ve anterior kenarlar belirgin şekilde açılı oluşturunur.

Kavkı yüzeyi belirgin şekilde düzüğün sıralı, zarif çıkıntılarla kaplıdır. Umbo dar, belirgin ve posterad konumludur. Menteşe bölgesi kavisli ve orta kısımda daralmış, iki ucunda ise belirgin şekilde kalınlaşmıştır (özellikle sağ çenette). Kardinal dişler anterior laterallere daha yakındır: C3 son kısmında kalınlaşmış, C2 ve C4 paralel ve sıklıkla kavislidir. Lateral dişler (özellikle A1 ve P1) gelişmiştir. Ligament fossası uzun olup neredeyse bütün menteşe bölgesini enine kateden posterior kısımda genişlemiştir. Periostrakum beyaz veya sarımsıdır.

Boyutları: 1.7-2.3x1.0-2.1x1.1-1.6 mm.

Genel olarak *E. subtruncata* türüne benzerdir, ancak dorsal ve anterior kenarların açılı oluşturmaları ve çok daha küçük oluşu ile ayrılır. Tipik morfolojiden sapmalar olabilir, bazen kavkı oval ve daha az belirgin umboya sahip olabilir.

Habitat: Çok çeşitli durgun veya akarsu habitatında yaşayabilmesine karşın, tercih edilen habitat tipi ince taneli zemine sahip akarsulardır. Avrupa'da 500 m altı rakımlarda tespit edilmiştir (Atlas Dağları'nda 1700 m). Kirlilipe karşı hassas kalsifil bir türdür.

Yayılış tipi: Batı Palearktık.

Dağılım: Kuzeybatı Afrika (Fas), Avrupa (İrlanda'dan ve Güney İsveç'ten Rusya'ya kadar güneyde daha seyrek olmak üzere Avrupa'nın çoğu kısmı) ve Güneybatı Asya (İsrail ve Ürdün). Türkiye: Akdeniz Bölgesi.

***Odhneripisidium moitessierianum* Paladilhe, 1866**

Sin.: *Pisidium punctatum* Sterki, 1895; *Pisidium parvulum* Woodward, 1913; *Pisidium torquatum* Stelfox, 1918.

Tanım: Kavkıcı çok küçük (<2.5 mm), üçgenimsi, oldukça dışbükey. Dorsal kenarın birleşme noktalarının köşeli olması beşgene benzer bir silüet meydana getirir.

Kavkıcı kalın cidarlı ve kuvvetli olup, umboya doğru silikleşen ince çıkıntılı kabuk çizgileriyle kaplıdır. Umbo belirgin, büyüme çizgilerine paralel ve yaka biçiminde bir apendiküle sahiptir. Menteşe bölgesi kalın ve oldukça kavisli: lateral dişler (özellikle A1 ve P1) belirgin; C3 aşağı doğru eğik, sona doğru kalınlaşmış ve sıklıkla çentikli; C2 ve C4 kısa ve genellikle kavislidir. Ligament kısa ve geniştir. Peristrakum rengi beyazımsı sarıdır.

Boyutlar: 1.5-2.2x1.4-2.1x1.0-1.8 mm.

Kavkıcı deseni ve genel morfoloji bakımından varyasyon görülür. Bazen *E. supina* juvenilleriyle karıştırılabilir. Dışbükey kavkıcı şekli ve yaka şeklindeki apendikül ayırt edicidir.

Habitat: Göl ve akarsularda temel yaşam alanlarıdır: Akarsuların yavaş akışlı kesimleri optimal şartları sağlamaktadır, göllerin ise litoral ve sublitoral kısımları tercih edilir. Kalsikol bir tür olup, kirliliğe karşı hassasiyeti yüksektir. Akarsularda göllere göre daha büyük boyutlara ulaşırlar.

Yayılışı tipi: Palearktık

Dağılım: Kuzey Amerika (insan eliyle), Avrupa (Pireneler ve Alplerin güneyi dışında), Balkanlar, Türkiye ve Sibirya'da izole noktalarda dağılım gösterir. Türkiye: Güneydoğu Anadolu Bölgesi.

Cins: *Sphaerium* Scopoli, 1777

***Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758)**

Sin.: *Tellina cornea* Linnaeus, 1758

Tanım: Kavkıcı orta boyutta, küremsi ve şişkin, gençlerde bir hayli yassı, kalın cidarlı, kenarlar köşeli değildir. Yüzeyi kaplayan zarif ve düzensiz çizgilere arada daha kuvvetli büyüme çizgileri eşlik eder, çizgiler umbo

bölgesine doğru silikleşir ve giderek kaybolur. Fazla belirgin olmayan (gençlerde daha zayıf) umbo enli ve merkezidir. Menteşe bölgesi görece dar ve uzun, dişler ince yapılıdır: C3 kavisli ve orta noktasında ; C2 ve C4 değişken, C2 çoğunlukla kavisli olup C4, posterior kola paralel şekilde uzanır. Sağ çenetteki (tekli) lateral dişler sol çenetteki (çiftli) dişlerden belirgin şekilde büyüktür. Ligament dıştan zorlukla görülebilir, ligament fossası kısa ve geniştir. Periostrakum rengi sarıdan koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir, yeni oluşan kısımlar daha açık renklidir.

Boyutları: 8.0-16.0x7.0-11.5x6.0-9.5 mm.

Cinsin en çok varyasyon gösteren türüdür. Varyasyona tabi olan karakterler arasında boyut, şekil, menteşe gelişimi, kavkı cidarının kalınlık derecesi ve renk yer alır. Ekolojik formlardan, yani farklı ekolojik koşulların (oksijen, pH, zemin, ötrofikasyon) belirli morfolojilere sebep olmalarından bahsedilebilir. Bazı durumlarda embriyonik kavkı muhafaza edilir.

Habitat: Geniş hoşgörülü bir türdür. Kirliliğe karşı dayanıklı olan tür, ötrofik ve hiperötrofik ortamlarda bazen yegane yumuşakça türüdür ve tür bu tip ortamlarda yüksek populasyon yoğunluğuna ulaşabilir. Türe acı sularda bile tesadüf edilir. a-mezosaprobik zon indikatörüdür. Dikey dağılım 450 metreyi geçmez.

Yayılış tipi: Palearktık.

Dağılım: Kuzey Amerika (insan eliyle). Türkiye: Akdeniz Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi.

***Sphaerium nucleus* (Studer, 1820)**

Sin.: *Cyclas nucleus* Studer, 1820.

Tanım: Kavkı görece küçük, geniş oval, ince, kiraz çekirdeğini andırır (nucleus=çekirdek) şekilde oldukça şişkindir. Yüzey düz, ipeksi parlaklıkta, ince eşmerkezli büyüme çizgileri ile kaplı olup, umbo civarı oldukça ince camsı porlar yoğunlaşmıştır. Umbo yuvarlak, yaklaşık olarak merkezidir. Periostrakum rengi kahverengi veya grimsidir.

Boyutları: 8.0-11.0x7.0-8.0x6.0-8.0 mm

Diğer türlerden net olarak anatomik olara ayırt edilebilir. *S. corneum* ve *S. nucleus* türlerinin karşılaştırılmasında genel şekil, genişlik, por yoğunluğu, menteşe bölgesinin kalınlığı, kardinal dişlerin boyut ve şekli yardımcı karakterlerdir. *S. nucleus*, *S. corneum* türüne göre daha küremsi ve oldukça

şişkindir. *S. corneum* türünde en geniş kesit umbo bölgesinden geçerken, *S. nucleus* türünde orta noktadan geçer.

Habitat: Büyük göl ve ırmaklardan ziyade daha çok zengin tabanlı durgun sular olmak üzere sığ ama zengin bitki örtüsüne sahip ortamlarda, turbalık ve bataklıklarda, bazen geçici sularda bulunur. Tercih edilen zemin yapısı anaerobik substrat üzerinde bulunan çamur şeklindedir.

Yayılış tipi: Avrupa

Dağılım: Avrupa (Büyük Britanya, Çekya, Slovakya, Ukrayna), Orta Asya (Kırgızistan). Türkiye: Akdeniz Bölgesi.

***Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818)**

Sin.: *Cyclas rivicola* Lamarck, 1818.

Tanım: Kavkı büyük, kalın cidarlı, oval, gençlerde bir hayli yassıdır. Parlak dış yüzey kavkı boyuyla orantılı olarak belirgin hale gelen ince ve düzenli çizgilerle kaplıdır, ancak umbo ve çevresi düzdür. Umbo enli, merkezi olup fazla belirgin değildir (gençlerde daha zayıf). Mentеше bölgesi tıknazdır: C3 kemerli olup posteriora kalınlaşmış ve çatallıdır; C2 ve C4 kısa ve kalın, eğik şekilde konumlanmıştır; lateral dişler küçüktür. Ligament dışbükeydir ve dıştan bariz şekilde görülebilir, fossası ise uzun ve geniş. Periostrakum rengi sarıdan zeytin grisine kadar değişir, büyük kavkılarda açık renkte bantlar görülebilir.

Boyutları: 18.0-25.0x15.0-18.0x10.0-14.0 mm.

Habitat: Temelde bir akarsu türü olmakla beraber göllerin sığ kısımlarında da görülebilir. Su kirliliğine karşı hassas bir türdür.

Yayılış tipi: Avrupa

Dağılım: Orta ve Doğu Avrupa. Türkiye: Akdeniz Bölgesi.

Cins: *Musculium* Link, 1807

***Musculium lacustre* (Müller, 1774)**

Sin.: *Tellina lacustris* Müller, 1774; *Sphaerium haasi* Boettger, 1915

Tanım: Kabuk görece ufak, ince, saydama yakın, yamuğumsu, köşeli, ince ve kırılğandır. Mentеше bölgesi ince olup, apeks altı bölgedeki basıklık nedeniyle mentеше dişleri sıkışık vaziyettedir. Umbo bölgesi belirgin, posteriora dönük ve dar olup (genellikle) tepede embriyo kavkısı bulunur. Kardinal dişler incedir: C3 ince, kavisli ve yassı levha şekilli, C2 ve C4 paralel olup, C4 biraz posteriora kaymıştır. Lateral dişler ince ve uzun levha şekillidir. Ligament

dıştan zorlukla görülebilir, ligament fossası dardır. Periostrakum rengi beyazımsı, grimsi ya da sarımsıdır.

Boyutları: 7.0-15.0x5.5-12.0x 3.5-7.5 mm. 8-10 mm uzunlukta bireylere daha sık rastlanılır.

Sphaerium corneum türünde olduğu gibi oldukça değişken morfolojiye sahip bir türdür. Genel şekil ve umbo şekli bakımlarından varyasyon gözlenilir.

Habitat: Genellikle durgun sular, çoğunlukla küçük sucul sistemler (su birikintileri, taşkın alanları. az sayılarda göl ve gölcüklerin litoralinde), bazen de akarsular (yavaş akımlı kısımlara) bulunurlar. Kurumaya uyumlu olduğundan geçici sularda rastlanabilir. Çamurlu dipleri tercih edilir.

Yayıllık tipi: Palearktik

Dağılım: Hawaii adaları, Kuzey, Orta ve Güney Amerika, Avrasya, Japonya, Afrika (Fas, Cezayir) ve Australasya. Türkiye: Akdeniz Bölgesi, iç Anadolu Bölgesi ve Marmara Bölgesi.

KAYNAKLAR

- Andreeva, N. I., Andreeva, S. I., A. N. Krasnogorova, (2011). Findings of *Sphaerium mamillanum* (Westerlund, 1871) (Mollusca, Bivalvia, Sphaeriidae) in Waterbodies of the Urals and Western Siberian Plain. *Inland Water Biology*, 4 (2), 264–266.
- Araujo, R., Moreno, D. & Ramos, M. A. (1993). The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. *Americal Malacological Bulletin*, 10: 39–49.
- Aydemir Çil, E., Özbek, M., Yardım, Ö., Yıldız, S., Taşdemir, A., Rasouli, H. & Gürbüz, P. (2021). Diversity of benthic macroinvertebrates and water quality of Karasu Stream (Black Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(4), 467-477. DOI: 10.12714/egejfas.38.4.08
- Balık, S. Ustaoglu, M.R. Özbek, M. 2003. Toros Dağları (Güney Anadolu) Üzerindeki Bazı Göllerin Mollusca Faunası. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 20 (3-4): 351-355.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Sarı, H. M.(1999): Kuzey Ege Bölgesi'ndeki Akarsuların Faunası Üzerine ilk Gözlemler. *E.Ü. Su Ürünleri Derg.* (16)3- 4: 289-299.
- Biçer, S., Odabaşı, D. A., Öztürk, B. (2022). The Catalog of Aquatic Mollusca (Bivalvia and Gastropoda) in the Limnology Museum of Çanakkale Onsekiz Mart University (COMULM). *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, 6(1), 7–13. <https://doi.org/10.26650/tjbc.20221017242>
- Burch, J. B. 1972. Freshwater sphaeriacean clams (Mollusca: Pelecypoda) of North America. Prepared in 1972 for the U.S. Environmental Protection Agency as Identification Manual No. 3 Biota of Freshwater Ecosystems, Malacological Publications, Hamburg, Michigan. 96 pp.
- Christensen, C. C. (2016). Alien Freshwater Clams in the Hawaiian Islands. *Records of the Hawaii Biological Survey for 2015*. Edited by Neal L. Evenhuis. Bishop Museum Occasional Papers 118: 1–4.
- Clewing, C., Bössneck, U., Von Oheimb, P.V. & Albrecht, C. (2013). Molecular phylogeny and biogeography of a high mountain bivalve fauna: the Sphaeriidae of the Tibetan Plateau. *Malacologia*, 56: 231–252.
- Clewing, C., Geertz, T., Rassam, H., Woldekiros, T. H., & Albrecht, C. (2022). Freshwater diversity at a biogeographic edge zone: the high-mountain pea-clams of Ethiopia. *Systematics and Biodiversity*, 20(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/14772000.2021.2005706>
- Dökümcü, N., Koşal Şahin, S. (2022). The seasonal distribution of molluscan (Bivalvia and Gastropoda) biodiversity in Riva stream (Istanbul). *Aquatic Sciences and Engineering*, 37(2), 69-73.

- Dugel, M., N. Kazanci. (2004). Assessment of water quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by using ordination and classification of macroinvertebrates and environmental variables. *Journal of Freshwater Ecology* 19(4): 605-612.
- Dyduch-Falniowska, A. (1988). The conchological variability of *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) in the Polish waters. *Folia Malacologica*, Kraków. 83 — 96.
- Dyduch-Falniowska, A. (1989). Remarks on the Sphaeriidae of Greece (Mollusca, Bivalvia). *Basteria*, 53: 15-18.
- Ellis, A. E. 1978. *British Freshwater Bivalve Mollusca. Synopses of the British Fauna (New series)*, London. 93 pp.
- Erdogan, F., and M. Erdogan. (2015). Use of the Asian clam (*Corbicula fluminea* Muller, 1774) as a biomechanical filter in ornamental fish culture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 15:861-867
- Ersan, E., Altındağ, A., Ahıska, S. and Alaş, A., 2009. Zoobenthic fauna and seasonal changes of Mamasin Dam Lake (Central part of Turkey), *African Journal of Biotechnology*, 8(18): 4702-4707.
- Falkner, G., Korniusshin, A.V., 2000. On the availability and identity of the generic name *Euglesa* Jenyns, 1832 (Bivalvia: Sphaerioidea), *Heldia*, 3 (1), 23–26.
- Girod, A. 2013. Recent and Ancient Death-assemblages of Molluscs in Lakes Eğirdir and Beyşehir (SW Anatolia, Turkey). *Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 154 (I): 41-56.
- Graf, D. L. 2013. Patterns of freshwater bivalve global diversity and the state of phylogenetic studies on the Unionoidea, Sphaeriidae, and Cyrenidae. *American Malacological Bulletin* 31 (1): 135–153.
- Gürelli, G., Özbek, M., 2012. izmir'in (Türkiye) tatlısu mollusca türlerinin dağılımı. *Su Ürünleri Derg.* 29(3): 109-113.
- Gurlek, M.E, Kosal Sahin, S., Dokumcu, N., Yildirim, M.Z. (2019). Checklist of the freshwater mollusca of Turkey (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia). *Fresenius Environmental Bulletin*. 28 (4): 2992-3013.
- Herrington, H.B. (1962). A revision of the Sphaeriidae of North America (Mollusca: Pelecypoda). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan* 118:1-74.
- Holopainen, I. J., & Kuiper, J. G. J. (1982). Notes on the morphometry and anatomy of some *Pisidium* and *Sphaerium* species (Bivalvia, Sphaeriidae). *Annales Zoologici Fennici*, 19(2), 93-107.
- Hubenov, Z.K. (2001). Corbiculidae: a new family to the Bulgarian recent Malacofauna (Mollusca: Bivalvia). *Acta Zoologica Bulgarica*, 53, 61-66.

- Hubenov, Z., Trichkova, T., Kenderov, L. & Kozuharov, D. (2013). Distribution of *Corbicula fluminea* (Mollusca: Corbiculidae) over an Eleven-Year Period of its Invasion in Bulgaria. *Acta zoologica bulgarica* 65(3): 315–326.
- Kara, C., Şimşekli, M. (2009) Some Morphometrical Properties of *Corbicula fluminea* Müller, 1774 Lived in Gavur Lake (Kahramanmaraş). *KSU J. Nat. Sci.*, 12 (1): 9-13 [In Turkish].
- Kinzelbach, R. 1991. Die Körbchenmuscheln *Corbicula fluminalis*, *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluviatilis* in Europa (Bivalvia: Corbiculidae). *Meinzer Naturwissenschaftliches Archiv*, 29: 215-228.
- Kinzelbach, R. 1992. The distribution of the freshwater clam *Corbicula fluminalis* in the Near East (Bivalvia: Corbiculidae). - *Zoology in the Middle East*, 6: 51-61.
- Kinzelbach, R. and Roth, G. 1984. Patterns of distribution of some freshwater molluscs of the Levant region. *Foliae historiae-naturales Musei Matrensis* 9: 115-128.
- Korniushin, A. V. (1995). Generic and subgeneric division of pill clams (genus *Pisidium* s. l.) on the basis of anatomical characters. *Correspondentieblad Nederlandse Malacologische Vereniging*, 278, 1–5.
- Korniushin, A. V. (1996). *Dvustvorchatyje Molluski Nadsemejstva Pisidioidea Palearktiki: Fauna, Sistematika, Filogenija*. 175 pp. Kiev.
- Korniushin, A. V. (1998). Evaluation of anatomical characters and their applicability for reconstructing phylogenetic relationships in the Palearctic species of *Pisidium* s. l. (Mollusca, Bivalvia). *Vestnik Zoologii*, 32 (1–2), 88–97.
- Korniushin, A. V. (2000). Review of the family Sphaeriidae (Mollusca Bivalvia) of Australia, with the description of four new species. *Records of the Australian Museum*, 52, 41–102.
- Korniushin, A. V. (2004). A revision of some Asian and African freshwater clams assigned to *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) (Mollusca: Bivalvia: Corbiculidae), with a review of anatomical characters and reproductive features based on museum collections. *Hydrobiologia*, 529: 251-270.
- Korniushin, A. V. (2004). The Bivalve Mollusc Fauna of Ancient Lakes in the Context of the Historical Biogeography of the Balkan Region. *Balkan Biodiversity*, 219–241.
- Korniushin, A. V. (2007). Non-unionid freshwater bivalves (Sphaeriidae, Corbiculidae, Dreissenidae) of North American Fauna. *Vest. Zool.* 41: 13–22.
- Korniushin, A.V., M. Glaubrecht (2002). Phylogenetic analysis based on the morphology of viviparous freshwater clams of the family Sphaeriidae (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea). *Zool. Scr.* 31: 415–459.
- Kropotin, A.V., Bespalaya, Y.V., Aksenova, O.V., Kondakov, A.V., Aksenov, A.S., Khrebtova, I.S., Palatov, D.M., Travina, O.V., Bolotov, I.N. 2023 Genetic and

- Morphological Characterization of the Invasive *Corbicula* Lineages in European Russia. *Water*, 15, 3226. <https://doi.org/10.3390/w15183226>
- Koşal Şahin, S., Zeybek, M., 2016. Distribution of mollusca fauna in the Streams of Tunceli Province (East Anatolia, Turkey) and its relationship with some physicochemical parameters, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16:187-195.
- Kuiper, J.G.J. (1962). Systematische Stellung und geographische Verbreitung von *Pisidium tenuilineatum*. *Arch. Moll.* 91: 173-181.
- Kuiper, J. G. J. (1963). Hauptzüge der Verbreitung des Genus *Pisidium* in Europa. *Arch. Moll.* 92 (5/6), 247—252.
- Kuiper, J. G. J. (1964). Kritische Übersicht der in Nord-Afrika lebenden Arten des Genus *Pisidium*. *Archiv für Molluskenkunde* 93: 127-137.
- Kuiper, J. G. J. (1972). Une récolte de *Pisidium* dans le Moyen Atlas. Résultats de la mission biologique au Maroc de l'Université de Gand, Belgique. *Basteria*, 36, 189-198.
- Kuiper, J.G.J. (1981). The distribution of *Pisidium tenuilineatum* Stelfox and *Pisidium annandalei* Prasad in the Mediterranean area. *Basteria*, 45 (4/5): 79-84.
- Kuiper, J.G.J. (1983). The Sphaeriidae of Australia. *Basteria* 47, 3–52.
- Kuiper, J. (2006). Synonymy, variability and geographical distribution of *Pisidium lilljeborgi* Clessin 1886 in Europe west of the 30th meridian. *Heldia*, 6(1/2): 87-94
- Lee, T., Ó Foighil, D., 2003. Phylogenetic structure of the Sphaeriinae, a global clade of freshwater bivalve molluscs, inferred from nuclear (ITS-1) and mitochondrial (16S) ribosomal gene sequences, *Zool. J. Linn. Soc.*, 137, 245–260.
- Mandahl-Barth, G. 1988. Studies on African Freshwater Bivalves. Danish Bilharziasis Laboratory, Charlottenlund, Denmark. 161 pp.
- Mienis, H. K. (1986). A revised checklist of the brackish and freshwater Molluscs from Israel and the administrated areas.- *Levantina* 63:675-682, Kfar Saba, IL.
- Mouthon, J. (1981). Sur la presence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria* 45: 109–116.
- Nesemann, H., S. Sharma, 2005. Illustrated checklist of pea clams (Mollusca: Bivalvia: Sphaeriidae) from Nepal. *Himalayan Journal of Sciences* 3(5): 57-65.
- Özvarol, Z.A., Gümüş, C. and Begburs, C.R., 2004, Sarısu (Antalya) Deresi'nin mollusca faunası üzerine bir ön çalışma, *Tr. J. of Aquatic Life*, 2:33-40.
- Piechocki, A. (1989). The Sphaeriidae of Poland (Bivalvia: Eulamellibranchiata). – *Annales Zoologici* 42 (12): 249-320.

- Schütt, H. 1983. Die Molluskenfauna der Süßwässer im Einzugsgebiet des Orontes unter Berücksichtigung benachbarter Flußsysteme. Archiv für Molluskenkunde 113: 17-91.
- Prashad, B. (1933). Notes on lamellibranchs in the Indian Museum No. 8. Species of the genus *Pisidium* from western Tibet, Yarkand, Persia and Syria, Records Indian Museum, 35, 1–8.
- Rassam, H., Ghamizi, M., Benaissa, H., Clewing, C., & Albrecht, C. (2021). The fingernail clams (Bivalvia: Veneroida: Sphaeriidae) of Morocco: Diversity, distribution and conservation status. Biodiversity Data Journal. 9: e73346. doi:10.3897/BDJ.9.e73346f
- Schütt, H., & Şeşen, R. (1989). The freshwater molluscs of Ceylanpinar. Zoology in the Middle East, 3(1), 55–58.
- Serdar, S. (2016). A new bivalvia species in the West Aegean; Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(4): 329-334. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.4.04
- Skuza, L., Labecka, A. M., Domagea, J. (2009). Cytogenetic and morphological characterization of *Corbicula fluminalis* (O. F. Müller, 1774) (Bivalvia: Veneroida: Corbiculidae): taxonomic status assessment of a freshwater clam. Folia biol. 57: 177-185.
- Şereflişan, H., Başusta, N. and Çeviker, D. 2007. First record of ubiquitous peaclam *Pisidium casertanum* (Poli, 1791) (Bivalvia) from the Gölbaşı Lake (Hatay/Turkey). Journal of Applied Biological Sciences, 1 (1): 75-76.
- Tittizer, T., M. Taxacher. (1997). Erstnachweis von *Corbicula fluminea/fluminalis* (Müller, 1774) (Corbiculidae, Mollusca) in der Donau. Lauterbornia, 31: 103-107.
- Ustaoğlu M. R., Balık, S. and Özbek, M. 2001. Işıklı Gölü (Çivril-Denizli)'nün Mollusca Faunası. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 18 (1-2): 135-139.
- Ustaoğlu M. R., Balık, S. and Özbek, M. 2003. Yuvarlakçay'ın (Köyceğiz-Muğla) Mollusca Faunası. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 20 (3-4): 433 – 438.
- Bij de Vaate, A. & Hulea, O. (2000). Range extension of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller 1774) in the river Danube: first record from Romania. Lauterbornia, 38: 23–26.
- Yardı, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M. and Çulha, M., 2008, Sarıkum Gölü (Sinop) makrobentik mollusca ve crustacea faunası, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 25(4):301–309
- Zettler, M. L. & Kuiper, J. G. J. (2002). Zur Verbreitung und Ökologie von *Pisidium moitessierianum* (Paladilhe 1866) unter besonderer Berücksichtigung von

Nordostdeutschland (Mollusca: Bivalvia: Sphaeriidae). Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft. 67: 9-26.

BÖLÜM 5

TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN UNIONOIDEA TÜRLERİNİN SİSTEMATİĞİ, DAĞILIMI VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Mustafa Emre GÜRLEK¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252205>

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu Okulu, Türkiye malacoturk@gmail.com Orcid ID: 0000-0002-9249-1331

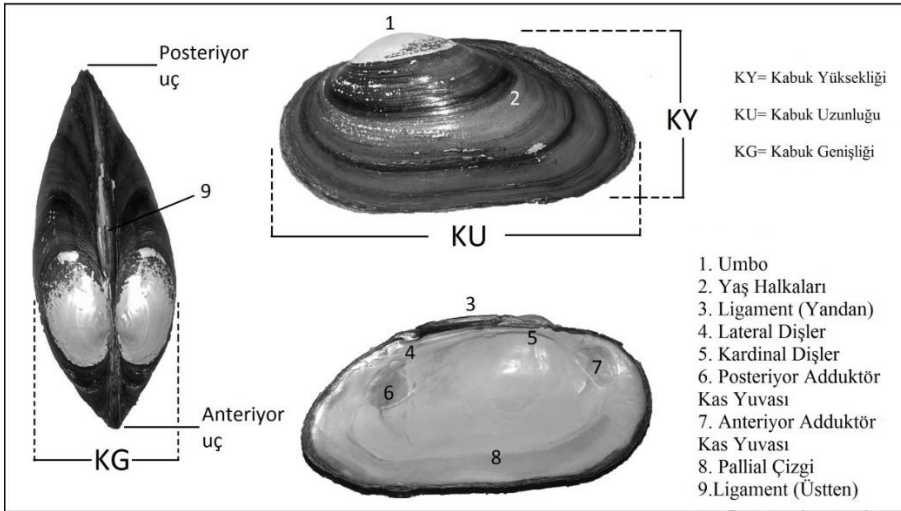
5.1. Giriş

Unionida Gray 1854 ordosuna ait tatlı su midyelerini içeren bu dikkat çekici canlılar, benzersiz yaşam döngüleri (kuluçka, balıklar üzerinde larval parazitizm) ve bir asır kadar yaşayabilme özellikleriyle akuatik ekosistemlerin önemli bileşenleridir. Bazen bentik biyokütlenin %90'ından fazlasını oluşturabilirler. Bir birey günde 40 litre su süzme yeteneğine sahiptir. Kabukları diğer bazı canlıların yaşaması için yüzey alanı oluşturur. Yine kabukları bazı materyallerin yapımında kullanılabildiği gibi etleri insanlar ve diğer canlıların beslenmesinde önemli bir protein kaynağı olabilmektedir. Tatlısu midyeleri morfolojik olarak değişken hayvanlardır ve yalnızca konkolojik özelliklerine bakılarak teşhis yapmak genellikle zordur. Son yıllarda özellikle Avrupa Tatlısu midyeleri hakkında bilimsel çalışmaların artışıyla ve özellikle moleküler tekniklerinde kullanılmasıyla birçok yeni tür tanımlanmış ve sinonim kullanımlardan arındırılmıştır. Moleküler, morfolojik ve biyocoğrafik kanıtları birleştirerek yapılacak teşhisler her zaman en doğru sonuçları vermektedir. Akdeniz Bölgesi, istisnai tür zenginliği ve yüksek düzeyde endemizm ile biyolojik çeşitliliğin sısak noktası (Hotspot) olarak sınıflandırılır. Bu bölge, en karmaşık, çeşitli ve heterojen bölgelerden biridir ve zengin endemik bitki çeşitliliğine de sahiptir. Bu yüksek biyoçeşitlilik ana olarak iki ayrı bölgede bulunur. Birincisi Batı (İberya yarım adası ve Kuzey Batı Afrika) ve ikincisi Doğu bölgesi (Balkanlar ve Anadolu) olarak bilinir. Bu bölgeler özellikle ılıman ve bitkiler ve hayvanlar için olumsuz iklim koşullarından izole bölgelerdir. Midye popülasyonları dünya çapında hızla düşmektedir. 511 tatlısu midye türünün 224 tanesi (%44) ya 'tehlike altında' yada 'neredeyse tehlike altında' kategorisine girmektedir. Türkiye en fazla tatlı sulak alan türünü barındıran ülkelerden biridir, aynı zamanda bölgedeki tehdit altındaki tatlı sulak alan türleri bakımından da en yüksek orana ve sayıya sahiptir. Ayrıca, küresel ölçekte nesli tükenmiş bazı türler ile kaybolmuş türler (yani kendi ülke sınırları içindeki kayıp türler) bakımından en fazla sayıya sahip ülkedir. İsrail, oransal açıdan, en fazla kaybolan türe sahip ülkedir bunu Suriye ve Türkiye takip etmektedir. Tatlı su midyelerine yönelik tehditler arasında habitatın parçalanması ve bozulması, kayıp, aşırı kullanım, kirlilik, yerli olmayan istilacı türlerin ortaya çıkışı ve iklim değişikliği yer alıyor. Ayrıca bilinmeyen faktörlerden, istilacı balık türleri, kirlilik, diğer istilacı türler ve iklim değişikliği gibi birçok stres etkeninden de etkilenebilirler. Bu faktörlerle

mücadele için, Avrupa Birliği ve USDA-APHIS (ABD Tarım Departmanı)'in uyguladığı gibi stratejik politikaları uygulayabilir ve tatlı su habitatlarını erken tespit amacıyla izlemeye yönelik kaynaklara ve teknolojilere yatırım yapabiliriz. Ayrıca istilacı tatlı su yumuşakçalarına ilişkin küresel düzeyde bir coğrafi veri tabanı geliştirebilir ve istilacı türlerin popülasyonlarını azaltmak ve geçim kaynaklarını iyileştirmek için yeni kullanımlarını değerlendirebiliriz (Froufe ve ark., 2016; Gürlek ve ark., 2019; Lopes-Lima ve ark., 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2021, 2024; Vikhrev ve ark., 2018).

5.2.Unionidae Teşhisinde Kullanılan Yöntemler

Teşhislerde son yıllarda moleküler teknikler daha çok kullanılmaya başlamıştır. Fakat morfolojik ve anatomik yapıların türler arası farklılıkları da oldukça önem arz etmektedir. Bu yapılardan, kabuk morfolojisinde; kabuk rengi, kabuk ölçüleri, yaş halkalarının durumu, umbonun yapısı, anterior ve posteriyor uçların yapısı, ventral marjinin görüntüsü, lateral ve kardinal dişlerin yapısı gibi özellikler kullanılmaktadır (Şekil 1). Anatomik yapılardan ise; manto, ayak, viseral kütle ve solungaçların renk tonundan teşhis yapılabilmektedir.



Şekil 1. Unionidea türlerinin teşhisinde kullanılan morfolojik yapılar.

5.3. Sistematik

Ordo Unionida (Gray, 1854)

Family Unionidae (Rafinesque, 1820)

Subfamily Unioninae (Rafinesque, 1820)

Tribe Unionini (Rafinesque, 1820)

Genus *Unio* (Philipsson in Retzius, 1788)

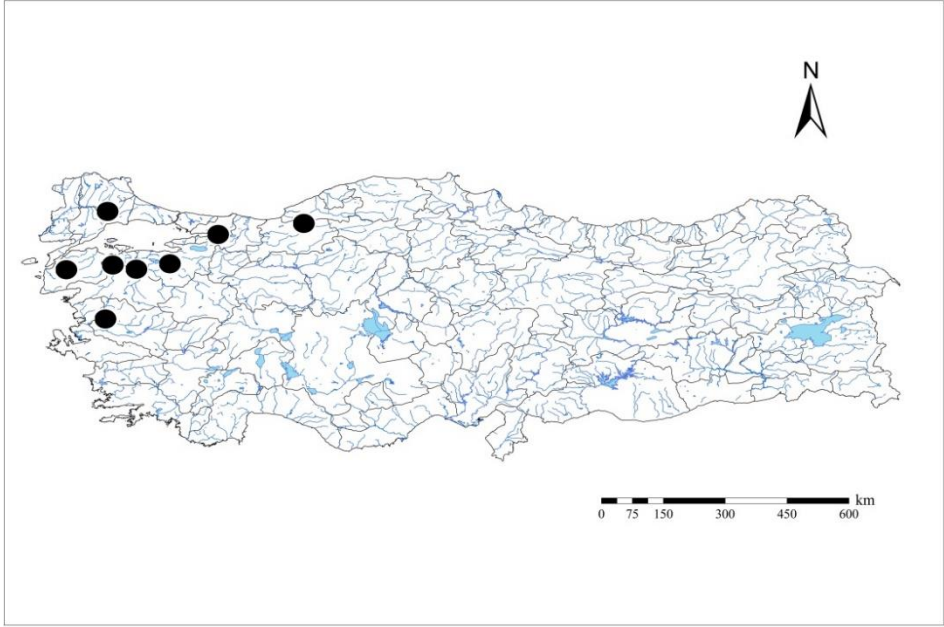
Unio pictorum (Linnaeus, 1758)



Resim 1. *Unio pictorum* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk uzunsak, posteriyor uç sivrimsi, umbo belirgin ve görece ortalı konumlanmış, renk açık kahverengiden koyu kahverengi tonlarına kadar değişiklik gösterir. Morfolojik olarak *Unio eucirrus*'a benzerlik gösterir (Resim 1).

Dağılımı: *Unio pictorum*, Avrupa kökenli bir türdür ve ülkemizin Kuzeybatı bölgelerinde, Meriç, Sakarya, Susurluk, Gediz ve Karamenderes nehir havzalarında dağılım gösterir (Şekil 2).



Şekil 2. *Unio pictorum* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

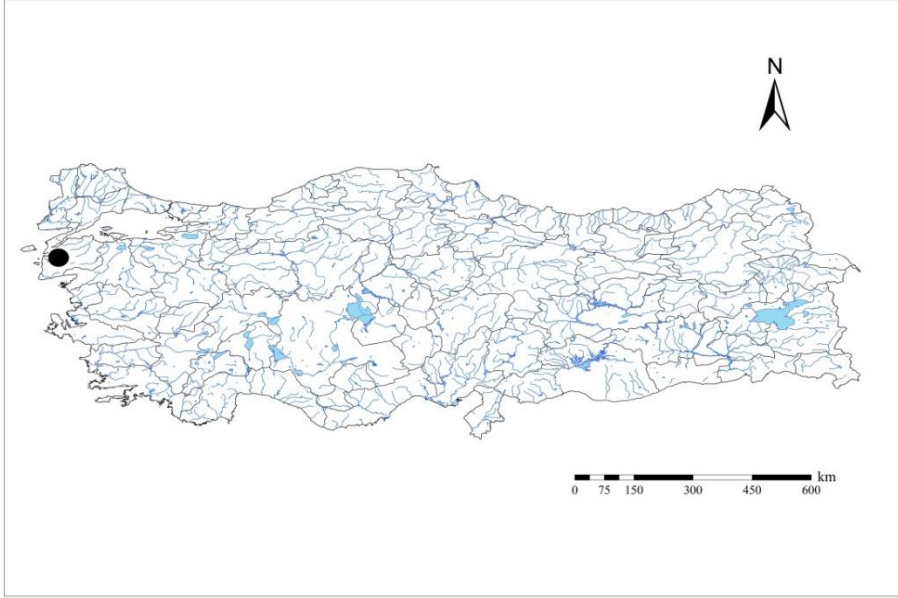
Unio eucirrus (Bourguignat, 1857)



Resim 2. *Unio eucirrus* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk uzunsak, posteriyor uç sivrimsi, anterior uç daha yuvarlaktır. Renk genelde açık kahverengidir. Morfolojik olarak *Unio pictorum*'a benzerlik gösterir (Resim 2).

Dağılımı: *Unio eucirrus*, Türkiye için endemik bir türdür ve bilinen tek yaşam alanı Karamenderes nehir havzasıdır (Şekil 3).



Şekil 3. *Unio eucirrus* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

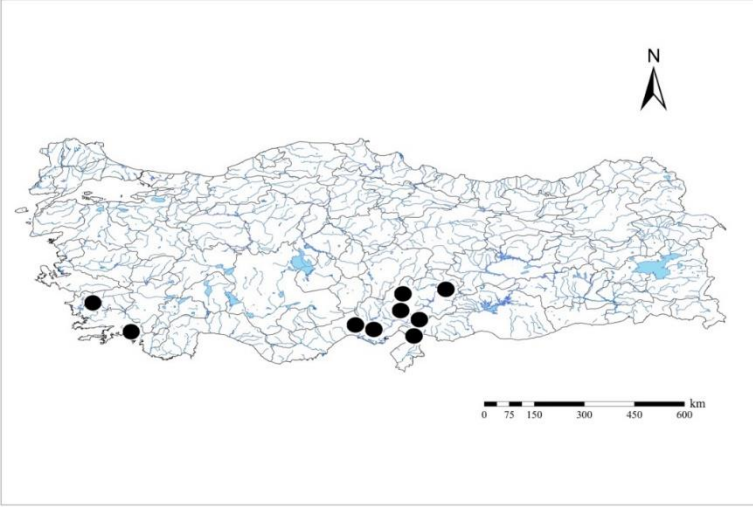
Unio delicatus (Lea, 1863)



Resim 3. *Unio delicatus* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk uzunsak, umbo anterior uca daha yakın, renk koyu kahverengi tonlarındadır. Morfolojik olarak *Unio pictorum* ve *Unio eucirrus*'a benzerlik gösterir (Resim 3).

Dağılımı: *Unio delicatus*, Türkiye'de, Büyük Menderes havzasından, Seyhan, Ceyhan ve Asi nehir havzalarına kadar, oradan da Suriye ve Lübnan kıyı bölgesi havzalarına kadar dağılım gösterir (Şekil 4).



Şekil 4. *Unio delicatus* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

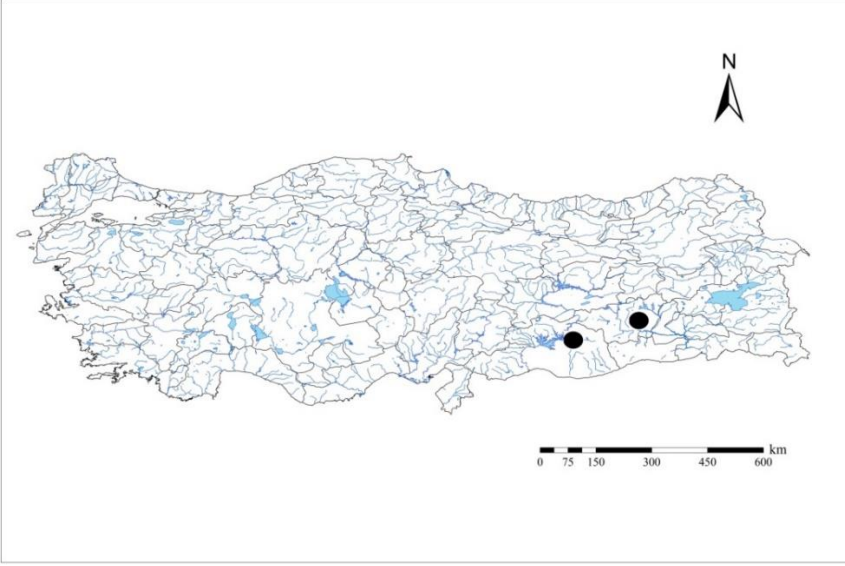
Unio tigridis (Bourguignat, 1852)



Resim 4. *Unio tigridis* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk yuvarlağımsı, sert yapılı, umbo anterior uca yakın, renk çoğunlukla koyu kahverengidir. Morfolojik olarak *Unio hueti*'ye benzerlik gösterir fakat ona göre daha küçük ve ovaldır (Resim 4).

Dağılımı: *Unio tigridis*'in Türkiye'de, Dicle ve Fırat havzasından kayıtları bildirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. *Unio tigridis* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

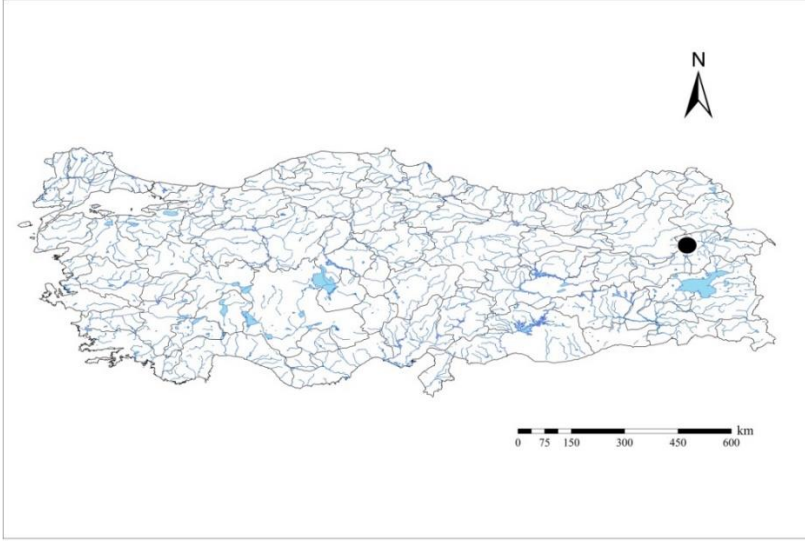
Unio hueti (Bourguignat, 1855)



Resim 5. *Unio hueti* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk uzunsak, sert yapılı, umbo anteriyor uca yakın, renk çoğunlukla koyu kahverengidir. Morfolojik olarak *Unio tigridis*'e benzerlik gösterir fakat ona göre daha büyük ve uzun yapılıdır (Resim 5).

Dağılımı: *Unio hueti*'nin Türkiye'de, yukarı Fırat havzası Murat Nehri'nden kaydı bildirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *Unio hueti* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

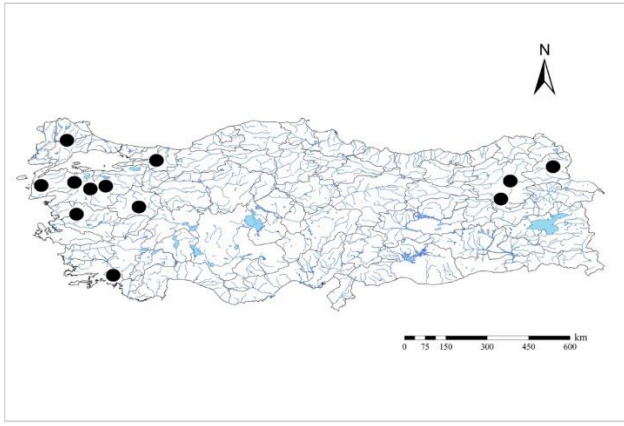
Unio bruguierianus (Bourguignat, 1853)



Resim 6. *Unio bruguierianus* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk yuvarlağımsı (crassusvari= *Unio crassus* türü kabuk yapısında olan), sert yapılı, umbo anterior uca yakın, renk açık kahverengi tonlardan, koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir. Morfolojik olarak *Unio sesirmensis*'e benzerlik gösterir fakat ona göre daha büyük ve uzun yapılıdır. Ayrıca umbo daha belirgindir (Resim 6).

Dağılımı: *Unio bruguierianus* Yunanistan'dan Trakya'ya, Batı Anadolu'dan Yukarı Dicle, Yukarı Fırat ve Aras havzalarına ve oradan Ermenistan, Azerbaycan ve İran'a kadar dağılım göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. *Unio bruguierianus* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

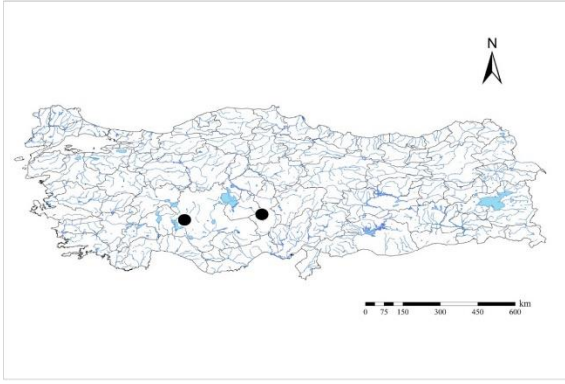
Unio sesirmensis (Kobelt, 1913)



Resim 7. *Unio sesirmensis* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk yuvarlağımsı (crassusvari= *Unio crassus* türü kabuk yapısında olan), sert yapılı, umbo anterior uca yakın ve üzerinde tüberküller bulunur, posterior uç uzunsak değil, renk açık kahverengi tonlardan, koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir. Morfolojik olarak *Unio bruguierianus*'a benzerlik gösterir fakat ona göre daha küçük yapılıdır (Resim 7).

Dağılımı: *Unio sesirmensis*, Türkiye için endemik bir türdür. Beyşehir ve Tuz göllerinin olduğu havzalardan kaydı verilmiştir. İlk tanımlandığı lokalite Suğla Gölü'dür (Kobelt, 1913) (Şekil 8).



Şekil 8. *Unio sesirmensis* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

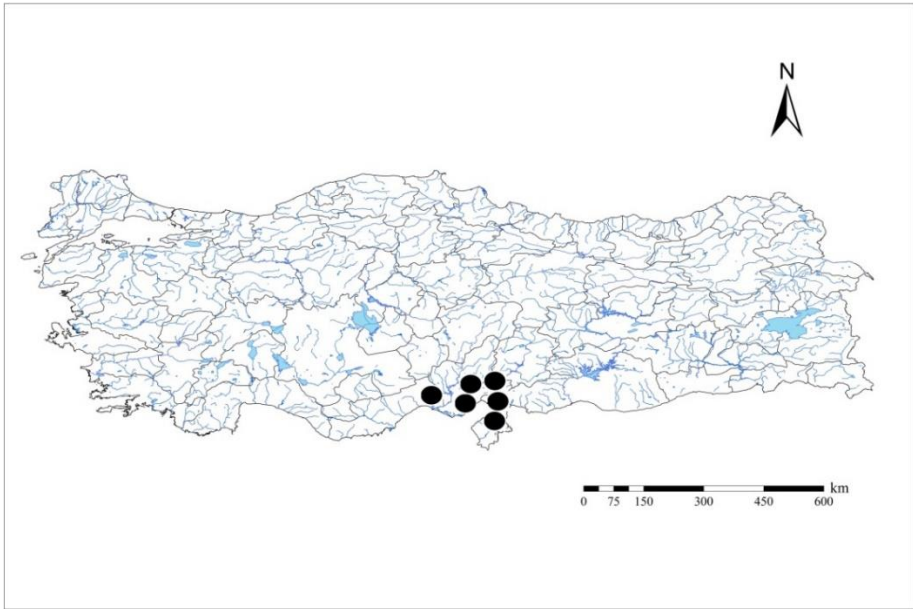
Unio damascensis (Lea, 1863)



Resim 8. *Unio damascensis* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk yuvarlağımsı (crassusvari= *Unio crassus* türü kabuk yapısında olan), sert yapılı, umbo anteriyor uca yakın, posteriyor uç uzunsak değil, renk açık kahverengi tonlardan, koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir. Morfolojik olarak *Unio bruguierianus*'a benzerlik gösterir fakat ona göre daha sert kabuklu ve iridir (Resim 8).

Dağılımı: *Unio damascensis*, Tarsus, Seyhan ve Ceyhan nehir havzalarında bunların dışında da Asi nehir havzasının Türkiye ve Suriye bölümlerinden kaydı vardır (Şekil 9).

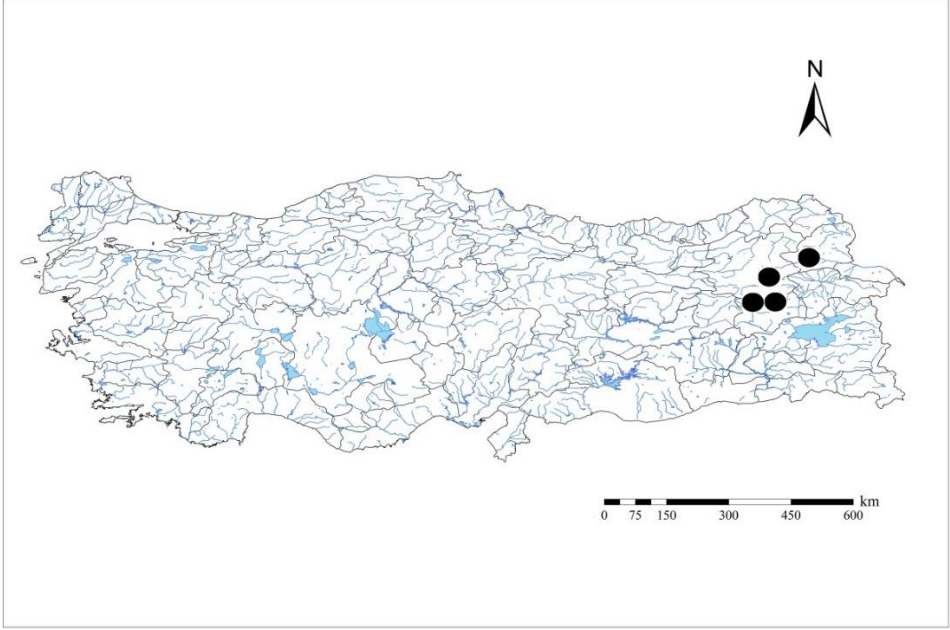


Şekil 9. *Unio damascensis* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

Unio mardinensis (Lea, 1865)

Türün tanımı: Kabuk yuvarlağımsı (crassusvari= *Unio crassus* türü kabuk yapısında olan), sert yapılı, umbo anteriyor uca yakın, renk açık kahverengi tonlardan, koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir. Morfolojik olarak *Unio sesirmensis* ve *Unio bruguierianus*'a benzerlik gösterir (Tür henüz tarafımca fotoğraflandırılmamıştır). Umbo belirgindir.

Dağılımı: *Unio mardinensis*, Aras ve Yukarı Fırat havzalarında dağılım göstermektedir (Şekil 10).



Şekil 10. *Unio mardinensis* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

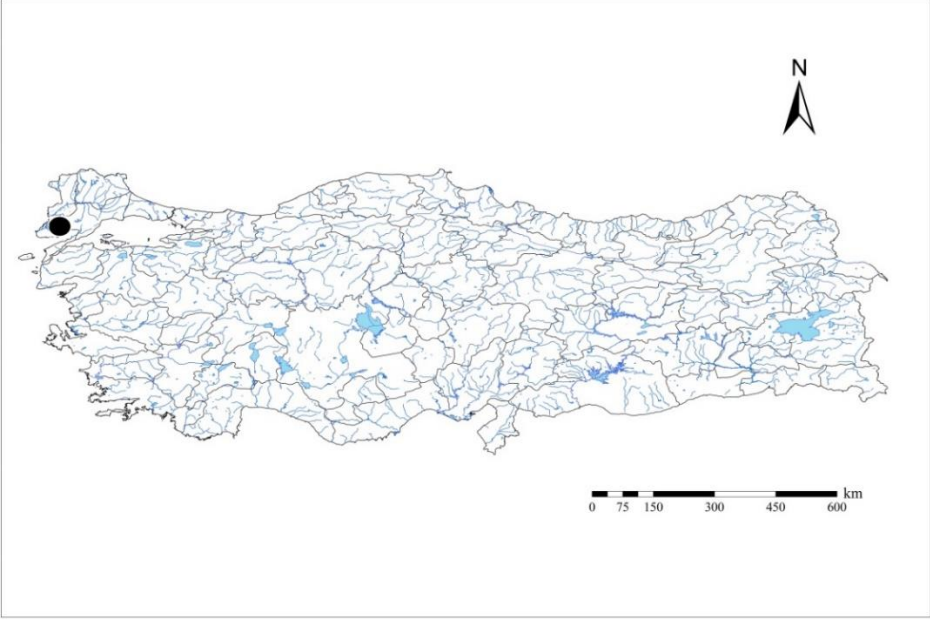
Unio tumidus (Philipsson, 1788)



Resim 9. *Unio tumidus* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk uzunsak, posteriyor uç sivrimsi, umbo belirgin ve anterior uca yakın, renk genellikle açık kahverengidir. Morfolojik olarak *Unio pictorum*'a benzerlik gösterir (Resim 9).

Dağılımı: *Unio tumidus*, Türkiye'den Meriç nehir havzasından kaydı verilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. *Unio tumidus* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

Tribe Anodontini (Rafinesque, 1820)

Genus *Anodonta* (Lamarck, 1799)

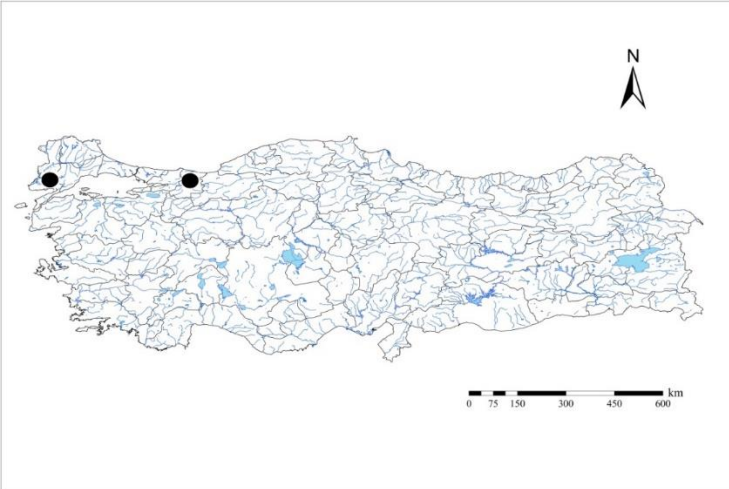
Anodonta cygnea (Linnaeus, 1758)



Resim 10. *Anodonta cygnea* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk görece büyük fakat kırılğan yapıdadır. Anterior uç yuvarlak, posterior uç ise üst kısmında sivrilmiştir. Umbo çok belirgin değil. Kabuk rengi genelde açık kahverengidir. *Anodonta anatina* ve *Anodonta seddoni*'ye göre daha büyük yapıdadır (Resim 10).

Dağılımı: *Anodonta cygnea*'nın Türkiye'den, Meriç ve Sakarya havzasından kaydı verilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. *Anodonta cygnea* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

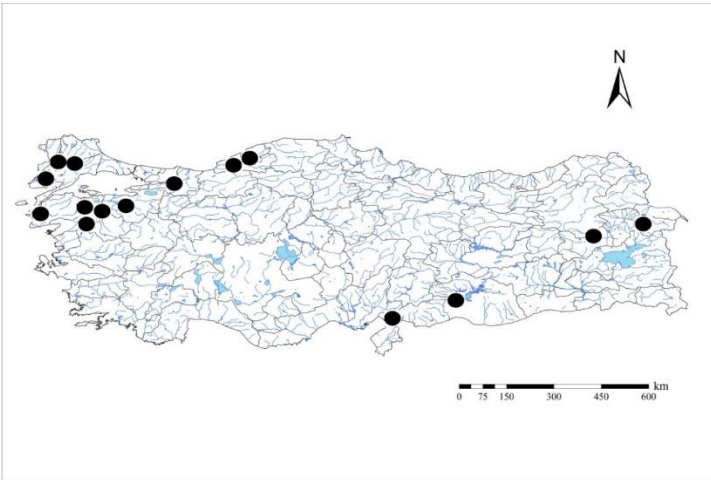
Anodonta anatina (Linnaeus, 1758)



Resim 11. *Anodonta anatina* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk büyük ve kırılkan yapıdadır. Anteriyor uç yuvarlak, posteriyor uç ise üst kısımda *Anodonta cygnea*'ya göre daha sivridir. Umbo çok belirgin değil. Kabuk rengi genelde açık kahverengidir (Resim 11).

Dağılımı: *Anodonta anatina*'nın Türkiye'den, Meriç, Susurluk, Sakarya havzası, Batı Karadeniz, Asi, Fırat ve Aras havzalarından kaydı verilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. *Anodonta anatina* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

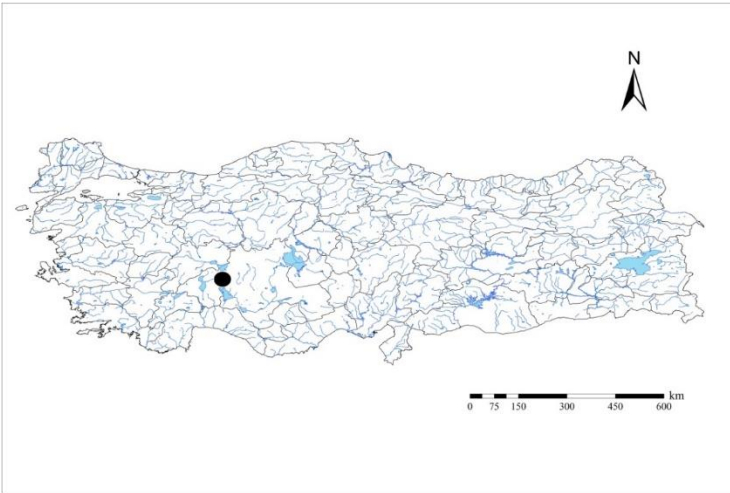
Anodonta seddoni (Gürlek, Kebapçı & Lopes-Lima, 2021)



Resim 12. *Anodonta seddoni* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk *Anodonta cygnea* ve *Anodonta anatina*'dan küçük ve kırılğan yapıdadır. Anteriyör uç yuvarlak, posteriyör uç ise *Anodonta cygnea* ve *Anodonta anatina*'dan daha yuvarlaktır. Umbo çok belirgin değil. Kabuk rengi genelde açık kahverengidir (Resim 12).

Dağılımı: *Anodonta seddoni* endemik türümüzdür. Türkiye'de, Beyşehir Gölü'ne bağlı akarsularda kaydı verilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. *Anodonta seddoni* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

Subfamily Gonideinae (Ortmann, 1916)

Tribe Gonideini (Ortmann, 1916)

Genus *Leguminaia* (Conrad, 1865)

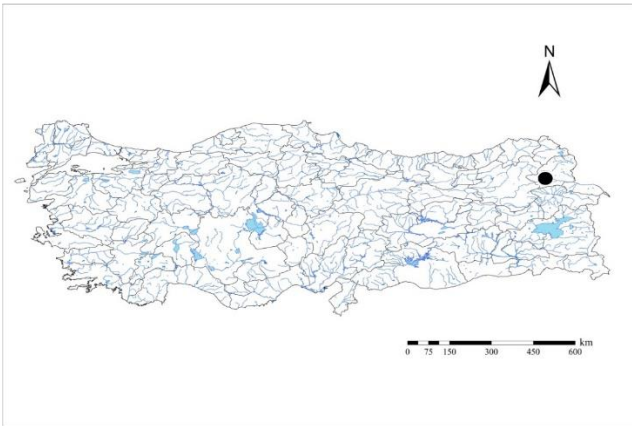
Leguminaia anatolica (Gürlek, Kebapçı & Lopes-Lima, 2021)



Resim 13. *Leguminaia anatolica* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk *Unio*'ya göre büyük ve sert yapıdadır. Anterior uç yuvarlak, posterior uç ise köşeli dönüş yapar. Umbo çok belirgin ve kabuk rengi genelde açık kahverengidir (Resim 13).

Dağılımı: *Leguminaia anatolica* endemik türümüzdür. Türkiye'de, Ağrı-Tutak Murat Nehri'nden kaydı verilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. *Leguminaia anatolica* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

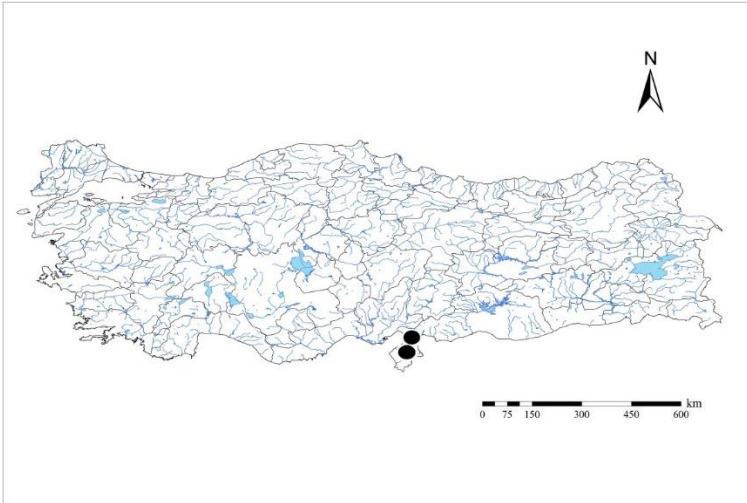
Leguminaia wheatleyi (Lea, 1862)



Resim 14. *Leguminaia wheatleyi* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk *Leguminaia anatolica*'ya benzer yapıdadır. Anterior uç yuvarlak, posterior uç ise hafif köşeli dönüş yapar. Umbo belirgin ve kabuk rengi koyu kahverengidir (Resim 14).

Dağılımı: *Leguminaia wheatleyi*'nin Türkiye'de, Hatay Gölbaşı Gölü ve bağlı akarsulardan kaydı verilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. *Leguminaia wheatleyi* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

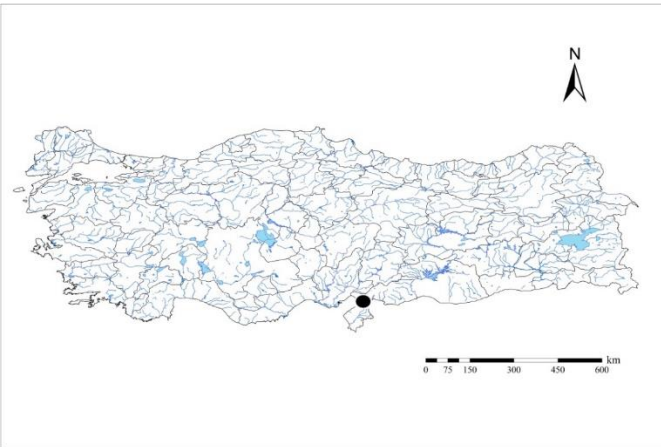
Leguminaia saulcyi (Bourguignat, 1852)



Resim 15. *Leguminaia saulcyi* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk *Leguminaia anatolica* ve *Leguminaia wheatleyi*'ye göre daha yuvarlağımsı yapıdadır. Anterior uç ve posterior uç yuvarlaktır. Umbo belirgin ve kabuk rengi koyu kahverengidir (Resim 15).

Dağılımı: *Leguminaia saulcyi*'nin Türkiye'de, Asi havzası, Karasu Nehri'nden kaydı bulunmaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. *Leguminaia saulcyi* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

Tribe Lamprotulini (Modell, 1942)

Genus *Potomida* (Swainson, 1840)

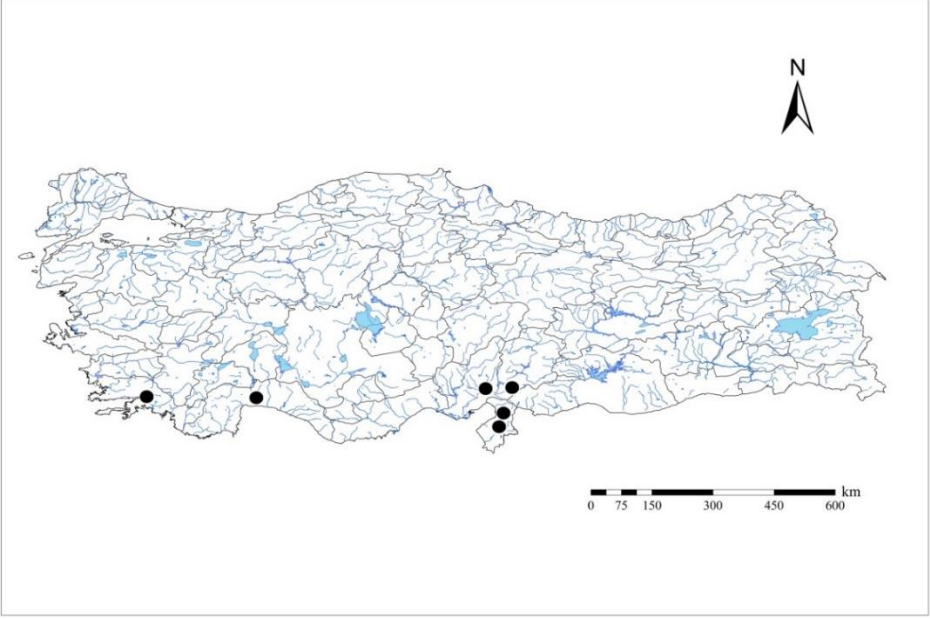
Potomida semirugata (Lamarck, 1819)



Resim 16. *Potomida semirugata* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk çok büyük değil ve sert yapıdadır. Anteriyor uç ve posteriyor yakın ölçülerde yuvarlaktır. Umbo çok belirgindir. Kabuk rengi genelde koyu kahverengidir (Resim 16).

Dağılımı: *Potomida semirugata*'nın Türkiye'den, Muğla Dalaman, Antalya, Ceyhan Nehri, Kahramanmaraş Gavur Gölü ve Hatay Asi Havzasından kayıtları mevcuttur (Şekil 18).



Şekil 18. *Potomida semirugata* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

Family Margaritiferidae (J. Henderson, 1929)

Genus *Pseudunio* (F. Haas, 1910)

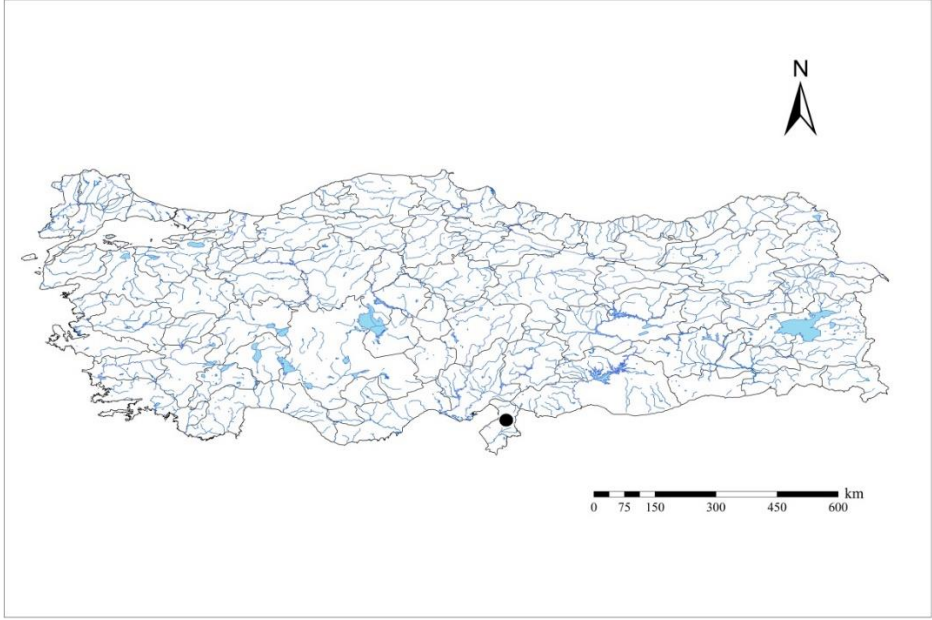
Pseudunio homsensis (Lea, 1865)



Resim 17. *Pseudunio homsensis* türüne ait kabuk örneği.

Türün tanımı: Kabuk çok büyük değil ve sert yapıdadır. Anteriyor uç ve posteriyor yakın ölçülerde yuvarlaktır. Umbo belirgindir. Kabuk rengi genelde koyu kahverengidir (Resim 17).

Dağılımı *Pseudunio homsensis*'in Türkiye'den sadece Hatay Karasu Çayı'ndan kaydı mevcuttur (Şekil 19).



Şekil 19. *Pseudunio homsensis* türünün Türkiye'deki dağılım noktaları.

KAYNAKLAR

- Froufe, E., Prie, V., Faria, J., Ghamizi, M., Gonçalves, D.V., Gürlek, M.E., Karaouzas, I., Kebapçı, Ü., Sereflisan, H., Sobral, C., Sousa, R., Teixeira, A., Varandas, S., Zogaris, S., Lopes-Lima, M., 2016. Phylogeny, phylogeography, and evolution in the Mediterranean region: News from a freshwater mussel (*Potomida*, Unionida). *Mol. Phylogenet. Evol.* 100, 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.04.030>.
- Gürlek ME, Şahin SK, Dökümcü N, Yıldırım MZ. 2019. Checklist of the freshwater mollusca of Turkey (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia). *Fres. Environ. Bull.* 28(4): 2992-3013.
- Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D.C., Araujo, R., Bergengren, J., Bernal, Y., B'odis, E., Burlakova, L., Van Damme, D., Douda, K., Froufe, E., Georgiev, D., Gumpinger, C., Karatayev, A., Kebapçı, Ü., Killeen, I., Lajtner, J., Larsen, B.M., Lauceri, R., Legakis, A., Lois, S., Lundberg, S., Moorkens, E., Motte, G., Nagel, K.O., Ondina, P., Outeiro, A., Paunovic, M., Prie, V., von Proschwitz, T., Riccardi, N., Rudzite, M., Rudzitis, M., Scheder, C., Seddon, M., Sereflisan, H., Simić, V., Sokolova, S., Stoeckl, K., Taskinen, J., Teixeira, A., Thielen, F., Trichkova, T., Varandas, S., Vicentini, H., Zajac, K., Zajac, T., Zogaris, S., 2017a. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biol. Rev.* 92, 572–607. <https://doi.org/10.1111/brv.12244>.
- Lopes-Lima, M., Froufe, E., Do, V.T., Ghamizi, M., Mock, K.E., Kebapçı, Ü., Klishko, O., Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U., Paulo, O.S., Pfeiffer III, J.M., Raley, M., Riccardi, N., Sereflisan, H., Sousa, R., Teixeira, A., Varandas, S., Wu, X., Zanatta, D.T., Zieritz, A., Bogan, A.E., 2017b. Phylogeny of the most species-rich freshwater bivalve family (Bivalvia: Unionida: Unionidae): Defining modern subfamilies and tribes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 106, 174–191. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.08.021>.
- Lopes-Lima, M., Burlakova, L.E., Karatayev, A.Y., Mehler, K., Seddon, M., Sousa, R., 2018a. Conservation of freshwater bivalves at the global scale: diversity, threats and research needs. *Hydrobiologia* 810, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3486-7>.

- Lopes-Lima, M., Bolotov, I.N., Do, V.T., Aldridge, D.C., Fonseca, M.M., Gan, H.M., Gofarov, M.Y., Kondakov, A.V., Prie, V., Sousa, R., Varandas, S., Vikhrev, I.V., Teixeira, A., Wu, R.-W., Wu, X., Zieritz, A., Froufe, E., Bogan, A.E., 2018b. Expansion and systematics redefinition of the most threatened freshwater mussel family, the Margaritiferidae. *Mol. Phylogenet. Evol.* 127, 98–118. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.04.041>.
- Lopes-Lima, M., Gürlek, M.E., Kebapçı, Ü., Şereflişan, H., Yanık, T., Mirzajani, A., Neubert, E., Prié, V., Teixeira, A., Gomes-dos-Santos, A., Barros-García, D., Bolotov, I.N., Kondakov, A. V., Vikhrev, I. V., Tomilova, A.A., Özcan, T., Altun, A., Gonçalves, D. V., Bogan, A.E., Froufe, E., 2021. Diversity, biogeography, evolutionary relationships, and conservation of Eastern Mediterranean freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 163, 107261. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107261>.
- Lopes-Lima M., Geist J., Egg S., Beran L., Bikashvili A., Bogan A., Bolotov I., Van Bocxlaer B., Douda K., Fernandes V., Gomes-dos-Santos A., Gonçalves DV., Gürlek ME., Johnson NA., Karaouzas I., Kebapçı Ü., Kondakov A., Kuehn R., Lajtner J., Mumladze L., Nagel K-O., Neubert E., Österling M., Pfeiffer J., Prié V., Riccardi N., Sell J., Schneider LD., Shumka S., Sirbu I., Skujienė G., Smith C., Sousa R., Stöckl K., Taskinen J., Teixeira A., Todorov M., Trichkova T., Urbanska M., Vällilä S., Varandas S., Vikhrev I., Woschitz G., Yunitsyna O., Zając K., Zając T., Zanatta D., Zieritz A., Zogaris S. and Froufe E. 2024. Integrative phylogenetic, phylogeographic and morphological studies of the *Unio crassus* species complex reveal cryptic diversity with important conservation implications. *Mol. Phylogenet. Evol.* (Hakem değerlendirmesinde).
- Vikhrev, I.V., Bolotov, I.N., Altun, A., Gofarov, M.Y., Dvoryankin, G.A., Kondakov, A.V. Özcan, T., Özcan, G. (2018) The revenant: Rediscovery of *Margaritifera homsensis* from Orontes drainage with remarks on its taxonomic status and conservation (Bivalvia: Margaritiferidae). *Systematics and Biodiversity*. 16(1), 69-80.

BÖLÜM 6

TATLI SU MİDYELERİNDE PARAZİTİK EVRE

Doç. Dr. Hülya ŐEREFLİŐAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252209>

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay, Türkiye
hulya.sereflisan@iste.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2510-3714>

GİRİŞ

Unionida takımındaki tatlı su midyeleri, sucul ekosistemde bulunuş ve yayılış amacı için balıkları parazit olarak istila etmek veya kullanmak üzere uyarlanmıştır. Parazitik larva aşamasında, larvalar (glochidia) konakçı balığın solungaçlarına veya yüzgeçlerine yapışarak buradaki dokuya tutunur ve sonunda serbest yaşayan bir yetiştikine dönüşmek üzere konakçıyı terk ederler. Tatlı su sisteminde Unionidler üzerindeki aşırı av baskısı, kirlilik, istilacı tür girişi ve olumsuz bazı çevresel faktörler nedeniyle konakçı balıklarla arasındaki parazitik etkileşimleri son zamanlarda dikkat çeken bir konu olmuştur. Midyeler konakçıları üzerinde, küçük etkilere neden olan stres faktörü oluştururlar. Konakçı üzerinde oluşturulan bu etkinin yoğunluğu, parazitik aşamanın süresine ve parazitik larvaların sayısal büyüklüğüne ve etkileşime giren türlere göre değişiklik göstermektedir. Parazitik evrede glochidiaların konakçıya tutunma davranışları, konakçı balığın tepkisel yaklaşımı ve bu süreçte zarar görmeyen konakçının bağışıklık sistemi ile bu duruma karşı koyması gibi göstergeler üzerine araştırmaların genişletilmesi gerekmektedir.

1. PARAZİTİK YAŞAMIN TANIMI

Parazit, başka bir organizmanın, konakçının içinde ya da üzerinde yaşayan ve yapısal olarak uyarlanmış bir yaşam biçimi yoluyla onu istismar ederek ona zarar veren bir organizmadır (Poulin, 2007). Bu tanım bitkiler, mantarlar, hayvanlar, virüsler, bakteriler ve hatta belirli DNA zincirleri için geçerlidir (Combes, 2001; Poulin, 2007).

Parazitler ve konakçıları arasındaki ilişkiler, gezegendeki organizma etkileşimlerinin en karmaşık ve en özel biçimleri arasında yer alır. Bu etkileşimlere olan ilgi, parazitolojinin evrimsel ekoloji alanına dahil edilmesinden bu yana hızla artmıştır. Parazitlerin, konakçıların genel ekolojisini düzenlemenin yanı sıra popülasyon büyüklüğünü şekillendirmede önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (Poulin and FitzGerald, 1989; Tompkins vd., 2002; Wesołowska ve Wesołowski, 2014). Parazitik organizmaların çok çeşitli olduğu göz önüne alındığında, onlar yaşam geliştirdikleri stratejilerine göre sınıflandırılmaktadır. Bir parazitin tanımında, parazitin konakçı üzerinde istila ettiği yer, parazitin yaşam döngüsünü tamamlamak için ihtiyaç duyduğu konakçı sayısı ve yaşam döngüsünde bir

parazit olarak geçirdiği oranın bilinmesi önemlidir. Bu nedenle bir paraziti tanımlamak için bazı terimler kullanılmaktadır.

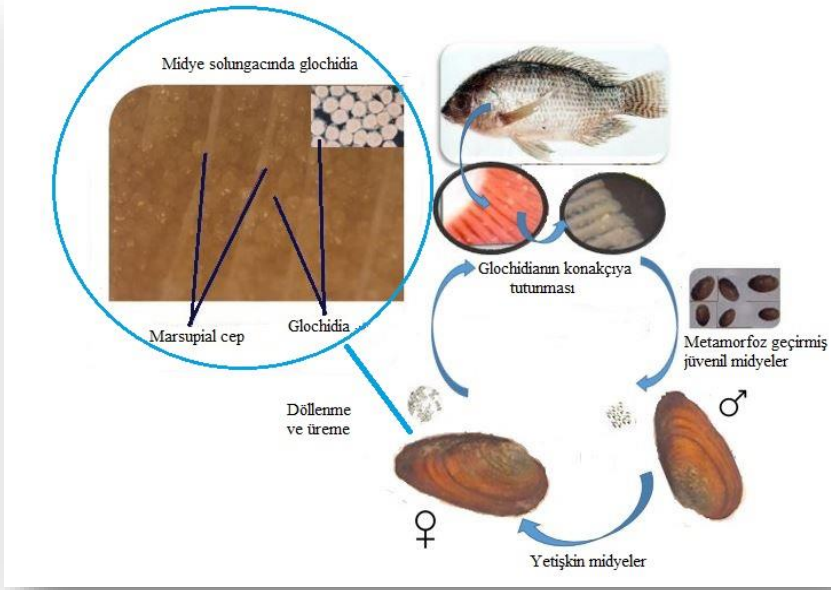
Endoparazit: Konağın içinde, konakçı ile temas halinde yaşar. Ektoparazit: Konakta harici olarak yaşayan, dışarıyla temas halindedir. Monoksenöz (direkt) parazit: Parazit için bir konakçı tür gereklidir. Heteroksenöz (dolaylı) parazit: Parazit için birden fazla konakçı türü gerekir. Fakültatif parazit: Yaşam döngüsünü tamamlamak için bir konakçıya ihtiyaç duymaz, ancak parazit olabilir. Zorunlu parazit: Ev sahibinin yaşam döngüsünü tamamlamasını gerektirir. Kısmi parazit: Yaşam döngüsü, parazitik ve serbest yaşamanın bir kombinasyonudur (Rock vd., 2022).

2. KONAKÇININ PARAZİTİK SALDIRIYA YAKLAŞIMI

Parazitler genellikle sağlıklı ekosistemlerde olumsuz faktörler olarak kabul edilir ve düzenli olarak yok etme çabalarının hedefi olurlar (Marcogliese, 2004). Bir popülasyonda parazit istilasının yaygın olduğu durumlarda, konakçılar muhtemelen bunu tolere etmek için bazı mekanizmalar geliştirmiştir. İstilanın neden olduğu etkiler, konağın bağışıklık sisteminin veya fizyolojik süreçlerin normal işleyişinde olumsuzluk yaratabilmektedir (Flohr vd., 2009; Pizzi, 2009; Rook, 2007). Bir parazitin hayatta kalması genellikle konağın (geçici) hayatta kalmasına bağlı olduğundan, parazitin konakçının hayatta kalmasını önemli ölçüde etkilemesi her zaman avantajlı değildir (Poulin, 2007). Parazitlerin konakçı doku, konakçı davranışı veya her ikisi üzerinde etkileri olduğundan, parazit bolluğundaki artışlar veya azalmalar, ekosistemin hem biyotik hem de abiyotik yönleri üzerinde olumsuz yönde etkilere neden olabilirler. Parazit konakçı ilişkisinin daha iyi anlaşılabilmesinde, parazitin yaşam döngüsünün bilinmesi oldukça önemlidir (Mouritsen ve Poulin, 2005).

3. TATLI SU MİDYELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ

Tüm Unionid glochidiaları, Selamender midye (*Simpsonaias ambigua*) hariç, uygun bir balık türünü konakçı olarak kullanmaktadırlar (Şekil 1). Uygun olmayan bir konakçı balık, glochidianın ölmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle dişi midye tarafından püskürtülen glochidiaların, konakçı balık üzerine tutunma olasılıkları oldukça düşüktür (McMahon, 1991).



Şekil 1. Midyelerin yaşam döngüsü (Orijinal, Şereflişan)

Konakçı balığın solungaç ve yüzgeç dokularındaki kan ve mukusun algılanmasıyla, anaç midyeler uyarılmaktadır. Uyarılan midyeler valflerini açarak, glochidiaların aniden dışarı salınımı gerçekleşmektedir (Hoggarth ve Gaunt, 1988; McMahon, 1991). Konakçı için salınan glochidia sayısı, dişi midyenin ve glochidianın büyüklüğüne bağlı olarak birkaç binden, birkaç milyona kadar değişebilmektedir. Genellikle üçgen veya ovalimsi biçiminde olan glochidiaların çapı yaklaşık 80-350 μm arasında olup, tutunma büyüklüğü 200 μm büyüklüğündedir (Araujo ve Romos, 1998; Gordon ve Smith, 1990). Unionidlerin ortalama glochidia üretimi 200.000-17.000.000 glochidia/dişi /sezon olduğu bildirilmektedir (McMahon, 1991).

3.1. Tatlı Su Midyelerinin Yumurtlama Dönemine Göre Gruplandırılması

Trachytictic (kısa dönem yumurtlayan midyeler); ilkbaharda yumurtlayıp glochidiaları aynı yaz serbest bırakırlar.

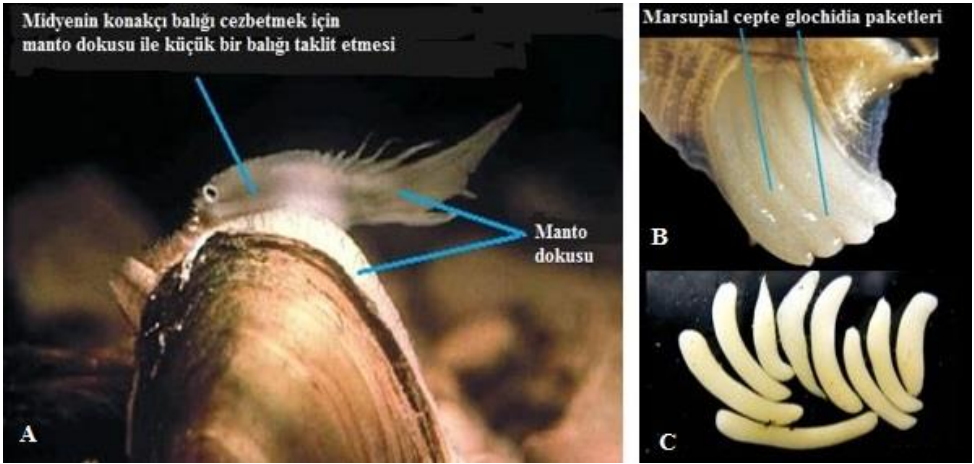
Bradyctic; (uzun dönem yumurtlayanlar midyeler); yazın yumurtlarlar ve dişiler glochidiaları kış boyunca tutarak ilkbaharda salıverirler (Jansen vd., 2001).

3.2.Tatlı Su Midyelerinin Üreme Şekline Göre Gruplandırılması

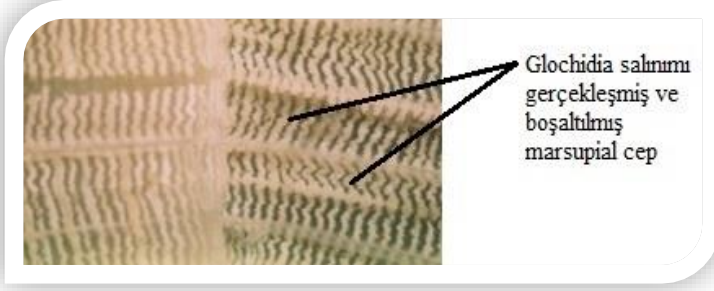
Dreissenidae familya üyelerinde (örn. *Dreissena Polymarpha*) ovipar üreme şekli görülmektedir. Larvalar veliger aşamasından sonra, metamorfoz geçirerek spat aşamasına geçerek, bir yüzeye tutunmak için bissus ipliklerini kullanırlar.

Sphaeriidae familya üyelerinde (örn.*Pisidium punctatum*), vivipar olarak bir keseden salınan larvalar spat aşamasına geçince bentik olarak sedimente yerleşirler.

Unionidae familya üyelerinde (örn.*Unio terminalis*) ise diğerlerinden farklı olarak parazitik evre görülür. Konakçı balık üzerinde kısa süreli bir parazitik yaşam sürecine sahiptirler (Bauer ve Wächtler, 2001). Konakçı balık üzerinde olgunlaşan glochidialar (Şekil 2,4), metamorfoz geçirerek konakçıyı terk edip, spat aşamasında sedimente yerleşirler.



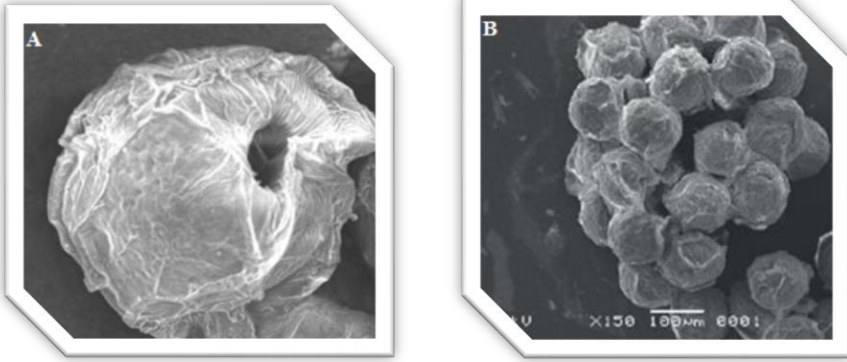
Şekil 2.Midyenin konakçı balığı cezbetme görüntüsü A) Konakçı balığı cezbetmek için manto dokusunu kullanması B)Konakçı balığa salıverilmek üzere marsupial cepte hazır olan glochidia paketleri C) Midyeden salıverilmiş glochidia paketleri (M.C. Barnhart).



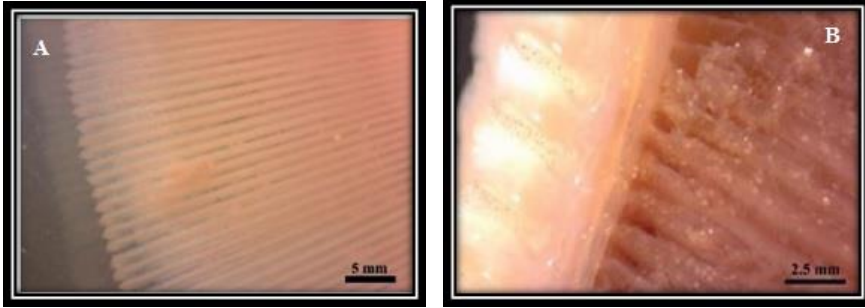
Şekil 3. Parazitik dönemde konakçı balık için glochidia salınımı gerçekleştiren midyenin solungaç görüntüsü (orijinal, Şereflişan).

Tatlı su midye türlerinde, spermiler, erkekler tarafından suyun akış yönünde su içine bırakılırlar. Akıntıyla taşınan spermiler, o bölgedeki aynı türe ait dişi midyelerin su alıcı sifonları ile vücuda alınırlar. Glochidialar (yumurta formundan çıkmış döllenmiş midye larvaları), dişi midyenin iki çift solungacından yalnızca valfe yakın olan solungaç çiftinde şekillenmiş olan marsupiada stoklanırlar. Dişi midyenin solungacındaki marsupianın doluluğu, solungacın şişkin olmasıyla tanımlanmaktadır (Tankersley, 1996). Glochidiaların marsupiada kalma süreleri, uygun konakçı, çevresel faktörlere ve türe bağlı olarak birkaç haftadan birkaç aya kadar sürebilir ve bu süreden sonra glochidialar dışarı salıverilirler (Wendell ve Melvin, 1999)(Şekil 3).

Glochidia konglutinatları (glochidia kümecikleri), dişi midyenin solungaç çiftinden biri olan demibransın (su tüpleri) içinde, kalıplar halinde kümelenmiş gelişmemiş glochidia kümeleri halinde depolanmaktadır (Şekil 2C). Çoğu durumda, konglutinatlar tek bir su tüpünün içini doldurmaktadır (Haag ve Staton, 2003). Bu konglutinatlar, "Truva atı"na benzetilmektedir. Truva atı solungacın demibrans içindeki su tüpü, atın içindeki adamlar ise glochidia olarak betimlenmektedir. Unionid anaç midyeler, konakçı balığı cezbederek konglutinatları av ögesi olarak kullanmaya çalışırlar. Konakçı balık, midyenin çeşitli mimik hareketine aldanarak (Şekil 2A) midyeye yaklaşır saldırır, böylece konglutinatı mekanik olarak yırtar, glochidia'yı serbest bırakır. Serbest kalan glochidialar konağın solungaçlarıyla temas ettiği süreçte parazitik dönem başlamış olur.



Şekil 4. Midyenin solungacında marsupial cepte bulunan glochidia elektron mikroskop görüntüsü; A) glochidia (Şereflişan 2018), B) glochidia kümesi (Şereflişan, 2021).

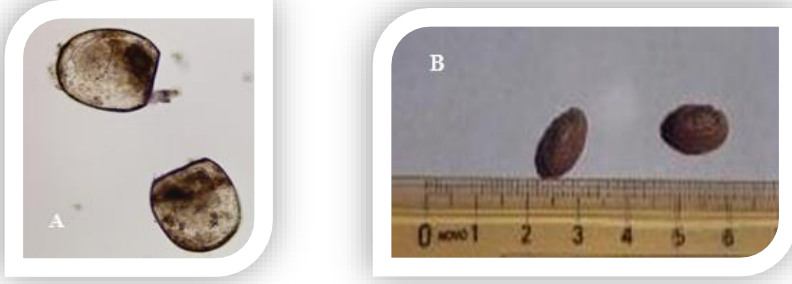


Şekil 5. Glochidial istilalara karşı konakçı balıkların bağışıklık tepkisi; A) Doğuştan gelen bağışıklık tepkisi, B) Adaptif bağışıklık tepkisi (Şereflişan, 2021)

Konglutinatın şekli (Şekil 2B,C), her konglutinatın büyük bir bölümünü oluşturan gelişmemiş yumurtaların kohezyonu ile korunur. *Fusconia* ve *Pleurobema*'nın bazı üyelerinin, konglutinatı bir arada tutmak için normal döllenmemiş yumurtaların aksine yapısal yumurtalar üretebildikleri bildirilmektedir (Barnhart vd., 2008). Bu yapısal yumurtalar, konglutinatların potansiyel bir konakçıya görünürlüğü artırarak için genellikle parlak pigmentlidir. *Fusconia*'da konglutinatlar beyazdan kırmızıya (Barnhart ve Roberts, 1997; Haag ve Warren, 2003) ve *Cyprogenia*'da kırmızıdan kahverengiye değişir (Barnhart ve diğerleri, 2008). Konglutinat'lar, tüm şekil ve renklerden özenle evrimleşmiş yapılardır ve birçok midye türü arasında, bir

dizi farklı av maddesine benzemektedirler. Bunlar arasında Konglutinat'lar yavru veya yetişkin balıklara, suda yaşayan böceklerle, kabuklulara, solucanlara veya konakçı türlerin besin olarak tercih ettikleri çeşitli canlılara benzemektedirler (Watters, 1999, 2002). Bu konglutinatlar, dişi midyelerin strese kapıldıklarında, vücudun bir cevabı olarak zamanından önce dışarı salınan verimsiz vücut artıklarıyla karıştırılmamalıdır (Aldridge ve McIvor, 2003). Glochidia konglutinatların su tüplerinden dışarı çıkması, uyarıcı bir konakçıya geçmesi, anında gerçekleşmeyecek yavaş bir süreçtir. Bazı *Quadrulini* türlerinde, konglutinatlar mantoda depolanır ve potansiyel bir konakçının saldırısına yanıt olarak bir dişi tarafından kapak addüksiyonu (midye kabuğunun addüktör kaslarla seri olarak açılıp kapanması) ile hızla salınır. Serbest glochidia, *Theliderma* cinsinin bazı üyeleri tarafından refleks olarak salınmak için manto boşluğunda da tutulur (Barnhart vd., 2008).

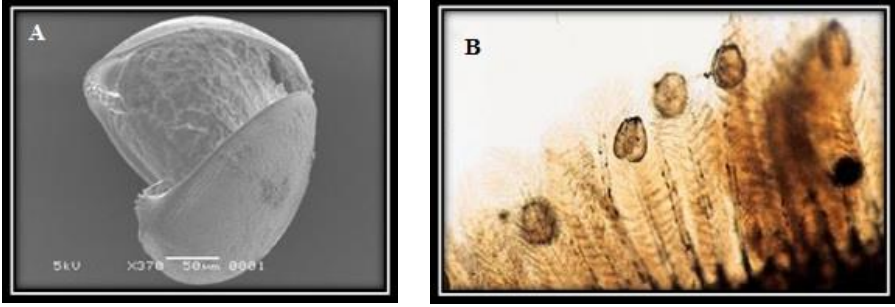
Tatlı su midyeleri hayata glochidia olarak bilinen parazitik larvalar olarak başlar. Bu larval midyeler anneleri tarafından dışarı atıldıklarında gelişmek için uygun bir konakçı balık bulup, kendilerini balığın solungaçlarına yapıştırarak yaşamak için bir şans yakalamak zorundadırlar (Şekil 5B). Anaç midye tarafından salınan larvaların hepsi konakçıya tutunma şansı bulamamaktadır (Şekil 5A). Bir kısmı balığın ağzına su ile girerek yutağa kadar gidebilmekte. Bir bölümü ise balığın vücuduna temas edmeden zemine düşerek yaşama şansını kaybetmektedir. Konakçı balığa tutunan larvaların parazit olarak amacı balığa zarar vermek değildir. Çünkü balığı öldürmek asalak midyeye bir fayda sağlamayacaktır. Yani konakçı balığın yaşaması, larval midyenin yaşam döngüsünü tamalayabilmesinde oldukça önem taşımaktadır. Birkaç hafta veya birkaç ay sonra, larvalar yavru midyelere dönüşerek (metamorfoz geçirerek) konakçı balıktan ayrılıp bentik yaşama geçerler (Şekil 6).



Şekil 6. Yavru midyeler A)Konakçı balığı terk edip bentik yaşama geçen yavru midye, B) Bentik yaşamda bir yıl geçirmiş jüvenil midye (Orijinal, Şereflişan).

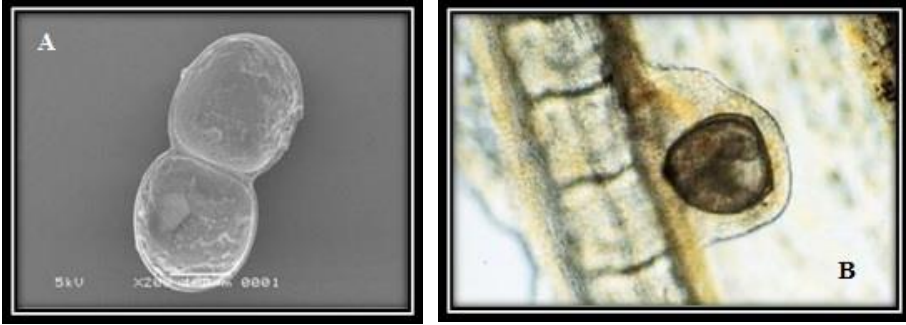
4. PARAZİTİK SÜREÇTE GLOCHİDİAL KİST OLUŞUMU

Uygun bir konakçı doku ile temas eden glochidia, sahip olduğu kabuk ucundaki çengel sayesinde (Şekil 7A), tutunduğu dokuya çengeli geçirerek konakçının üst epitelyal membranda travmaya neden olur (Şekil 8). Farklı glochidia morfolojileri (kancalı ve kancasız), farklı derecelerde ve varyantlarda travmaya (delme ve makaslama) neden olabilmektedir. Ancak konakçı balığın solungacındaki üst epitel dokunun altında daha sıkı yapısal doku olduğu için bu bölge glochidialar tarafından genellikle etkilenmemiş olur (Waller ve Mitchell, 1989). Glochidianın dokuya tutunmak için uyguladığı sıkıştırma kuvveti, kan akışını kısıtlayabilmesine rağmen, alttaki kan damarlarına zarar vermez veya kanama veya sızıntıya neden olmaz (Howerth ve Keller, 2006; Meyers vd., 1980). Yaygın olmamakla birlikte, glochidianın konakçıya ilk bağlanma sürecinde, konakçı dokuda kanama ve nekroz görülebilmekte ve bu da hemen hemen konakçı ölümüne yol açabilmektedir. Solungaçlardaki glochidia istilası, kan akışını, gaz değişimi için yüzey alanını ve katmanlı doku üzerindeki optimal su akışını azaltarak boğulmaya neden olabilmektedir (Castrillo vd., 2019; Howerth ve Keller, 2006). Solungaç dokusundaki birçok küçük lezyon, özellikle zararlı bir stres etkenidir, çünkü yüksek vaskülarizasyon ve dış ortamla sürekli temas, patojenlerin, iyonların ve diğer moleküllerin hızlı akışına yol açarak ozmotik ve immünolojik stresi artırmaktadır (Castrillo vd., 2019; Howerth ve Keller, 2006; Silva-Souza ve Eiras, 2002).



Şekil 7. Parazitik glochidialar; A) Konakçı balığa tutunma aşamasına gelmiş çengelli yapıdaki glochidiaların elektron mikroskop görüntüsü (Şereflişan, 2018), B) Konakçı balığın solungacına tutunmuş olan glochidialar (M.C. Barnhart).

Konakçı dokusundaki hızlı yara iyileşmesi, hem diğer solungaç parazitlerine karşı hem de doku lezyonlarında görülen solungaç hasarına karşı yaygın bir yanıttır (Adams ve Nowak, 2001; Ferguson ve Speare, 2006; Matthews vd., 2013). Glochidiaların kümeler halinde konakçı balığın gövdesi üzerine olan bu hücre göçünde, konakçı bağ dokusu ile birlikte goblet, pigment ve epitel hücrelerinde, saplı kist oluşumu şeklinde meydana gelirler (Castrillo vd., 2019).



Şekil 8. Parazitik glochidialar; A) Konakçı balığa tutunma aşamasına gelmiş çengelsiz yapıdaki glochidiaların elektron mikroskop görüntüsü (Şereflişan 2021), B) Konakçı balığın solungaç lameline kist oluşturarak tutunmuş olan glochidia (M.C. Barnhart).

Solungaç dokusuna yerleşen glochidialardan kaynaklanan lezyonlar, benzer bir tıkanma sürecine neden olduğundan, kist oluşumu spesifik olmayan bir tepki olarak meydana gelmektedir. Kistler iki saat içinde larvaları tamamen kaplayabilir (Rogers-Lowery ve Dimock, 2006). Kist oluşum hızı, konakçının

glochidia istilasına maruz kalmasıyla başlar, ancak tüm glochidiaların solungaca yapışma süreci senkronize olmadığından, glochidialar arasında bireysel farklılık görülebilmektedir (Nezlin vd., 1994; Rogers-Lowery ve Dimock, 2006) (Şekil 4, 5B). Bir glochidia solungaç filamentine bağlandığında, kist büyümesi geniş lamel füzyonuna neden olabilir (Castrillo vd., 2019; Treasure ve Turnbull, 2000). Aşırı parazitik yük durumlarında, lamellerin geniş füzyonu tüm ince yapıları yok edebilir ve solungaç filamentlerini çıkıntısız düz bir yapıya dönüştürebilir (Howerth ve Keller, 2006). Filamentin uzak ucunda bir kist oluştuğunda, ucu genellikle kıvrılarak ona sopa benzeri bir görünüm verir. Kapalı lamellerin boyutu, kistsiz olanlardan farklı olabilir, kist oluşumu o bölgeden uzaklaştıktan sonra bile form değişikliği devam edebilir (Kaiser, 2005; Thomas vd., 2014). Azalan ozmotik yetenek ve gaz değişim oranları, her zaman olmamakla birlikte, glochidia'nın ölümü veya eksiltmesinden sonra da devam edebilir (Silva-Souza ve Eiras, 2002). Konakçıdan besinleri çıkarmak için spesifik glochidia yapıları gözlemlenmemekle beraber, kararlı izotop analizi bu tür bir aktarımı göstermektedir (Denic vd., 2015). Bu transferin, ilk ısırıkta yakalanan konakçı dokuyu sindiren glochidia'dan kaynaklandığı varsayılmaktadır (Fritts vd., 2013). Konakçı balığın solungaç dokusunu parçalama sürecinde kullanılan sindirim enzimleri, glochidia'dan dışarı sızabilir ve çevresindeki bazı konakçı dokuları etkileyebilir. Bazı araştırmacılara göre kanın konakçı dokudan akmaya devam etmesiyle, konakçı ile glochidia arasında 'plasenta benzeri' bir ilişkinin geliştiği öne sürülmüştür. Glochidiaların konakçı dokusundaki bileşikleri, hücreler arası boşluktan ve kan plazmasından pasif emilim yoluyla aldığı bildirilmektedir. Sonuç olarak, kist oluşum süreci, onu etkileyen faktörler ve uzun vadeli hücresel etkiler tam olarak anlaşılammış olsa da, bazı yönleri ile iyi tanımlanmıştır (Denic vd., 2015).

5.KONAKÇI ÜZERİNDE GLOCHİDİAL HASARIN HİSTOLOJİK YÖNÜ

Konakçı balığın üzerinde glochidianın tutunduğu bölgelerde ki dokular histolojik olarak incelendiğinde, kabuklanma, hücre sayısı ve boyutunda artış olabildiği gibi epitelyal dökülmede de artış olduğu bildirilmektedir. Bu dokusal değişim, konakçı balığın paraziter roldeki glochidialara karşı tepkisel bir yanıttır (Castrillo vd., 2019; Treasure ve Turnbull, 2000). Doku üzerinde oluşan kabuğun atılması, epidermal patojenlerin uzaklaştırılması için yaygın bir

mekanizma olup, bu tipik olarak üst mukoza zarının dökülmesini ifade etmektedir (Ángeles-Esteban, 2012). Kist formundaki glochidianın konakçı balık solungacından ayrılması, kist duvarının incelenmesi yoluyla gerçekleşir. Bu süreçte, konakçının solungaçları üzerinden akan suyun mekanik kuvveti de daha sonra glochidiaları dokudan uzaklaştırmaya yardımcı olur (Watters ve O'Dee, 1996). Glochidiosis'in uzun vadeli histopatolojisini araştıran çalışmalar az sayıda olup, çoğunlukla *M. margaritifera* ile sınırlıdır. *M. margaritifera* ile istila edilmiş konakçı balıklarda yaklaşık 14 gün sonra, hipertrofi (kas hücrelerinin sayıca değil hacimce artışı) ve hiperplazi (bir dokunun hücrelerinin sayısındaki artış) azalır ve glochidia çevresinde lokalize olur (Castrillo vd., 2019; Wang vd., 2016). Genel olarak, bazı raporlar mevcut olsa da, glochidiyozun erken evrelerinde mitotik olaylarda önemli bir artış tanımlanmamıştır (Castrillo vd., 2019; Rogers-Lowery ve Dimock, 2006). Kayıp hücrelerin yerini almak ve önceki doku konfigürasyonunu geri yüklemek için daha sonraki bir hücre proliferasyonu periyodu meydana gelse de, mitotik olaylar, kist oluşumunun birincil itici güçleri olarak görülmemektedir (Nezlin vd., 1994; Rogers-Lowery ve Dimock, 2006).

6.GLOCHİDİAL İSTİLALARA KARŞI KONAKÇI BALIKLARIN BAĞIŞIKLIK TEPKİSİ

Konakçı balıklarda, glochidial istilalara karşı gösterilen bağışıklık tepkisi, genellikle doğuştan gelen bağışıklık ve adaptif bağışıklık olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğuştan gelen bağışıklık tepkisinde, uygun olmayan konakçı balıklar, glochidia'yı hızla öldürür veya ortadan kaldırır. Adaptif bağışıklık tepkisinde ise konakçı balığın ilk istila olayından sonra gelişmeye başlar ve uyumlu konaklarda tekrarlanan istila olaylarından sonra konağı korumada daha etkili hale gelir (Dodd vd., 2006; Donrovich vd., 2017). Genel olarak, kalıcı bir anti-glochidia mekanizmasının varlığını gösteren kist oluşum süresi ile glochidia başarı oranı arasında negatif bir ilişki vardır (Nezlin vd., 1994). Her iki durumda da, enfestasyondan etkilenen bölgelerde (glochidia istilasının olduğu dokusal bölge), bağlanmanın ilk saatlerinde inflamatuvar granülosit infiltratları gözlemlenebilir (Castrillo vd., 2019).

Doğal olarak bağışık ve daha az uygun konakçılarda, glochidiaların neredeyse tamamının yaşamının sona erdirilmesi, haftalar yerine günler içinde gerçekleşmektedir. Konakçının bu kısa sürede paraziti yok etme tepkisinde,

farklı bir patogenezin etkili olabileceği bildirilmektedir (Treasure ve Turnbull, 2000). Bu konuda yapılan çalışmalar çok az olup çoğunlukla *M. margarifera* ile sınırlı bulunmaktadır.

Glochidiosis'e karşı adaptif bağışıklık, yüksek oranda türe özgü olmakla birlikte tür içi değişkenlikte görülebilmektedir (Dodd vd., 2006). Parazitik larvalar üzerinde gözlemlenen etkiye göre sınıflandırılan ve burada yeni terimlerle anılan iki genelleştirilmiş adaptif bağışıklık biçimi bulunmaktadır. Bunlardan biri sert bağışıklık ve diğeri yumuşak bağışıklıktır (Raff vd., 2002).

Sert bağışıklığın, başlangıçtaki konakçı bağışıklık tepkisini iyileştirdiği, daha düşük bir ilk istila düzeyiyle sonuçlandığı ve bazı durumlarda hücre aracılı bir bağışıklık tepkisi yoluyla istilayı tamamen savuşturduğu (Şekil 5A) görülmektedir (Chowdhury vd., 2017).

Yumuşak bağışıklık, konakçı balığın glochidia tarafından bir seferlik istilasından (Şekil 5B) hemen sonra görülmektedir (Donrovich vd., 2017). Birden fazla glochidia istilasından sonra, konakçı balık sağlığında meydana gelen azalmanın, glochidial duyarlılığındaki azalmaya neden olmaktadır. Bağışıklığın ne kadar süre korunduğu tam olarak bilinmemekle birlikte, yapılan bazı araştırmalara göre, sert bağışıklığın nispeten hızlı bir şekilde kaybolduğunu, yumuşak bağışıklığın ise en az bir yıl sürebileceği bildirilmektedir (Dodd vd., 2006).

KAYNAKÇA

- Adams, M., & Nowak, B. (2001). Distribution and structure of lesions in the gills of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., affected with amoebic gill disease. *Journal of Fish Diseases*, 24, 535–542.
- Aldridge, D.C., & McIvor, A.L. (2003). Gill evacuation and release of glochidia by *Unio pictorum* and *Unio tumidus* (Bivalvia: Unionidae) under thermal and hypoxic stress. *J. Moll. Stud.*, 69, 55–59.
- Ángeles-Esteban, M. (2012). An overview of the immunological defenses in fish skin. *International Scholarly Research Notices*, 1–12.
- Araujo, R., & Ramos, M.A. (1998). Description of the glochidium of *Margaritifera auricularia* (Spegler, 1973) (Bivalvia, Unionoidea). *Philostrans R Soc.Land. B.* 353:1553-1559. *Arch. Moll*, 93,173-180.
- Barnhart, M. C., & Roberts, A.D. (1997). Reproduction and fish hosts of unionids from the Ozark Uplifts. In: K. S. Cummings, A. C. Buchanan, C. A. Mayer, and T. J. Naimo, eds., Conservation and Management of Freshwater Mussels II: Initiatives for the Future. Proceedings of an Upper Mississippi River Conservation Committee (UMRCC) Symposium. Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, Illinois. Pp. 15–20.
- Barnhart, M.C., Haag, W.R., & Roston, W.N. (2008). Adaptations to host and larval parasitism in Unionoidea. *Journal of the North American Benthological Society*, 27, 370–394.
- Bauer, G., & Wachtler, K. (2001). Evolution of the freshwater Mussel Unionoidea. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. *Ecological Studies*, 145, 128-137.
- Castrillo, P.A., Varela-Dopico, C., Ondina, P., Quiroga, M.I., & Bermúdez, R. (2019). Early stages of *Margaritifera margaritifera* glochidiosis in Atlantic salmon: morphopathological characterization. *Journal of Fish Diseases*, 43, 69–80.
- Chowdhury, M.M.R., Salonen, J.K., Marjomäki, T.J., & Taskinen, J. (2017). Interaction between the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*, the duck mussel *Anodonta anatina* and the fish host (Salmo): acquired and cross-immunity. *Hydrobiologia*, 810, 273–281.

- Combes, C. (2001). Parasitism: The Ecology and Evolution of Intimate Interactions. Chicago, Illinois: University of Chicago Press. ISBN:9780226114460.
- Denic, M., Taeubert, J.E., & Geist, J. (2015). Trophic relationships between the larvae of two freshwater mussels and their fish hosts. *Invertebrate Biology*, 134, 129–135.
- Dodd, B.J., Barnhart, M.C., Rogers-Lowery, C.L., Fobian, T.B., & Dimock, Jr.R.V. (2006). Persistence of host response against glochidia larvae in *Micropterus salmoides*. *Fish & Shellfish Immunology*, 21, 473–484.
- Donrovich, S.W., Douda, K., Plechingerová, V., Rylková, K., Horký, P., Slavík, O., Huan-zhang, L., Reichard, M., Lopes-Lima, M., & Sousa, R. (2017). Invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* threatens native mussel reproduction by inducing cross-resistance of host fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27, 1325–1333.
- Ferguson, H.W., & Speare, D.J. (2006). Gills and pseudobranchs. In Ferguson HW (ed.), Systemic Pathology of Fish: A Text and Atlas of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease, 2nd Edn. London, UK: Scotian Press, pp. 24–62.
- Flohr, C., Quinnell, R.J., & Britton J (2009) Do helminth parasites protect against atopy and allergic disease? *Clinical & Experimental Allergy*, 39, 20–32.
- Fritts, M.W., Fritts, A.K., Carleton, S.A., & Bringolf, R.B. (2013). Shifts in stableisotope signatures confirm parasitic relationship of freshwater mussel glochidia attached to host fish. *Journal of Molluscan Studies*, 79, 163–167.
- Gordon, M.E., and Smith, D.G., 1990. Autumnal reproduction in *Cumberlandia monodonta* (Unionidae: Margaritiferidae). *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 109, 407-411.
- Haag, W. R., & Warren, M. L. (2003). Host fishes and infection strategies of freshwater mussels in large Mobile Basin streams, USA. *Journal of the North American Ethological Society*, 22, 78-91.
- Hoggarth, M.A., & Gaunt, A.S. (1988). Mechanics of Glochidial Attachment (Mollusca: Bivalvia: Unionidae). *J. Morphol.*, 198, 71-81.

- Howerth, E.W., & Keller, A.E. (2006). Experimentally induced glochidiosis in smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*). *Veterinary Pathology*, 43, 1004–1007.
- Jansen, W., Bauer, G., & Meike-Zahner, E. (2001). Glochidial Mortality in Freshwater Mussels. Ecology and Evolution of The Freshwater Mussels Unionid, *Ecological Studies, Baver and K. Wachtler (ed)*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 145, 185-211.
- Kaiser, B.E. (2005). The Effects of Glochidiosis on Fish Respiration (Master Thesis). Missouri State University, Springfield, Missouri. Available at <https://bearworks.missouristate.edu/theses/1236>.
- Marcogliese, D.J. (2004). Parasites: small players with crucial roles in the ecological theater. *EcoHealth*, 1, 151–164.
- McMahon, R.F., (1991). Mollusca: Bivalvia. Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates (eds J.H. Thorp and A.P.Covich), Academic Press, San Diego. pp. 315-399.
- Matthews, C.G.G., Richards, R.H., Shinn, A.P., & Cox, D.I. (2013). Gill pathology in Scottish farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., associated with the microsporidian *Desmozoon lepeophtherii* Freeman et Sommerville, 2009. *Journal of Fish Diseases*, 36, 861–869.
- Meyers, TR, Millemann, R.E., & Fustish, C.A. (1980). Glochidiosis of salmonid fishes. IV. Humoral and tissue responses of Coho and Chinook Salmon to experimental infection with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda:Margaritanidae). *The Journal of Parasitology*, 66, 274-281.
- Mouritsen, K.N., & Poulin, R. (2005). Parasites boosts biodiversity and changes animal community structure by trait-mediated indirect effects. *Oikos*, 108, 344–350.
- Nezlin, L.P., Cunjak, R.A., Zotin, A.A., & Ziuganov, V.V. (1994). Glochidium morphology of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and glochidiosis of Atlantic salmon (*Salmo salar*): a study by scanning electron microscopy. *Canadian Journal of Zoology*, 72, 15–21.
- Pizzi, R. (2009). Veterinarians and taxonomic chauvinism: the dilemma of parasite conservation. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18, 279–282.

- Poulin R and FitzGerald GJ (1989) Risk of parasitism and microhabitat selection in juvenile sticklebacks. *Canadian Journal of Zoology* 67, 4–18.
- Poulin R (2007) *Evolutionary Ecology of Parasites*. Princeton, New Jersey:Princeton University Press. ISBN: 978-0-691-12085-0.
- Raff, M., Alberts, B., Lewis, J., Johnson, A., & Walter, P.(2002). The adaptive immune system. In Alberts B, Johnson A and Lewis J (eds), *Molecular Biology of the Cell*, 4th Edn. New York: Garland Science, pp. 1363–1421.
- Rock, S.L., Watz, J., Nilsson, P.A., & Österling, M. (2022). Effects of parasitic freshwater mussels on their host fishes: a review. *Parasitology*, 149, 1958–1975.
- Rogers-Lowery, C.L., & Dimock Jr. R.V. (2006). Encapsulation of attached ectoparasitic glochidia larvae of freshwater mussels by epithelial tissue on fins of naive and resistant host fish. *The Biological Bulletin*, 210, 51–63.
- Rook, G.A. (2007). The hygiene hypothesis and the increasing prevalence of chronic inflammatory disorders. *Transactions of the Royal Society of tropical Medicine and Hygiene*, 101, 1072–1074.
- Silva-Souza, Â.T., & Eiras, J.C. (2002). The histopathology of the infection of *Tilapia rendalli* and *Hypostomus regani* (Osteichthyes) by *Lasidium* larvae of *Anodontites trapesialis* (Mollusca, Bivalvia). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97, 431–433.
- Şereflişan, H. (2018). Determination of host Fish Suitability for *Unio terminalis delicatus* (Bivalvia: Unionidae) from Gölbaşı Lake in Turkey. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3, 15-22
- Şereflişan, H. (2021). Host Selection of *Potomida semirugata* (Unionidae: Bivalvia) in Reproduction Strategy. *Aquat. Sci. Eng.*, 36(3), 109-115.
- Tankersley, R.A. (1996). Multipurpose gills: Effects of larval brooding on the feeding physiology of freshwater unionid mussels. *Invertebr. Biol.*, 113(3), 243-255).
- Thomas, G.R., Taylor, J., & De Leaniz, C.G. (2014). Does the parasitic freshwater pearl mussel *M. margaritifera* harm its host? *Hydrobiologia*, 735, 191–201.

- Tompkins, D.M., Dobson, A.P., Arneberg, P., Begon, M.E., Cattadori, I.M., Greenman, J.V., Heeserbeek, J.A.P., Hudson, P.J., Newborn, D., Pugliese, A., Rizzoli, A., Rosa, R., Rosso, F., & Wilson, K. (2002). Parasites and host population dynamics. *The Ecology of Wildlife Diseases*, 2, 45–62.
- Treasure, J.W., & Turnbull, T. (2000). The pathology and seawater performance of farmed Atlantic salmon infected with glochidia of *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Fish Biology*, 57, 858–866.
- Waller, D.L., & Mitchell, L.G. (1989). Gill tissue reactions in walleye *Stizostedion vitreum vitreum* and common carp *Cyprinus carpio* to glochidia of the freshwater mussel *Lampsilis radiata siliquoidea*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 6, 81–87.
- Wang, T., Johansson, P., Abós, B., Holt, A., Tafalla, C., Jiang, Y., Wang, A., Xu, Q., Qi, Z., Huang, W., Costa, M.M., Diaz-Rosales, P., Hollan, J.W., & Secombes, C.J. (2016). First in-depth analysis of the novel Th2-type cytokines in salmonid fish reveals distinct patterns of expression and modulation but overlapping bioactivities. *Oncotarget*, 7, 10917–10946.
- Watters, G.T., & O’Dee, S.H. (1996). Shedding of untransformed glochidia by fishes parasitized by *Lampsilis fasciola* Rafinesque, 1820 (Mollusca:Bivalvia: Unionidae): evidence of acquired immunity in the field? *Journal of Freshwater Ecology*, 11, 383–389.
- Watters, G.T. (1999). Morphology of the conglutinate of the kidneyshell freshwater mussel, *Ptychobranchus fasciolaris*. *Invertebrate Biology*, 118, 289–295.
- Watters, G.T. (2002). The kinetic conglutinate of the creeper freshwater mussel, *Strophitus undulatus* (Say, 1817). *Journal of Molluscan Studies*, 68, 155–158.
- Wendell, H., & Melvin, L.W.J.R. (1999). Mantle displays of freshwater mussels elicit attacks from fish. *Freshwater Biology*, 42, 35–40.
- Wesołowska, W., & Wesołowski, T. (2014). Do Leucochloridium sporocysts manipulate the behaviour of their snail hosts? *Journal of Zoology*, 292, 151–155.

BÖLÜM 7

TATLI SU MİDYELERİNİN TEHDİT UNSURLARI

Öğr. Gör. Menderes ŐEREFLİŐAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252219>

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu, Hatay, Türkiye
Menderes.sereflisan@iste.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-9936-7715>

GİRİŞ

Tatlı su midyesinin biyolojik çeşitliliğindeki düşüşün birçok nedeni bulunmaktadır. Akarsu ve nehirlere yapılan her tür müdahale, tatlı su midyelerini tehdit edebilmektedir. Baraj gibi büyük yapılar, setler, savaklar ve sulama kanalı uygulamaları tüm nehir yaşamı üzerinde yıkıcı bir etki oluşturabilmektedir. Tarım ve ormancılık uygulamaları siltasyonu etkilediği için midye yataklarının üzerini kapatarak, onların yaşama derinliğini artırabilmektedir. Tarımsal üretimde ürünü artırmak için kullanılan organik veya kimyasal maddeler, akarsu, göl ve nehirlere ulaştığında alglerin artışına neden olabilmektedir. Bu faktörler aynı zamanda, küresel iklim değişikliği tehdidiyle birlikte, genetik olarak yok olma eğilimindeki daha küçük ve daha izole tatlı su midye popülasyonlarının oluşumuna etkili olabilmektedir. Midyeler suyu filtre ederek beslenen canlılar olarak, amonyak ve ağır metaller gibi tehlikeli kimyasallara karşı hassas canlılardır. Bu bölümde, sucul ekosistemde önemli bir rolü olan tatlı su midyelerinin biyoçeşitliliğindeki düşüşü tetikleyen ana etmenler açıklanarak, midyelerin karşı karşıya kaldıkları durum göz önüne serilecektir.

1.TATLI SU MİDYELERİNİN AŞIRI AVCILIĞI

Tatlı su midyeleri çok uzun yıllardır eti, incisi ve sedef içeren kabukları için toplanarak ticareti yapılmaktadır (Strayer vd., 2004). 19. yüzyılın başlarından beri tatlı su midyeleri (Unionid), iç ve dış pazarlarda satılan ve değerli bir ürün olan inci için, çok miktarlarda ve kontrolsüz bir şekilde toplanmıştır (Anthony ve Downing, 2001). İnci ticaretinde dikkat çeken tatlı su midyeleri iyi bir kazanç kapısı olarak görüldüğünden, el değmemiş birçok nehir bu amaçla yoğun bir avcılık baskısına maruz bırakılmıştır. Aşırı midye avcılığı, pazarlanabilir inci sektöründe daralmaya neden olduğu için 19. Yüzyılın sonlarına doğru incisi için midye avcılığı azalmıştır.



a



b

Şekil 1. Tatlı su midyelerinin aşırı avlanması a) (https://mrdbc.mnsu.edu/sites/mrdbc.mnsu.edu/files/public/pdf/askexpert/mussel_overview.pdf) b) <https://coastalangermag.com/freshwater-mussels-disappearing/>

Ancak, bu dönemde, yeni bir üretim süreci başlamış ve midye kabuklarından giysi düğmelerinin üretilmesine başlanmıştır. Düğme sektörü için yine büyük miktarlarda ve kontrolsüz bir şekilde avcılığı yapılan tatlı su midyelerinin popülasyon yapısı zarar görmüştür. Bu dönemlerde birçok midye türünün nesli tehlike altına girmiş ve birçok türün nesli tükenmiştir (Neves, 1999). Dünyada plastik endüstrisinin gelişmesiyle birlikte, 1930-1940'lı yıllarda, plastik materyalden yapılan düğmeler midye kabuğundan yapılanların

yerini almaya başlayınca, midye avcılığında yine bir azalma görülmüştür. Ancak, Japon kültür inci endüstrisinin yükselen pazarı tatlı su midye kabuğu için yeni bir talebi ortaya çıkarmış ve bu talebi karşılamak için yine çok miktarlarda midye avlanmıştır. Tatlı su midye kabuğundan elde edilen nükleusların (şekilli, küçük midye kabuğu parçacıkları), istiridyelerde kültür inci üretiminde inci oluşumunu sağlayan başlangıç çekirdekleri olduğu keşfedilmiştir (Anthony ve Downing, 2001).



Şekil 2. Tatlı su midye incisi (<https://www.karipearls.com/fresh-water-pearls.html>)

19. yüzyılın başlarında başlayıp ticari anlamda kontrolsüzce yapılan midye avcılığı 1990'lı yılların sonunda, azalan midye stokları, artan yasal düzenlemeler, yabancı rekabet ve inci üretim sektöründe Japon inci istiridyelerindeki hastalık salgınlarnın artması nedeniyle tatlı su midyesi avcılığında, önemli ölçüde azalma gerçekleşmiştir (Neves, 1999).



Şekil 3. İstiridye inci üretimi için tatlı su midyesinin kabuğu ve manto dokusunun nükleus olarak kullanılması (<http://jewelers.imperialpearl.com/Imperial/Pearl-education/Freshwater-Cultured-Pearls.asp>)

2. KİRLİLİK

Su kirliliği, tatlı su midyelerini etkileyen önemli unsurlardan biridir. Çünkü midyeler uzun ömürlü organizmalar olduğu için buldukları ortamda uzun süre kirletici maddelere maruz kalmaları, onların doğrudan ölümüne veya sağlıklı yaşam sürmelerine neden olabilmektedir. Unionidler, sedimentte (su tabanındaki tortu) yaşadıkları için, endüstriyel, tarımsal, evsel ve madencilik atık suları gibi birçok farklı kaynaktan gelen kirlilik unsurunun suda oluşturduğu, toksinlerin etkilerine uzun vadede maruz kalarak, popülasyonları risk altına girmektedir (Bogan, 1993; Strayer vd., 2004).

Tatlı su midyeleri, yüksek seviyelerde organik ve inorganik kirleticilere akut veya uzun süreli maruz kalmaları nedeniyle, ölüm ile neticelenebilecek risk altında kalabilmektedirler. Bu durum neticesinde büyümede gerilik, enzim üretimi ve kabuk büyümesinde anormallik ve düzensiz metabolizma gibi ölümcül olmayan etkiler de görülebilmektedir (Keller vd., 2007). Diğer canlılara göre biraz daha karmaşık bir yaşam döngüsü sergileyen Unionidler, bu kirletici maddelere maruz kalabilecekleri birkaç kritik yaşam aşamasına sahiptir. Bu kirleticilere karşı hayat döngüsünün her aşamasında farklı hassasiyet gösterebilmektedirler (Cope vd., 2008).

Tarım ve ormancılık uygulamalarında izlenen yanlış politikalar, inşaat alanlarından su kaynaklarına ulaşan atıklar, yol yapımı, kentleşme çerçevesinde düşünülen yanlış yapılaşma planları, nehir kenarındaki bitki örtüsünün kaybı, akarsu kıyılarının erozyonu ve hidrolojik modellerdeki değişikliklerin tümü, su kaynaklarına ulaşan ve doğal olmayan yüksek miktarlardaki ince partiküllerin çökmesine katkıda bulunarak, midyelerin ve yaşam alanlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Bentikte oluşan bu tortul tabaka, suyu filtre ederek beslenen midyelerin doğrudan solungaçlarını tıkayarak, suyla birlikte vücuda taşınan besin ve oksijenden mahrum kalmalarına neden olmaktadır. Ayrıca dolaylı olarak alg üretimi için gerekli ışığın kullanılmasını da engellemektedir (Brim Box ve Mossa, 1999). Siltasyon midyeler için önemli bir kirlilik unsurudur. Özellikle, dip yapıda sert bir tabaka oluşmasına neden olan siltasyon, midyelerin üreme döngüsünde ihtiyaç duydukları konukçu balıkların, dişi midyeleri bulması için gereken görünürlüğü azaltarak, midyelerin konukçu balık ilişkisine engel teşkil etmektedir (Gordon vd., 1992; Haag vd., 1995).



a



b

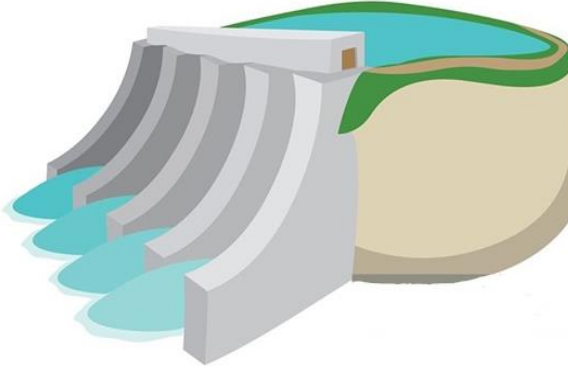
Şekil 4. Endüstriyel su kirliliği a-b) (<https://www.downtoearth.org.in/news/urban-isation/here-are-3-of-21-000-industrial-pollution-cases-pending-in-indian-courts-62508>)



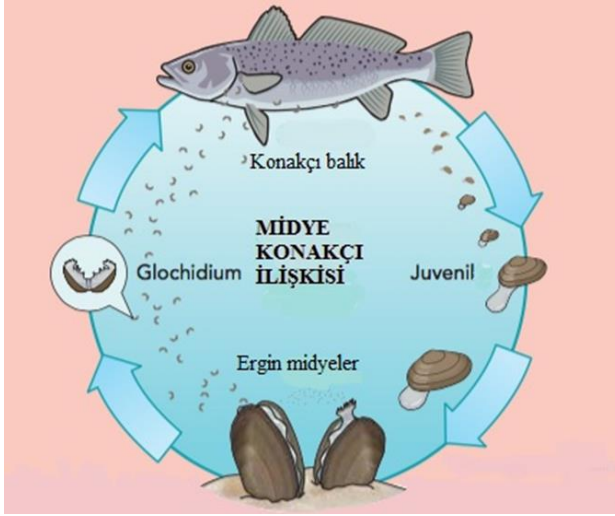
Şekil 5. Nehirde siltasyon oluşumu (<https://en.wikipedia.org/wiki/Siltation>)

3. SUYUN AKIŞ YÖNÜNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER

Yirminci yüzyılın ilk yarısından itibaren nehir ve akarsuları hızlı bir şekilde tutmak için endüstriyel olanaklar kullanılarak, barajlar yapılmaya başlanmıştır. Barajların genel olarak toplum için işlevi ve faydası tartışılmaya devam edilirken, tatlı su midyeleri açısından olumsuz yapılar olduğu aşikârdır. Barajlar, hareketli suları durgun sulara, sığ suları derin sulara dönüştüren büyük yapılardır. Serbest akan nehirlere ve akarsulara bağlı olarak yaşam süren midyeler, barajların bu yapısal müdahalelerinden oldukça etkilenmektedirler. Çünkü barajlar, akıntının hızını yavaşlatarak, akıdaki tortuların nehir tabanına düşmesine izin vererek mevcut midye yataklarının üzerine bir tabaka oluşturup onları sedimente gömülmesine neden olmaktadır. Barajlar, balık göçünün önündeki en büyük engel yapılardır. Konakçı balığın hareketini kısıtlayan bu büyük yapılar, midye-konakçı balık buluşmasına engel teşkil ederek midyelerin, konakçı balık olmadan hayat döngüsünü tamamlayamamalarına neden olmaktadır. Dolayısıyla midye-konakçı balık ilişkisini olumsuz yönde etkilemektedir (Layzer vd., 1993; Strayer, 1993; Vaughn ve Taylor, 1999). Baraj inşaatından sonra değişen akış rejimleri, birkaç midye türünün neslinin tükenmesine ve daha fazlasının yerel olarak yok olmasına neden olmuştur (Layzer vd., 1993). Barajlar ayrıca midye larvalarının (glochidia) konakçı balıklara erişimini kısıtlayarak, yavruların yaşama şansını ortadan kaldırmaktadır (Watters, 1999).



Şekil 6. Baraj yapımı (İllüstrasyon: Juliar Studio)



Şekil 7. Midye-konakçı balık ilişkisi (İllüstrasyon: Frank McShane)

Böylece suyun akış modellerinin kısıtlanması veya değiştirilmesi, midye biyolojik çeşitlilik kaybının bir başka önemli nedeni ortaya çıkmaktadır. Yani barajların inşası, suyun doğal akış rejiminin zamanlamasını, sıklığını ve büyüklüğünü sınırlayarak, dip yapının stabilitesini, partiküllü organik maddenin tipini ve miktarını (midyeler için önemli bir besin kaynağı), suyun sıcaklığını ve su kalitesini etkileyerek midyelerin azalmasına neden olabilmektedir (Downing vd., 2010; Poff vd., 2007). İnsan tüketimi için yüzey ve yer altı sularının doğrudan çekilmesi de mevcut habitatı olumsuz etkileyerek, su sıcaklığının artmasına ve midyelerin beslenme ve üreme faaliyetlerine zarar verebilmektedir (Golladay vd., 2004; Hastie vd., 2003).

4. EGZOTİK TÜRLERİN İSTİLASI

Egzotik türlerin istilası, hem karasal hem de sucul ekosistemleri tehdit eden küresel bir olgudur. Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve Asya istiridyesi (*Corbicula fluminea*), Kuzey Amerika'da en büyük endişe kaynağı olan iki türdür (Strayer vd., 1999). *D. polymorpha* sık aralıklarla üreme yeteneğine sahip ve koloni şeklinde yaşam süren, oldukça istilacı bir midye türüdür. Zebra midyeler, veliger aşamada (pelajik larvaları) yoğunlukları 400 birey/L'ye kadar ulaşabilmektedir (Leach, 1993). Zebra midyeler hızla yayılma yeteneklerinden dolayı, *Unionid* midyelerin besin ve yaşam alanına ortak olup istilacı rolünde rekabet etmektedirler (Ricciardi, 2003). *D. polymorpha*, *Unionid* midye kabuklarının yüzeyinde epizoik kolonizasyon oluşturarak, midyeler için yıkıcı bir etki göstermektedirler (Hunter ve Bailey, 1992).



Şekil 8. İstilacı Zebra midyeler (Ercan vd., 2013)

5. HABİTAT TAHRİBATI VE DEĞİŞİKLİĞİ

Pek çok araştırmacı, habitat tahribatının ve değişikliğin dünya çapındaki tatlı su ekosistemleri ve midye popülasyonlarına yönelik en büyük tehditlerden biri olduğuna inanmaktadır (Dudgeon vd., 2006; Osterling vd., 2010; Ricciardi ve Rasmussen, 1999; Richter vd., 1997; Sala vd., 2000). Habitat değişikliği, daha önce tanımlanan sedimantasyon, suyun akış değişikliği, substrat değişikliği ve diğer tehditlerin çoğunu kapsayan genel bir terimdir, ancak aynı zamanda çakıl ve kum madenciliği, tekne taşımacılığı için kanal açma, köprü inşaatı, kıyı bitki örtüsünün temizlenmesi gibi faaliyetleri de içine alan geniş bir tanımlamadır (Watters, 1999). Arazi yüzeyi akışından veya nehir içi erozyondan kaynaklanan tortu, midye habitat kaybına neden olan en büyük etkenlerden biridir (Brim Box ve Mossa, 1999). Su akış yönünün değiştirilmesi, akarsu yönetimindeki yanlış uygulamalar, nehir yataklarının

yanlış uygulamalarla oyulması, su kanallarındaki değişikliklerle ve su ekosisteminde değişen tortu rejimlerinde yine habitat kaybına neden olabilmektedir (Brierley ve Fryirs, 2005).

Nehir jeomorfolojisindeki kanallaşma uygulamaları, bir akarsuyun dibindeki bir değişiklik (derinleştirme, genişletme), su kolonuna büyük miktarlarda tortu bırakan bir uygulamadır. Bu uygulama, midye habitatına fiziksel olarak doğrudan zarar verebilmektedir (Harfield, 1993). Büyük nehirler üzerinde tekne taşımacılığı yapılmaktadır. Bu ulaşımın aksamaması için zaman zaman kanallarda derinleştirmeler yapmak üzere dip taramaları, akarsu tabanında büyük miktarda tortu biriktirerek, midyelerin kolonileşmesini engellemektedir (Watters, 1999).

Akarsu yataklarında yapılan çakıl madenciliği operasyonları, akarsu yatağının yapısını değiştirmenin yanı sıra, tür çeşitliliğinin azalmasına, balıkların ve omurgasızların popülasyonunu olumsuz yönde etkilemesine ve bütün bunların sonucunda akarsulardaki ekosistem işleyişinin değişmesine neden olmaktadır (Brown vd., 1998). Unionidler genellikle sığ bir derinlikte ve sediment tabakada, yaşamak üzere evrimleşmiştir. Bütün bu değişiklikler, tatlı su midyelerini rahatsız edici boyutta etkilemektedir (Brim Box ve Mossa, 1999).



Şekil 9. Kanalların derinleştirilmesi (<https://depositphotos.com/tr/photos/dredging-river.html>)

6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Küresel anlamda gelişen iklim değişikliği, hava sıcaklığının ortalama olarak artmasına, daha düzensiz yağış modellerine, daha şiddetli sellere ve hatta kuraklıklara neden olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Bu değişen

modeller, hem karasal hem de tatlı su (Sala vd., 2000) ekosistemleri için ciddi tehditler oluşturmaktadır (Bates vd., 2008; Thomas vd., 2004). İklim değişikliğinin devam etmesi sonucunda, balık türlerinin %75'e varan bir oranda neslinin tükenebileceği tahmin edilmektedir. Sucul yapıların akış istikrarı, hem iklim değişikliği hem de insan müdahalesinin etkisi altında kaldığı sürece, tatlı su midye yaşamı için ciddi riskler oluşturacaktır (Xenopoulos vd., 2005). Tatlı su sistemlerinde iklim değişikliğinin etkileri üzerine yapılan araştırmaların çoğu, balıklar ve diğer omurgalılar üzerine odaklanmış, Unionidler üzerindeki etkinin araştırılması konusunda çok az doğrudan çalışma bulunmaktadır. Sıcaklığın, midye fizyolojisini ve yaşam öyküsünü içine alan bir çerçevede, juvenillerin büyüme ve üremesi dâhil olmak üzere çeşitli yönlerini etkilediği iyi bilinmektedir (Bauer, 1998; Kendall vd., 2010; Roberts ve Barnhart, 1999). Bazı tatlı su midye türleri, su sıcaklığındaki kademeli artışa uyum sağlayabilmektedir. Ancak, özellikle su sıcaklığının hava sıcaklığına daha yakından bağlı olduğu küçük akarsularda, ani sıcaklık artışları ve bunun uzun süreli olarak devam etmesi birçok midye popülasyonuna olumsuz yönde etki göstermektedir (Hastie vd., 2003). Yağış modellerindeki küresel değişiklikler, sellerin artmasına ardından uzun süreli kuraklıkların oluşmasına neden olarak midye popülasyonlarını etkileyebilmektedir. Periyodik olarak görülen düşük yoğunluklu sel, midye popülasyonları üzerindeki ince tortuları ve alt tabakadaki bazı kirletici maddeleri uzaklaştırmak gibi yararlı etkilere sahip olsa da, aşırı fırtına olayları midyeleri bu tortu tabakasından çıkarıp midye yataklarını ve habitatını değiştirebilmektedir (Gordon vd., 1992; Hastie vd., 2001).

Suyun azalması, midyelerin yatay olarak hareket etme yeteneklerini sınırladığı gibi, onların kendilerini korumak için güvenli sığınaklara ulaşmalarına da engel teşkil etmektedir. Su akışının azalması midyelerin solunum, beslenme, büyüme ve glochidial oluşumu üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Ayrıca suyun azalması rakun gibi karasal tüketiciler tarafından tatlı su midyelerinin avlanması artabilmektedir (Golladay vd., 2004; Hastie vd., 2003).

Unionid midyelerin iklim değişikliğine tepkisi birkaç faktöre bağlı olarak değişecektir. İklim değişikliğinin dünyanın farklı bölgelerini farklı şekilde etkilemesi beklendiğinden coğrafi konum önemli bir rol oynayacaktır (Parry vd., 2007). İklim değişikliği, çoğu ekolojik değişiklik türünde olduğu gibi, bu duruma yenilip kaybeden türler kadar bu durumu tolere edip kazananlar da olacaktır (McKinney ve Lockwood, 1999; Somero, 2010). Kısıtlı coğrafi alanlara sahip endemik midye türlerinin, iklim değişikliğinden sert bir şekilde etkilenebileceği düşünülmektedir (Malcolm vd., 2006; Spooner ve Vaughn,

2008). İklim değişikliği, arazi kullanımı, doğrudan insan kaynaklı su akış değişiklikleri ve yerli olmayan türlerin biyotik değişimi gibi diğer olumsuz etmenlerle etkileşime girdiğinde, değişen iklimin neden olduğu tehdit daha da büyüyecektir (Sala vd., 2000).

7. MİDYELERİN YOK OLMA EĞİLİMİ

Tatlı su midyelerinin korunması konusu önemli bir konu olarak ele alınmasına rağmen büyük olasılıkla birçok midye popülasyonunda hala türlerin yok olma eğilimi söz konusudur (Haag, 2010). Doğal olarak bölgelere göre ayrılmış düzensiz popülasyonlarda bulunan tatlı su midyelerinin, bu alanlarda gezinen konakçı (ev sahibi) balıklar tarafından midye larvaları (glochidia) taşınarak, diğer midye yatakları ile bağlantı kurulmaktadır (Strayer, 2008). Bu bağlantı midye sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Çünkü doğal afetler veya küresel ısınma (sel veya kuraklık) gibi stokastik olaylar, o popülasyondaki midye nüfusunda düşüş sağlayacağı için, bağlantılı komşu popülasyonlardan midye girişinin sağlanması, popülasyonu koruyan ve güçlendiren bir hareketliliktedir. Düzensiz popülasyonlar arasındaki bağın korunması, başarılı bir üreme döngüsü ve gen akışı için oldukça önemlidir. Öyle ki, barajların olumsuz etkisi, konakçı türlerin azalması veya yok olması, konakçı balıkların, glochidia salınımı için dişi midyelerin cazibe merkezine girememesi, su yataklarının bozulması nedeniyle midye-konakçı balık buluşmasında görüş mesafesinin azalması ve genç midyeler için uygun yaşam alanlarının olmaması, popülasyonlar arasındaki bağın kopmasına neden olan önemli unsurlardır. Popülasyonlar arasındaki bağlantıyı artırmak için önlem alınmadığı takdirde, istikrarlı midye popülasyonlarında bile gelecekte önemli kayıplara işaret edilmektedir (Haag, 2010).

KAYNAKÇA

- Anthony, J., & Downing, J. (2001). Exploitation trajectory of a declining fauna: a century of freshwater mussel fisheries in North America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(10), 2071-2090.
- Bauer, G. (1998). Allocation policy of female freshwater pearl mussels. *Oecologia*, 117(1-2), 90-94.
- Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., & Palutikof, J. (Eds.), (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, ISBN: 978-92-9169-123-4, Geneva
- Bogan, A. (1993). Freshwater Bivalve Extinctions (Mollusca: Unionoida): A Search for Causes. *American Zoologist*, 33(6), 599-609.
- Brierley, G., & Fryirs, K. (2005). Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework, Blackwell Publishing, ISBN 1-4051-1516-5, Oxford, UK
- Brim Box, J., & Mossa, J. (1999). Sediment, land use, and freshwater mussels: prospects and problems. *Journal of the North American Benthological Society*, 18(1), 99-117.
- Brown, A., Lyttle, M., & Brown, K. (1998). Impacts of Gravel Mining on Gravel Bed Streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 127(6) 979 – 994.
- Cope, W., Bringolf, R., Buchwalter, D., Newton, T., Ingersoll, C., Wang, N., Augspurger, T., Dwyer, F., Barnhart, M., Neves, R., & Hammer, E. (2008). Differential exposure, duration, and sensitivity of unionoidean bivalve life stages to environmental contaminants. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(2), 451–462.
- Downing J. A., Van Meter P., & Woolnough D. A. (2010). Suspects and evidence: a review of the causes of extirpation and decline in freshwater mussels. *Animal biodiversity and conservation*, 33(2), 151-185.
- Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata, Z., Knowler, D., Leveque, C., Naiman, R., Prieur-Richard, A., Soto, D., Stiassny, M., & Sullivan, C. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163–182.
- Golladay, S., Gagnon, P., Kearns, M., Battle, J., & Hicks, D. (2004). Response of freshwater mussel assemblages (Bivalvia: Unionidae) to a record drought in the Gulf Coastal Plain of southwestern Georgia. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(3), 494–507.

- Gordon, N., McMahon, T., & Finlayson, B. (1992). Stream hydrology: an introduction for ecologists. John Wiley and Sons, ISBN 9780470843581, New York.
- Haag, W., Butler, R., & Hartfield, P. (1995). An extraordinary reproductive strategy in freshwater bivalves: Prey mimicry to facilitate larval dispersal. *Freshwater Biology*, 43(3), 471–476.
- Haag, W. (2010). Past and future patterns of freshwater mussel extinctions in North America during the Holocene, In: Holocene Extinctions, S.T. Turvey (Ed.), 107–128, Oxford University Press, ISBN 0199535094, Oxford, UK
- Hartfield, P. (1993). Headcuts and their effect on fresh water mussels, In: Conservation and Management of freshwater mussels. K. S. Cummings, A. C. Buchanan & L. M. Koch, (Eds.), Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, Illinois, U.S.A.
- Hastie, L., Boon, P., Young, M., & Way, S. (2001). The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. *Biological Conservation*, 98(1), 107–115.
- Hastie, L., Cosgrove, P., Ellis, N., & Gaywood, M. (2003). The Threat of Climate Change to Freshwater Pearl Mussel Populations. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32(1), 40-46.
- Hunter, R., & Bailey, J. (1992). Dreissena polymorpha (zebra mussel): Colonization of soft substrata and some effects on unionid bivalves. *The Nautilus*, 106(2), 60-67.
- Keller, A., Lydy, M., & Ruessler D. (2007). Unionid mussel sensitivity to environmental contaminants, In: Freshwater bivalve ecotoxicology, J. L. Farris and J. H. Van Hassel (Eds.), 151–167, CRC Press, Boca Raton, Florida, and SETAC Press, Pensacola, Florida, ISBN 142004284X
- Kendall, N., Rich, H., Jensen, L., & Quinn, T. (2010). Climate effects on inter-annual variation in growth of the freshwater mussel (*Anodonta beringiana*) in an Alaskan lake. *Freshwater Biology*, 55(11), 2339–2346.
- Layzer, J., Gordon, M., & Anderson, R. (1993). Mussels: the forgotten fauna of regulated rivers. A case study of the Caney Fork River. *Regulated Rivers: Research and Management*, 8(1-3) 63-71.
- Leach, J. (1993). Impacts of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) on Water Quality and Fish Spawning Reefs in Western Lake Erie, In: Zebra mussels: Biology, impacts, and control. T. Nalepa & D.

- Schloesser, (Eds.), 381-397, Lewis/CRC Press, Inc., ISBN 0873716965, Boca Raton, Florida
- Malcolm, J., Liu, C., Neilson, R., Hansen, L., & Hannah, L. (2006). Global Warming and Extinctions of Endemic Species from Biodiversity Hotspots. *Conservation biology*, 20(2), 538-548.
- McKinney, M., & Lockwood, J. (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(11), 450-453.
- Neves, R. (1999). Conservation and commerce: Management of freshwater mussel (Bivalvia:Unionoidea) resources in the United States. *Malacologia*, 41(2), 461-474.
- Osterling, M. E., Arvidsson, B. L., & Greenberg, L. A. (2010). Habitat degradation and the decline of the threatened mussel Margaritifera margaritifera: influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of Applied Ecology*, 47(4) 759-768.
- Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., van der Linden, P., & Hanson, C. (Eds). (2007). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, ISBN 978 0521 88009-1, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Poff N., Olden, J., Merritt, D., & Pepin, D. (2007). Homogenization of regional river Dynamics by dams and global biodiversity implications. *Proceedings of the National Academies of Science*, 104(14) 5732-5737.
- Ricciardi, A., & Rasmussen, J. (1999). Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*, 13(5), 1220-1222.
- Ricciardi, A. (2003). Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: an empirical approach applied to zebra mussel invasions. *Freshwater Biology*, 48(6), 972-981.
- Richter, B., Braun, D., Mendelson, M., & Master L. (1997). Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11(5), 1081-1093.
- Roberts, A., & Barnhart, M. (1999). Effects of temperature, pH, and CO₂ on transformation of the glochidia of *Anodonta suborbiculata* on fish hosts and in vitro. *Journal of the North American Benthological Society*, 18(4), 477-487.
- Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, R., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Hueneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld, M., Poff, N., Sykes, M., Walker, B., Walker,

- M., & Wall, D. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770–1774.
- Somero, G. (2010). The physiology of climate change: how potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine ‘winners’ and ‘losers’. *The Journal of Experimental Biology*, 213(6), 912-920.
- Spooner, D., & Vaughn, C. (2008). A trait-based approach to species’ roles in stream ecosystems: climate change, community structure, and material cycling. *Oecologia*, 158(2), 307-317.
- Strayer, D. (1993). Macrohabitats of freshwater mussels (Bivalvia: Unionacea) in streams of the northern Atlantic slope. *Journal of the North American Benthological Society*, 12(3), 236–246.
- Strayer, D., Caraco, N., Cole, J., Findlay, S., & Pace, M. (1999). Transformation of freshwater ecosystems by bivalves. A case study of zebra mussels in the Hudson River. *Bioscience*, 49(1), 19-27.
- Strayer, D. L., J. A. Downing, W. R. Haag, T. L. King, J.B. Layzer, T. J. Newton., & S. J. Nichols, 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America’s most imperiled animals. *BioScience*, 54, 429-439.
- Strayer, D. (2008). Freshwater mussel ecology: a multifactor approach to distribution and abundance. University of California Press, ISBN 9780520255265, Berkeley, California
- Thomas, C., Cameron, A., Green, R., Bakkenes, M., Beaumont, L., Collingham, Y., Erasmus, B., Ferreira de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A., Midgley, G., Miles, L., Ortega-Huerta, M., Peterson, A., Phillips, O., & Williams, S. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148.
- Vaughn C., & Taylor C. (1999). Impoundments and the decline of freshwater mussels: a case study of an extinction gradient. *Conservation Biology*, Vol.13, No.4, (August 1999), pp. 912-920, ISSN 0888-8892
- Watters, G. (1999). Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations. Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium, Chatanooga, Tennessee, 1999
- Xenopoulos, M., Lodge, D., Alcamo, J., Märker, M., Schulze, K., & Van Vuuren, D. (2005). Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11(10), 1557-1564.

BÖLÜM 8

MİDYE DEĞERLİLİĞİ

Öğr. Gör. Menderes ŞEREFLİŞAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252223>

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu, Hatay, Türkiye
menderes.sereflisan@iste.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-9936-7715>

GİRİŞ

Tatlı su midyeleri, düğme ve inci üretiminde doğrudan kullanım amacıyla büyük oranlarda avcılığı yapılmaktadır. 2017 verilerine göre ABD’de piyasa değeri yaklaşık 10 milyar dolarlık ticari değerlilikte olan canlılar olarak önemsenmektedirler. Midyeler, ayrıca sağladıkları ekosistem işlevleri (su arıtma, besin döngüsü, patojen baskılama vb.) aracılığıyla da dolaylı kullanım değeri olan canlılardır. Bu canlıların ekolojik işlevlerinin parasal değeri elbette ki vardır, ancak henüz tahmin edilmesi konusunda detaylı veri değerlendirmeleri yapılmadığı için somut bir tahmin yapılamamıştır.

Tatlı su midyeleri, yaşam öyküleri bakımından ayrıcalıklı bir canlı grubudur. Bu değerlerin yeterince anlaşılabilmesi, gelecek nesillere aktarılabilme şansını güçlendirecektir. Bir tatlı su midyesi topluluğunun toplam değeri, doğrudan ve dolaylı kullanım değeri olarak belirlenmektedir. Ancak herhangi bir gerçek midye topluluğu için henüz daha toplam değer tahmini yapılamamıştır. Midyelerin değerliliği konusunda, doğrudan kullanım sebebiyle nesli tükenmiş ya da nesli yok olma tehlikesi altında olan midyelerin, ekolojik faydalarının azalması nedeniyle gerçek değerlilikleri hesaplanabilir. Tatlı su midyelerinin kesin değeri hakkındaki belirsizliğe rağmen, insanlar için önemli bir değere sahip oldukları açıktır. Bireysel ekosistemlerde midye topluluklarının milyonlarca dolar değerinde olması, çevresel kararlar alınırken bu canlıları dikkate değer kılmaktadır. Tatlı su midyelerinin değerliliğinin artırılması ve tanıtılmasında, midye ekolojistleri ve biyologlarının önemli rolleri bulunmaktadır.

1. MİDYE DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE DEĞER KAVRAMI

Ekonomist ve filozoflar değer fikrini, kapsamlı bir şekilde tartışarak genel ve teknik yönden birkaç şekilde tanımlamışlardır (Daly ve Farley, 2010; Millennium Ecosystem Assessment, 2003, 2005). Genel bir “değer” tanımlaması yapmak gerekirse, bir nesnenin, başka herhangi bir nesne ile değiş tokuş (takas) edilmesindeki sahip olduğu değerdir (Goulder ve Kennedy, 1997). Bu değiş tokuş karşılıklı alışverişteki değişim değerleri subjektif ve bireyseldir. Aslında, “değer” tanımı ile “fiyat” tanımı aynı şey değildirler. Ekonomistler, fiyatın; bir alıcının bir ürüne koyacağı minimum değer olduğunu ifade etmektedirler (yani, bir ürünün satın alındığı fiyat). Örneğin, çölde susamış bir kişi, gerçek fiyatı sadece 1 birim olan soğuk bir şişe su için 1000 birim ödemeye razı olabilir. Yani ürün fiyatı, ortam şartlarına göre taban ve tavan fiyat aralığında hareketi geniştir. Oysaki piyasada satılmayan ve dolayısıyla fiyatı

olmayan birçok şeye (güzel bir gün doğumu, bir bebeğin gülümsemesi gibi) değer verilebilmektedir (Daly ve Farley, 2010; Goulder ve Kennedy, 1997). Bu nedenle, insanlar midye veya başka herhangi bir şey için belirlenmiş, evrensel olarak kabul edilmiş değerlere sahip değildir. Değeri belirleyen en önemli husus, ürünün en uygun zaman ve mekânda takas yapılacağı yerde bulundurulmasıdır.

2.TATLI SU MİDYELERİNE DEĞERLİLİK KAZANDIRMAK

Tatlı su midyelerin değerlilik kazanması konusunda, biyologlar ve ekolojistlerin araştırmaları oldukça kıymetlidir (FMCS, 2016). Sucul sistemde ekolojik korumacılığı hedefleyen rekreasyonel balıkçılık yönetimi ile ilgili 2011'de ABD'de amatör balıkçılığa yapılan harcamaların 42 milyar dolar olduğu ve tahmini ekonomik etkisinin 115 milyar dolar olduğu belirlenmiştir (Hughes, 2015). Bu uygulamada hem balık hem de balığın ekosistemde varlığı önemsenererek değer kazanmış ve korunmuştur. Bundan yola çıkarak, tatlı su midyelerine değer vermek, tatlı su midyelerini etkileyebilecek alternatif faaliyetlerin arasında daha iyi kararlar verilmesine yardımcı olacaktır. Birçok insan faaliyeti (örneğin, baraj inşaatı veya kaldırılması, baraj boşaltma programlarındaki değişiklikler, habitat restorasyonu, iklim veya arazi kullanımı değişikliği) tatlı su midyelerini etkilemektedir. Önerilen bir faaliyetin iyi bir fikir olup olmadığına karar verilmesi, tatlı su midye popülasyonlarındaki değişim değerlerini etkileyebileceği için oldukça dikkat edilmesi gereken bir konudur.

3.TATLI SU MİDYELERİNİN PİYASADAKİ YERİ VE DOĞRUDAN KULLANIM DEĞERLERİ

Değer denildiğinde akla ilk gelen şey, tatlı su midyelerinin ne kadara satılabilesidir. Diğer tatlı su omurgasızlarının çoğundan farklı olarak tatlı su midyeleri, sedef ve inci kaynağı olarak önemli ölçüde doğrudan pazar değerine sahip özellikli canlılardır (Anthony ve Downing 2001; Claassen 1994; Haag 2012; Kunz 1898). 1897 ile 1963 yılları arasında ABD'nin birçok nehrinde midye kabuğundan düğme ve sedefi için aktif bir midye avcılığı yapılmış, bunun sonucunda elde edilen düğmelerden yaklaşık 6 milyar dolar ekonomik karşılık alınmıştır (Şekil 2). Düğme yapımı için avcılığı yapılan midyelerin değerliliği, bu midyelerden elde edilen düğmelerin yaklaşık yarısı değerliliğinde olduğu bildirilmiştir (Claassen, 1994). Ticari inci avcılığı, 1857'de başlamış (Kunz, 1898), 1963'e kadar midye avcılığının toplam

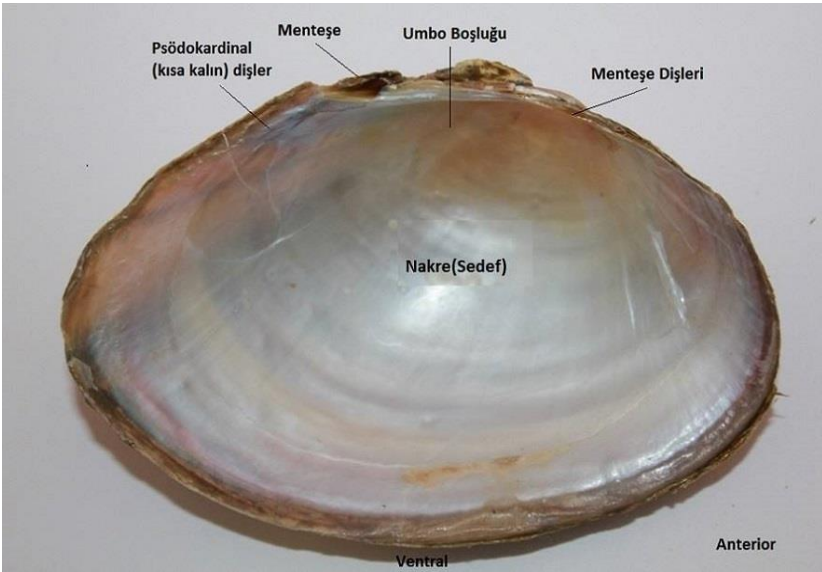
değerinin (düğmeler ve inciler) 10 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir. ABD'deki modern midye balıkçılığının değeri, fiyatların değişkenliğine bağlı olmakla birlikte, yılda birkaç milyon dolar aralığında olduğu bildirilmiştir (Hubbs, 2009). Tatlı su midyelerinin gelecekteki fayda ve maliyetlerine çok daha fazla değer katacak olan en temel eğilim, doğal kaynakların hemen tüketilip yok edilmesinden ziyade korunmasını destekleme eğilimidir (Arrow vd., 2013). Midyelerin hem yumuşak dokuları hem de kabukları, günümüz veya geçmiş ekosistemlerde çevresel koşulların (su sıcaklıkları, kirletici madde konsantrasyonları) izlenmesinde kullanılmıştır. Ancak, bu çevresel gösterge özelliği, piyasa değerini etkilemede kullanılmamaktadır. Tatlı su midyelerinin piyasa değeri ne kadar yüksek olursa olsun, bu değer, midyelerin dolaylı kullanım değerlerini temsil etmemektedir.

3.1. Tatlı Su Midye Kabuklarının Değerliliği

Tatlı su midyelerinin incisi için 1800'lerde, Mississippi Nehri'nde (ABD) midye avcılığı başlamış ve insanların bir hazine arar gibi incisi için midye avcılığı yaygınlaşmıştır (Şekil 1). Bazı tarihçiler bu yıllarda başlayan inci avcılarını, altın avcılarına benzetmişlerdir. Bir inci bulma telaşı içinde olan insanlar, kelimenin tam anlamıyla milyonlarca midyeyi öldürerek katletmişlerdir. Bu yoğun avcılıkta, nehrin bazı bölgelerinde midye yataklarının tamamı ortadan kaldırılmıştır. İnci için yapılan midye avı akımının, midye popülasyonları üzerindeki etkisi, midye kabuklarından düğme yapmak için yapılan avcılıkla karşılaştırıldığında, daha önemsiz kalmıştır. Çünkü kabuktan düğme ticareti tatlı su midye popülasyonlarını daha da tehdit eder duruma getirmiştir (Şekil 3). 1889'da düğme kullanımına öncülük eden Alman düğme üreticisi Johann Böpple, milyonlarca düğme basan özel makinelerin olduğu fabrika kurarak, Amerika'dan gelen tatlı su midye kabuklarından en iyi düğmeleri üretmeye başlamıştır.



Şekil 1. https://molluskconservation.org/MUSSELS/Mussels_Us.html



Şekil 2. Tatlı su midye (*Anodonta anatina*) kabuğunun, kabuk içi sedef görüntüsü iç yapısı (Şereflişan vd., 2011)

İlerleyen yıllarda, 1899'da Mississippi Nehri Vadisi'nde altmış düğme fabrikası kurularak 21.000 tonun üzerinde tatlı su midyesi kabuğu işlenmiştir. Başlangıcından itibaren yaklaşık on yıldan daha kısa bir süre içinde, bu sektör binlerce kişiye istihdam yaratarak, değeri 23 milyon doları (1998 yılı) aşan bir

ekonomik yapı oluşturulmuştur. 1922'ye gelindiğinde, tatlı su midye avcılığı ABD'deki en büyük ve en kârlı iç su balıkçılığında biri olarak kabul edilmiştir.

1914 ile 1929 yılları arasında midye avcılığı nedeniyle midye yatakları kelimenin tam anlamıyla yok edildiğinden, avlanılan midye miktarı 3.000 tondan 150 tona düşmüştür. Düğme endüstrisi, aşırı avcılık ve pazarlanabilir kabukların azalan arzına karşılık, 1930'dan sonra hızla gerilemeye başlamıştır. 1914'te ABD Balıkçılık Bürosu, nehirlerden midye avlanılmasına alternatif olarak, tatlı su midyesi yetiştirme yöntemleri geliştirmek için Fairport Biyolojik İstasyonunu kurmuştur. 1914 ile 1919 arasında, Yukarı Mississippi Nehri eyaletlerinin çoğu midye avı için yapılan bu yasal düzenlemeleri kabul etse de, bu düzenlemeler, midye balıkçılığını kurtarmak için çok geç gerçekleştirilmiştir (FWS, 2003).



Şekil 3. <https://farmhousefabrics.wordpress.com/2016/03/23/do-you-know-your-but-ton-history/>

3.2. Tatlı Su Midyelerinden Elde Edilen İncilerin Değerliliği

1950'lerde, Mississippi Nehri'nden gelen midye kabuklarının kültür incisi endüstrisi için mükemmel bir tohum materyali olduğu keşfedilince, ticari anlamda tatlı su midye avcılığı yeniden canlanmıştır. Japonya'dan Kokichi Mikimoto, tatlı su midyelerinin kabuklarından oluşturulan küresel boncukların deniz inci istiridyelerine yerleştirildiğinde, istiridyenin salgıladığı sedef salgısı ile inci oluşumunu keşfetmiştir. Tatlı su midye kabukları dilimlenerek, küp şeklinde kesilip ve yuvarlaklaştırılarak sağlıklı bir deniz istiridyesine nükleus olarak yerleştirilmesi esasına dayanan kültür incisi üretimi için tatlı su midye kabuklarına yoğun bir talep olmuştur. 1990'a gelindiğinde, genişleyen endüstri, 3 milyar doları (1998 ABD doları) aşan perakende satışlarla üst seviyeye ulaşmıştır. Sonuç olarak, bir kültür incisinin ağırlığının yaklaşık %90'ı tatlı su midyesinin kabuğundan oluşmaktadır (Şekil 4). Kültür incileri için tatlı su midye kabuklarının avcılığı, bu canlıların popülasyonları açısından yıkıcı bir

süreç olmuştur. Çünkü 1 ton tatlı su midyesi kabuğundan yaklaşık 18-27 kg çekirdek (inci için nükleus) elde edilmektedir. Tatlı su midye kabuğundan nükleus parçacıkları elde eme işlemi sırasında, kabuğun çoğu işlem sırasında atıl olduğu için midye kabuğuna olan talep sürekli artmıştır (FWS, 2003).



Şekil 4. Tatlı su midye incisi (<https://pearlylustre.com/pages/freshwater-pearls>)

3.3. Midyelerin Dolaylı Kullanım Değerleri

Midyeler, ekosistemin insanların değer verdiği diğer bölümleriyle etkileşime girdikleri ve dolayısıyla dolaylı olarak insan refahını artırdıkları için de değerli olabilmektedir. Dolaylı kullanım değerleri, ekosistem hizmetleri fikriyle ilgilidir. Ekosistem hizmetlerinin insan refahı için değerinin kabul edilmesi, doğal kaynakların değerlendirilmesinde son zamanlarda büyük bir ilerleme olmuştur. Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (2003, 2005) sonucunda, dört geniş ekosistem hizmeti sınıfı belirlemiştir. Birincisi, bir ekosistemin doğrudan insanlara yiyecek, tatlı su, yakıt vb. sağladığı durumlarda ki tedarik hizmetleridir. İkincisi, bir ekosistemin iklimi, hastalıkları, su kalitesini vb. düzenlediği durumlardaki düzenleyici hizmetleridir. Üçüncüsü, bir ekosistemin insanlara estetik, manevi, eğlence veya eğitim fırsatları sağladığı durumlardaki kültürel hizmetleridir. Dördüncüsü ise, bir ekosistemin diğer üç hizmet sınıfından herhangi birini destekleyen durumlardaki destekleyici hizmetleridir. Midyelerin doğrudan kullanım değeri ile dolaylı kullanım değerleri arasındaki en önemli karşıtlığı, dolaylı kullanım değerlerini tahmin etmenin genellikle daha zor olmasıdır. Çünkü onların değerini göstermek için çok geniş piyasa hesaplamaları yapmak gerekmektedir.

Dolaylı kullanım değerlerinin tahmin edilmesinin zor olabileceği gerçeği, tatlı su midyelerinin göz ardı edilebilecekleri anlamına gelmemektedir. Örneğin, Amerikada, Mendota Gölü'nün yerel olmayan zooplankton türü (*Bythotrephes longimanus*) tarafından işgalinin maliyetlerine ilişkin yakın tarihli bir çalışma yapılmıştır (Walsh vd., 2016). Bu yırtıcı zooplankter, göldeki *Daphnia* popülasyonlarını önemli ölçüde azalttığı, bu da fitoplanktonun

çoğalmasına izin vererek, su berraklığını yaklaşık 1 m azalttığı ortaya çıkarılmıştır. Gölde su berraklığının artırılması için (1 m'lik bir değişiklik) 140 milyon \$ değerinde harcama yapılması gerektiği belirlenmiştir. Bu olayda tatlı su midyelerinin dolaylı kullanım değeri iki şekilde karşılık bulmaktadır. Birincisi; filtre ederek beslenen midyelerin kullanılmasıyla, sudaki süspanse parçacıkların ortamdaki uzaklaştırılması, su kütlesinin estetik değerinin artması ve içme suyu için arıtma maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlayarak, maddi kayıpların giderilmesinde ekonomik bir karşılık bulmaktadır. İkincisi, midyelerin süzücü yeteneği kullanılarak, su altındaki bentik alglerin üretkenliğinin artırılması ile besin zincirinin diğer ucundaki omurgasızların, balıkların ve su kuşlarının daha yüksek üretkenliğe sahip olmalarının sağlanmasıdır (Scheffer, 2004).

3.4. Varlık Değeri

Varoluş değeri, insanların bir ögeye, o ögeyi kullanmasalar veya kullanmayı düşünmeseler bile yalnızca onun var olduğunu bilmek için verdikleri değerdir (Goulder ve Kennedy, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2003). Varoluş değerinin estetik, dini veya etik temelleri olabilir. Biyolojik çeşitliliği ya da kültürel açıdan önemli yerleri korumaya yönelik birçok programın temelini oluşturan unsur varlık değeridir. İnsanların bu tür programlara katkıda bulunduğu büyük meblağlar, varoluş değerinin gerçek olduğunu ve büyük olabileceğini göstermektedir. Bazı insanlar, tüm organizmaların veya türlerin varlığına değer veren dini veya etik inançlara sahip olsa da, karizmatik, benzersiz veya ilginç şeylere daha yüksek varoluş değeri atfetme eğilimindedir (Goulder ve Kennedy, 1997). Varlık değerini tahmin etmek için anket yöntemi kullanılmaktadır. Sonuçları doğru bir şekilde ölçmek zor olduğu gibi elde edilen tahmini sonuçlar, tartışmalı olma eğilimindedir. Tatlı su midyelerinin varlık değerini tahmin etmeye yönelik yeterli bir girişim bulunmamaktadır. Görünüşe göre çoğu insan midyelere sifira yakın bir varlık değeri verebilmektedir. Çünkü tatlı su midyelerinin var olduğunu bile bilmeyen çok sayıda insan bulunmaktadır. Pek çok tatlı su malakoloğu, tatlı su midyeleri içinde Unionidlerin nadir ve büyüleyici olduklarını savunarak, onların varlık değerinin yüksek olduğunu bildirmektedirler. İşlevsel olarak benzer olan (suyu filtre etmeleri) tatlı su midyeleri ile karşılaştırdığında, Unionidlerle dolu olan bir nehirin, zebra midyesi veya Corbicula popülasyonuna sahip bir nehre göre tercih edilmeleri, Unionidlerin yüksek bir varlık değerine sahip olduğunun göstergesidir. Ayrıca, tatlı su midyeleri hakkında bilgi artışının onların varlık değerlerini

artırabileceği yönündedir. Bu canlılar hakkında çok az şey bilen insanların, onları itici ve ürkütücü olarak gördüklerini, oysa omurgasızlar hakkında çok şey bilen insanların onları çekici ve ekolojik olarak değerli görme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Kellert, 1993). İnsanlar tarafından, tatlı su midyelerinin nadir, benzersiz veya çok sıra dışı olduğu, birçoğunun büyüleyici yaşam döngülerine sahip ve doğrudan ekonomik veya ekolojik faydaları olabileceği ne kadar çok bilinirse, muhtemelen varlık değerleri o kadar çok yüksek olacaktır.

3.5. Opsiyon ve Miras Değerleri

Opsiyon değeri, bugün kullanmadığımız, ancak gelecekte kullanmak isteyebileceğiniz bir şeye verilen değerdir (Gascon vd., 2015; Goulter ve Kennedy, 1997). Miras değeri ise opsiyon değerine benzer olup, gelecek nesillere verilecek bir şeyin saklanması anlamına gelmektedir. Midyelerin doğrudan ve dolaylı kullanım değerleri konusundaki anlayışımız hala oldukça eksiktir. Tatlı su midyelerinin ticari ürünlerde kullanımları veya ekosistemlerdeki rolleri keşfedildikçe opsiyon ve miras değerleri daha da artacaktır (Gascon vd., 2015). Ayrıca yarının dünyasının iklim değişikliği, tür istilaları vb. sonucunda bugünün dünyasından farklı olacağını ve bu nedenle midyelerin bugün sahip olduklarından farklı kullanımları ve değerleri olabileceği de kabul edilmektedir. Midyelerin gelecekte de kullanılabilmesi için muhafaza edilerek, ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Midyelerin Opsiyon ve miras değerlerinin belirlenmesi için yapılan anket çalışmalarının sağlıklı sonuç vermesi tartışılmaktadır. Bu anketlerin, midyeler hakkında yeterince bilgi sahibi olmayan insanlar tarafından değerlendirilmesi, sonuçların doğruluğunu belirsizleştirir. Günümüzde tatlı su midyelerinin opsiyon ve miras değerlerini tahmin etmeye yönelik girişimler hala yetersiz görülmektedir. Bu nedenle midyelerin mevcut ve gelecekteki olası faydaları hakkında eğitim verilmesi oldukça önem arz etmektedir.

3.6. İkâme Değeri

Tatlı su midyelerine değer biçmeye yönelik alternatif bir yaklaşım olan ikâme değeri, onları yenileme maliyetlerine dayanmaktadır (Southwick ve Loftus, 2003). İstenilmeyen bir ekolojik felaket sonucunda ölen midye popülasyonlarını eski haline getirmeyi amaçlayan bu yaklaşımda, ölen midyelerin yerini alacak kadar midyenin çoğaltılması (veya yer değiştirmesi) ile ilgili maliyetlerin tahmin edilmesidir. Bu maliyetler önemli miktarlara çıkabilmektedir. İkâme değerinin belirlenmesinde türün ekonomik ve ekolojik

önemi önemli bir belirleyici unsurdur. Tür ekonomik veya ekolojik açıdan çok az öneme sahipse ve çoğaltılması zorsa, diğer değerlerin toplamından çok daha büyük bir ikâme değeri gösterir. Aksine midye türü, ekonomik veya ekolojik açıdan önemli ve çoğaltılması kolaysa, diğer değerlerin toplamından daha küçük bir ikâme değerine sahiptir.

3.7. Midyelerin Toplam Değeri

Tatlı su midyelerinin toplam değeri; doğrudan kullanım değeri, dolaylı kullanım değeri, varlık değeri, opsiyon ve miras değeri ve ikame değerlerinin toplamı olarak görülen değerdir. Midyelerin toplam değerine katkıda bulunan bireysel diğer bileşenlerin değeri (varlık değeri, opsiyon ve miras değeri ve ikame değerler) milyonlarca dolar veya daha fazla olabileceği düşünülürse, midye topluluklarının toplam değerinin büyük olabileceği oldukça mümkün görünmektedir.

Tatlı su midyelerinin toplam değerleri doğru bir şekilde tahmin edilirse, bir midye topluluğunun dolar cinsinden veya ekosistem tarafından üretilecek diğer faydaları (elektrik enerjisi üretimi, eğlence amaçlı olta balıkçılığı) bakımından oldukça yüksek bir değerlilikte olduğu düşünülmektedir. Midyelerin toplam değerinin parasal olarak tahmini henüz daha tam anlamıyla yapılamasa da, tatlı su midyelerini ilgilendiren yönetim eylemleri hakkında, daha iyi kararlar alınabilmesi için, dolaylı kullanım, varlık, opsiyon ve miras değerleri oldukça yardımcı değerler olarak öne çıkmaktadır.

4.TATLISU MİDYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İLE İLGİLİ ZORLUKLAR

4.1. Midyeleri Değerli Gösteren Kimler Olmalıdır

Tatlı su midyelerinin toplam değeri belirlenirken, bu değeri etkileyebilecek paydaşların kimler olabileceği konusu oldukça önemlidir. Gezegendeki yaşayan her insan olabilir. Ancak toplumsal değerlerin hesaplanmasını belirleyecek olan insan grubu, sonucu etkileyebilecek kritik bir öneme sahiptir. Unionidlerin değerinin belirlenmesinde kimin söz hakkı olmalı? Ya da bazı insanların değerlerine daha mı fazla ağırlık verilmeli? Örneğin, hidroelektrik için bir baraj yapılması düşünülüyorsa, nehrin hemen kıyısında yaşayanların veya doğrudan elektrikten yararlananların fikirlerine mi ağırlık verilmeli, yoksa uzman görüşü mü alınmalı, ya da ekonomistlerin, midye biyologlarının veya ekolojistlerin görüşlerine özel bir ağırlık mı verilmelidir? Midyelerin değerliliğini ifade edecek olan insanlar, onların bugünden çok yarın için

durumlarını en iyi derecede analiz edebilecek kişiler olması yararlı olacaktır (Hostmann vd., 2005; Castro vd., 2016).

4.2. Gelecek Nesillerin Haklarını Tanımak

Gelecek nesillerin bazı hakları olduğunu ve onlara işe yaramaz bir gezegen bırakmamamız gerektiğini kabul etmek gerekmektedir. Tatlı su midyelerinin değerli bir unsur olarak nesilden nesile sürdürülebilir olması için öncelikle günümüzden itibaren değer verilmesi gereklidir. “değerlerin” nesiller boyu büyük ölçüde değişebileceği gerçeğini de görmek gereklidir. Sadece birkaç nesil önce sulak alanlar, bitki ve hayvanları desteklemek, akiferleri doldurmak, taşkınları önlemek ve su kalitesini korumak için değerli habitatlar olarak değil, belki de büyük ölçüde çorak araziler olarak görülüyordu. Yani bizden öncekilerin bizlere verimli, sürdürülebilir alanlar bırakmayı düşünmeleri, daha az bir olasılık dahilinde gerçekleştiği için bizlerin bizden sonraki nesillere daha duyarlı davranarak, tatlı su midye topluluğunun değerliliğini iyi anlayıp aktarabilmeliyiz. Bununla birlikte, gelecek nesillerin bizim sahip olmadığımız şeylere değer verebileceğini kabul ederek, geri dönüşü olmayan hatta tersine çevrilmesi çok zor (örneğin, midyelerin neslinin tükenmesi, yaşam alanlarının yok edilmesi) sonuçları olan kararlar alırken çok dikkatli olmamız gerekmektedir. Son zamanlarda sürdürülebilirliğe yapılan vurgu (United Nations, 1987), gelecek nesillerin haklarını korumak için doğru yönde atılmış bir adım olarak kabul edilmektedir.

5.TATLI SU MİDYELERİNİN TOPLUM TARAFINDAN DEĞER GÖRMESİNDE BİYOLOG VE EKOLOJİSTLERİN ROLÜ

Günümüzde tatlı su midyeleri ticari anlamda yoğun bir satış stratejisine sahip olmasa da, kabuk ve incisi için oldukça değerli bir ürün olup, çevresel kararlar alınırken, midyelerin varlık değerleri her zaman dikkate alınmalıdır. Tatlı su midyelerinin sağladığı tüm değerleri tahmin etmeye yönelik yöntemler halen geliştirilmekte olup, midye popülasyonlarına kesin bir parasal değer biçmek tam anlamıyla mümkün görünmemektedir. Midye biyologlarının ve ekolojistlerin tatlı su midyelerine daha iyi değer verilmesi yönünde, topluma yardımcı olabilecekleri çeşitli yöntemler bulunmaktadır (FMCS, 2016). Öncelikle, balıkçılar da dâhil olmak üzere, tatlı su midyelerinin varlığı, tehdit unsurları, büyüleyici biyolojileri, ticari değerleri veya potansiyelleri ve daha önemlisi su ekosistemlerindeki rolleri çoğu insan tarafından bilinmemektedir.

İnsanların tatlı su midyeleri hakkındaki farkındalığı ve takdirini artırıcı bazı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Özellikle, tatlı su midyelerinin “çevre yönetimiyle ilgili karar alma süreçlerine” makul bir şekilde neden dâhil edilmeleri gerekliliği ve bu gerekliliğin anlaşılmasına yönelik her türden sosyal yardım ve eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Halk arasında, midyelerin varlığını ve miras değerlerini önemli ölçüde artırabilmek için onlara gereken takdirin verilmesi gerekliliği anlatılmalıdır. Topluma sağladıkları çoklu değerlerin anlatımında, açık ve ikna edici grafik ve şemalar kullanılması, midyelerin çevresel karar verme sürecine dâhil edilme sıklığının artırılması gerekmektedir.

Midyelerin ekosistem rolleri ve bunların farklı ekosistem türleri arasında nasıl değiştiğini tanımlayan ve ölçen araştırmalara halâ gereksinim vardır. Tatlı su midyelerinin değerlerinin tahmin edilmesinde, midye ekolojistlerinin (bu işlevlerin değerlerini tahmin edebilen), sosyal bilimcilerin ve midyelerin varlık değerini artırmamıza yardımcı olabilecek eğitimcilerle işbirliği yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anthony, J., & Downing, J. (2001). Exploitation trajectory of a declining fauna: a century of freshwater mussel fisheries in North America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(10), 2071-2090.
- Arrow, K., Cropper, M., Gollier, C., Groom, B., Heal, G., Newell, R., Nordhaus, W., Pindyck, R., Pizer, W., Portney, P., Sterner, T., Tol, R. S. J., & Weitzman, M. (2013). Determining benefits and costs for future generations. *Science*, 341, 349–350.
- Castro, A. J., Vaughn, C.C., Garcia-Llorente, M., Julian, J. P., & Atkinson, C.L. (2016). Willingness to pay for ecosystem services among stakeholder groups in a South-Central U.S. watershed with regional conflict. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142, 05016006.
- Claassen, C. (1994). Washboards, pigtoes, and muckets: Historic musseling in the Mississippi watershed. *Historical Archaeology*, 28, 1–145.
- Daly, H.E., & Farley, J. (2010). *Ecological Economics: Principles and Applications*, 2nd ed. Island Press, Washington, D.C.
- FMCS (Freshwater Mollusk Conservation Society), 2016. A national strategy for the conservation of native freshwater mollusks. *Freshwater Mollusk Biology and Conservation*, 19:1–21.
- Gascon, C., Brooks, T. M., Contreras-MacBeath, T., Heard, N., Konstant, W., Lamoreux, J., Launay, F., Maunder, M., Mittermeier, R. A.S., Molur, Al Mubarak, R.K., Parr, M.J., Rhodin, A.D.J., Rylands, Soorae, A. B. P., Sanderson, J.G., & Vi'e, J.C. (2015). The importance and benefits of species. *Current Biology*, 25, 431-438.
- Goulder, L.H., & Kennedy, D. (1997). Valuing ecosystem services: Philosophical bases and empirical methods. Pages 23–47 in G.C. Daily, editor. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.
- Haag, W.R. (2012). *North American Freshwater Mussels: Natural History, Ecology, and Conservation*. Cambridge University Press, New York. 538pp.
- Hostmann, M., Borsuk, M., Reichert, P., & Truffer, B. (2005). Stakeholder values in decision support for river rehabilitation. *Archiv für Hydrobiologie Supplementband*, 155, 491–505.

- Hubbs, D. (2009). Statewide commercial mussel report. Tennessee Wildlife Resources Agency *Fisheries Report* 10-04.
- Hughes, R.M. (2015). Recreational fisheries in the USA: Economics, management strategies, and ecological threats. *Fisheries Science*, 81, 1–9.
- Kellert, S.R. (1993). Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 7, 845–855.
- Kunz, G.F. (1898). The fresh-water pearls and pearl fisheries of the United States. U.S. Commission of Fish and Fisheries, Washington, D.C.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2003). Ecosystems and Human Wellbeing: A Framework for Assessment. Island Press, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Scheffer, M. (2004). Ecology of Shallow Lakes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 357 pp.
- Southwick, R.I., & Loftus, A.J. (2003). Investigation and monetary values of fish and freshwater mussel kills. American Fisheries Society Special Publication 30, Bethesda, MD.
- Şereflişan, H., Şereflişan, M., Akyurt, İ., & Öksüz, A. (2011). Gölbaşı Gölü (Hatay) tatlı su midyelerinin ekonomik değer taşıyan özelliklerinin araştırılması [Research on Economical features of Gölbaşı lake (Hatay) freshwater mollusks]. TAGEM 09/ARGE 07.
- U.S.Fish Wildlife Service, (2003). History of Mussel Harvest on the River, USFWS. 1-7
- United Nations, (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to Document A/42/427—Development and International Cooperation: Environment. Available at <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> (accessed May 3, 2017).
- Walsh, J. R., S. R. Carpenter, and M. J. Vander Zanden. 2016. Invasive species triggers a massive loss of ecosystem services through a trophic cascade. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 4081–4085.

BÖLÜM 9

TATLI SU MİDYE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10252227>

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay, Türkiye
hulya.sereflisan@iste.edu.tr, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2510-3714>

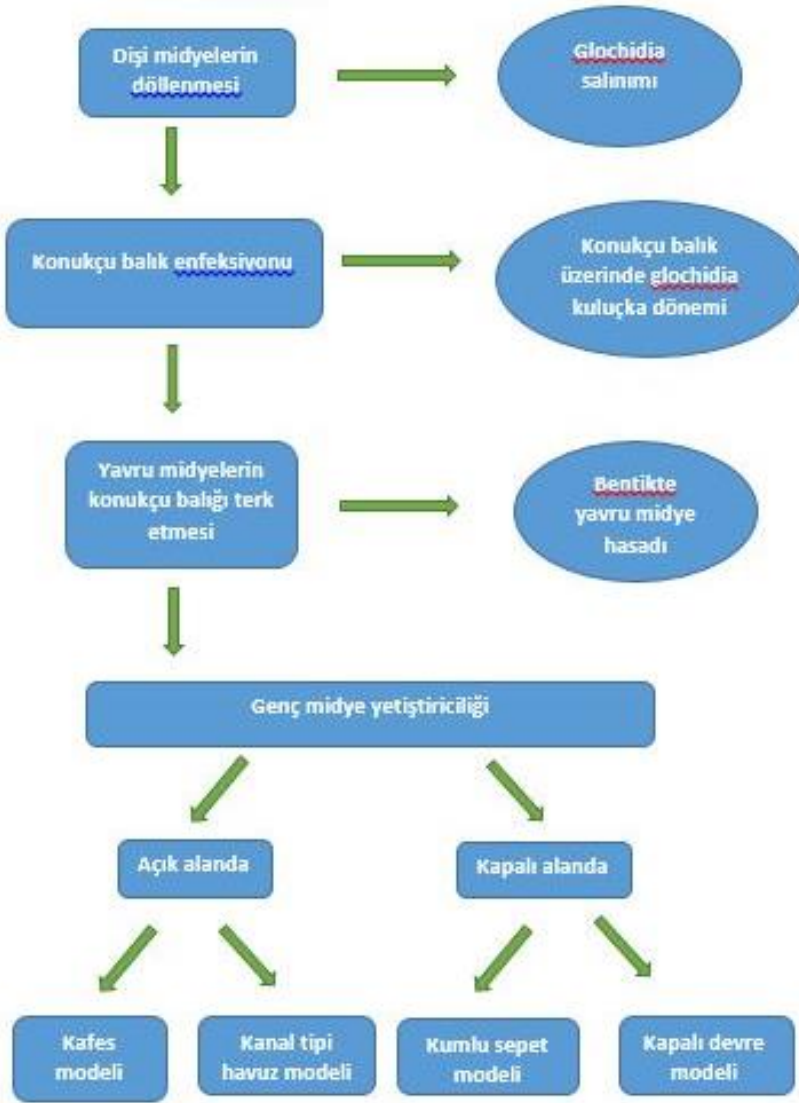
GİRİŞ

Mollusk yetiştiriciliği, sektöründeki en düşük maliyetli üretim alanı olmasından dolayı önem kazanmıştır. Özellikle insanlar için protein kaynağı olarak tatlı su midyelerinin önemi anlaşılmış ve tatlı su midye yetiştiriciliğinde büyük bir potansiyel olduğunun farkına varılmıştır. Bu nedenle glochidia kültürü üzerinde çeşitli araştırmalar yapılarak, juvenil yetiştiriciliğinin başarılı bir şekilde yapılabilirdiği ortaya konulmuştur. Tatlı su midyesi yetiştiricilik sistemleri; yumurtlatma, larval yetiştiricilik ve büyümenin son aşaması olan semirtme olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak koşulların gerektirdiği ölçüde ön büyütme de yapılmaktadır. Ön büyütme, optimum yaşama oranı ve büyüme için juvenil midyeleri koruyarak, uygun su akışında, kontrol altında büyütme sağlayan bir sistemdir. Midye yetiştiriciliğinde, başlangıç büyüklüğü, su akış hızı, besin, su ve substrat derinliği, stok miktarı, çevresel parametreler ve substrat büyüklüğü midyelerin büyüme ve yaşama oranını etkileyen önemli konulardır.

Bu kitap bölümünde, tatlı su midyelerinin doğal ortamı dışında yetiştiricilik sistemleri konusunda bilgi verilerek, yapılan çalışmalardan elde edilen deneyimler paylaşılmıştır.

1.TATLI SU MİDYELERİNİN YETİŞTİRİCİLİK STRATEJİSİ

Tatlı su midyeleri (Unionid) diğer mollusk üyelerine göre ayrıcalıklı bir yaşam öyküsüne sahiptir. Bu nedenle kültüre alınırken farklı bir yetiştiricilik stratejisi uygulamak gerekmektedir (Şekil 1). Bu yetiştiricilik hikâyesi önce dişinin ovaryumunda yumurtaların oluşmasıyla başlamaktadır. Dişi bireyler erkek bireyden su akış yönünde spermi alarak döllenme gerçekleşmektedir (Şekil 2). Dişi midyenin solungaçlarındaki demibranslarda (solungaç ceplerinde) (Şekil 3) depolanan glochidialar (döllenmiş midye yumurtaları), konakçı balığın üzerine salınmak üzere belli bir süre bekletilmektedir. Uygun bir konakçı balık belirleyen anaç midye, glochidialarını balığın üstüne püskürterek, kuluçka dönemini başlatmış olur. Glochidialar bu aşamada balık için parazitik bir nitelik taşımaktadır. Balığın dorsal, pektoral ve kaudal yüzgeci ile linea lateral (yanal çizgi) üzerine tutunan (kabuktaki çengelsi yapı veya kist oluşturarak) glochidialar, metamorfoz geçirme sürecini tamamlamayı beklerler (Şekil 4-5). Metamorfoz geçiren glochidialar, juvenil midye olarak konakçı balığı terk edip, bentik yaşama geçiş yaparlar (Şekil 6).



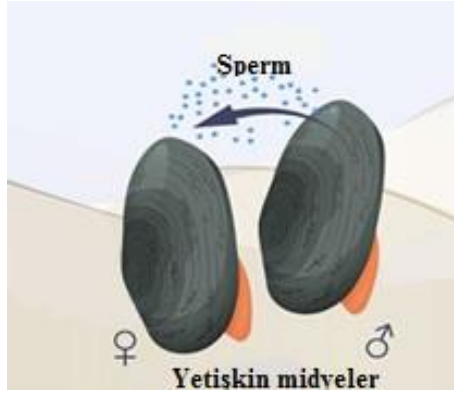
Şekil 1. Tatlı su midyelerinin yetiştiricilik stratejisi

Yetiştiricilik stratejisinde en önemli husus, midye türüne uygun konakçı balığı belirlemek ve metamorfoz aşamasında balığı terk eden midye yavrularının bentikten yeterince toplayabilmektir. Bu aşamada sıkıntı yaşanmaması durumunda, diğer post metamorfoz aşamasında kültür modelleri belirlenerek yetiştiricilikte besleme ve büyütme aşamalarına geçilmektedir. Juvenil yetiştiriciliğinde kapalı alan ve açık alan olmak üzere iki farklı altyapıya sahip yetiştiricilik sistemi bulunmaktadır. Yetiştiricilik modelleri belirlenirken,

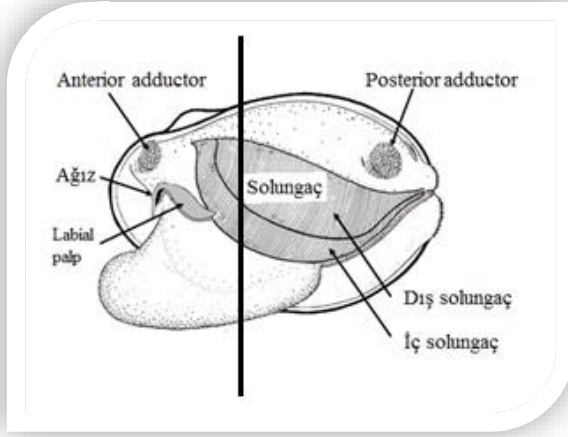
elde edilecek ürün miktarı, yetiştiricilik alanın büyüklüğü ve yatırım maliyeti en önemli belirleyici başlıklardır. Bütün bunlar göz önüne alınarak kültür yöntemi belirlenmelidir.

2.DİŞİLERİN DÖLLENMESİ

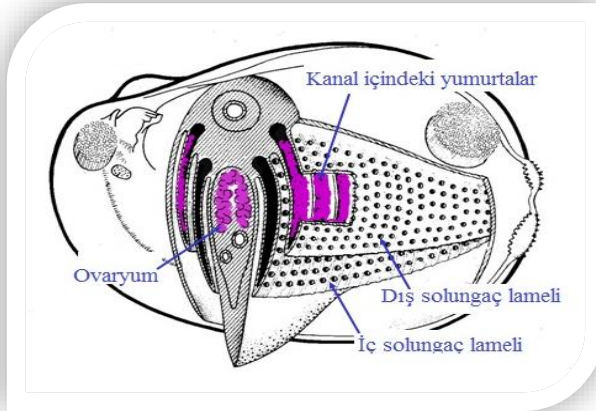
Midyelerin döllenme oranı, buldukları alan büyüklüğü ve o alanda yetişkin midye/konakçı balık oranı ile doğrudan bağlantılıdır (Downing vd., 1993). Esaret altında yetişkin midyeleri toplamanın amacı, daha yüksek döllenme oranları ve daha fazla glochidia üretimi elde etmektir. Tatlı su midye yetiştiriciliğinde çiftleşme olgunluğuna gelmiş olan olgun midyeler tercih edilmelidir. Olgunlaşma yaşı türlere bağlı olarak 10-20 yıl arasında değişmektedir. Doğal ortamda üreme dönemi, Şubat veya Mart aylarında gerçekleşmektedir (Skinner vd., 2003; Young ve Williams, 1983). Doğal ortamda döllenme, suyun akış yönüne göre erkekler sperm suya bırakır, sperm akıntı yönünde taşınarak dişi tarafından su alışı sifonu aracılığı ile vücuda alınarak solungaçlardaki özel kanallarda (marsupial kesesi) tutulan yumurtalar döllenir (Skinner vd., 2003; Smith, 1979) (Şekil 1-2).



Şekil 2. Erkek ve dişi tatlı su midyelerinin üreme döngüsünde sperm salınımı (Nikishchenko vd., 2022)



A



B

Şekil 3. Tatlı su midyesinin kabuk içi dokusal görüntüsü A) solungaç ve gonadın üstten görüntüsü B) solungaç ve gonadın dikey kesitinde ovaryum ve glochidiaal yapı (Pierce ve Pierce, 1987)

Döllenme genellikle bir popülasyon içinde eşzamanlı olarak gerçekleşir ve diğer tatlı su midyesi türlerinde olduğu gibi (Watters ve O'Dee, 1999) su sıcaklığıyla da bağlantılı görünmektedir (Buddensiek, 1995; Hastie ve Young, 2003b). Düşük yoğunluklarda dişiler hermafrodit olabilir, ancak bunun kendi

kendine döllenmeyle sonuçlanıp sonuçlanmadığı net değildir (Hanstén vd., 1997). Esaret altında üreme açısından uygun bir popülasyon elde etmede kaç yetişkinin gerekli olduğu konusu tam olarak belli olmadığı için, dölllenme sürecinde anaç sayısını yüksek tutmak yararlı olacaktır. Kültüre alınan yetişkin midyeler, nehir suyuyla beslenen akışlı sistemlerde veya kapalı devre sistemlerinde üreme için bekletilir. Midye anaç havuzuna gelen su filtrelenmiş (30 µm), partiküllerden uzaklaştırılmış olmalıdır. Sudaki askıda katı madde ve tortu içeriklerinin azaltılmasında, zemini kum ve ince çakıl kaplı akışlı havuzlardan yararlanılabilir (Hastie ve Young 2003a; Preston vd., 2007). Bu süreçte yetişkin midyelerin besin gereksinimleri için 15-40 µm aralığındaki tatlı su algleriyle (mavi-yeşil alglar, yeşil alglar ve diatomlar) giderilebilir (Mandal vd., 2007). Kapalı sistemlerde tutulan anaç midyelerin uygun bir alg diyeti ile beslenmesi gerekir, ancak akışlı sistemlerde ek beslemeye ihtiyaç olup olmadığı veya varsa farklı diyetlerin üreme ve gamet kalitesi üzerinde ne gibi etkileri olabileceği hala araştırılmaya değer konulardır.

3.UYGUN BALIK KONAKÇILARINA GLOCHİDİA SALINIMI

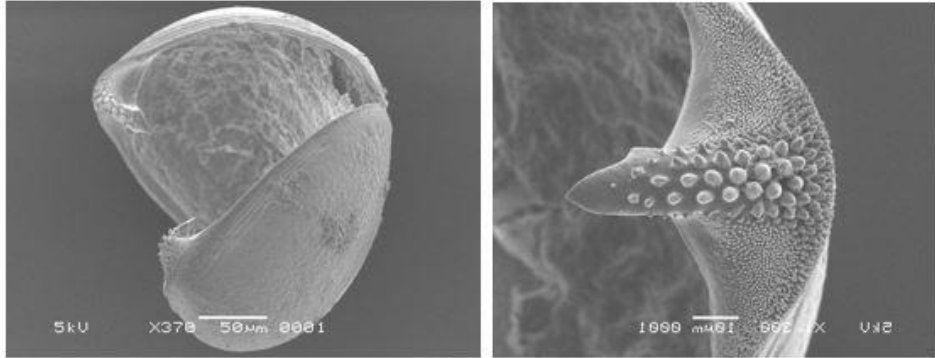
Çoğu Unionid midyenin glochidia'sı, çeşitli balık türlerinin dokusuna ve solungaç liflerine kolayca yapışabilse de (Strayer vd., 2004), metamorfoz ve tam larva gelişimi, normalde, yalnızca birkaç konakçı tür üzerinde mümkündür (Dodd vd., 2006). Tatlı su midyelerinde her dişi 1-4 milyon arasında glochidia salabilir, bunlar aşağı akıntıya sürüklenir ve uygun bir balık konakçısına bağlanamazlarsa, 24 ila 48 saat içinde ölebilmektedirler (Hastie ve Young, 2003b). Ancak, bazı durumlarda 6 güne kadar ölmeden, uygun bir konakçı balık bulma çabasında kalabilirler (Ziuganov vd., 1994; Skinner vd., 2003). Tatlı su midyelerinin konakçı balık seçimi konusunda yapılan çalışmalarda, *Margarita margaritifera*, *Salmo trutta* ve *Salmo salar*'ı (Ziuganov vd., 1994; *Margaritifera auricularia*, acipenseridleri (mersin balıkları) (Bauer, 2000); *Potamida semirugata*, *Cyprinus carpio* ve *Oreochromis niloticus*'u (Şereflişan, 2021); *Unio terminalis*, *Cyprinus carpio*'yu (Şereflişan, 2018) tercih ettiği belirlenmiştir.

Belki de glochidia'nın konakçı içine alınmasını sağlamanın en basit yolu, anaç midyeleri (yavrulamak üzere olan midyeler) daha genç hatta yavru aşamadaki uygun konakçı balıklarla bir arada kuluçkahanedeki üreme tanklarında birlikte yaşamalarını sağlamaktır (Treasurer vd., 2006). Konakçı olarak daha yaşlı balıkların kullanılmasının tercih edilmeme nedeni, daha önce glochidia bulaşmasına maruz kalmalardan kazanılmış bağışıklık gösterebilme

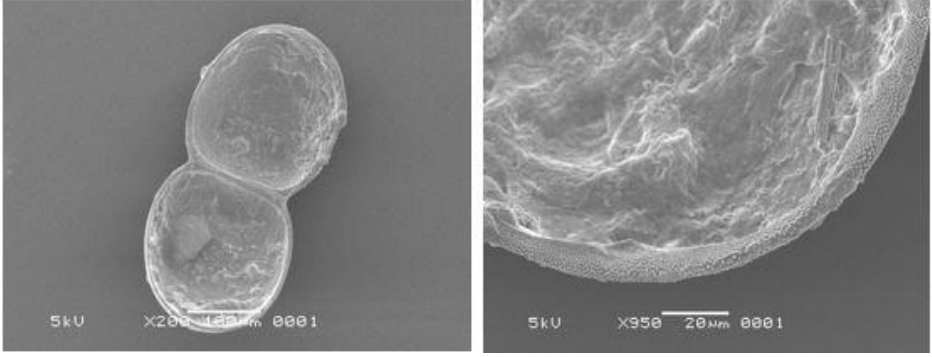
olasılıklarıdır (Treasurer vd., 2006). Midye-konakçı balık birlikteliğine alternatif bir yöntem olarak, anaç midyeleri barındıran tankların çıkış suyu, kuluçkahanedeki yavru balıkları barındıran, balık tanklarına yönlendirilmesidir (Hastie ve Young, 2003a; Preston vd., 2007).

Anaç midyelerden serbest bırakılan ve konakçı balıklara tutunamayan, glochidialar, genellikle yetişkin dişinin içinde veya çevresinde beyaz, yoğun bir bulut olarak gözlemlenmektedir. Bu glochidia yığını toplanabilir, gerekirse seyreltilbilir ve doğrudan kuluçkahane tanklarına dökülebilir veya glochidia ile dolu olan su içerisine balık grupları daldırılarak banyo yöntemi ile glochidiaların, konakçı balığa bulaşması yani balıkların enfekte olması sağlanabilir.

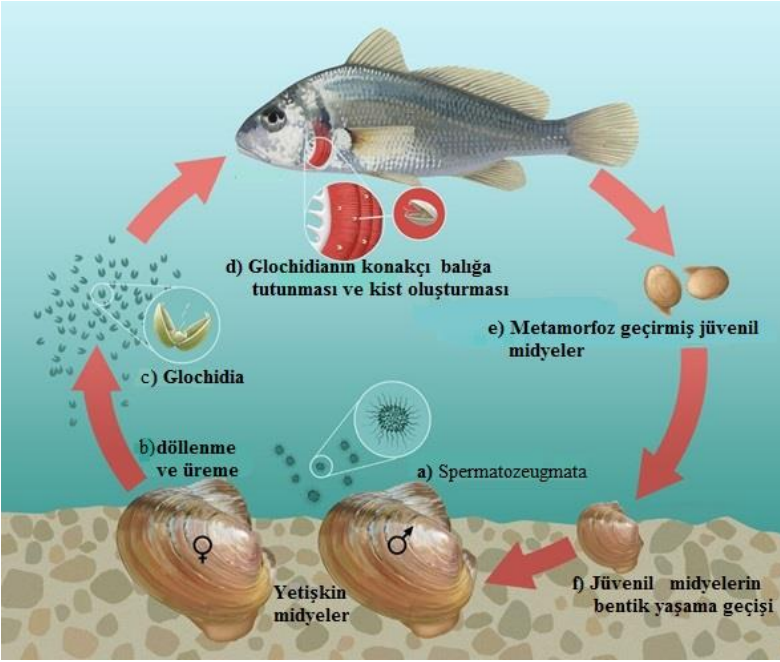
Yavru bırakma (glochidia salınımı) doğal olarak meydana gelmediğinde, çeşitli yöntemlerle indüklenerek glochidia salınımı gerçekleştirilebilir. Glochidia salınımına neden olmak için anaç midyeler önce soğutulmuş, kloru giderilmiş musluk suyuna yerleştirilir. Glochidia'nın salınması genellikle suyun oda sıcaklığına yükselmesiyle 1 saat içinde gözlenir (Meyers ve Millemann, 1977). Midyelerin glochidia salınımı için termal şok ve solunum stresinden kaynaklanan (oksijenin azaltılması) indükleme yöntemi de kullanılmaktadır (Hastie ve Young, 2003b). Glochidia salınımı için kullanılan termal şok yönteminde, glochidia tam olgunlaşmadan midye tarafından salındığı zaman, canlı kalma oranları düşük olabilmektedir. Yaşama oranının yüksek olması bakımından doğal olarak glochidia salınımı tercih edilmektedir (Şekil 6).



Şekil 4. Kabuk ucunda çengel yapıya sahip olan glochidia görüntüsü (*Unio terminalis*)(Şereflişan, 2009)



Şekil 5. Kabuk ucunda çengel yapı bulunmayan glochidia görüntüsü (*Potamida semirugata*)(Şereflişan, 2009)



Şekil 6. Tatlı su midyelerinin yaşam döngüsünü gösteren çizim. a) Erkek midyelerin su sütununa spermatozoa bırakması. b) Spermatozeugmata, kuluçkalanmış yumurtaları döllenmek için akıntılı sifon yoluyla dışı manto boşluğuna girmesi. c) Parazitik larvaların (glochidia) su sütununa salınması. d) Glochidiaların, konakçı balık solungacına tutunması ve kist oluşturmaları. e) Metamorfoza uğramış yavru midyelerin konakçı balıktan ayrılması. f) Juvenil midyelerin yaşam döngüsünün uzun süreli olan bentik yaşam sürecine geçmesi (Çizim: John Megahan/Michigan Üniversitesi)

4.GLOCHİDİA SALINIMI İLE ENFEKTE OLMUŞ BALIKLARIN STOKLANMASI

Yetiştiricilik amaçlı yapay olarak glochidia salınımı ile enfekte edilmiş olan konakçı balıkların yüklendiği glochidia yoğunluğu, doğada bulunan ve doğal olarak gerçekleşenlerden daha fazladır (Hruska, 2001). Her canlı grubunda olduğu gibi midyelerde de stok yoğunluğu hassas bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Şereflişan ve Gökçe, 2016). Yetiştiricilik koşullarında, konakçı balıklar glochidia salınımına maruz kaldığında, glochidialar balıkların solungaç dokularında, sırt ve kuyruk yüzgeçlerinde ayrıca linea lateral (yanal çizgi) üzerinde tutunma eğilimi gösterirler. Glochidiaların konakçıya tutunması iki şekilde olmaktadır. Bazı tür midyelerin (örn: *Unio terminalis*) glochidial yapısı çengelli olup balığın dokusuna çengelleri sayesinde tutunmaktadırlar (Şereflişan, 2009) (Şekil 4). Diğer bazı türler ise (Örn: *Potamida semirugata*) çengelli bir yapıya sahip olmayıp, konakçı balığın dokusuna tutunmak için kist oluşturmaktadır (Şekil 5) (Şereflişan vd., 2009). Yüksek oranda balıkların solungaçlarına glochidiaların tutunması sonucunda, konakçı balıklarda yüksek ölüm oranları görülebilmektedir (Arahamian vd., 2003). Glochidialar, konakçı balık üzerine tutunma süreçleri türe bağlı olarak yaklaşık birkaç haftadan birkaç aya kadar sürmektedir. Glochidialar konakçı üzerinde bulunma sürelerini tamamladıktan sonra konakçı balığı terk edip (eksiz olanlar) buldukları balık tankının zeminine yerleşirler. Çoğu eksiz olan glochidialar, balık üzerindeki kuluçka süresini tamamlayıp tank zeminine indiğinde gelişmelerini sürdürecekleri uygun bir substrat bulamadıklarında, yaşama tutunmaları zorlaşabilmektedir. Bu nedenle, glochidialarla enfekte olmuş konakçı balıklar, yetiştirme tanklarına stoklanacakları zaman, tankın zeminine uygun substrat yerleştirilmelidir (Buddensiek, 1995; Hastie ve Young, 2003a).

5.KONAKÇI BALIĞI TERK EDEN MİDYE LARVALARININ TOPLANMASI VE YETİŞTİRİLMESİ

Glochidialar, konakçı balıkların üzerinde (solungaç, yüzgeç yanal çizgi vb. bölgelerden) tutunma süresini tamamlayıp parazit sonrası aşama için zemine inen yavru midyeler, ön büyütme aşaması için yetiştiriciliğe alınabilirler. Midyelerin kontrollü koşullarda yetiştirilmesi, hayatta kalma oranını artırmaktadır (Preston vd., 2007; Treasurer vd., 2006). Bu süreç birkaç yılı geçeceği için kararlı bir tesis ve personel gerektiren uzun vadeli bir programı temsil etmektedir. Glochidia'nın uygun konakçı balık üzerinde gelişmesi yaklaşık 1-10 ay sürebilmektedir. Bu değişen süreç içinde, glochidia'nın %95'i bu aşamaya gelmeden ölebilmektedir (Hastie ve Young,

2003a). Gelişimini tamamlayan glochidia konakçı balık üzerinde konakladığı dokudan ayrılıp, tank zeminine düşerek bentik yaşama geçiş yapmaktadır. Tankın drenaj borusuna yerleştirilen plankton ağları (150 µm) sayesinde bu glochidiaları toplamak mümkündür (Buddensiek, 1995). Yavrular daha sonra büyütme tanklarına aktarılarak büyümeye alınırlar. Glochidiaların konakçı balığı terk etme aşamasında, konakçı balıkların beslenme rejimlerinin azaltılması, onların daha az dışkılamasını sağlayarak, glochidia hasadında plankton ağına kirlilik oluşturmalarını engelleyecektir (Hastie ve Young, 2003a). Post-parazitik yavru midyeler, konakçı balıktan düşer düşmez algler ve organik maddeler üzerinde beslenmeye başlarlar ve bu nedenle ilk gelişimleri için uygun alt tabakaya sahip olmaları gerekmektedir (Geist ve Auerswald, 2007). Yavru midyelerin bentik beslenme aşamasından suyu filtre ederek beslenme aşamasına geçişi, yetiştirme programlarında hayatta kalmak için kritik bir dönemi temsil etmektedir (Hastie ve Young, 2003a). Çünkü erken gençlik evrelerinde midyeler, ortamda rahatsız edici unsurlara karşı çok savunmasız oldukları için substratın (tank zeminindeki kum tabakasının) yeterince derin olmaması, yavru midyeleri rahatsız eden bir durumdur (Young ve Williams, 1983). Substrat türü, silt içeriği, su kalitesi ve yeterli besin kaynağı dahil olmak üzere çeşitli faktörler yavru midyelerin hayatta kalmaları ve büyümeleri için kritik öneme sahiptir (Skinner vd., 2003, Geist vd., 2006). Yavru tatlı su midye kültürü; açık alan ve kapalı alan olmak üzere iki sistemde yapılmaktadır. Açık alanda midye kafes modeli (Şekil 7) ve akışlı kanal havuz modeli uygulanırken, kapalı alanda akışlı kuluçka sepetleri ve kapalı devridaim (resiküle) modeli uygulanmaktadır (Şekil 8-9) (Zimmerman ve ark. 2003).

5.1. Açık Sistemde Kafes Modeli

Post-parazitik yavru yetiştiriciliğinde, ölüm oranı ilk aylarda yaklaşık %70 olarak görülürken sonraki aylarda bu oran azalmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ilk kış büyütmesinde 900 µm'den büyük olan yavru midyelerin ikinci büyüme dönemlerine kadar %50 hayatta kalma şansının olduğu ve 700 µm'den küçük yavruların hayatta kalma oranının yok denecek kadar az olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, başlangıç midye boyutu, yavruların hayatta kalması için kritik önem taşımaktadır. Vahşi doğada 12 aylık kafes büyütme sonrasında %3'lük bir hayatta kalma oranı elde edilirken, kontrollü koşullarda bir kuluçkahanede benzer midye kafeslerinde 10 aylık büyütme sonrası %7'lik bir hayatta kalma oranı elde edildiği bildirilmiştir (Hastie ve Young, 2003a).

Midye kafesleri yavru midyelerin daha doğal koşullarda yetiştirilmesi için bazı avantajlar sunabilirken, koruma amacıyla mevcut yöntemlerin

optimize edilmesi ve ölçeklendirilmesi gerekecektir. Bu anlamda, yavru midyeleri akan sularda azaltılmış siltasyon riskiyle yetiştirmek üzere son zamanlarda kafes sistemi geliştirilmiştir (Barnhart, 2006). *U. terminalis*'in kafeslerde (Şekil 7), farklı stok oranlarında, 6 aylık büyüme performansı sonunda, en iyi büyümenin 40 adet/m²'lik stok oranında olduğu tespit edilmiştir (Şereflişan, 2003).



Şekil 7. Yavru midye yetiştirme kafesleri (Şereflişan, 2003)

5.2. Açık Sistemde Yarı Doğal Kanal Tipi Havuz Modeli

Bu sistemde kanal tipi alabalık havuz modeli kullanılmaktadır. Yarı doğal akışlı kanal havuzların dip yapısı çakıl içerikli substrat ile kaplanarak, yavru midyelerin doğal ortamına benzerlik sağlanmaktadır (Preston vd., 2007). Konakçı balıktan henüz ayrılmış olan midyelerin substrata düşmesine ve gelişimlerini tamamlamalarına yardımcı olan bir yetiştirme modelidir (Beaty ve Neves 2004; Williams vd., 1993).

Bu yöntemin avantajları arasında, yapay olarak enfekte olmuş, yoğun glochidia salınımına maruz kalmış konakçıların, bu havuz modelinde tutularak glochidia'nın daha kontrollü substrat ve akış koşulları altında eksiz olması olarak sağlanmasıdır. Bununla birlikte, bu yöntemin uzun süreçte midyelerin nehir kanallarında ne kadar süreyle tutulması gerektiği veya hassas yavruları doğal substrattan hasat etmek için ne gibi önlemlerin alınması gerektiği henüz daha çalışılması gereken önemli konulardır.

5.3. Kapalı Sistemde Kuluçka Sepeti Modeli

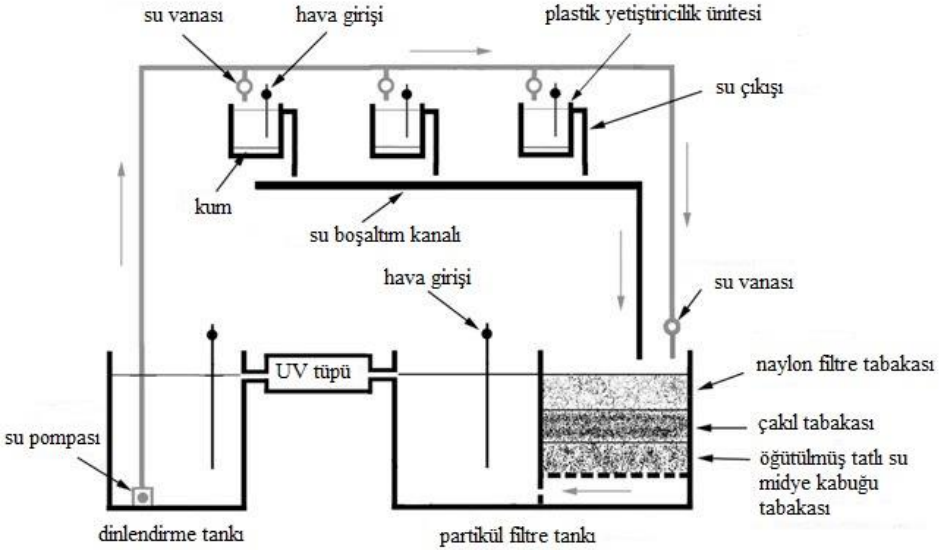
Kapalı alanda yapılan bu yetiştiricilik modelinde, kuluçka sepetlerinin kullanımı, erken aşamalarda tatlı su midyelerinin kültürlenmesinde en yaygın yöntemdir (Hastie ve Young, 2003a; Skinner vd., 2003). Kuluçka sepetlerinin zeminine tanecik büyüklüğü 150-500 µm olan ince kum ile 1-2 mm kalınlığında kum tabakası kaplandıktan sonra, konakçı balıktan ayrılmış olan yavru midyeler, tankın drenaj ızgaralarında toplanarak bu hazırlanan sepetlere yerleştirilir. Kuluçka sepetinin zemininde kullanılan kum, filtrelenmiş su, her bir sepetten geçerek, silt yüklerini azaltmaya yardımcı olurken, algler ve organik maddeler kumu zenginleştirir ve yavrular için besin sağlamaya yardımcı olur. Yavru midyeler kuluçka sepetlerinde 12-18 ay bu şekilde yetiştirilebilmektedir (Hastie ve Young, 2003a). Bu yöntemle yetiştirilen genç midyelerin yaşama oranı, ilk birkaç ayda yüksek olmasına rağmen daha sonraki aylarda, diğer yetiştirme sistemlerinde olduğu gibi, sepet zeminindeki kumun çamurlaşması ve yassı solucan parazit oluşumu nedeniyle ölüm oranı artabilmektedir (Barnhart, 2006; Taylor 2007; Zimmerman vd., 2003).

5.4. Kapalı Sistemde Devridaim Yetiştiricilik Modeli

Kapalı devre modelinde tüm çevresel koşullar kontrol altında olup, tatlı su midye türlerinin kültürü için başarılı bir şekilde yönetilebilmektedir (Barnhart, 2006; Jones ve Neves, 2002; Jones vd., 2004; 2005). Midye devridaim sistemleri tipik olarak iç içe geçmiş bölmelerden oluşur, yaklaşık 400 L/saat su akışı yeterli görülmektedir (Barnhart, 2006). Kapalı devre sistemlerinde büyüme ve hayatta kalma için substrat gereklidir. Ancak bu sistemde uzun süreli substrat kullanımı, yavru midyeleri yine yassı kurt predasyon sorununa karşı daha savunmasız hale getirebilmektedir (Zimmerman vd., 2003). Tek hücreli yeşil alglerin, tamamlayıcı besin rolünde gerekli olduğu bildirilmektedir (Barnhart, 2006). Bu modelde yavru midye beslenmesinde yeşil alg (*Nannochloropsis oculata*) kullanıldığında, midyelerin yaşama oranının %30'larda olduğu belirtilmiştir (Jones vd., 2004). Ticari kabuklu deniz ürünleri diyetlerinin, juvenil midyelerin büyümesi ve hayatta kalma oranı üzerine etkisi, doğal tortular üzerinde yapılan yetiştiriciliğe göre daha düşük düzeyde kalmaktadır. Bu da birçok tür için alg diyetlerinin formülasyonunun, kültür sistemleri için en büyük zorluklardan birini oluşturmaktadır (Jones ve Neves, 2002; Naimo vd., 2000).

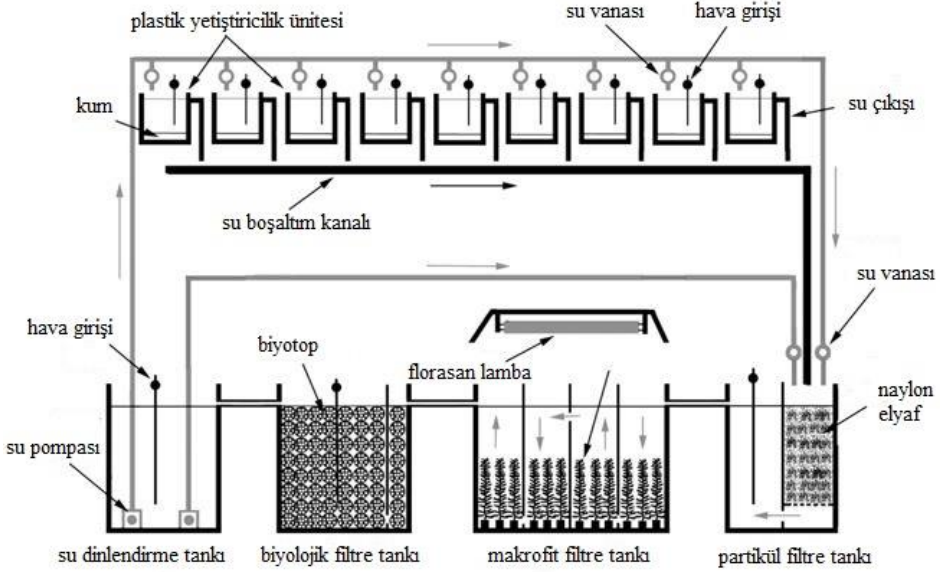
Kapalı devre sistemlerinde iki model kullanılmaktadır. Birinci modelde, kapalı devre ünitesine alınan su, zemininde kum olan plastik tanklara su vanası ile üstten giriş yaparak, su drenaj borusundan çıkmaktadır. Plastik tankların

olduğu üniteden drene olan su, boşaltım kanalı ile filtre işlemi için partikül filtre tankına girmektedir. Üst katmanında naylon filtre tabakası, altında çakıl tabakası ve onun altında yani en altta öğütülmüş tatlı su midye kabuğu tabakasından oluşan partikül filtre tankı aynı zamanda hava girişi ile havalandırılmaktadır. Filtre tankından çıkan su UV tüpünden geçerek dinlendirme tankına girmektedir. Böylece su, ünite içinde bir turunu tamamlayarak su pompası ile yeniden plastik yetiştiricilik ünitesine pompalanmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Tatlı su midye juvenillerini (0-120 gün) yetiştirmek için kullanılan devridaim sisteminin şematik taslağı (Model I) (Kovitvadi, 2008).

Kapalı devre sisteminin ikinci modelinde ise, kapalı devre ünitesine alınan su, zemini kumlu olan plastik tanklara giriş yapıp, su drenaj borusundan çıktıktan sonra su boşaltım kanalı ile partikül filtre tankına girmektedir. Naylon elyaf içeren partikül filtre tankından geçen su, floresan lamba ile sürekli aydınlatılan makrofitlerin olduğu filtre tankına iletilmektedir. Son olarak biyotopların olduğu biyolojik filtre tankına giren su, buradan dinlendirme tankına geçerek dinlendirildikten sonra su pompası aracılığı ile yeniden yetiştiricilik ünitesine giriş yaparak devridaimi sürdürmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Tatlı su midye jüvenillerini (0-120 gün) yetiştirmek için kullanılan devridaim sisteminin şematik taslağı (Model II) (Kovitvadi, 2008).

6. POST METAMORFOZ KÜLTÜRÜNDE BESİN, SEDİMENT VE SU KALİTESİNİN ÖNEMİ

Metamorfoz sonrası midyelerin yaşama oranı, ortamdaki yeterli besinin varlığına, uygun sediment yapıya ve su kalitesine bağlıdır. Tatlı su midye yetiştiricilik sistemlerinde bu kriterlerin yeterince sağlanması durumunda başarılı sonuç elde edilmesi mümkündür.

6.1. Besin

Yetiştiriciliğe alınmış olan midyelerin büyüme oranı üzerine çevresel parametrelerin genel ve bölgesel olmak üzere iki şekilde etkisi bulunmaktadır (Şereflişan, 2014). Yavru midyeler uygun şekilde beslenmediğinde veya çevresel gereksinimleri karşılanmadığında yüksek ölüm oranı kaçınılmazdır (Buddensiek, 1995; Gatenby vd., 1997; Hudson ve Isom, 1984). Kültüre alınan yavru midyeler için bir besin kaynağı olarak kullanılan alg türlerinin fiziksel özellikleri ile beslenme özellikleri arasında bir uyum söz konusudur.

Yetişkin Unionidler beslenmek üzere suyu filtre ederken, algleri yutmadan önce ve sonra, hücresel özelliklerine dayalı olarak ayırma yeteneğine sahiptirler (Baker ve Levinton, 2000). Bu nedenle, yavru midyelerin alglerin hücresel özellikleri için seçici bir tepki sergilemeleri de mümkündür. Ancak

yetişkin midyelerin hassasiyetiyle aynı derecede bir seçicilik gösteremezler. Solungaç gelişimleri (demibrans) ilerledikçe yavru midyelerin erken gelişim aşamalarında seçici beslenme kabiliyetleri de gelişmektedir. Yapılan çalışmalarda, midyelerin beslenme seçiciliğinde, midye yaşının değil, sadece parçacık boyutunun etkili olduğu bildirilmiştir (Beck, 2001). Yavrular için birincil besin kaynağı, metamorfozdan sonraki ilk 2 hafta içinde değişerek, beslenme alışkanlığı süspanse besini süzerek beslenmeye dönüşmektedir (Yeager vd., 1994). Bazen, yavru midyelerin ilk beslenme süreci metamorfozdan sonraki 140 güne kadar uzayabilmektedir (Gatenby vd., 1997). Başarılı bir kültür için ilk beslenme aşamasının kritik düzeyde önem arz ettiği ve büyümenin bireysel aşamaları için ayrı kültür stratejilerinin gerekli olduğu öne sürülmektedir. Uygun bir alg diyeti geliştirilirken alglerin büyüklüğü yanı sıra, makrobesin profili ve stokiyometri açısından alglerin besin değeri ve alglerin beslendiği konsantrasyon da dikkate alınmalıdır (Henley vd., 2001). Çoklu doymamış yağ asitleri içerebilen yağ oranı yüksek alg diyetleri, yeni metamorfoza uğramış yavruların kültürlenmesi için en iyisi olduğundan, bir alg diyetinin lipid içeriği yavru büyümesiyle doğrudan ilişkilidir (Carvalho vd., 2004; Gatenby vd., 1997). Yeni metamorfoza uğramış bireyler için en az 20.000-50.000 hücre/ml'lik bir alg konsantrasyonu uygulanmalıdır (Rogers, 1999). *Anodonta cygnea* ile yapılan besleme çalışmalarında, uygun bir diyetin polialgal bir karışım olduğunu göstermiştir (Carvalho vd., 2004; Lima vd., 2004). Sıcaklıkla ilişkili mikroalg gruplarının konsantrasyonundaki mevsimsel değişim, çift kabuklu büyüme oranlarındaki mevsimsel değişimin ana nedenidir.

6.2.Sediment

Midye yetiştiriciliğinde sediment tabakası, pediveligerlerin erken gelişiminde, kendilerini kazmak ve konumlandırmak için genel bir substrat tabakası olmaktan başka önemli görevleri de bulunmaktadır. Yavru midyeler, sert hücre duvarına sahip olan alg türlerinin mekanik olarak sindirimine yardımcı olmak için ince tortuları (sediment) yutarak sindirim sistemine alabilmektedirler. İnce nehir sedimenti, kolloidal parçacıklar ve bakteriler gibi gıda olarak kullanılabilen organik maddeler de sindirime katılabilmektedir (Gatenby vd., 1997).

6.3.Su Kalitesi

Kültür sistemlerinde yavru midye yetiştirirken midye gelişimini etkileyebilecek birçok değişkenin olduğunu unutmamak önemlidir. Örneğin, başarılı kültür için yeterli su kalitesi kadar su sıcaklığı da önemlidir

(Buddensiek, 1995; O'Beirn vd., 1998). Midye yetiştiriciliğinde yeterli su akışının sürdürülebilir olması esastır. Çünkü sediment içindeki çözülmüş oksijen, amonyak ve besin konsantrasyonu gibi faktörler, akan sudakilerden oldukça farklıdır. Yavru Unionidler için çözülmüş oksijen ve besin gereksinimi, düzenli olarak yapılan su akışı ile sağlanabilmektedir. Juvenil midye yetiştiriciliğinde, kapalı devre modeli ile kesintisiz yüksek kaliteli kültür suyu kullanılabilir. Bu sistemde, suyun kalitesinin sürekliliği sağlandığı için midyeler başarılı bir şekilde büyütülebilmekte ve yüksek yaşama oranı elde edilebilmektedir (Henley vd., 2001; Kovitvadhi vd., 2006). Resirküle (kapalı devre) sistemlerde, dört farklı filtre (ultraviyole, makrofit, biyolojik ve partikül) kullanıldığında, juvenil midye ölüm oranının %10'un altına düştüğü bildirilmektedir (Kovitvadhi vd., 2008). Tüm canlı gruplarını ilgilendiren sıcaklık faktörü kadar sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösteren oksijen ve pH değeri de ayrıca önemlidir (Karayücel ve Karayücel, 2000).

KAYNAKLAR

- Aprahamian, M.W., Smith, K.M., McGinnity, P., McKelvey, S., & Taylor, J. (2003). Restocking of salmonids – opportunities and limitations. *Fish Res.*, 1431, 1–17
- Baker, S.M., & Levinton, J.S. (2000). Feeding selectivity of native freshwater mussels (Unionidae) and competition with zebra mussels (abstract). *Journal of Shellfish Research*, 19(1), 659.
- Barnhart, M.C. (2006) Buckets of muckets: a compact system for rearing juvenile freshwater mussels. *Aquaculture*, 254, 227–233
- Bauer, G. (2000). Life-history variation on different taxonomic levels of naiads. In: Bauer G, Wächtler K (eds) Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida. Springer, New York, NY, p 83–92
- Beaty, B.B., & Neves, R.J. (2004). Use of natural water flow-through culture system for rearing juvenile freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) and evaluation of the effects of substrate size, temperature, and stocking density. *Am Malacol Bull*, 19, 15–23.
- Beck, K. (2001). Development of an algal diet for rearing juvenile freshwater mussels (Unionidae). Masters Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Buddensiek, V. (1995). The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. *Biol Conserv.*, 74, 33–40
- Carvalho, F., Lima, P., Gonçalves, F., Russel-Pinto, F., & Machado, J. (2004). Development of suitable maintenance diet for *Anodonta cygnea*. *Journal of World Aquaculture Society*, 35(2), 189–198.
- Dodd, B.J., Barnhart, M.C., Rogers-Lowery, C.L., Fobian, T.B., & Dimock, R.V. Jr. (2006). Persistence of host response against glochidia larvae in *Micropterus salmoides*. *Fish Shellfish Immunol*, 21, 473–484
- Gatenby, C.M., Parker, B.C., & Neves, R.J. (1997). Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Lea, 1829) (Bivalvia: Unionidae), reared on algal diets and sediment. *American Malacological Bulletin*, 14(1), 57–66.
- Geist, J., Porkka, M., & Kuehn, R. (2006). The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*, 16, 251–266.

- Geist, J., & Auerswald, K. (2007). Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshw Biol*, 52, 2299–2316.
- Hanstén, C., Pekkarinen, M., & Valovirta, I. (1997). Effect of transplantation on the gonad development of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Boreal Environ Res*, 2, 247–256.
- Hastie, L.C., & Young, M.R. (2003a). Conservation of the freshwater pearl mussel I: captive breeding techniques. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 2, English Nature, Peterborough.
- Hastie, L.C., & Young, M.R. (2003b). Timing of spawning and glochidial release in Scottish freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) populations. *Freshw Biol*, 48, 2107–2117.
- Henley, W.F., Zimmerman, L.L., Neves, R.J., & Kidd, M.R. (2001). Design and evaluation of recirculating water systems for maintenance and propagation of freshwater mussels. *North American Journal of Aquaculture*, 63, 144–155.
- Hruska, J. (2001). Experience of semi-natural breeding programme of freshwater pearl mussels in the Czech Republic. In: The freshwater pearl mussel in Europe: population status and conservation strategies. Report of the International Congress on Pearl Mussel Conservation 2000, Freiburg, p 69–75
- Hudson, R.G., & Isom, B.G. (1984). Rearing juveniles of the freshwater mussels (Unionidae) in a laboratory setting. *Nautilus*, 98(4), 129–135.
- Jones, J.W., & Neves, R.J. (2002). Life history and propagation of the endangered fanshell pearly mussel, *Cyprogenia stegaria* Rafinesque (Bivalvia:Unionidae). *J N Am Benthol Soc*, 21, 76–88.
- Jones, J.W., Neves, R.J., Ahlstedt, S.A., & Mair, R.A. (2004). Life history and propagation of the endangered dromedary pearly mussel (*Dromus dromas*) (Bivalvia:Unionidae). *J N Am Benthol Soc*, 23, 515–525.
- Jones, J.W., Mair, R.A., & Neves, R.J. (2005). Factors affecting survival and growth of juvenile freshwater mussels cultured in recirculating aquaculture systems. *N Am J Aquac*, 67, 210–220.
- Karayücel, S., & Karayücel, İ. (2000). The effect of environmental factors, depth and position on the growth and mortality of raf-cultured blue mussels (*Mytilus edulis* L.) *Aquaculture Research*, 31, 893-899.
- Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U., Sawangwong, P., Thongpan, A., & Machado, J. (2006). Optimization of diet and culture environment for larvae and juvenile freshwater pearl mussels, *Hyriopsis* (Limnoscapha) *myersiana*

- Lea, 1856. *Invertebrate Reproduction and Development*, 49(1–2), 61–70.
- Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U., Sawangwong, P., & Machado, J., (2008). A laboratory-scale recirculating aquaculture system for juveniles of freshwater pearl mussel *Hyriopsis* (Limnoscapha) *myersiana* (Lea, 1856). *Aquaculture*, 275, 169–177.
- Lellis, W.A., & Johnson, C.S., 1996. Delay reproduction of the freshwater mussel *Elliptio complanata* through temperature and photoperiod control. *J. Shellfish Res.*, 15(2), 485–492.
- Downing, J.A., Rochon, Y., Perusse, M., & Harvey, H. (1993). Spatial aggregation, body size and reproductive success in the freshwater mussel *Elliptio complanata*. *J N Am Benthol Soc.*, 12, 148–156.
- Lima, P., Carvalho, F., Vasconcelos, V., & Machado, J. (2004). Studies on growth in the early adult of the freshwater mussel *Anodonta cygnea*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 45(2), 117–125.
- Mandal, R.N., Kumar, K., Mohanty, U.L., & Meher, P.K. (2007). Estimation of gut contents of freshwater mussel, *Lamellidens marginalis* L. *Aquac Res.*, 38, 1364–1369.
- Meyers, T.R., & Millemann, R.E. (1977). Glochidiosis of salmonid fishes. I. Comparative susceptibility to experimental infection with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda: Margaritanidae). *J Parasitol*, 63, 728–733.
- Naimo, T.J., Cope, W.G., Monroe, E.M., Farris, J.L., & Milam, C.D. (2000). Influence of diet on survival, growth, and physiological condition of fingernail clams *Musculium transversum*. *J Shellfish Res.*, 19, 23–28.
- O’Beirn, F.X., Neves, R.J. & Steg, M.B. (1998). Survival and growth of juvenile freshwater mussels (Unionidae) in a recirculating aquaculture system. *American Malacological Bulletin*, 14(2), 165–171.
- Preston, S.J., Keys, A., & Roberts, D. (2007). Culturing freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: a breakthrough in the conservation of an endangered species. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*, 17, 539–549.
- Rogers, S. (1999). Population biology of the tan riffleshell (*Epioblasma florentina walkeri*) and the effects of substratum and light on juvenile mussel propagation. Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Skinner, A., Young, M.R., & Hastie, L.C. (2003). Ecology of the freshwater pearl mussel. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 2*, English Nature, Peterborough.

- Smith, D.G. (1979). Marsupial anatomy of the demibranch of *Margaritifera margaritifera* (L.) in northeastern North America (Pelecypoda: Unionacea). *J Molluscan Stud.*, 45, 39–44.
- Şereflişan, H.O. (2003). Investigations on reproductive biology and aquaculture potential of *Unio terminalis delicatus* inhabiting Gölbaşı Lake (Hatay). PhD Thesis, University of Çukurova, Adana.
- Şereflişan, H., Menderes, E., & Soylu, S. (2009). Description of glochidia of three species of freshwater mussels (Unionidae) from southeastern Turkey. *Malacologia*, 51(1), 165-172.
- Şereflişan, H. (2014). Gölbaşı Gölü'nde (Hatay) Bulunan Tatlısu Midyelerinin (Unionidae) Çevresel Koşullarının Belirlenmesi [The Determination of the Environmental Conditions of the Freshwater Mussels (Unionidae) located in the lake Gölbaşı (Hatay)]. *Aquaculture Studies*, 4, 29-36.
- Şereflişan, H., & Gökçe, M.A. (2016). Growth performance of the freshwater mussel, *Unio terminalis delicatus* (Lea, 1863) (Mollusca: Bivalvia:Unionidae) in the Gölbaşı Lake, Turkey. *Pakistan J. Zool.*, 48(4), 1109-1115.
- Şereflişan, H. (2018). Determination of host Fish Suitability for *Unio terminalis delicatus* (Bivalvia: Unionidae) from Gölbaşı Lake in Turkey. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3,15-22.
- Şereflişan, H. (2021). Host Selection of *Potomida semirugata* (Unionidae: Bivalvia) in Reproduction Strategy. *Aquat Sci Eng.*, 36(3), 109-115.
- Strayer, D.L., Downing, J.A., Haag, W.R., King, T.L., Layzer, J.B., Newton, T.J., & Nichols, S.J. (2004), Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *Bioscience*, 54, 429–439.
- Taylor, J. (2007). Captive breeding and juvenile culture of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*):restoration of a critically endangered species. *Finfish News*, 4, 23–24.
- Treasurer, J.W., Hastie, L.C., Hunter, D., Duncan, F., & Treasurer, C.M. (2006). Effects of (*Margaritifera margaritifera*) glochidial infection on performance of tank-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 256, 74–79
- Williams, J.D., Warren, M.L. Jr., Cummings, K.S., Harris, J.L., & Neves, R.J. (1993). Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada. *Fisheries*, 18, 6–22.
- Watters, G.T., & O'Dee, S.H. (1999). Glochidia of the freshwater mussel *Lampsilis* overwintering on fish hosts. *J Moll Stud.*, 65, 453–459.

- Yeager, M.M., Cherry, D.S., & Neves, R.J. (1994). Feeding and burrowing behaviors of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae). *Journal of the North American Benthological Society* 13(2), 217–222.
- Young, M.R., & Williams, J. (1983). The status and conservation of the freshwater pearl mussel in Great Britain. *Biol Conserv.*, 25, 35–52.
- Ziuganov, V.V., Zotin, A., Nezlin, L., & Tretiakov, V. (1994). The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, VNIRO, Moscow.
- Zimmerman, L.L., Neves, R.J., & Smith, D.G. (2003) Control of predacious flatworms *Macrostomum* sp. in culturing juvenile freshwater mussels. *N Am J Aquac.*, 65, 28–32.



IKSAD
Publishing House



ISBN: 978-625-367-414-4